

Fauna silvestre consumidora de mielato de roble producido por *Stigmacoccus asper* en bosques de *Quercus humboldtii*

Freddy Yahir Merchán Torres

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Forestal

Director

Diego Suescún Carvajal

MSc. Bosques y Conservación Ambiental

Codirector

José Eduardo Acevedo Espinel

MVZ. Médico veterinario zootecnista

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2023

**Tabla de contenido**

Introducción .....	12
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo general .....	14
1.2 Objetivos específicos .....	14
2. Marco referencial .....	15
2.1 Marco teórico .....	15
2.1.1 Vida silvestre .....	15
2.1.2 Avifauna de Colombia .....	15
2.1.3 Mastofauna de Colombia .....	17
2.1.4 Bosques de roble en Colombia .....	18
2.1.5 Características taxonómicas y morfológicas de <i>Quercus humboldtii</i> .....	19
2.1.6 Descripción <i>Stigmatococcus</i> .....	19
2.1.7 Distribución <i>Stigmatococcus</i> .....	20
2.1.8 Parasitismo de <i>Stigmatococcus asper</i> a <i>Quercus humboldtii</i> .....	20
2.1.9 Mielato .....	21
2.1.10 Beneficios del mielato a la fauna silvestre .....	22
2.2 Marco conceptual .....	23
3. Metodología .....	26
3.1 Área de estudio .....	27
3.1.1 Área de estudio Reserva Natural de la Sociedad Civil - RNSC La Llanada .....	27
3.1.2 Área de estudio vereda Potrero de Rodríguez .....	29
3.2 Visita de reconocimiento .....	31

3.3	Diseño experimental .....	32
3.3.1	Establecimiento de puntos de muestreo .....	32
3.4	Toma de datos .....	33
3.4.1	Toma de datos muestreo de radio fijo .....	33
3.4.2	Toma de datos mediante cámaras trampa .....	34
3.4.3	Montaje de parcelas .....	35
3.5	Identificación taxonómica .....	35
3.5.1	Identificación con fotografía .....	36
3.5.2	Identificación sin fotografía .....	36
3.6	Procesamiento de datos .....	36
3.6.1	Composición de fauna silvestre .....	37
4.	Resultados .....	39
4.1	Composición de fauna silvestre, endemismos y estados de conservación .....	39
4.2	Comparación de diversidad entre bosque de roble con colmena y uno sin colmena .....	42
4.2.1	Indices de diversidad alfa .....	44
4.2.2	Índice de diversidad beta .....	44
4.3	Comportamiento de las especies de fauna silvestre durante el día .....	45
4.4	Caracterización de la flora en las áreas de estudio .....	52
5.	Discusión .....	57
6.	Conclusiones .....	66
7.	Recomendaciones .....	67
	Referencias Bibliográficas .....	68
	Apéndices .....	78

### Lista de Figuras

Figura 1. <i>Ubicación de los sitios de toma de datos para el municipio de Concepción, en la finca la Llanada.</i> .....	28
Figura 2. <i>Ubicación de los sitios de muestreo de observación directa, parcelas y cámaras trampa en el municipio de Molagavita.</i> .....	30
Figura 3. <i>Riqueza de fauna silvestre presente en bosques de <i>Quercus humboldtii</i>, infestados de <i>Stigmacoccus asper</i> en la provincia de García Rovira.</i> .....	43
Figura 4. <i>Riqueza de fauna silvestre presente en bosques de <i>Quercus humboldtii</i>, durante el día en dos áreas de estudio.</i> .....	44
Figura 5. <i>Comportamiento de la fauna consumidora de mielato roble durante el día, mediante los dos métodos de muestreo empleados.</i> .....	46
Figura 6. <i>Comportamiento de fauna que consume mielato de roble en la Llanada del municipio de Concepción.</i> .....	48
Figura 7. <i>Comportamiento de fauna que consume mielato de roble en el municipio de Molagavita.</i> .....	49
Figura 8. <i>Correlaciones de temperatura y humedad relativa con la riqueza de fauna consumidora de mielato en cada robledal.</i> .....	50
Figura 9. <i>Curva de acumulación de especies-área para cada robledal.</i> .....	52
Figura 10. <i>Número de individuos para cada uno de los sitios de estudio en el borde e interior del bosque tanto los que presentan infestación como los que no están infestados de <i>Stigmacoccus asper</i>.</i> .....	53

Figura 11. *Porcentaje de epifitas presentes en cada uno de los individuos registrados en cada robleal.* ..... 55

**Lista de Tablas**

Tabla 1. <i>Ubicación en coordenadas de los puntos de referencia de cada punto, donde se realizó el registro de toma de datos.</i> .....	29
Tabla 2. <i>Ubicación en coordenadas de los puntos de referencia de cada sitio, donde se realizó el muestreo.</i> .....	31
Tabla 3. <i>Cantidad de órdenes, especies, familias y géneros de avifauna identificados para robleal con infestación de Stigmacoccus asper.</i> .....	40
Tabla 4. <i>Cantidad de órdenes, familias y especies, de mastofauna identificados como consumidores del mielato de roble.</i> .....	41
Tabla 5. <i>Promedio de especies por hora que consumen mielato.</i> .....	47
Tabla 6. <i>Promedio de diámetro a la altura del pecho y altura de los diferentes individuos tanto de interior del bosque como de borde para los dos sitios de estudio.</i> .....	56

**Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
<b>Apéndice A.</b> Formato de campo para la recolección de información (Avistamiento fauna silvestre).....	78
<b>Apéndice B.</b> Formato de campo para la recolección de la información (Datos de Temperatura y Humedad relativa).....	74
<b>Apéndice C.</b> Evidencia fotográfica de trabajo de campo y resultados obtenidos mediante los dos métodos de investigación.....	75
<b>Apéndice D.</b> listado de las especies con sus respectivas familias, nombres científicos, órdenes, endemismos, nombres comunes, y estados de amenaza a nivel mundial (IUCN) y nivel nacional (Libro rojo de aves de Colombia).....	76

### **Dedicatoria**

"Quiero dedicar este trabajo de grado a las personas que han sido fundamentales en mi vida y en mi formación académica durante el proceso de mi pregrado. En primer lugar, a mi familia, mi mamá Graciela Torres que ha sido mi mayor apoyo y ha creído en mí desde el principio. Gracias por su amor, paciencia y comprensión en cada etapa de mi vida, y en especial en el proceso de mi formación académica en la UIS, en la ejecución de este proyecto que cuando quería rendirme siempre estaba con sus sabias palabras de aliento. Agradezco especialmente a mi director de grado y codirector, cuyo conocimiento, paciencia y dedicación han sido esenciales para la realización de este trabajo. Gracias por su guía, consejos y apoyo constante. Por último, quiero agradecer a todas aquellas personas e instituciones que de una manera u otra me colaboraron en la ejecución de mi proyecto para optar por el título de Ingeniero Forestal.

### **Agradecimientos**

A la Universidad industrial de Santander-sede Málaga por brindarme una educación de alta calidad y formarme como profesional. Además, mi director Diego Suescún Carvajal y codirector José Eduardo Acevedo Espinel por brindarme su apoyo, consejos, paciencia y disposición de ayudarme a resolver todas las inquietudes a lo largo de la ejecución de este proyecto. Por otra parte, agradecer a las personas que me brindaron el espacio para poder trabajar en cada uno de sus predios, la familia Otero y Oviedo; y a todas las personas que positivamente estuvieron cerca apoyándome y me brindaron la ayuda en el desarrollo de este proyecto.

## Resumen

**Título:** Fauna silvestre consumidora de mielato de roble producido por *Stigmacoccus asper* en bosques de *Quercus humboldtii*\*

**Autor:** Fredy Yahir Merchán Torres\*\*

**Palabras Clave:** Bosque altoandino, cámara trampa, infestación, robledal, servicios ecosistémicos.

**Descripción:** Con el transcurso del tiempo, se ha evidenciado un progresivo proceso de fragmentación en los bosques altoandinos, afectados directamente por actividades antrópicas; estos relictos dentro de la provincia de García Rovira son afectados por *Stigmacoccus asper*, un insecto del orden Hemiptera que se aloja dentro de su hospedero *Quercus humboldtii* y al alimentarse produce una sustancia azucarada conocida como “mielato de roble” la cual es consumida por la fauna silvestre. Sin embargo, no se tiene conocimiento de las especies de fauna que se alimentan del “mielato”. En este estudio, en los municipios de Molagavita y Concepción, en el departamento de Santander, se usó la metodología de “radio fijo en dos horarios diferentes 7:00 a 9:18 am y 3:00 a 5:18 pm y la utilización de cámaras trampa, para determinar las especies de fauna silvestre que consumen mielato. Se encontró un total de 1348 individuos distribuidos en 59 especies que se dividen en tres especies de mamíferos, tres insectos y 53 especies de aves. Así mismo, 35 de las especies registradas consumen mielato incluidos los mamíferos e insectos. Se destaca la presencia de una especie catalogada como "Casi endémica" (CE), *Spinus pinescens*, así como tres especies consideradas "Endémicas" (E), exclusivas del territorio nacional. Además, se registró una especie migratoria boreal, *Setophaga fusca*, junto con una especie migratoria, *Cardinalia canadensis*. Para los dos robledales se encontró que tanto la riqueza como la abundancia fue mayor en horas de la mañana que en la tarde y de igual forma el consumo de “mielato”. En conclusión, más del 50% de las especies de fauna registradas consumen mielato, Es necesario conservar estos relictos, pues la mayoría de especies que habitan los robles se alimentan principalmente del “Mielato”, del mismo modo, contar con el apoyo de las comunidades cercanas y propietarios de los predios para conservar estos ecosistemas y lograr perpetuidad de especies.

---

\*Trabajo de grado

\*\* Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa de ingeniería forestal.

Director Diego Suescún Carvajal Ms(c) en Bosques y Conservación Ambiental. Codirector: José Eduardo Acevedo Espinel, Médico veterinario zootecnista.

### Abstract

**Title:** Wildlife consuming oak honeydew produced by *Stigmacoccus asper* in *Quercus humboldtii* forests.

**Author(s):** Fredy Yahir Merchan Torres

**Key Words:** High andean forest, camera trap, infestation, oak grove, ecosystem services.

**Description:** Over time, a progressive fragmentation process has been evidenced in the high Andean forests; these relicts within the province of Garcia Rovira are affected by *Stigmacoccus asper*, an insect that is located in the host *Quercus humboldtii* and when feeding produces a sugary substance known as "oak honeydew" which is consumed by wildlife, however, there is no knowledge of the species of fauna that feed on the "honeydew". In this study, in the municipalities of Molagavita and Concepción, respectively, in the department of Santander, the methodology of "fixed radio in two different schedules 7:00 to 9:18 am and 3:00 to 5:18 pm and the use of camera traps were used to determine the species of wildlife that consume honeydew. A total of 1348 individuals were found in 59 species divided into three species of mammals, one insect and 53 species of birds. Likewise, 35 of the registered species consume honeydew, including mammals and insects. The presence of a species classified as "Almost endemic" (CE), *Spinus spinescens*, as well as three species considered "Endemic" (E), exclusive to the national territory, stands out. In addition, a boreal migratory species, *Setophaga fusca*, was recorded, along with a migratory species, *Cardinalia canadensis*. For the two oak forests, both richness and abundance were found to be higher in the morning than in the afternoon, as was the consumption of "mielato". In conclusion, more than 50% of the registered fauna species consume honeydew. It is necessary to conserve these relicts, since most of the species that inhabit the oak trees feed mainly on honeydew, and to count on the support of the nearby communities and landowners to conserve these ecosystems and achieve the perpetuity of species.

---

\*Degree work

\*\* Institute of Regional Projection and Distance Education IPRED. Forestry Engineering Program. Director Diego Suescún Carvajal Ms(c) in Forestry and Environmental Conservation. Codirector: José Eduardo Acevedo Espinel, veterinarian and zootechnician.

## Introducción

Los robledales (bosques dominados por *Quercus humboldtii* - roble) son ecológicamente importantes para los ecosistemas andinos, porque son proveedores de múltiples servicios ecosistémicos. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) cataloga al *Q. humboldtii* en un grado de vulnerabilidad (VU). Actualmente, en el norte de la Cordillera Oriental de Colombia los ecosistemas se han visto afectados por actividades antrópicas como la agricultura y ganadería, esto sumado al cambio climático que acelera los procesos de fragmentación y degradación de tales ecosistemas (Rodríguez, 2017). El alto grado de fragmentación de los robledales genera cambios en su composición, estructura y dinámica, lo que conlleva a cambios en las condiciones del micro clima (temperatura y humedad) que afectan el estado fitosanitario de los individuos arbóreos haciendo que aparezcan enfermedades y plagas (Heather et al., 2011). En la provincia de García Rovira, para los ecosistemas altoandinos, se ha detectado una extensa infestación de la cochinilla *Stigmacoccus asper* Hempel. Esta infestación se ha concentrado específicamente en los bordes del relicto de bosque o la zona de transición entre dos comunidades estructuralmente diferentes, pero colindantes en el mismo ecosistema (potrero-bosque, cultivo-bosque, entre otros), (Rodríguez, 2022). Este insecto se ha dispersado rápidamente en *Q. humboldtii*, y llega a producir mielato, una sustancia azucarada rica en carbohidratos a partir de la savia del *Q. humboldtii*, que es consumida por el insecto, por medio de sus estiletes (aparato bucal) y defecada por el mismo, mediante un filamento hueco unido al ano (Chamorro, 2016; Flanjak et al., 2021).

En los últimos años, el incremento de las poblaciones de *S. asper* se debe al aumento en las perturbaciones a las que está expuesto el ecosistema (Chamorro et al., 2013). Se conoce que la sustancia producida por *S. asper* está asociada a las abejas como componente importante para desarrollar la apicultura. Sin embargo, se desconoce en gran medida que otras especies de fauna silvestre dentro del bosque consumen mielato. Actualmente, no se han realizado investigaciones que permitan identificar como es la riqueza, abundancia y frecuencia de consumidores de mielato en bosques de roble y si existen relaciones intra e interespecíficas a la hora de competir por la sustancia.

Por consiguiente, es importante obtener y aumentar el conocimiento proveniente de los bosques naturales, las relaciones que existen entre *S. asper*, *Q. humboldtii* y la fauna, para aumentar los hallazgos que impulsan la investigación cada vez más en pro de la conservación de los ecosistemas. Por lo tanto, este estudio se propuso identificar las especies de fauna silvestre que habitan los robledales es de suma importancia y, más aún, las que consumen el mielato de roble, debido a que constituyen una alternativa para preservar los bosques. Es importante identificar las diferencias debido al grado de fragmentación de los relictos de bosque de roble, pues *S. asper* se distribuye en ecosistemas altamente fragmentados, donde se concentra más en los bordes del fragmento y en árboles aislados, en este orden de ideas, obtener mayor información sobre éstos y aportar un estudio base para las instituciones educativas y comunidades locales.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Identificar la fauna silvestre consumidora de mielato de roble en dos bosques altoandinos de la provincia de García Rovira

### **1.2 Objetivos específicos**

Determinar la riqueza comportamiento de fauna silvestre consumidora de mielato de roble en un bosque sin colmenas de abejas y en un bosque con colmenas.

Contrastar dos métodos de muestreo de riqueza y comportamiento de consumidores de mielato, mediante el uso de cámaras trampas y el método de observación directa.

Establecer si existen diferencias entre la riqueza de la fauna que consume mielato en diferentes horas del día (mañana y tarde).

## **2. Marco referencial**

### **2.1 Marco teórico**

#### ***2.1.1 Vida silvestre***

La vida silvestre es importante tanto para las personas como para el medio ambiente, como un importante recurso natural para mantener los servicios ecológicos de los bosques y la salud de los ecosistemas (Aguirre, 2015). Además, desempeñan procesos naturales de regulación en cada eslabón de la cadena alimenticia, sumado ciclo de nutrientes, la dispersión de semillas e incluso la estructura del paisaje; Además, los bosques desempeñan un papel fundamental al proveer servicios de suministro de alimentos a comunidades en situaciones de pobreza, ya que algunas poblaciones tanto rurales como urbanas dependen de ellos. La vida silvestre también contribuye a la economía nacional a través del turismo y el comercio de flora y fauna mediante la zootecnia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2023). En la actualidad existe una pérdida de fauna en todo el territorio, por algunos factores causantes que se pueden resumir en: cambio climático global, pérdida de hábitats acuáticos y terrestres, usos no sostenibles de los recursos, introducción de especies y contaminación (Gutiérrez, 2022). Para Colombia, se registran aproximadamente 75.947 especies biológicas, lo que hace que sea uno de los pocos países megadiversos del mundo (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia [SiB], 2022).

#### ***2.1.2 Avifauna de Colombia***

Según Echeverry et al., (2017), para Colombia se reportó 1902 especies de aves, que se dividen en 31 órdenes y 90 familias, dentro del territorio del país. Dentro de las especies

reportadas para Colombia, se encontraron algunas residentes (especies registradas en el país y con posibilidad de ser vistas a lo largo de todo el año, sin importar la temporada), migratorias australes (especies que se reproducen fuera del país y en época no reproductiva se desplazan hacia el hemisferio norte), migratorias boreales (son aves que su etapa reproductiva la hacen en el hemisferio norte y en época no reproductiva, se desplazan al sur), introducidas (especies no originarias de Colombia, pero por algún motivo logran adaptarse, establecerse y reproducirse), extintas (especies que no cuentan con ningún registro durante los últimos 50 años), incierto (los reportes por fotos o evidencias no son los suficientes para definir su presencia dentro del territorio) e hipotética (especies cuya presencia solo esta reportada por observaciones o registros visuales, sin fotografía); donde la mayoría está incluida en las residentes con un total de 1672 para el 2022 ( Echeverry et al., 2022).

La avifauna en términos de poblaciones de aves ha disminuido en un 48% con el pasar del tiempo. Además, solo un 39% de estas poblaciones a nivel mundial serán estables, y un 6% evidencian muestras crecientes (National Geographic, 2023). El libro rojo de aves de Colombia versión II (Renjifo et al., 2013), consolidaron los siguientes datos: 1999 especies de las cuales 133 están amenazadas (16 “Peligro Crítico”, 54 “En Peligro”, 63 “Vulnerable”), además de 82 especies “Endémicas” para el país y 158 “Migratorias”. El Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB), como red Nacional de datos abiertos se encarga de distribuir y consolidar los datos del país en términos de biodiversidad, también, establece algunos parámetros para contribuir con los listados de especies y catalogar la amenaza de algunas de ellas. El SiB desde 2019 establece, datos se tomen en cuenta únicamente cuando se obtengan a través de observaciones directas e inventarios realizados en todo el territorio colombiano. En otras palabras, se prioriza la recopilación de información precisa y directa sobre la biodiversidad en

Colombia mediante métodos de observación directa y levantamiento de inventarios en todas las áreas del país. De esta manera, actualmente el SiB trabaja en conjunto con la (Asociación Colombiana de Ornitología (ACO)), ya que anteriormente se realizaba mediante estimaciones de algoritmos y aproximaciones de muestreo aleatorias (SiB, 2022).

### ***2.1.3 Mastofauna de Colombia***

Los mamíferos silvestres son muy importantes en los ecosistemas, ya que influyen en la dinámica de poblaciones vegetales, a través de la dispersores de semillas, brindan alimento a diferentes depredadores, comunidades y culturas dentro de la sociedad (Mendoza, 2022). En Colombia se presenta gran variedad de especies, sin embargo, aún existen vacíos de información que pueden ser enriquecidos, se estima que aproximadamente existan 520 especies dentro del territorio (Instituto Alexander Von Humboldt, 2021). En un estudio realizado en las regiones Andina, Caribe y Amazonia se registraron 418 especies de mamíferos aproximadamente, donde posiblemente existan más de las ya observadas en estas regiones. Los mamíferos son una especie muy representativa del reino animal por contener glándulas mamarias para alimentar a sus futuras generaciones y pelo en una de sus partes del cuerpo, por ejemplo, las ballenas tienen pelos sensoriales en ciertas partes de su boca, otros contienen en la totalidad de su cuerpo (monos, ardillas, gatos, entre otros) (Humboldt, 2021). Según el SiB, Colombia alberga un estimado de 58 especies de mamíferos endémicas, es decir, que no habitan en ninguna otra parte del mundo, 57 especies están catalogadas como migratorias, y en categoría de amenaza se encuentran 42 especies de mamíferos. Por tanto, estos registros clasifican a Colombia como el sexto país de mayor riqueza de mamíferos del mundo (García et al., 2010).

### **2.1.4 Bosques de roble en Colombia**

Los bosques altoandinos en la Cordillera Oriental están dominados en su mayoría por especies de roble como *Trigonobalanus excelsum* y *Q. humboldtii* gracias a su adaptación neotropical, estos ecosistemas cumplen funciones ambientales, que van desde la regulación hídrica y la regulación climática, hasta la protección de los suelos y disminución de la erosión (Dey et al., 2012). Además, estos ecosistemas proporcionan el hábitat para una mayor diversidad de especies silvestres de flora y fauna que se desarrollan plenamente en las condiciones del bosque, lo que propicia áreas para la preservación de especies vegetales idóneas para la regulación, donde se destacan algunas especies de fauna y flora endémicas del país (Rendón, 2009). La notable riqueza y diversidad de la zona andina colombiana se debe a fenómenos históricos que han resultado en un significativo proceso de especiación y centros de biodiversidad (Alvear et al., 2010). La especie *Q. humboldtii* es la predominante en los bosques de roble, son formaciones boscosas con más representatividad de los bosques andinos (Pérez et al., 2017). Los robledales del departamento de Santander son de vital importancia porque albergan especies de fauna silvestre que han sido catalogadas en alguna categoría de riesgo o amenaza (vulnerable, amenazada, en peligro, extinta), para el caso de las aves en Santander se tiene el colibrí inca negro (*Coeligena prunellei*), oropéndola negra (*Macroagelaius subalaris*), y la perdiz santandereana (*Odontophorus strophium*), todas estas catalogadas en un grado de amenaza, es decir, que si no se protegen en un futuro, van a llegar a un estado de peligro y luego su extinción (Cáceres et al., 2015).

En la actualidad, *Q. humboldtii* está catalogado como vulnerable (VU), debido a los aprovechamientos y reducción significativa en grandes extensiones del territorio colombiano. El

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), restringen su uso y aprovechamiento (Cáceres et al., 2015).

### **2.1.5 Características taxonómicas y morfológicas de *Quercus humboldtii***

*Q. humboldtii* es una especie de hábito arbóreo, que puede alcanzar 1 m de diámetro a la altura del pecho (DAP) y alcanzar 30 m de altura. Presenta copa redonda, ramificación entre 4 a 5 m; su corteza es rugosa, negra y a veces agrietada. La densidad de su madera es de 0,97 g/cm<sup>3</sup> y pertenece a las categorías de madera dura y pesada (Gómez et al., 2013). Tiene hojas lisas, alternas, espiraladas y de borde entero (Ortiz & Salazar, 2018). Las flores son unisexuales de color crema, los frutos son bellotas ovaladas de color marrón claro con una cúpula escamosa, también tiene una cubierta de semillas de color marrón claro y una textura suave (Simijaca et al., 2021). Es una especie neotropical de la familia Fagaceae, se distribuye en las tres cordilleras de Colombia y Sierra Nevada de Santa Marta, desde los 1750 a 3450 m s. n. m., así su desarrollo óptimo respecto a temperatura va entre 10 y 17°C y una precipitación promedio anual entre 1300 y 3000 mm/año (Ortiz & Salazar, 2018).

### **2.1.6 Descripción *Stigmatococcus***

*Stigmatococcus* es un género neotropical de insectos escamosos poco comunes en América Central y del Sur, hace parte de la familia Stigmatococcidae descrita por Hodgson et al. (2007) para especificar la nueva especie *S. asper* dentro del grupo de *Arqueococcoides*. Las especies pertenecientes al género *Stigmatococcus* comparten características tales como: (I) espiráculos abdominales; (II) ojos compuestos para los machos adultos; (III) ausencia de un anillo anal y setas en el caso de las hembras, (IV) antena simple compuesta de 10 segmentos para los machos ya desarrollados, y (V) vaina penial hendida en el ápice (Hodgson et al., 2007).

### **2.1.7 Distribución *Stigmacoccus***

Los insectos escama *S. asper* contribuyen a importantes relaciones ecológicas y pueden ser especies clave a la hora de ofrecer recursos alimenticios ricos en azúcares para la fauna silvestre nativa de los ecosistemas altoandinos (Heather et al., 2011). Se ha reportado presencia de *S. asper* en varios países como Grecia, Turquía, Estados Unidos, en cortezas de *Calocedrus decurrens* (Chamorro et al., 2013). Así mismo, se ha reportado en Panamá, Brasil y Venezuela en árboles de *Cassia sp* ubicado debajo de la corteza del hospedero (Ortiz & Salazar, 2018). En Colombia, en los bosques dominados por roble (*Q. humboldtii* - Fagaceae) Chamorro et al. (2013) reporta la presencia del insecto escama *S. asper* asociada a los robledales y la producción de mielato en zonas altas de la Cordillera Oriental y Central, haciendo presencia en departamentos como Santander, Boyacá, Cundinamarca, Cauca y Nariño. La presencia del insecto está asociada al nivel de fragmentación de los ecosistemas, siendo alta su densidad a mayor fragmentación (Heather et al., 2011).

### **2.1.8 Parasitismo de *Stigmacoccus asper* a *Quercus humboldtii***

El *S. asper* es una especie que se ha dispersado rápidamente en *Q. humboldtii*, el cual se introduce en la corteza para extraer la savia que fluye por el floema, por medio de sus estiletes (aparato bucal), luego subproductos de la savia son excretados por el insecto mediante un filamento de cera adherido a su ano, el cual produce una sustancia llamada mielato (exceso de azúcares tomado del floema), es una sustancia pegajosa y apetecida por la fauna silvestre, en especial por colibríes e insectos polinizadores como abejas (*Apis mellifera*), (estas últimas lo recolectan y almacenan de igual forma que el néctar) (Chamorro, 2016 ; Ortiz et al., 2018).

La savia elaborada que transita por el floema es aprovechada por *S. asper* como base nutricional, la baja concentración de aminoácidos y el alto contenido de azúcares, hace que el

insecto deba consumir grandes cantidades de savia y eliminar el exceso de carbohidratos, este desecho es secretado en forma de gotas y conocido como mielato de roble. *S. asper* no es el único productor de mielato en especies arbóreas, también se encuentran varias especies en las regiones de Asia Central (Turquía, Mar Negro) como *Cinara cedri* Mimeur sobre *Cedrus libani*, *Schizolachnus pineti* sobre *Abies bornmuelleriana* y *Marchalina caucasica* en hospedero *Abies nordmanniana*, la producción depende del tamaño de la población a lo largo de los bosques (Ülgentürk et al., 2020).

### **2.1.9 Mielato**

El mielato es una sustancia azucarada producida por el género de insectos escama *Stigmacoccus* mediante su proceso alimenticio, la alta cantidad de azúcares que posee la savia elaborada de los árboles derivada de la fotosíntesis es eliminada por el insecto y liberada en forma de gotas a través del filamento anal (Dos Santos et al., 2013; Ortiz y Salazar, 2018). La producción del mielato en bosques altoandinos de la Cordillera Oriental en Colombia está determinada por la presencia de *S. asper* bajo la corteza de *Q. humboldtii*, y por la densidad de insectos a lo largo de la franja de fragmentación (Ortiz & Salazar, 2018), entre mayor densidad de insectos se presente mayor producción de mielato.

En algunos estudios reportados por Bogo & Mantle (2000), se registró la composición química de mielato de *Stigmacoccus* producido en Brasil, en donde se encontró que los azúcares más significativos dentro de su composición fueron la sacarosa y la glucosa, compuestos que son importantes dentro de la dieta alimenticia de algunas especies silvestres que lo consumen. Además, de estas características fisicoquímicas tienen propiedades funcionales como antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes siendo un producto forestal no maderable importante en el sector de la salud (Seraglio et al., 2019).

### ***2.1.10 Beneficios del mielato a la fauna silvestre***

La melaza producida por la cochinilla (*S. asper*) genera una serie de relaciones entre las especies silvestres de los robledales que establecen vínculos ecológicos importantes dentro de las redes tróficas. Esto se genera, gracias a que la sustancia azucarada es base importante de carbohidratos para diversos grupos de organismos. Esta especie productora de mielato tiene la capacidad de actuar como una especie fundamental en estos ecosistemas (Heather et al., 2011; Dos Santos et al., 2013).

Dentro de los principales grupos de animales que se benefician de la producción del mielato se resaltan las aves, las cuales se encuentran frecuentemente alimentándose y defendiendo el rico y abundante recurso producido por la cochinilla (Latta et al., 2001). El mielato también proporciona alimento a una amplia variedad de artrópodos como hormigas, avispas, abejas, ácaros y especies de dípteros. La cristalización del mielato (cuando no es consumido) actúa como catalizador para la aparición de las fumaginas negras (hongos) que a su vez proporcionan un hábitat para diversas especies de invertebrados, además puede producir alimento a bacterias y hongos que se encargan de garantizar la descomposición de hojas caídas en el bosque (Heather et al., 2011).

El mielato de roble es considerado un recurso melífero importante en el bosque, las abejas (*Apis mellifera*) además de usar polen del néctar de las flores también utilizan sustancias azucaradas como el mielato del cual elaboran la miel. Las mieles elaboradas a partir del mielato de roble tienen un valor agregado en el mercado gracias a sus componentes químicos, aromas, sabores y texturas únicas según el derivado vegetal que origina el mielato (Chamorro et al., 2013). En algunas naciones, la miel producida a partir del mielato está por encima de mieles

florales que constituyen una proporción significativa del total de su producción (Chamorro et al., 2013).

## 2.2 Marco conceptual

**Bosque altoandino:** se establece como un área de transición entre la zona andina y el subpáramo, se caracteriza por ser una franja boscosa ubicada en un rango altitudinal entre los 2800 y 3200 m s. n. m., donde varían en ciertos casos por condiciones de humedad y exposición al viento (MADS, 2015).

**Conservación ecológica:** acción de mantener, cuidar y proteger la biodiversidad de los ecosistemas (González, 2022).

**Cámara trampa:** instrumento implementado en estudios de investigación, para detectar especies nocturnas, difíciles de observar por el humano y escurridizas en áreas remotas y de difícil acceso, que ayudan a identificar patrones de actividad y nuevos comportamientos de los animales. Además, no requiere de gran personal para su instalación (Houa et al., 2022; Meyer y Mcelveen, 2022).

**Comportamiento:** actividad específica que realiza de forma continua cada especie a lo largo del tiempo, los patrones de comportamiento varían de una especie a otra, cada uno de los cuales da a entender al individuo (Meyer y Mcelveen, 2022).

**Fauna silvestre:** número de especies terrestres, aéreas, acuáticas que habitan un lugar en particular y nunca han sido domesticadas, modificadas genéticamente, reproducidas regularmente con acción del hombre (Pérez, 2022).

**Mielato:** sustancia azucarada de color trasparente en forma de gota, rica en sacarosa y glucosa producida por un insecto que se alimenta de la savia del *Q. humboldtii* (Chamorro, 2013).

**Diversidad alfa:** hace referencia a la diversidad de especies que se encuentran en un área específica, como un hábitat o un ecosistema determinado. Es decir, la diversidad alfa mide la cantidad de especies diferentes que se pueden encontrar en una misma área (García et al., 2012).

**Diversidad beta:** Hace referencia a la variación en la composición de especies entre diferentes hábitats o ecosistemas. Es decir, la diversidad beta mide la diferencia o similitud de especies que se encuentran, cuando dos o más áreas distintas se entrecruzan (Pérez, 2022).

**Riqueza:** número total de especies que se pueden hallar en un hábitat, territorio específico, área o región determinada (Alvis, 2009).

**Abundancia:** es el conteo o número de individuos por especie, en un ecosistema en particular (Alvis, 2009).

**Efecto de borde:** zona de transición entre dos comunidades estructuralmente diferentes, que colindan entre sí. (González, 2022).

**Endémica:** especie animal o vegetal que está solo en un lugar en particular, zona geográfica propia y que no se encuentra en otra parte del mundo de modo natural (Velásquez, 2023).

**Nativo:** especie vegetal o animal propia de ese sitio (Velásquez, 2023).

**Residente:** Especie con registro dentro de un territorio y con posibilidad de ser detectada en cualquier época del año, además, cuenta con la capacidad de reproducirse en ese lugar (Velásquez, 2023).

**Subespecie:** son poblaciones u otras especies, denominadas subespecies que se diferencian por ciertos rasgos (Velásquez, 2023).

**Avifauna:** es un conjunto de aves que habitan un ecosistema en particular, en una región, país o territorio (Ayerbe, 2019).

**Mastofauna:** conjunto de mamíferos que habitan un ecosistema, región o lugar determinado (Velásquez, 2023).

**Migratoria:** especie que se reproduce fuera de Colombia o cualquier país, pero pasa parte de su ciclo de vida en el país (Velásquez, 2023).

**Migratoria austral:** se reproduce en el hemisferio sur, pero en época no reproductiva se desplaza al norte (Ayerbe, 2019).

**Migratoria boreal:** se reproduce en el hemisferio norte, pero en época no reproductiva se desplaza al sur (Ayerbe, 2019).

**Introducida:** especie no originaria de ese país o zona, pero se introduce por cualquier motivo, se logra adaptar y hasta reproducirse (Ayerbe, 2019).

**Extinta:** especie animal o vegetal de la cual no se ha tenido registro en los últimos 50 años (Velásquez, 2023).

**Estado de amenaza:** la UICN establece criterios para clasificar y ordenar las especies de flora y fauna, resultado de arduas investigaciones de las especies detalladas en las reducciones y pérdidas de evidencias (UICN, 2012). Las categorías establecidas son:

**Peligro crítico (CR):** cuando el taxón presenta alto riesgo extinción en su estado natural o silvestre y futuramente está expuesto a extinguirse (UICN, 2012).

**Peligro (EN):** cuando el taxón enfrenta un alto riesgo de extinción en su estado natural o silvestre (UICN, 2012).

**Vulnerable (VU):** el taxón está un riesgo de extinción es estado silvestre (UICN, 2012).

**Casi amenazado (NT):** el taxón, en una proyección progresiva o futura presentará un estado de amenaza Vulnerable (VU).

**Muestreo de radio fijo:** técnica de observación directa para aves, que consiste en establecer varios puntos de muestreo que abarquen un radio de 25 m cada uno, se observará en todas las direcciones con el fin de detectar e identificar todos los individuos que estén al alcance del observador (Ladines, 2022).

**Parcelas circulares:** técnica implementada en la ingeniería forestal, la cual consiste en delimitar un área determinada en el bosque de forma circular y temporal, con el fin de caracterizar y registrar la flora que se encuentre dentro de la delimitación (Rivas, 2008).

**Diámetro a la altura del pecho (DAP):** es el diámetro de circunferencia que presenta un individuo arbóreo, medido con una cinta métrica a una altura de 1,30 m a partir del suelo.

**Porcentaje de epifitas:** Se denota como la abundancia de plantas que viven sobre otra planta y crecen sobre ella (Bava y López, 2006).

**Diámetro de copa:** es la medida en longitud que presenta la copa de un individuo arbóreo, medida en dos direcciones Norte-Sur y Este-Oeste, donde se toma como punto de vista la visualiza desde el suelo.

### 3. Metodología

La metodología que se utilizó para determinar la riqueza, abundancia y comportamiento de la fauna silvestre que consume el mielato de roble, consistió en dos métodos diferentes. El primer método usado fue el muestreo de radio fijo u observación directa, que consistió en establecer varios puntos de muestreo que abarquen un radio de 25 m cada uno, se observó en todas las direcciones con el fin de detectar e identificar todos los individuos consumidores de mielato, esta metodología fue adaptada del método de muestreo de radio (Ladines, 2022). El

segundo método de muestreo consistió en la implementación de cámaras trampa, en los puntos con mayor infestación de *S. asper* en individuos de *Q. humboldtii* (De osa, 2013).

### **3.1 Área de estudio**

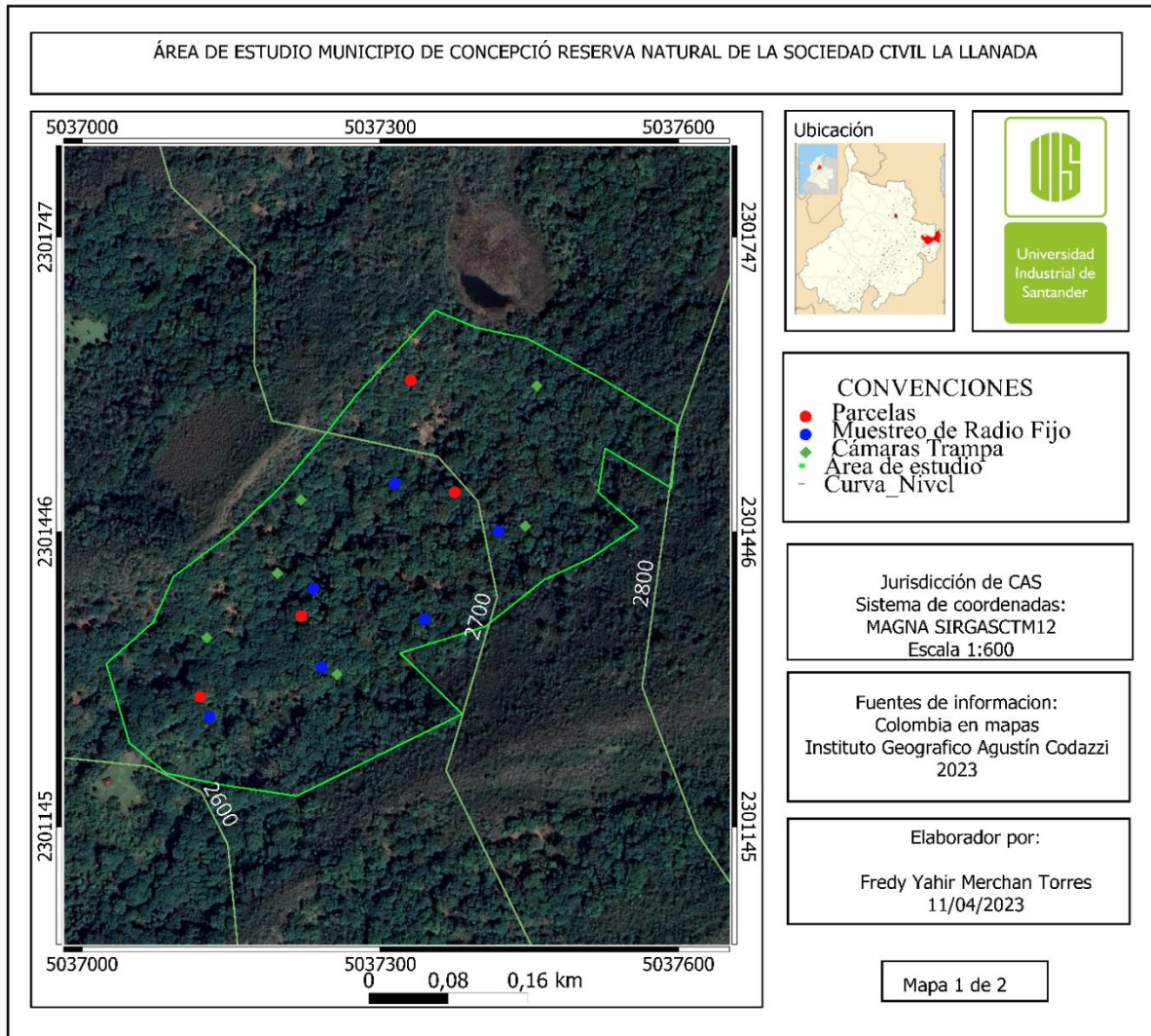
Comprende dos relictos boscosos dentro de la provincia de García Rovira, Santander. Se determinó la ubicación, vías de acceso y población circundante por medio de sistemas información geográfica SIG.

#### ***3.1.1 Área de estudio Reserva Natural de la Sociedad Civil - RNSC La Llanada***

La reserva La Llanada se encuentra dentro de las coordenadas geográficas Norte: 6°43'40,89" Oeste: 72°39'37,14" y Norte: 6°44'01,24" Oeste: 72°39'05,56", se ubica en la vereda Junín, aproximadamente a 7,2 km de la cabecera municipal de Concepción (Figura 1), el predio presenta una extensión total de 281 ha registrada como Reserva Natural de la Sociedad Civil La Llanada (MADS, 2015), Resolución 209 del 29 de diciembre de 2015. En el predio predomina un relieve montañoso de altas pendientes y afloramientos rocosos en altitudes superiores a los 2800 m s. n. m. En la parte más baja sobresalen algunas quebradas (La Zarza y Jaimito) (MADS, 2015). Las precipitaciones varían de los 2800 a 3200 mm/año, la temperatura media oscila entre los 12 y 19°C. La propiedad está situada en una zona que abarca un rango de altitudes que va desde los 2300 a 3260 m s. n. m., donde se diferencian tres tipos de ecosistemas: bosque andino, bosque altoandino y sub-páramo (MADS, 2015).

**Figura 1.**

*Ubicación de los sitios de toma de datos para el municipio de Concepción, en la finca la Llanada.*



En la Figura 1, se presenta el mapa que indica la localización de los puntos de muestreados, en el municipio de Concepción-Santander.

Así mismo, se muestra la ubicación exacta de las parcelas, cámaras trampa y radio fijo establecidos en la Tabla 1, para la RNSC La Llanada, para las cámaras trampa, puntos de radio fijo y parcelas.

**Tabla 1.**

*Ubicación en coordenadas de los puntos de referencia para el área de estudio.*

<b>Concepción</b>				
<b>Muestreo</b>	<b>N</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Altitud (m s. n. m.)</b>
Muestreo de radio fijo	1	6°43'37"N	72°39'47"O	2689
	2	6°43'36"N	72°39'46"O	2664
	3	6°43'38"N	72°39'46"O	2690
	4	6°43'37"N	72°39'43"O	2690
	5	6°43'40"N	72°39'40"O	2729
	6	6°43'42"N	72°39'44"O	2780
Cámaras trampa	1	6°43'37"N	72°39'50"O	2678
	2	6°43'36"N	72°39'45"O	2685
	3	6°43'40"N	72°39'47"O	2702
	4	6°43'45"N	72°39'39"O	2727
	5	6°43'41"N	72°39'39"O	2738
	6	6°43'39"N	72°39'45"O	2689
Parcelas	1	6°43'32"N	72°39'41"O	2691
	2	6°43'45"N	72°39'43"O	2743
	3	6°43'36"N	72°39'46"O	2679
	4	6°43'35"N	72°39'50"O	2637

Nota: Elaboración propia, datos tomados mediante GPS marca GARMIN (modelo 64s), en cada una de las áreas de estudio, coordenadas en grados (°), minutos (') y segundos (").

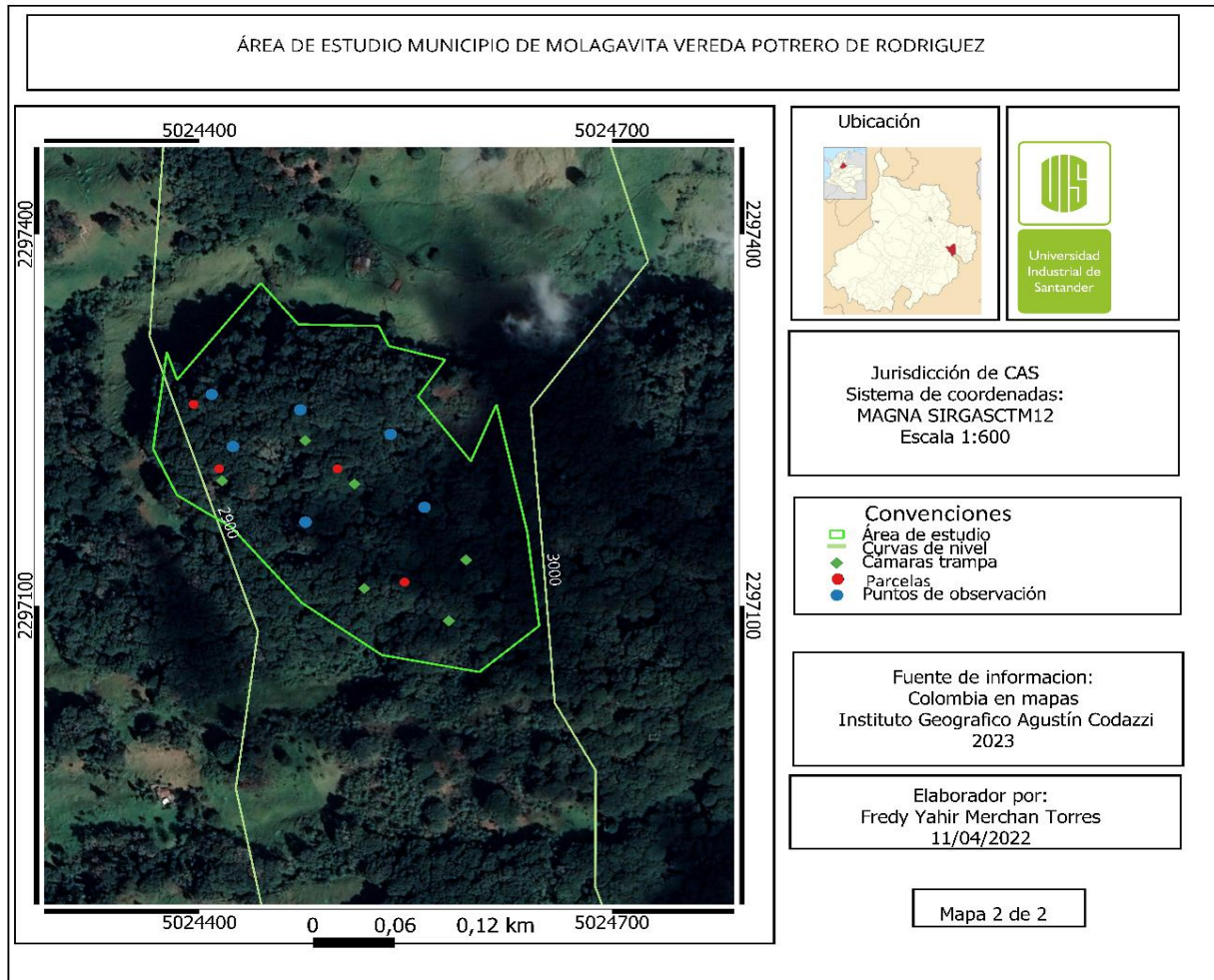
### ***3.1.2 Área de estudio vereda Potrero de Rodríguez***

Esta zona de estudio se localizó en el municipio de Molagavita, Santander, específicamente en la parte alta en la vereda Potrero de Rodríguez (Figura 2), comprendido entre coordenadas 6°39'43,010" – 6°40'28,308" sentido SN y 72°46'22,504" – 72°47'11,396" sentido EW. El área

total es de 67,1 ha y 8,5 km de perímetro, el bosque está ubicado en las fincas El Higuerón, La Calera, La Loma y Pozo Negro. La precipitación promedio anual es de 1490 mm y la temperatura promedio es de 12°C, está ubicada en un rango altitudinal de 2500 y 3000 m s. n. m., con pendiente máxima es de 53°. Según el sistema de clasificación de zonas de vida por Holdridge (1987), corresponde a un bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

**Figura 2.**

*Ubicación de los sitios de muestreo de observación directa, parcelas y cámaras trampa en el municipio de Molagavita.*



Para este sitio muestreado, se estableció seis puntos de radio fijo, cuatro parcelas y cámaras trampa, de los cuales se evidencian las coordenadas geográficas en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Coordenadas geográficas de los puntos de referencia para el área de estudio.*

<b>Molagavita</b>				
<b>Muestreo</b>	<b>N</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Altitud (m s. n. m.)</b>
Muestreo de radio fijo	1	6°41'25"N	72°46'47"O	2913
	2	6°41'23"N	72°46'45"O	2927
	3	6°41'21"N	72°46'42"O	2941
	4	6°41'22"N	72°46'39"O	2962
	5	6°41'23"N	72°46'40"O	2971
	6	6°41'24"N	72°46'42"O	2943
Cámaras trampa	1	6°41'22"N	72°46'44"O	2905
	2	6°41'23"N	72°46'42"O	2945
	3	6°41'23"N	72°46'41"O	2956
	4	6°41'19"N	72°40'30"O	2961
	5	6°41'20"N	72°46'40"O	2965
	6	6°41'20"N	72°46'38"O	2959
Parcelas	1	6°41'23"N	72°46'44"O	2930
	2	6°41'20"N	72°46'40"O	2960
	3	6°41'23"N	72°46'41"O	2993
	4	6°41'24"N	72°46'45"O	2915

Nota: Elaboración propia, datos tomados mediante GPS marca GARMIN (modelo 64s), en cada una de las áreas de estudio, coordenadas en grados (°), minutos (') y segundos (").

### 3.2 Visita de reconocimiento

Se realizó un reconocimiento de presencia de *S. asper* en la zona de estudio, con el fin de observar y enfatizar lo descrito en la literatura en relación con *Q. humboldtii*. De igual manera,

para establecer los mejores lugares para el muestreo y toma de datos. Estas visitas se realizaron en el mes de diciembre de 2022 y en ese mismo mes se inició la toma de datos, la cual se siguió realizando durante los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril de 2023.

### **3.3 Diseño experimental**

El diseño experimental se llevó a cabo utilizando el método de observación directa para aves (método de radio fijo), se realizó con la finalidad de obtener información en campo a través de la observación y las fotografías. Además, para obtener información sobre la actividad de los consumidores a lo largo del día, se implementaron dos cámaras trampa por sitio, instaladas en lugares estratégicos del bosque con gran infestación de *S. asper*, las cuales fueron desplazadas continuamente en varios puntos, metodología tomada de Tobón et al. (2018). Cada cámara inicialmente se puso frente a los individuos de *Q. humboldtii* que poseen infestación de *S. asper* en la total del fuste y ramas, y a medida que avanzó el estudio se hizo una rotación de estas mismas, con el fin de cubrir más área y obtener más información de cada lugar. Al finalizar cada visita a campo, se realizó el listado de las especies observadas en cada sitio establecido y las vistas en el transcurso de un punto a otro punto a muestrear.

#### **3.3.1 Establecimiento de puntos de muestreo**

El establecimiento de los puntos de muestreo sirvió como guía o ayuda para fijar distancias, y ordenar la intensidad de muestreo (2/1/20) dos horas día, un observador, durante 20 días, esto con el fin de hacer una asimilación de la cantidad de especies que consumieron el mielato de roble en el tiempo muestreado en campo. Según la cantidad de afectación o disposición de mielato en cada individuo, se determinaron los puntos de muestreo de forma directa y con cámaras trampa.

Así mismo, la implementación del muestreo de radio fijo permitió hacer un análisis de riqueza, diversidad y comportamiento de la fauna silvestre que esté asociada con el mielato. En cada robledal se establecieron seis puntos de radio fijo de 25 m, en sitios con presencia de mielato, cada uno separado del otro a una distancia mínima de 50 m. Cada muestreo se hizo entre 7:00 y 9:18 am y otros en horas de la tarde entre 3:00 y 5:18 pm. En cada punto de radio fijo y con cronómetro se midió un tiempo de observación de 20 minutos (de un punto de medición a otro, se tenía una diferencia de tiempo de tres minutos), todo esto para hacer una asimilación de la cantidad de fauna silvestre que está en el área demarcada en el tiempo establecido (Ramírez, 2019).

### **3.4 Toma de datos**

Para realizar la caracterización de fauna silvestre consumidora de mielato, en cada sitio se tuvieron en cuenta factores abióticos (humedad, temperatura, coordenadas geográficas y altitud) medidos con un termohigrómetro digital (ThermoPro TP-50) y un GPS marca GARMIN (modelo 64s), además, factores bióticos (riqueza, estructura de flora en cada sitio).

#### ***3.4.1 Toma de datos muestreo de radio fijo***

En la toma de datos se utilizaron binoculares Celestron (8x42), y lentes objetivos de 42 mm, cámara fotográfica marca Canon referencia T4i con una adaptación de lente teleobjetivo 75-300 mm y una cámara GoPro de referencia black 8. En los dos robledales se realizó un reconocimiento de las condiciones del sitio, para verificar los individuos que presentaban infestación de *S. asper*. Así mismo, se observó cuales especies silvestres pueden estar relacionadas con el roble, mediante el recorrido sin seguir un patrón específico.

Una vez situado en cada punto de muestreo, se sincronizo el termohigrómetro, cronometro, cámara fotográfica y GPS para realizar cada registro en los formatos de campo

(Apéndice A), una vez realizada la observación e identificada cada especie de fauna, mediante las guías de campo; en el caso del termohigrómetro, se evitó el contacto directo con los rayos del sol y de igual manera con el agua, esto con la finalidad de obtener datos precisos.

Así mismo, las visitas a campo no se realizaron todos los días, sino que se hizo a una intensidad de 2-3 visitas por semana, en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2023, con la presencia de solo un observador. Al momento de observar actividad por aves, mamíferos e insectos, en cada punto de muestreo, se anotó en los formatos de campo los colores, forma y tamaño para luego hacer la identificación en caso de no tener fotografía de la especie.

#### **3.4.2 Toma de datos mediante cámaras trampa**

Para el muestreo a través de cámaras trampa se usaron dos cámaras trampa de marca Bushnell y referencia Trail CORE S-4K, versión (0,3). Las cámaras estuvieron rotando periódicamente a diferentes puntos, equipadas cada una con ocho baterías AA, tarjeta SD formateada y extraíble, correas de seguridad, ambas cámaras estuvieron ubicadas en sitios estratégicos para los dos robledales (donde se observó mayor infestación de *S. asper* en *Q. humboldtii* y buena disponibilidad de luz). Cada cámara al momento de la instalación se puso de tal forma que el lente y sensor de movimiento apunte al Norte, con el fin de que la luz no afecte cada fotografía; las cámaras se ajustaron en orden cronológico (hora, fecha), modo ráfaga de tres fotos al detectar el movimiento, también el sensor se ajustó muy sensible para capte individuos pequeños o insectos; así mismo, cada cámara se puso a una altura de 2 m y 1 m a partir del suelo (Contarde, 2019). Además, este quipo registro la temperatura en cada fotografía, esto para obtener valores ordenados y de alta calidad en el tiempo, lo que permite explicar comportamientos de las diferentes especies.

La intensidad de muestreo mediante el método de cámaras trampa fue mayor al método de observación directa, dada la disponibilidad de datos durante el transcurso del día. Además, la discreción de las cámaras permitió observar especies que con frecuencia son evasivas a los seres humanos. Todas las semanas se hacía cambio de baterías, se extraían las fotografías tomadas para procesarlas y lograr la identificación de las especies detectadas.

### ***3.4.3 Montaje de parcelas***

Para los factores bióticos (estructura de fustales y latizales, estado del bosque, presencia de epifitas tanto briófitas como vasculares). Se establecieron en cada sitio, cuatro parcelas temporales y circulares de 12.62 m de radio, equivalente a 500 m<sup>2</sup>, donde se consideraron fustales aquellos arboles con DAP  $\geq 10$  cm, (Cano et al., 2018), del mismo modo, individuos con DAP  $< 10$  cm y  $\geq 2,5$  cm se tomaron como latizales (Reyes, 2017). Así mismo, para la identificación de especies vegetales se hizo uso de las claves taxonómicas, consulta de herbarios virtuales y expertos. Se midió el (DAP) de cada individuo con una cinta diamétrica, altura total (HT) tomada con instrumento (pistola haga) a 5 y 10 m y % de epifitas a descripción del evaluador, donde se divide cada individuo en tres estratos y se observa la cantidad de epifitas que presentes en cada uno de ellos. Es decir, se planteó una escala de bajo 0-33%, medio 34-67% y alto 67-100% según la cantidad de epifitas presentes en el fuste y ramas de cada individuo arbóreo.

### ***3.5 Identificación taxonómica***

La identificación de especies consistió en la observación directa que se realizó según características físicas de cada individuo (color, tamaño, patas, pico, boca, plumas, pelo, alas, etc), las cuales fueron detalladas por medio de binoculares y un registro fotográfico cuando fue posible. Además, se contó con ayuda de guías de observación de aves de Colombia: Aves de

Colombia de Ayerbe-Quiñones, F (2019), la Guía Ilustrada Mamíferos Cañón del Rio Porce-Antioquia Cuartas y Marín, (2014), la nueva guía de campo de insectos (Omega) Bellman, H (2011), por otra parte, se contó con la supervisión del codirector de la tesis, el médico veterinario zootecnista, José Eduardo Acevedo Espinel. Así mismo, se revisó el libro rojo de especies amenazadas para Colombia y la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del MADS.

### ***3.5.1 Identificación con fotografía***

Se implementó por medio de fotografías con análisis comparativo de imágenes tomadas en campo y las guías a utilizar, Aves de Colombia y Guía rápida de identificación del robledal.

### ***3.5.2 Identificación sin fotografía***

Con los datos registrados en los formatos de campo de características físicas, se analizaron e identificaron aves similares una vez hecho el avistamiento hasta llegar a un género específico, luego se revisó la guía de manera detallada hasta encontrar la especie, con datos de ubicación, altitud y distribución.

## **3.6 Procesamiento de datos**

Para llevar a cabo el procesamiento de la información tomada en campo, se tuvo en cuenta la riqueza (número de especies), abundancia (número de individuos de cada especie observados en los puntos de muestreo) y comportamiento de las especies silvestres (familia, género y especie) que fueron vistas consumiendo mielato de roble y las asociadas al mismo. A partir de la información que se logró recopilar, se consolidó en una base de datos general, donde se estableció la cantidad de consumidores por grupo, reportados para los dos bosques objeto de estudio.

A partir de la base de datos, se estimaron las diferencias existentes entre los consumidores en horas de la mañana y tarde; también, entre robledal con actividades apícolas y

el que no evidencia colmenas; se hallaron los indicadores de riqueza y diversidad de las especies, con la finalidad de mirar la variación en la cantidad de consumidores, dadas las altas demandas de mielato por parte de los individuos de *A. mellifera*, en el ecosistema que presenta actividad apícola.

Por otra parte, se hizo una correlación de datos entre las observaciones obtenidas, en las distintas horas de observación y las condiciones meteorológicas para cada sitio (temperatura, humedad del ambiente).

Además, se determinó la variación en la cantidad de consumidores mediante las dos metodologías de muestreo (cámaras trampa y observación directa de radio fijo), estos métodos de muestreo se realizaron con el fin de obtener mayor información y mirar la actividad dentro del bosque, en las diferentes horas del día, ya que la intensidad de muestreo de las cámaras trampa es mucho mayor que el método de observación directa, y la discreción de las cámaras permite observar especies evasivas a los seres humanos. Por otra parte, con los datos de las parcelas se identificó y calculó en cada uno de los bosques, densidad de borde e interior, diferencia de porcentaje de epifitas en el robledal y el número de árboles infestados por parcela tanto para Molagavita como Concepción. Los datos registrados se procesaron en el software Rstudio que es un lenguaje de programación especializado para análisis de datos y Past especializado en análisis de diversidad (Hammer et al., 2021).

### ***3.6.1 Composición de fauna silvestre***

Para determinar la composición de la fauna se obtuvo el número total de individuos, familias, géneros, especies, taxón y subespecies estudiados por cada robledal Para los cuales se estimaron diferentes indicadores de diversidad (alfa y beta).

**3.6.1.1 Diversidad alfa.** El presente estudio se encaminó hacia la determinación de diversidad y riqueza de la fauna consumidora de mielato y la asociada al mismo, mediante la diversidad alfa que abarca la riqueza específica y abundancia relativa de cada especie (Índice de Margalef,) Vásquez et al. (2023), así mismo, la dominancia de los datos (d), mediante índice de Berger-Parker (Esperanza et al., 2007) y se realizó el cálculo de la representatividad del muestreo a escala de paisaje y escala local (Carranza, 2018).

Índice de Berger-Parker (d)

$$d = \frac{N_{\max}}{N} N_{\max}$$

( $N_{\max}$ ) Número total de individuos de la especie más abundante; (N) número total de individuos registrados; (d) Se refiere a la cantidad de individuos de la especie más abundante.

Por otro lado, Índice de Margalef, se trabajó matemáticamente y en el software Past.

$$DMg = (S - 1) / \ln N$$

Dónde:

S = la riqueza o número de especies

N = el número total de individuos de la muestra

Si el valor se acerca a 5,0 o superior significa que el sitio es diverso, pero si presenta valores inferiores a 2,0 la diversidad es baja.

**3.6.1.2 Diversidad beta.** También denominada diversidad entre hábitats se determinó por medio de los índices de similitud/disimilitud de Jaccard (Cualitativo) (Moreno, 2001).

Este índice de Similitud de Jaccard (I J), se realizó para determinar la semejanza entre dos conjuntos de muestras. Matemáticamente este índice de Jaccard se detalló así:

$$IJ = \frac{c}{(a + b - c)}$$

El símbolo  $I J$  representa el Índice de Jaccard; (a) # de especies presentes en el sitio A; (b) # de especies en el sitio B y (c) # de especies presentes en ambos sitios B y A.

## **4. Resultados**

Después de haber depurado la base de datos, se llevaron a cabo los análisis que se habían propuesto en la metodología, lo que permitió obtener los resultados correspondientes para cada uno de los sitios del área de estudio.

### **4.1 Composición de fauna silvestre, endemismos y estados de conservación**

Mediante los dos tipos de muestreo utilizados: uno intensivo (mediante cámaras trampa), las cuales realizaban registros las 24 horas del día según la actividad, y otro de menor intensidad (observación directa), (2/1/20) dos horas diarias por una sola persona durante 20 días, para los sitios de estudio (Molagavita y Concepción). En estos registros se evidencio la presencia de 1348 individuos, dentro de los cuales se determinaron ocho órdenes pertenecientes a 20 familias, 46 géneros, 53 especies para el caso de la avifauna (Tabla 3).

El orden Passeriforme presentó la mayor riqueza (32) especies, géneros (26), familias (12). Donde 31 especies de la totalidad de las aves, son las principales consumidoras de mielato de roble. Por otra parte, los órdenes Galliformes, Columbiformes, Psittaciformes y Trogoniformes presentan una sola especie, una familia y un único género por orden (Tabla 3).

**Tabla 3.**

*Cantidad de órdenes, especies, familias y géneros de avifauna identificados para robledal con infestación de Stigmacoccus asper.*

<b>Orden filogenético</b>	<b>N.º Familias</b>	<b>N.º Géneros</b>	<b>N.º Especies</b>	
Galliformes	Cracidae	1	1	
Columbiformes	Columbidae	1	1	
Apodiformes	Trochilidae	9	10	
Accipitriformes	Accipitridae	2	2	
Piciformes	Picidae	5	5	
Psittaciformes	Psittacidae	1	1	
Trogoniformes	Trogonidae	1	1	
	Rhinocryptid	1	1	
	Furnariidae	1	1	
	Tyrannidae	5	6	
	Corvidae	1	1	
	Turdidae	1	1	
	Mimidae	1	1	
	Passeriformes	Thraupidae	5	8
		Emberizidae	2	3
		Icteridae	2	2
Parulidae		4	6	
Troglodytida		1	1	
Fringillidae		1	1	

Nota: Esta tabla es elaboración propia, donde se muestran algunos resultados del procesamiento de datos.

En la identificación de especies también se encontró mastofauna como consumidores del mielato de roble, donde se registró un total de 167 individuos, dentro de los cuales se determinaron dos órdenes pertenecientes a tres familias, tres géneros y tres especies (Tabla 4). La especie *Sciurus pucheranii* fue la que presentó mayor número de registros, es endémica (E) para Colombia, y se encuentra en las tres cordilleras a elevaciones entre los 650 a 3500 m s. n. m. Por otra parte, el género *Coendou* solo estuvo presente en el área de estudio perteneciente al municipio de Molagavita, y el género *Marmosa* se evidenció únicamente en la RNSC Llanada

del municipio de Concepción. Los géneros mencionados habitan en las tres Cordilleras desde los 1500 a 3100 m s. n. m. Por otro lado, *Marmosa sp* es de hábito nocturno y se distribuye por Panamá, Ecuador, Colombia en bosques húmedos y con vegetación secundaria (Ávila et al., 2021).

**Tabla 4.**

*Cantidad de órdenes, familias y especies, de mastofauna identificados como consumidores del mielato de roble.*

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Distribución</b>
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou sp</i>	Puercoespín	Residente
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa sp</i>	Ratón de anteojos	Residente
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus pucheranii</i>	Ardilla	Endémica

Nota: La tabla muestra la mastofauna identificada como consumidora de mielato.

Para los insectos identificados como consumidores del mielato de roble, solo se evidenció una especie *Apis mellífera* perteneciente a la familia Apidae del orden Hymenoptera, cabe resaltar, que la especie solo estuvo presente en uno de los sitios de la investigación (Concepción), es un insecto originario de África y Europa, caracterizado por la producción de miel (Winston y Johnson, 2023). Así mismo, se evidenció el consumo de mielato por parte de dos insectos del orden Díptera, pertenecientes a la familia Culicidae, los cuales no fue posible llegar a la identificación de la especie como tal.

En el (Apéndice D) se presenta el listado de las especies con sus respectivas familias, nombres científicos, órdenes, endemismos, nombres comunes, y estados de amenaza a nivel mundial (IUCN) y nivel nacional (Libro rojo de aves de Colombia), también si esa especie de

avifauna consume o no mielato de roble. La familia Trochilidae, fue la que presentó mayor número de especies como consumidoras de mielato, nueve para ser exactos, pues las especies de esta familia se sienten muy atraídas por el néctar y derivados ricos en carbohidratos, seguida de Parulidae y Picidae cada una con cinco especies respectivamente.

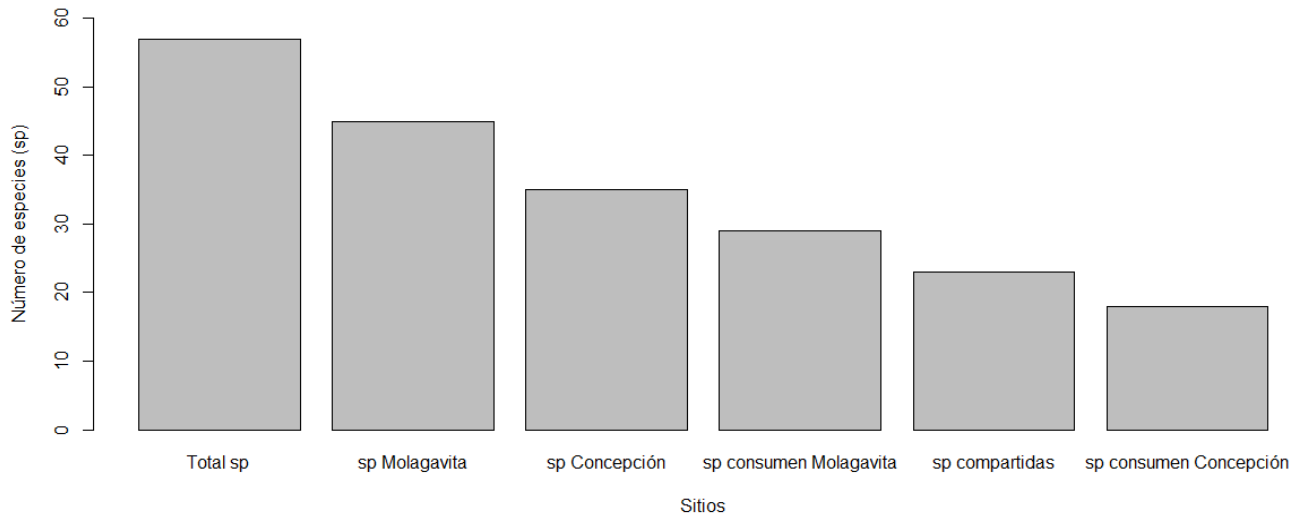
Además, se destacan dos especies por ser “Casi Endémicas” para el país, las cuales son, candelita adornada *Myioborus ornatus* y loro andino *Hapalopsittaca amazonina*, así mismo, esta última especie de loro andino está catalogada como “Vulnerable” a nivel de Colombia y a nivel mundial. Por otro lado, las especies, *Melanerpes formicivorus flavigula*, *Ochthoeca rufipectoralis rufupectus* y *Thlypopsis superciliaris superciliaris* presentan endemismo a nivel de subfamilia y *Setophaga fusca* migratoria boreal.

#### **4.2 Comparación de diversidad entre bosque de roble con colmena y uno sin colmena**

En la Figura 3, se representa el número de especies totales identificadas para los dos bosques de roble (con colmena en Concepción y sin colmena en Molagavita), así mismo, del total de las especies cuantas consumen mielato de roble para cada uno de los sitios. Se encontraron 59 especies de fauna en total, de estas 45 están presentes en el área de estudio de Molagavita y 35 en la RNSC La Llanada en Concepción. De las identificadas en Molagavita 29 consumen mielato y en la otra área de estudio de 35 especies 18 se alimentan de la sustancia azucarada. Así mismo, del total de especies identificadas 23 de ellas están presentes en los dos sitios. Estos resultados, se deben al porcentaje de infestación de *S. asper* en los robledales y debido a la estructura del paisaje en el que están inmersos estos relictos, el bosque de roble en Molagavita en su mayor parte está rodeado de potreros, mientras que, en Concepción, se rodea de matriz de subpáramo y bosque andino.

**Figura 3.**

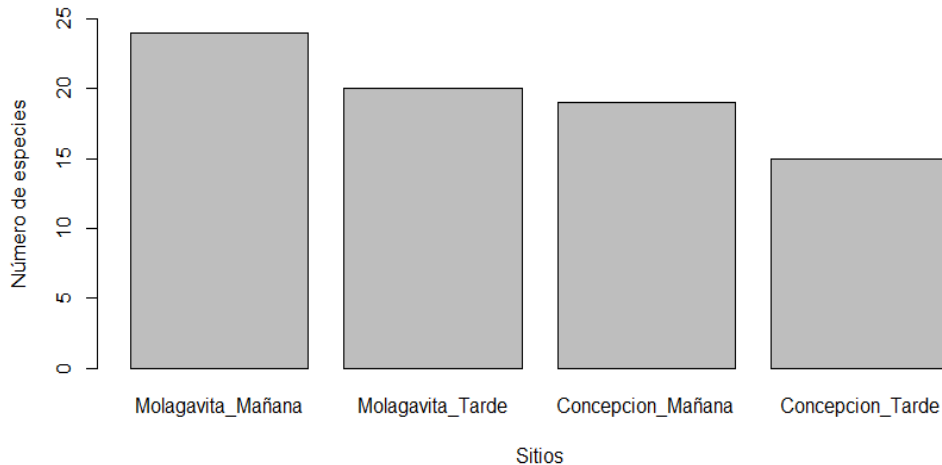
*Riqueza de fauna silvestre presente en bosques de Quercus humboldtii, infestados de Stigmacoccus asper en la provincia de García Rovira.*



La fauna silvestre tiene un comportamiento específico dentro del bosque como se muestra en la Figura 4, la riqueza de consumidores por sitio es diferente según las horas del día (mañana y tarde). Se evidenció que en Molagavita existe mayor actividad y riqueza, en las horas de la mañana en comparación con la tarde, de igual manera para Concepcion. Por otra parte, en Molagavita existe mayor riqueza tanto en la mañana como en horas de la tarde, con 24 y 19 especies respectivamente, a diferencia de Concepción que evidencia 17 especies en la mañana y 14 en la tarde.

**Figura 4.**

*Riqueza de fauna silvestre presente en bosques de *Quercus humboldtii*, durante el día en dos áreas de estudio.*

**4.2.1 Índice de diversidad alfa.**

Para establecer el valor de la diversidad alfa de los robledales, se estimó el índice de Margalef, el cual permite detallar de una forma más eficiente las características del bosque en cuanto a dominancia, equidad y riqueza de las especies. A nivel general, el índice evaluado indica que existe mayor diversidad en los consumidores del bosque de Molagavita, con un valor de 6,5 en comparación con Concepción, en el robledal con colmenas con valor de 5,4.

**4.2.2 Índice de diversidad beta**

Para determinar la diversidad beta presente en las áreas de estudio, se ejecutó el índice de Jaccard el cual permite analizar el bosque con base en su composición, ya que se establece una comparación para determinar el grado de similitud entre las zonas de estudio. Dado el caso, la similitud presentó un valor de 0,40 donde, los más cercano a uno (existe similitud) y el más cerca al cero (no existe similitud). En este orden de ideas, la similitud entre los sitios no es tan

marcada, ya que solo comparten 23 especies de 59 registradas como consumidoras de mielato, el 40% de las especies identificadas están presentes en los dos sitios de estudio.

### **4.3 Comportamiento de las especies de fauna silvestre durante el día**

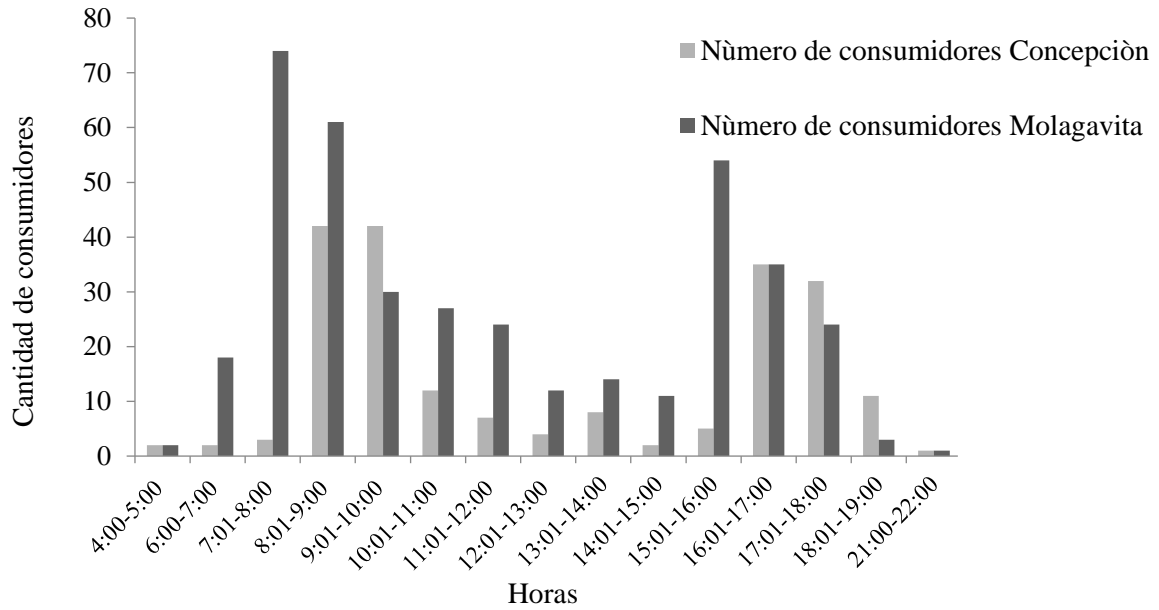
Para los dos sitios en estudio, se analizó el comportamiento respecto al consumo de mielato por parte de la fauna durante el día (Figura 5). De tal forma, se evidencia alta actividad por los diferentes individuos de aves, mamíferos e insectos consumidores de mielato.

Además, la Figura 5, nos permite analizar los registros mediante los dos métodos de muestreo, donde se evidencia mayor número de registros en el muestreo de radio fijo para los dos sitios, cabe resaltar que las cámaras trampa hacen tomas las 24 horas a diferencia del otro método, siendo un método bueno para comprender el comportamiento de las diferentes especies que son evasivas ante la presencia del ser humano, para los dos sitios las cámaras realizaron un total de 442 detecciones, divididas 332 en Molagavita y 110 en Concepción, cabe resaltar, que las cámaras estuvieron la misma cantidad de tiempo en cada sitio.

Así mismo, se evidencia alta actividad de consumidores en Molagavita, en comparación con Concepción, donde coinciden los dos sitios con mayor cantidad de individuos en las horas comprendidas entre 7:00 y las 9:00 am y del mismo modo entre 3:00 y las 5:00 pm. Cabe resaltar, que durante todo el día las especies se están alimentando del mielato considerablemente en los dos sitios, desde las 4:00 am hasta las 10:00 pm.

**Figura 5.**

*Cantidad de fauna consumidora de mielato de mielato durante la mañana, tarde y noche en dos zonas de estudio.*



Así mismo la Tabla 5, muestra el promedio de especies que se alimentan del mielato por hora para ambos sitios, en la hora que mayor número de especies consumen mielato es entre las 7:00 a 9:59 a. m. y de 3:00 a 5:59 p. m. y en promedio en las demás horas solo una especie de fauna silvestre consume mielato por hora, pero se observa que de 24 horas del día aproximadamente en 11 existe actividad de consumo.

**Tabla 5.**

*Promedio de especies por hora que consumen mielato.*

Mañana											
Horas	12:00 a.m.	2:00 a. m.	4:00 a. m.	5:00 a. m.	6:00 a. m.	7:00 a. m.	8:00 a. m.	9:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	
<b>Promedio</b>	1	1	1	1	1	8	5	4	1	1	
Tarde											
Horas	12:00 p.m.	1:00 p. m.	2:00 p.m.	3:00 p. m.	4:00 p.m.	5:00 p. m.	6:00 p.m.	7:00 p. m.	8:00 p.m.	9:00 p. m.	10:00 p.m.
<b>Promedio</b>	1	1	1	5	5	3	1	1	1	1	1

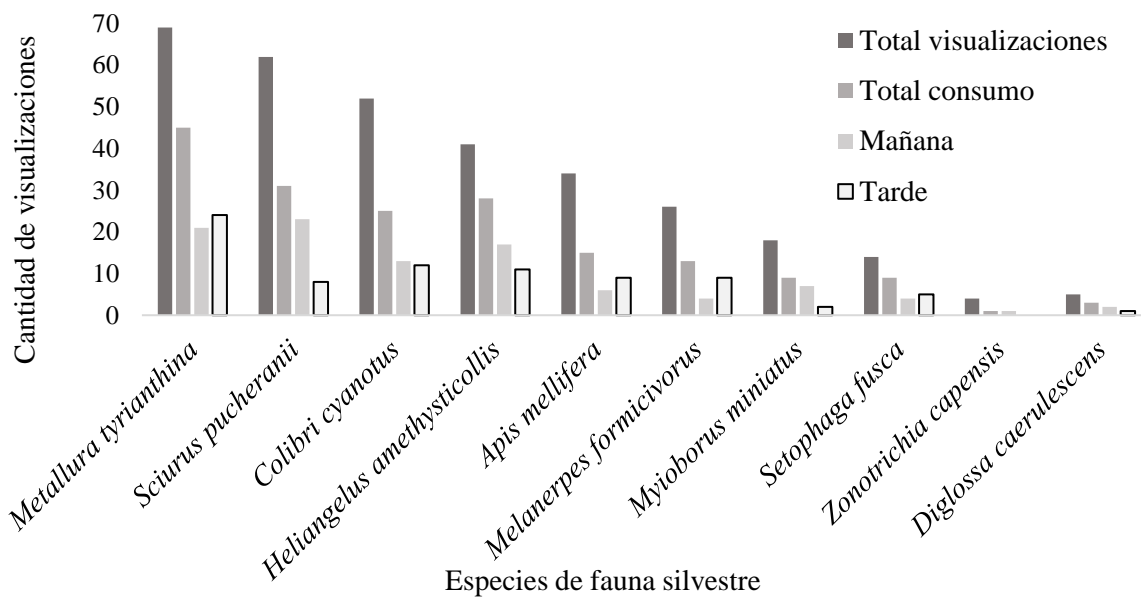
El consumo de mielato se presentó durante todo el día, donde unas especies se sienten más atraídas por la sustancia azucarada como fuente principal de su dieta alimenticia (Figura 6). La especie *Metallura tyrianthina* es la mayor consumidora del mielato de roble, de 69 registros se pudo evidenciar consumiendo la sustancia en 45 ocasiones, es una especie que presenta actividad durante todo el día pero es más frecuente entre las 9:00 y las 11:00 am, seguida de *S. pucheranii* un mamífero que en todas las horas del día se registró consumiendo mielato, pero frecuente más entre las 6:00 a 8:00 am, de 59 registros se alimentó del mielato en 31 ocasiones, y *Colibrí cyanotus*, *Heliangelus amethysticollis* realizan sus consumos con una alta frecuencia entre las 7:00 a 9:00 am. Por otra parte, se observó el consumo de mielato por parte de un marsupial del género *Marmosa*, el cual presenta actividad en horas de la noche y siempre que se registró consumía mielato, especies como: *Myioborus miniatus*, *Setophaga fusca*, *Diglossa caerulescens* y *Zonotrichia capensis* fueron las que realizaron el menor consumo de la sustancia azucarada.

En el caso de la especie *A. melífera* se esperaba que presentara mayor consumo del mielato, ya que es una sustancia rica en azúcares y viscosa ideal para la producción de miel en la

apicultura, el insecto de 34 registros solo en 15 se logró apreciar que consumía mielato, es una especie que puede convivir con las demás sin generar competencia por el alimento. En este orden de ideas, todas las especies de la Figura 6, evidencian mayor consumo en las horas de la mañana que en la tarde, a diferencia de las abejas que presentaron más consumos en horas de la tarde.

**Figura 6.**

*Cantidad de visualizaciones de fauna que consume mielato de roble en la RNSC la Llanada del municipio de Concepción.*



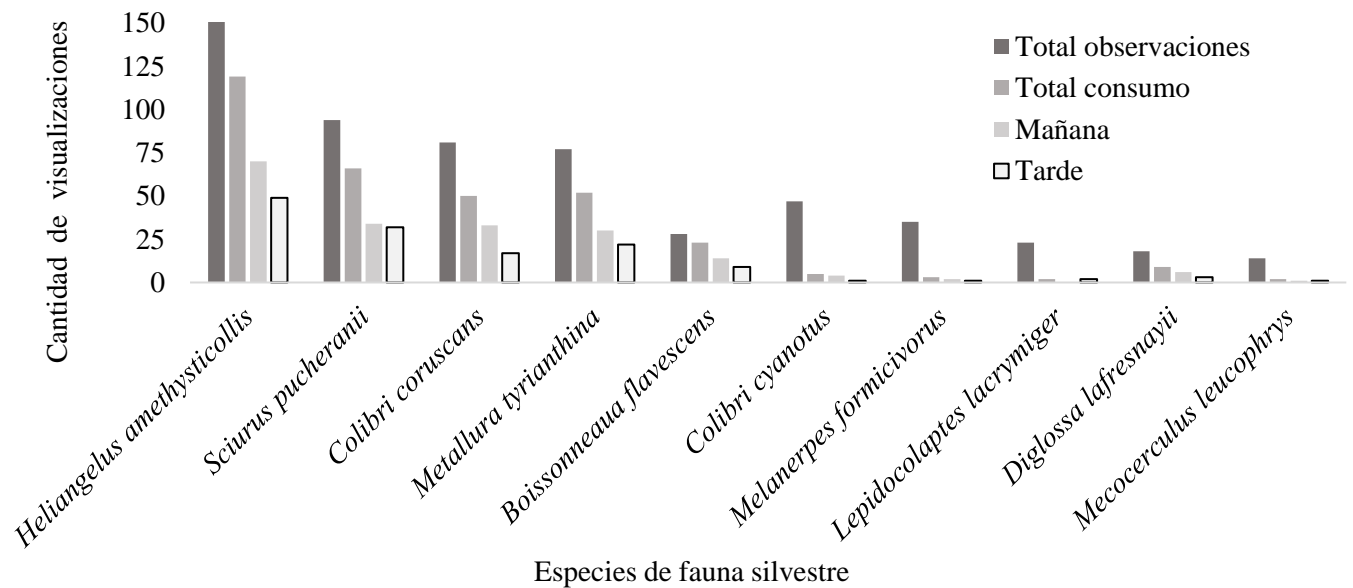
En la a Figura 7, podemos apreciar las diferentes especies que se alimentan principalmente del mielato de roble en el municipio de Molagavita. De esta manera, los colibríes *Heliangelus amethysticollis* de 150 registros en total, consumió mielato en 119 ocasiones, así mismo, *Colibrí coruscans* de 81 observaciones en 50 oportunidades se alimentó de la sustancia azucarada, y *Metallura tyrianthina* de 77 visualizaciones en 52 consumió mielato de roble, estas aves pertenecen a la familia Trochilidae que son muy atraídas por el dulce.

Por otra parte, *S. pucheranii* es la segunda especie que más consume mielato en este bosque, con 66 registros alimentándose del mielato de 94 en total. También, existen individuos que no se sienten tan atraídas por la sustancia como: *Mecocerculus leucophrys*, *Diglossa lafresnayii*, *Lepidocolaptes lacrymiger*, *Campephilus pollens* y *Melanerpes formicivorus*, que si consumen mielato, pero no depende solamente de esta. Cabe mencionar, que en esta área de estudio se encontró una especie del género *Coendou*, que si consume mielato y su actividad fue nocturna con dos registros durante el estudio.

En el caso de las aves como *C. coruscans* y *Metallura tyrianthina* se observó un mayor número de observación en horas de la mañana, de 6 a 7 a.m. y de 7 a 9 a.m., respectivamente

**Figura 7.**

*Cantidad de fauna silvestre que consume mielato de roble en el municipio de Molagavita.*

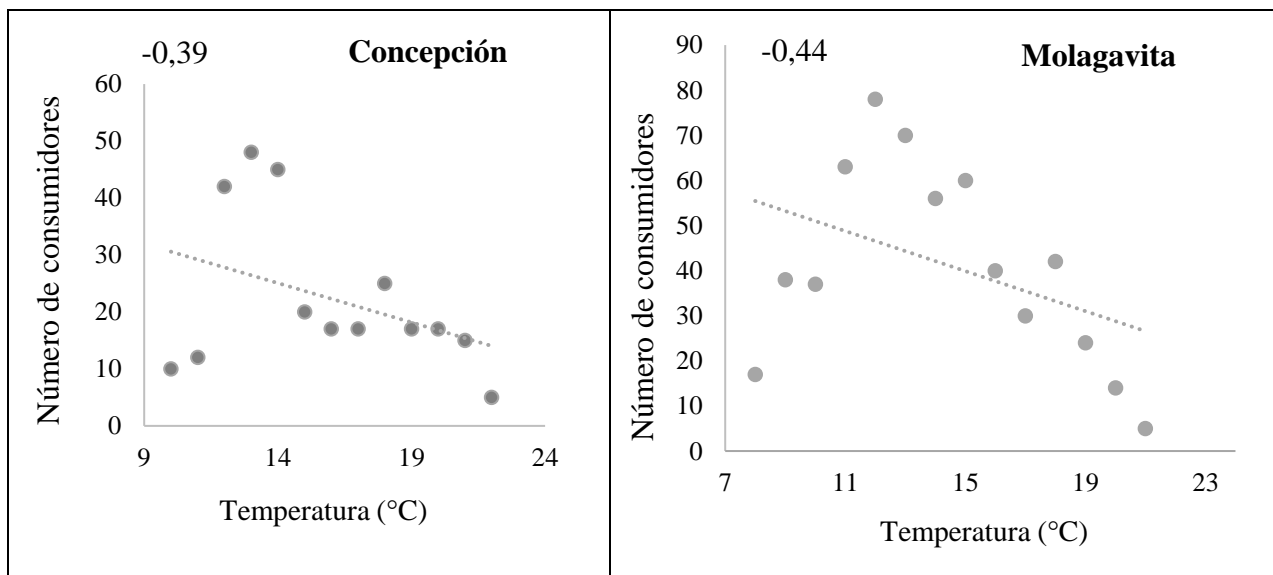


Para los dos sitios se presentó mayor consumo en horas de la mañana que en la tarde, tanto para aves como mamíferos, y el caso de los insectos fue lo contrario, en horas de la tarde evidencio más abundancia y consumo de la sustancia azucarada.

El coeficiente de correlación de Pearson de la Figura 8 muestra, la relación entre temperatura y cantidad de consumidores durante la mañana, tarde y noche, para la zona de Concepción observamos que a medida que la humedad relativa del ambiente baja y aumenta la temperatura, la cantidad de consumidores disminuye, se obtuvo una correlación negativa de -0,39 donde la temperatura oscilo en un rango de 10° a 23°C, en promedio 15,28°C y humedad relativa del ambiente 69%. Por otro lado, en la zona de Molagavita se obtuvo una correlación de -0,44 donde, refleja que a medida que una variable aumenta la otra disminuye, para los dos sitios existe una correlación débil, para este sitio se obtuvo una temperatura mínima de 8°C y una máxima de 21°C, en promedio 14,86 °C respectivamente y una humedad promedio de 66%. Observamos, que existe una alta cantidad de consumidores en temperaturas entre los 11° y 14°C, al seguir en aumento disminuye el consumo de mielato por parte de la fauna silvestre para ambos sitios.

**Figura 8.**

*Correlaciones de temperatura y humedad relativa con la riqueza de fauna consumidora de mielato en cada robledal.*

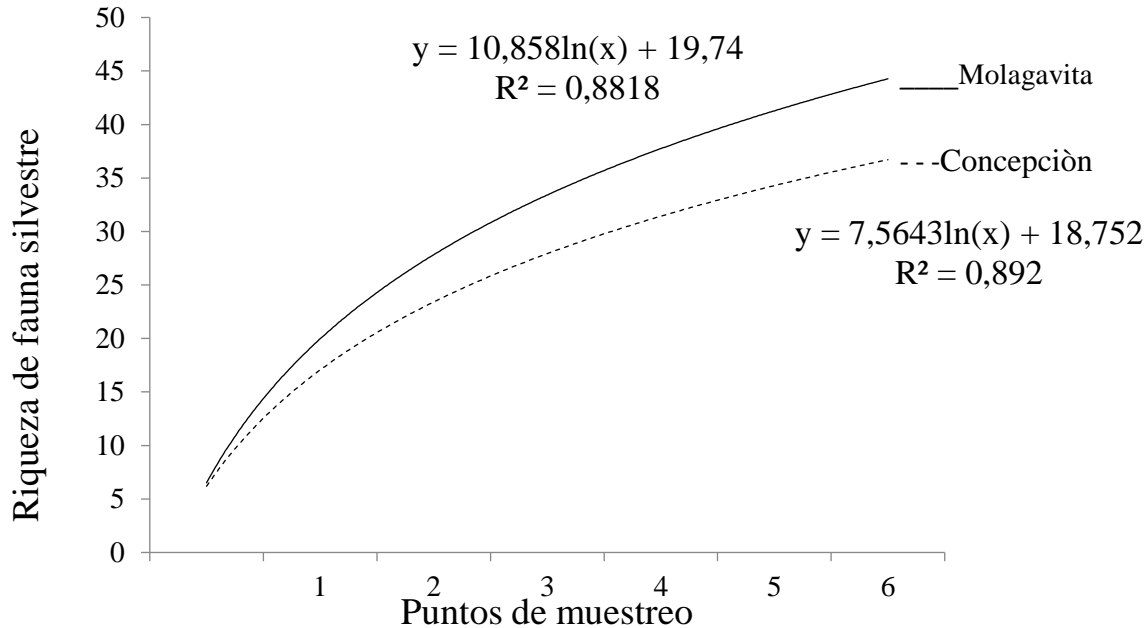


La curva de acumulación de especies representada en la Figura 9, evidencia el aumento de las especies de fauna silvestre a medida que se avanza en área de muestreo, acompañada de la línea de tendencia central, con el valor de ajuste  $R^2$  para Molagavita con valor de 88,18 % y para Concepción 89,2 %. La cantidad de especies presentes en las dos áreas de estudio aumenta a medida que aumenta el área de muestreo, la curva llega a tener una estabilidad a medida que aumenta el área muestreada para el municipio de Concepción, los puntos expresan un crecimiento de dos a tres especies por punto hasta estabilizarse en 32 especies de fauna, para Molagavita tenemos un crecimiento mayor y llegando a tener una estabilidad con mayor número de especies.

Del mismo modo, se fijó la ecuación con el fin de determinar la tendencia a encontrar especies nuevas en más puntos de muestreo, al reemplazar “x” para unidades superiores a las ya registradas en la gráfica, se deduce que teóricamente es posible encontrar especies nuevas por cada unidad de muestreo adicional.

**Figura 9.**

*Curva de acumulación de especies-área para cada robledal.*



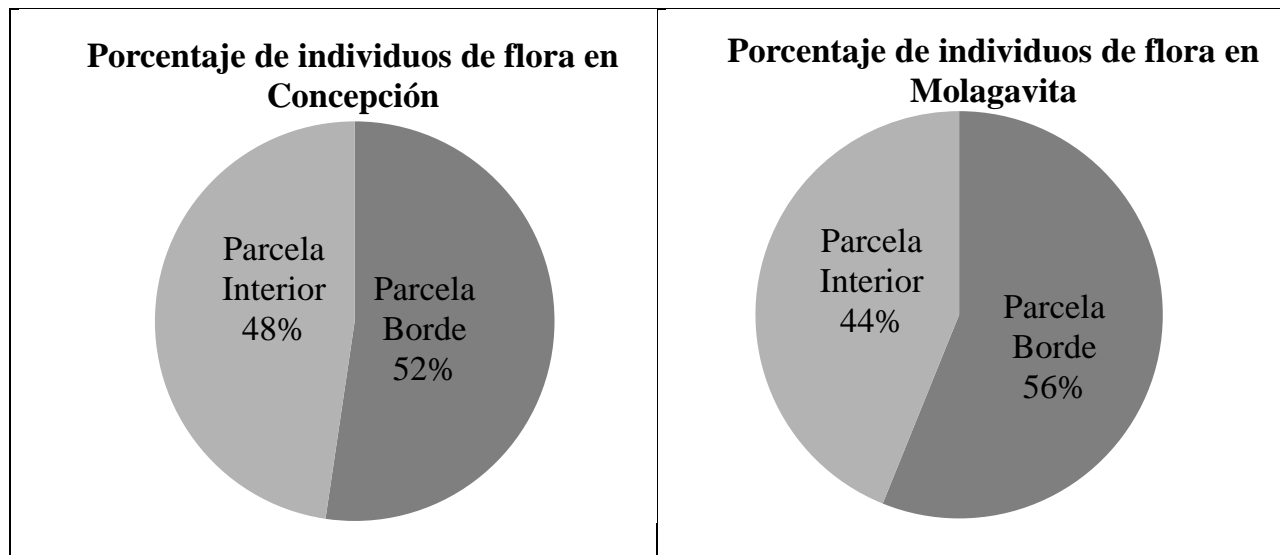
#### 4.4 Caracterización de la flora en las áreas de estudio

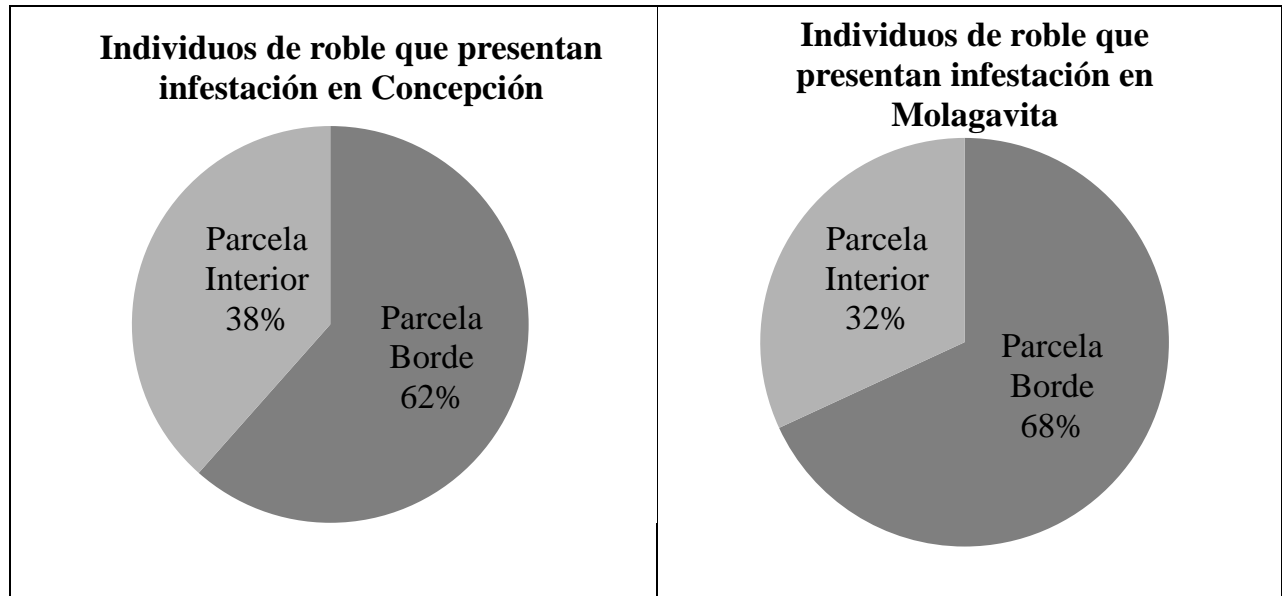
En el montaje de las parcelas se apreció que más del 50% de los individuos identificados en cada sitio, presentan infestación de *S. asper* y fumagina (un hongo de coloración negra que se distribuye en las hojas, tallos de *Q. humboldtii*, y se alimenta de sustancias azucaradas). Por otra parte, se miró la densidad de individuos entre borde e interior del bosque para las dos áreas de estudio, y el porcentaje de individuos que presentaban infestación de *S. asper* como se observa en la (Figura 10). En cada área de estudio se realizó el montaje de cuatro parcelas por sitio, donde dos se ubicaron en el borde de bosque y las restantes en el interior; se obtuvo un total de 205 individuos para los dos sitios. En Concepción se registraron 107 individuos en total de los cuales 65 presentan infestación de *S. asper*, 40 en borde de bosque y 25 infestados en el interior del bosque representando el 38% del total de individuos infestados. Por otra parte, en Molagavita se encontraron 69 individuos infestados y distribuidos 47 en el borde del bosque y en el interior

22 con un 32% de individuos infestados, de 98 registrados en las parcelas. En este orden de ideas, existe mayor infestación en el borde del bosque que en el interior, así mismo, en el borde existe mayor densidad de individuos para los dos sitios. Molagavita presenta mayor número de individuos infestados, cabe resaltar, que para este sitio los individuos infestados presentan el insecto escama en el total del fuste y ramas, a diferencia de Concepción que aproximadamente un 30% de los individuos arbóreos solo evidencia infestación en las ramas, también, se encontraron cuatro individuos arbóreos de la especie *Clusia multiflora*, tres en Concepción y uno en Molagavita, así mismo, de la especie *Symplocos sp* evidenciaron cuatro en Molagavita, se aclara que estas especies anteriormente mencionadas, no presentaron infestación de *S. asper* y están dentro de la composición de las parcelas.

**Figura 10.**

*Número de individuos para cada uno de los sitios de estudio en el borde e interior del bosque tanto los que presentan infestación como los que no están infestados de Stigmacoccus asper.*



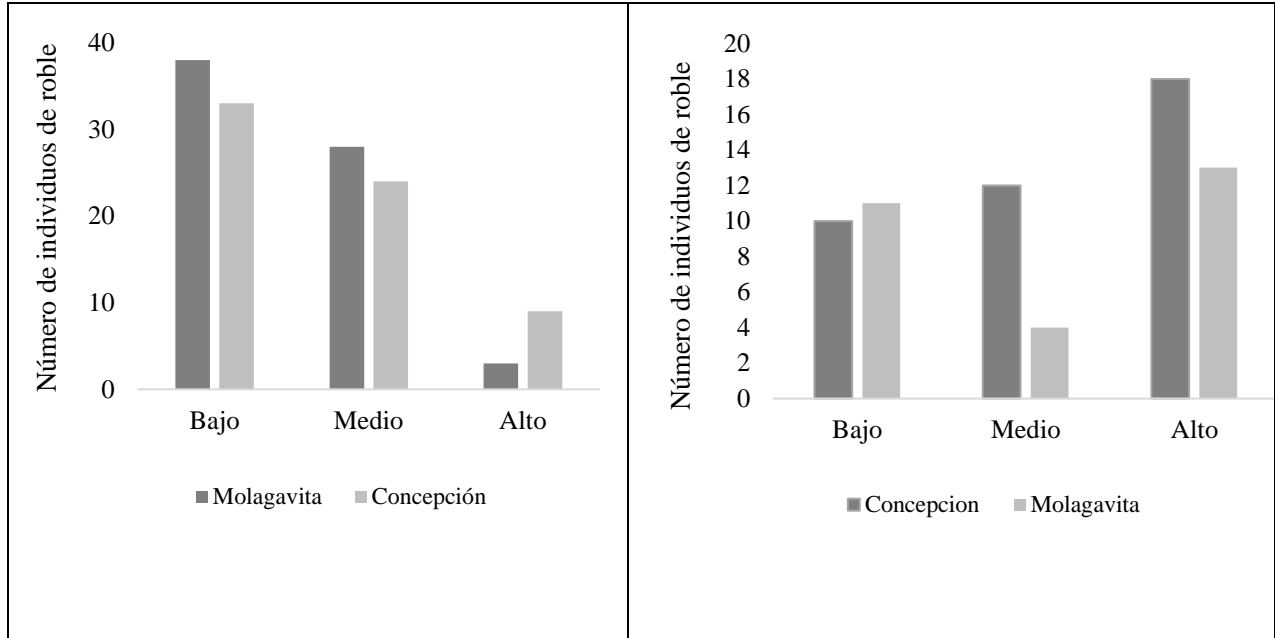


Nota: Parcelas Borde = parcelas de borde de bosque; Parcelas Interior= parcelas de interior del bosque.

En la (Figura 11) se observa que, de los individuos infestados, el 50% no presenta epifitas o el porcentaje no supera el 33% por individuo, así se evidenció para los dos sitios de estudio, el porcentaje de epifitas fue alto para 12 individuos con presencia de *S. asper*, nueve en Concepción y tres en Molagavita. Por otra parte, en ambos sitios se presenta mayor presencia de epifitas, en los individuos los cuales no presentan infestación, también, en Concepción existe mayor abundancia de epifitas.

**Figura 11.**

*Porcentaje de epifitas presentes en cada uno de los individuos registrados en cada robledal.*



Con presencia de *Stigmococcus asper*

Sin presencia de *Stigmococcus asper*

En el montaje de las parcelas se registraron datos dasométricos de altura total y diámetro a la altura del pecho, la Tabla 6, muestra el promedio de los datos registrados para cada uno de los sitios en estudio y a su vez los mínimos, máximos para cada una de las áreas de intervenidas. Para Molagavita en promedio se encontró, que los individuos arbóreos poseen mayor altura total y diámetro a la altura del pecho en comparación con la otra área de estudio.

Por otro lado, Concepción evidencia el individuo con mayor DAP y área basal respectivamente, sin embargo, a nivel general muestra menor área basal total, a diferencia de Molagavita que con menor número de individuos registrados, presenta una mayor cantidad.

**Tabla 6.**

*Promedio de diámetro a la altura del pecho y altura de los diferentes individuos para las dos áreas de estudio.*

<b>Valores estadísticos</b>	<b>Concepción</b>	<b>Molagavita</b>
Promedio de Altura T (m)	11,14	14,88
Promedio de DAP (m)	0,24	0,30
Promedio de Área basal (m <sup>2</sup> )	0,07	0,09
Altura mínima (m)	2,5	3,5
Altura máxima(m)	25	25
DAP mínimo (cm)	4	5
DAP máximo (cm)	0,97	0,90
Total de Área basal (m <sup>2</sup> )	6,97	9,12

Nota: La tabla muestra para cada sitio el promedio de altura, DAP, área basal de los datos dasométricos registrados en campo.

## 5. Discusión

Los ecosistemas altoandinos presentan diferentes amenazas por actividades antrópicas; particularmente no se ha estudiado la afectación por *S. asper* que presentan los robledales de la provincia de García Rovira, donde estos bosques están fragmentados debido a la expansión de la agricultura y la ganadería como se evidencio en las áreas de estudio, del mismo modo lo reporta (Cano, 2021). Como resultado, estos bosques sufren infestaciones de *S. asper*, una especie distribuida desde México hasta Brasil y Colombia, la cual produce mielato rico en azúcar (Gamper, 2011) y atrae a diferentes especies de aves, mamíferos e insectos (Chamorro et al., 2013). En este orden de ideas, para las dos áreas de estudio se encontraron especies de aves, mamíferos e insectos (Tabla 3, Tabla 4 y apéndice D), los cuales consumían el como una nueva fuente de alimento que encuentran en los bosques de roble, donde la avifauna es la más frecuente durante el día, por otra parte, se evidenciaron huellas y heces principalmente de mamíferos similar a lo reportado por en otros estudios en ambientes similares (Jiménez, 2010; Stevenson et al., 2021). El presente estudio evidenció mayor infestación de *S. asper* en el borde del bosque y más en el área de estudio rodeada de potreros (Molagavita) a diferencia del bosque que se rodeaba de otras coberturas vegetales (Concepción), esta observación concuerda con lo descrito por Crozier (1981) en Costa Rica y México, donde se demostró que en zonas específicas se observa altos niveles de infestación en el límite del bosque y en los árboles adyacentes, con un aumento en la temperatura que resulta de la exposición directa a la luz solar.

En general, la fauna fue más activa en horas de la mañana que en la tarde, quizá para evitar los periodos de mayor calor en el transcurso del día, puesto que durante las horas más calurosas las especies buscan refugio y esperan que exista un aumento de la humedad del ambiente, y luego en horas de la tarde salen nuevamente en busca de alimento, similar a lo reportado por Armesto (1995) en bosques de Chile, donde investigaron si existía diferencia en el consumo de alimento por parte de las aves en boques de roble, en las diferentes horas del día implementando sebos para atraer a las mismas, así mismo, Clark (2011) realizó una investigación con roedores en bosques de roble en México, para mirar en que horas durante el día existía mayor número de individuos alimentándose, de tal forma, ambos estudios dieron como resultado, que en horas de la mañana existe mayor actividad que al medio día y en la tarde.

En Molagavita, se evidenció mayor riqueza de fauna y consumo de mielato, debido a que en este bosque los árboles presentan infestación en la totalidad del tronco y ramas, a diferencia del bosque de Concepción que la mayoría de los individuos infestados solo presen *S. asper* en sus ramas. Así mismo, el robledal en Molagavita se encuentra rodeado de potreros producto de la expansión ganadera, en el caso de Concepción el bosque de roble está rodeado de comunidades estructuralmente diferentes como bosque andino y sub-páramo lo cual genera un menor grado de fragmentación de este tipo de hábitats. Estos factores influyen directamente en el grado de infestación de *S. asper*, a mayor fragmentación más abundante es la infestación según lo expuesto por Gamper y Koptur (2010), así mismo, un estudio ejecutado por Parra et al. (2013) en cuatro departamentos de Colombia, encontraron que la miel producida por la especie *A. mellifera* en las colmenas, era más abundante y concentrada en los sitios donde se presentó mayor fragmentación del bosque, y a su vez, infestación de los insectos del género *Stigmacoccus*. Las especies en Concepción se suplen de otros alimentos generados por la flora que rodea el bosque

de roble, por tal motivo, estas especies no dependen directamente del mielato como fuente principal en su dieta alimenticia, como el caso de Molagavita que las áreas aledañas son potreros

La fauna silvestre consumidora de mielato fue mayor en el caso de aves, pues estas especies prefieren el mielato producto de la asociación de *S. asper* en *Q. humboldtii* como fuente de su dieta alimenticia. La familia Trochilidae (colibríes) presentó el mayor número de especies consumidoras de mielato, similar a lo hallado por Koster y Stoewesand (1973) en árboles de *Inga* sp. Según Lara et al. (2011) en México, se encontraron cuatro colibríes como principales consumidores del mielato. Así mismo, Hodgson et al. (2007) informaron que las aves son las principales consumidoras de la sustancia azucarada. Estos hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde los colibríes son las primeras especies en frecuentar en los dos bosques y las más activas durante el día. Por otro lado, Townsend (1837) reporta para bosques de *Quercus* alrededor de 25 especies entre residentes, migratorias como asociadas a la sustancia azucarada y, resalta que la especie *Setophaga coronata* es la principal consumidora. En García Rovira también se observaron especies residentes, migratorias y del mismo género, como es el caso de *Setophaga fusca*, una especie que se puede encontrar en los meses de Febrero, Marzo y Septiembre en el territorio colombiano (Ayerbe, 2019). Por otra parte, Enrico et al. (2008) encontraron pájaros carpinteros de los géneros *Colaptes* y colibríes del género *Chlorostilbon*, por otro lado, Lomascolo et al. (2013), registraron aves de los géneros *Picoides* y *Oreotrochilus* como consumidores de mielato, en este estudio también se evidencia la presencia de especies de los géneros mencionados como el *Colaptes rivolii* y *Picoides fumigatus*, especies que se evidenciaron alimentándose del mielato de roble, aunque no son muy comunes durante el día, y la mayor parte de visualizaciones de esta especie fueron en horas de la tarde

Así mismo, la mayoría de los estudios existentes se enfocan únicamente en el consumo de mielato por parte de las aves. Sin embargo, en nuestro estudio se identificaron tres especies de mamíferos de los géneros *Coendou*, *Marmosa* y *Sciurus*, y tres de insectos *Apis melífera* y dos del orden Díptera. Hodson et al. (2007) también menciona la presencia de *A. melífera*, así como algunos ácaros, avispas, hormigas y moscas que consumen la miel producida por el insecto *S. asper*, en países como Venezuela, Chile, Brasil y Colombia. Es importante destacar que las especies *Coendou sp* y *Marmosa sp* muestran actividad principalmente durante las horas nocturnas, y no suelen frecuentar con regularidad ya que no dependen directamente del mielato como fuente de alimento. Sin embargo, *S. pucheranii* muestra mayor dependencia del mielato como fuente de alimento, ya que presenta mayor frecuencia durante el día. En México, autores como (Cristóbal et al., 2005; Sánchez et al., 2010) han descrito especies de mamíferos que se alimentan del mielato producido por los robles de la zona. Es importante destacar que estas especies difieren completamente de las encontradas en el presente estudio, por ejemplo, se ha registrado mono aullador del género (*Alouatta*) y los murciélagos frugívoros (*Artibeus*) y *Sturnira lilium* (Cristóbal et al., 2005). De manera similar, Sánchez et al. (2010) reportaron especies de monos aulladores (*Alouatta* y *A. palliata*) y los murciélagos frugívoros de géneros (*Artibeus*, *Glossophaga*) como consumidores de sustancias dulces provenientes de algunos árboles en Puebla, México.

Por otra parte, no se encontró una correlación fuerte entre la temperatura y la humedad relativa en las zonas de estudio con respecto al consumo de mielato, los datos obtenidos fueron -0,39 y -0,44, respectivamente. Esto quiere decir que, a medida que aumenta la temperatura y disminuye la humedad relativa el número de especies de fauna silvestre es menor. Durante el día la temperatura y la humedad del ambiente está en constante cambio, lo que produce que la fauna

en horas con altas temperaturas o inferiores a 10°C busquen áreas de refugio para descansar, lo que les permite conservar energía y reducir su exposición tanto al frío como al calor. Por lo tanto, su consumo de alimento durante estas horas es menor. Lo reportado por Armesto, (1995) respalda que la cantidad de especies activas en la mañana es mayor que al mediodía, como se ha observado en el presente estudio. Además, estudios como los de Clark et al. (2011) y Narango et al. (2018) realizados en bosques de Costa Rica, indican que a menor temperatura existe un mayor consumo de mielato por parte de las diferentes especies de fauna silvestre. Estos resultados se alinean con la actual investigación y lo registrado por Kordas y Fenton (2011), que registraron una mayor actividad y consumo de alimento por parte de las especies en temperaturas más bajas. También se ha observado que las precipitaciones influyen directamente en la disponibilidad del alimento, además, es importante considerar el régimen de lluvias que influyen en el consumo de la sustancia azucarada, sin embargo, algunos autores condicionan esta relación como Cueto (1996) y Milberg et al. (2014) que observaron que las variaciones de temperatura a lo largo del año, en un área extensa pueden provocar la migración de especies debido a las bajas temperaturas, además Milberg et al. (2014) menciona que en un estudio realizado en Argentina se encontró que a medida que disminuye la humedad del ambiente es mayor el consumo de alimento por parte de las especies de mamíferos. En términos generales, se presume que el mielato puede ser una fuente importante de azúcares como base nutricional para la fauna que lo consume. Además el mielato, puede ser una valiosa fuente de azúcares para diversos animales, debido a su fácil acceso y la facilidad para identificarlo en el campo (debido a las gotas brillantes que cuelgan de los filamentos) como lo reporta (Kunkel, 1997).

Los dos robledales analizados, mostraron mayor número de individuos en el borde que en el interior del bosque, así mismo, la infestación de *S. asper*, pues esto se debe a factores abióticos

como mayor disponibilidad de luz, cambio en la temperatura, diferencia de humedad, biótico como y actividades antrópicas (Agricultura, ganadería, deforestación, caminos) Gamper et al. (2011), quienes en su estudio sugieren que la distribución puede estar influenciada por variables como altitud, especie hospedera, exposición a la luz solar y posiblemente la región geográfica. De tal forma, en Molagavita se evidencio mayor número de individuos infestados, se piensa que es porque existe mayor grado de fragmentación del bosque, así mismo, lo registra Heather et al. (2011) en una investigación en México, donde se tuvo como objetivo describir la distribución de la infestación de insectos de escamas y cualquier distinción en la producción de melaza, en función de la ubicación del árbol, y se encontró que los sitios que presentaban más fragmentación o cambios en la estructura del bosque, tenían mayor densidad y distribución de las cochinillas. También, un estudio realizado por Moreno et al. (2013) en Colombia, específicamente en Santander para bosques de roble, evidencio mayor densidad en el borde del bosque que en el interior. Así mismo, Restrepo et al. (2014) encontraron para la Cordillera Central mayor densidad de individuos arbóreos en el borde de bosque que su interior. Sin embargo, en México en la Sierra de Juárez se reporta que los bosques de *Q. humboldtii* presentan mayor número de individuos en su interior que en el borde, tanto para el roble como las demás especies, según lo reporto (Barrera et al., 2012). En este orden de ideas, el grado de infestación y la densidad de individuos, puede estar relacionada por una combinación de factores abióticos, bióticos y geoespaciales. Estos hallazgos respaldan la necesidad de considerar la distribución espacial de las condiciones ambientales al diseñar estrategias de manejo, y conservación de los robledales. Por otra parte, los bosques de *Q. humboldtii* ofrecen una oportunidad para obtener una comprensión más completa, de los factores ambientales y humanos, que pueden influir en las

relaciones biológicas entre el insecto y la planta a su vez, entender los beneficios que esta relación me proporciona.

Estos resultados son similares a lo hallado por Gamper et al. (2011), donde en su registro muestran mayor infestación en bordes altamente intervenidos, que aquellos en el interior donde no se evidencia perturbación o son bajas. Esta afirmación, es consistente con los hallazgos de Chamorro et al. (2013) quienes también observaron que la presencia de *S. asper* era mayor en individuos del borde de bosque, en árboles aislados, que en el interior del bosque donde las perturbaciones son bajas. La fragmentación y las alteraciones de estos ecosistemas han creado cambios o condiciones ambientales que podrían favorecer el aumento de las poblaciones de insecto escama. Durante la toma de datos del presente estudio, se observó que la infestación empieza desde las ramas y así a medida que las ninfas crecen, se desplazan a lo largo del fuste del árbol hospedero, coincidiendo con (Gamper et al., 2011). La interacción y distribución de *S. asper* en *Q. humboldtii* se puede conceptualizar como una característica de bosques altamente fragmentados, similar a lo reportado por Parra et al. (2013), en un estudio realizado en Colombia para cuatro departamentos (Boyacá, Cundinamarca, Cauca y Santander).

En cuanto al porcentaje de epifitas, en los individuos registrados para Molagavita y Concepción fue más abundante en los árboles del interior del bosque, esto concuerda con los hallazgos que registró Baraloto et al. (2007) en bosques premontanos, que tanto la abundancia como riqueza de epifitas fue mayor en el interior del bosque en comparación con el borde, además, se ha observado que la composición de las epifitas varía entre el borde e interior del bosque, así mismo, Benavides et al. (2018) registraron que la riqueza de epifitas disminuyó significativamente en el borde del bosque en comparación con el interior, además, registraron que la fragmentación del bosque puede tener graves consecuencias para la diversidad y la

distribución de las epifitas, en última instancia, para el funcionamiento y la estabilidad del ecosistema forestal. Los resultados del presente estudio, en cuanto al porcentaje de epifitas pueden estar relacionados con variables ambientales (humedad, viento, disponibilidad de luz, precipitación), así mismo, la presencia de *S. asper* tanto el borde como interior del bosque. De tal forma, estudios realizados en Colombia por Bernal & Gradstein (2015), registraron la diversidad de musgos y hepáticas en los bosques de niebla, donde mencionan que la cantidad, como la distribución de las epifitas se asocia a variables como la altitud y la disponibilidad de luz. También, una investigación ejecutada por Acosta et al. (2019) en el Cinturón Andino de Bogotá, Colombia, donde el objetivo fue estudiar la composición, patrones de distribución de estos briófitos epífitos en relación con factores ambientales, que influyen en su presencia, donde concuerdan que en el borde del bosque existe menor número de epifitas, debido a diferencia de humedad entre borde e interior. Del mismo modo, Gaviria et al. (2020), en un estudio realizado en los Andes centrales de Colombia, afirma que la disponibilidad de sustratos, la temperatura, la humedad y otros factores influyen en la distribución y diversidad de las bromelias epifitas.

Estos resultados son importantes para aumentar los el conocimiento de la biodiversidad en nuestros bosques, comprender la riqueza de fauna que tenemos en la provincia de García Rovira, y así divulgarla en nuestras comunidades, colegios, corporaciones autónomas y la región en general, para en conjunto ayudar a promover, mejorar las estrategias de conservación de los bosques altoandinos y la gestión adecuada de estos recursos naturales, pues son ecosistemas que albergan diversidad de especies, además, de los beneficios ecosistémicos que estos nos traen (refugio, alimento, regulación hídrica, recuperación del suelo, captura de gases de efecto invernadero).Las investigaciones de este tipo nos ayudan a tener otra visión sobre nuestros

bosques, así mismo, facilitaría la disminución de presión sobre estos ecosistemas, promoviendo así la conservación.

Por otro lado, se recalca la importancia de este estudio puesto que los estudios de este tipo son muy escasos, lo que a su vez enriquece la información para facilitar la conservación y comprensión de la biodiversidad.

## 6. Conclusiones

En ambos sitios de estudio, se observó una mayor riqueza de especies de fauna silvestre como consumidoras de mielato, durante las horas mañana en comparación con las horas de la tarde.

No se observaron diferencias marcadas en la actividad de consumidores de mielato entre el bosque con colmena y el bosque sin colmena, parece que la presencia o ausencia de colmenas no influye de manera clara en la actividad fauna silvestre consumidora de mielato en estos bosques.

Ambas técnicas de muestreo (observación directa y cámaras trampa) fueron eficientes para el monitoreo de fauna consumidora de mielato, pues se obtuvo un número de registros representativo en cada método para las dos áreas de estudio.

El nivel de esfuerzo de muestreo aplicado en este estudio fue adecuado para las dos zonas de investigación, ya que se observó una estabilización en la curva de acumulación de especies para ambos sitios. Esto indica que se ha capturado una representación suficientemente completa de la diversidad de especies como consumidoras en los bosques muestreados.

Después de analizar los datos recopilados, se llegó a la conclusión de que las aves, y en particular los colibrís, fueron los principales consumidores de mielato de roble. Estos resultados indican que estas especies de aves tienen una fuerte preferencia por el mielato como fuente de alimento en los robles estudiados.

## 7. Recomendaciones

Para entender el comportamiento y la ecología de la fauna silvestre se recomienda establecer un programa de monitoreo continuo para evaluar la riqueza, abundancia y comportamiento de la fauna consumidora de mielato, para comprender cómo las diferentes temporadas climáticas pueden influir en su actividad y distribución

Se recomienda estudiar el ciclo de vida de *S. asper* y la relación con *Q. humboldtii* para de esta manera buscar alternativas de conservación, las cuales estarán encaminadas a tener un equilibrio que beneficie a las especies de fauna que habitan estos lugares, la comunidad y el ecosistema.

Para futuros estudios se recomienda emplear más equipos de monitoreo para la investigación de fauna silvestre y, a su vez, la implementación de una estación meteorológica que mida con mayor certeza humedad del ambiente y temperatura, además, dirección del viento, precipitación para entender mejor el comportamiento, riqueza y abundancia de especies consumidoras de mielato de roble.

Para obtener resultados más robustos de riqueza, abundancia y comportamiento de las especies, se sugiere aumentar la replicación espacial y temporal de los muestreos. Realizar muestreos en múltiples ubicaciones con presencia de colmenas que se encuentren dentro del bosque, ayudará a obtener una visión más completa de la comunidad de consumidores de mielato

### Referencias Bibliográficas

- Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Manejo forestal en el siglo XXI. *Madera y bosques*, 21(SPE), 17-28.
- Acosta-Gallo, B., & León, J. D. (2019). Epiphytic bryophytes of the Cinturón Andino de Bogotá, Colombia: composition, distribution patterns, and environmental drivers. *Journal of Vegetation Science*, 30(4), 621-632.
- Alvear, M., Betancur, J., & Franco-Rosselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, Cordillera Central Colombiana.
- Alvarado, L., Morales-Rodríguez, C., Barrera-Rodríguez, A., & Cárdenas, R. (2018). The impact of *Stigmacoccus asper* (Hemiptera: Margarodidae) infestations on oak forest regeneration in Colombia. *Journal of Insect Science*, 18(1), 7. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey020>
- Amaya-Villarreal, Gustavo H. Kattan, Juan David Amaya-Espinel, & Jaime Burbano-Girón. (2013). *neomorphus radiolus*: correlón escamado, guía de pecaríes, sainero, correlona. In Libro rojo de aves de Colombia (1st ed., p. 118–). Pontificia Universidad Javeriana.
- Armesto, J., Villagrán, C., & Arroyo, M. K. (1995). *Ecología de los bosques nativos*. Editorial Universitaria. Santiago Chile.
- Ávila García, A. M., Soto Calderón, I. D., & Solari Torres, S. (2021). Guía ilustrada de mamíferos de la Universidad de Antioquia sede principal y sede Robledo.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2019). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana, Segunda edición*. WCS Colombia.
- Ayerbe-Quiñones, F., Pulgarín-Restrepo, P., y Estela, F.A. (2016). *Podiceps occipitalis*, en: Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal A. M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J., (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de*

- Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.
- Alvis Gordo, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122.
- Bava, J. O., & Lopez Bernal, P. M. (2006). Predicción del diámetro a la altura de pecho en función de las dimensiones del tocón de árboles de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra del Fuego, Argentina. *Quebracho (Santiago del Estero)*, (13), 87-92.
- Baraloto, C., Goldberg, D. E., Bonal, D., & Hérault, B. (2007). Can dispersal mode predict epiphyte communities at a landscape scale. *Journal of Ecology*, 95(4), 860-870.
- Barrera, F., López-Toledo, L., & Pérez-Salicrup, D. R. (2012). Conifer–oak forests in the Trans-Mexican Volcanic Belt: Patterns of tree diversity, tree–soil relationships and conservation prospects. *Forest Ecology and Management*, 276, 148-158.
- Benavides-Serrato, M., Camargo, J. L. C., & Ribeiro, M. C. (2018). Edge effects on vascular epiphytes in a Brazilian Atlantic forest. *Flora*, 243, 55-63.
- Bellman, H. (2011). La nueva guía de campo de Insectos. Editorial Omega.
- Bernal, R., & Gradstein, S. R. (2015). Mosses and liverworts of Colombian cloud forests. *Tropical Bryology*, 36, 5-95.
- Bogo A., & Mangle P. (2000). Oligosaccharides in the Honeydew of *Coccoidea* Scale Insects: *Coccus hesperidum* L. and a New *Stigmatococcus* sp. In Brasil.
- Cáceres, L. F., Moreno, C., Murillo, J. A., & Briceño, E. R. (2015). Aves Amenazadas en el departamento de Santander. Estrategia regional para su conservación. *Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)*. San Gil, Colombia.
- Carranza-Quiceno, J. A., Henao-Isaza, J. R., & Castaño, J. H. (2018). Avifauna de un paisaje rural heterogéneo en Risaralda, Cordillera Central de Colombia. *Biota colombiana*, 19(2), 92-104.
- Cano-Ortiz, A., García-Franco, J. G., & Delgado-Alvarado, A. (2018). The impact of edge effects on woody plant diversity and composition in temperate forest fragments in central Mexico. *Forests*, 9(4), 210.

- Contarde, C. B. (2019). Caracterización espacial y patrones de actividad en una colonia de vizcachas (*Lagostomus maximus*) de la zona serrana del centro de Córdoba (Bachelor's thesis).
- Córdoba, S. C. (2016). Ilustración de aves, comunicación científica y su difusión en la zona cafetera de Colombia. *Boletín Cultural y Bibliográfico*, 50(91), 33-44.
- Cueto, V. R. (1996). *Relación entre los ensambles de aves y la estructura de la vegetación: un análisis a tres escalas espaciales* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).
- Chamorro, F. J., Ramírez, N., Giraldo, C., & Obregón, D. (2013). Mielato de *Stigmatococcus asper* (Hemiptera: Stigmatococcidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombi.
- Chamorro F. J. (2016). Polinizadores-Abejas. La Apicultura Como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con roble en la cordillera oriental de Colombia. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores*, 261.
- Clark, D. A., & Clark, D. B. (2011). Temperature, humidity, and food consumption over the diel cycle in two rainforest rodents. *Journal of Mammalogy*, 92(2), 366-374.
- Clutton, J., Summers, D., Dood, E., y Gaviria, A. (Ed.). (2002). *Manual de identificación mamíferos*. Editorial Omega.
- Cristóbal J.M-Azkarate, E. Rodríguez-Toledo, and J.L. García-Hernández. (2005). Consumption of oak (*Quercus* spp.) honeydew honey by howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) and other mammals in Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 21(2), 205-208.
- Crozier L. R. (1981). Beech honeydew: forest produce. *New Zealand Journal of Forestry* 26 (2): 2-29.
- Dey, D. C., Royo, A. A., Gardiner, E. S., & Cardenas, L. M. (2012). Sustaining *Quercus humboldtii* and *Colombobalanus excelsa* on the Colombian landscape: preservation or conservation-a research perspective. In In: Butnor, John R., ed. 2012. *Proceedings of the 16th biennial southern silvicultural research conference*. e-Gen. Tech. Rep. SRS-156. Asheville, NC: US Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. 90-92. (Vol. 156, pp. 90-92).
- De osa, península. (2013). *Relación entre la fauna silvestre y las plantaciones de palma*.

- Dos Santos Wolff, V. R., Witter, S., & Lisboa, B. B. (2015). Reporte de *Stigmacoccus paranaensis* Foldi (Hemiptera, Stigmacoccidae), insecto escama asociado con la producción de miel de mielato en Rio Grande do Sul, Brasil.
- Díaz, L. (2022). Avifauna asociada a bosques primarios y secundarios del Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 44(116).
- Ebird – Discover a new world of birding... (2020). eBird. Disponible en <https://ebird.org/home>
- Echeverry-Galvis, M. A. & Collazos-González, S., & (2017). Comunidad de aves del bosque seco tropical en la mesa de Xéridas, Santander, Colombia. *Ornitol. Neotrop*, 28, 223-235.
- Echeverry-Galvis, M. Á., Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Stiles, F. G., Estela, F. A., & Cuervo, A. M. Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado.
- Enrico, M.C. Tellería, and M.A. Morales. (2008). Oak honeydew honey: A new product with potential antibacterial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5767-5773.
- Esparza-León, A. C., & Amat-García, G. (2007). Composición y riqueza de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un gradiente altitudinal de selva húmeda tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo-Barí (Norte de Santander), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29(87), 181-192.
- Flanjak, I., Bilić Rajs, B., Lončarić, Z., Kerovec, D., & Primorac, L. (2021). *Quercus frainetto* honeydew honey from Croatia: composition and properties. *Journal of Apicultural Research*, 60(1), 67-72.
- Gamper, H. A., S. Koptur, J. García-Franco, y A. P. Stapper. (2011). Alteration of Forest Structure Modifies the Distribution of Scale Insect, *Stigmacoccus garmilleri*, in Mexican Tropical Montane Cloud Forests. *Journal Insect Science* 11: 124. (Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3281392/>. Consultado 20 marzo 2015).
- García, C, Suarez, C, & Daza, M. (2010). Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Dpto Cauca, Colombia). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 74-82.

- Gaviria, J., Jaramillo, M. Á., & Stiles, F. G. (2020). Factors influencing the distribution and diversity of epiphytic bromeliads in a tropical montane forest in the Central Andes of Colombia. *Plant Ecology*, 221(6), 533-545.
- González Jiménez, S. V. (2023). Etnozoología de los mamíferos silvestres del recinto El Tesoro, cantón Puerto Quito, Pichincha-Ecuador (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- González Salazar, J. C. (2022). Análisis de la dinámica espacio temporal de los ecosistemas estratégicos con procesos de recuperación y/o conservación ecológica (Doctoral dissertation, Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria).
- Gómez, M, Toro, J, & Piedrahita, C. (2013). Propagacion y conservacion de especies arboreas nativas. Medellín Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA)
- Gutiérrez, W. V. (2022). Políticas públicas para la sostenibilidad ambiental en Colombia.
- Hammer L, vind S, Reyes,P (2021) Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Version 4.07. Natural History Museum, University of Oslo.
- Heather, A., Koptur, S. García, J., & Plata, A. (2011). Alteration of forest structure modifies the distribution of scale insect *Stigmacoccus garmilleri* in Mexican tropical montane cloud forest. *Journal of Insect Science*, 11(1), 124.
- Holdridge, L. R. (1987). Ecología basada en zonas de vida (No. 83). Agroamérica.
- Houa, N. A., Cappelle, N., Bitty, E. A., Normand, E., Kablan, Y. A., & Boesch, C. (2022). Animal reactivity to camera traps and its effects on abundance estimate using distance sampling in the Taï National Park, Côte d'Ivoire. *PeerJ*, 10, e13510.
- Hodgson, G. Heath T. Amauri B. GillianW. (2007). Interpersonal disgust, ideological orientations, and de humanization as predictors of intergroup attitudes. *Psychological science*, 18(8), 691-698.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Humboldt (2021). Disponible en <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1648-mamiferos-de-colombia-una-riqueza-con-muchos-vacios-de-informacion>
- Instituto Alexander Von Humboldt. (2021). *Instituto Humboldt*. Retrieved February 27, 2023, from <http://www.humboldt.org.co/es/>

- Johnson, B. R. (2023). *Honey Bee Biology*. Princeton University Press.
- Jiménez Sáenz-, F. A. (2010). Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque (Boyacá-Santander, Colombia). *Colombia forestal*, 13(2), 299-334.
- Köster, F.; Sto Ewesand , H. (1973). Schildläuse al Honigtaulieferanten für Kolibris und Insekten. *Bonner Zoologische Beiträge* 24: 15-23.
- Kordas, R. L., Harley, C. D., & O'Connor, M. I. (2011). Community ecology in a warming world: the influence of temperature on interspecific interactions in marine systems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400(1-2), 218-226.
- Kunkel, J. G. Holdaway, C. Hepler, P. K. (1997). Pollen tube growth and the intracellular cytosolic calcium gradient oscillate in phase while extracellular calcium influx is delayed. *The Plant Cell*, 9(11), 1999-2010.
- Latta, S. C., Gamper, H. A., & Tietz, J. R. (2001). Revising the convergence hypothesis of avian use of honeydew: evidence from Dominican subtropical dry forest. *Oikos*, 93(2), 250-259.
- Ladines Arévalo, G. A. (2022). Diversidad de aves insectívoras en los estratos de plantaciones de *Theobroma cacao* L. “cacao blanco”, La Quemazón-Morropón, Piura-Perú
- Lara, C.; Martínez-García , V.; Ortiz-Pulido R.; Bravo-Cadena , J.; Loran CA, S.; Cordoba - Aguilar, A. 2011. Temporal-spatial segregation among hummingbirds foraging on honeydew in a temperate forest in Mexico. *Current Zoology* 57 (1): 56-62.
- Lomáscolo, R. Salvarrey, and M. Flores-Prado. (2013). Pollination by honeydew-harvesting birds: the case of two South American high-Andean species visiting oak trees. *Journal of Ornithology*, 154(1), 79-88.
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systems Yearbook*, 3, 36-71.
- Mendoza Mondragón, A. (2022). Mamíferos grandes y medianos y su contribución a los servicios ecosistémicos en el Parque Estatal “Cerro El Faro”, Tlalmanalco de Velázquez, Estado de México.

- Meyer, R. T., & McElveen, D. (2022). Use of a Camera Trap to Monitor Male Mating Territories of the Imperiled *Callophrys irus* (Lycaenidae). *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 76(1), 56-59.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2015). Resolución número 209 del 29 de diciembre de 2015.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2017). Resolución número 1912 del 15 de septiembre de 2017.
- Milberg, P., Berggren, Å., & Jansson, N. (2014). Effect of temperature and humidity on seed consumption by rodents in a northern hemisphere oak forest. *Mammalian Biology*, 79(1), 46-51.
- Moreno, F. H., García, E. D., & Delgado, M. C. (2013). Evaluación de los cambios en la estructura y composición florística del bosque de robles (*Quercus humboldtii*) en función de la distancia al borde.
- Moreno, C. E. (2001). Manual de métodos para medir la biodiversidad (No. Sirsi) i9789688345436). *Universidad Veracruzana*.
- Narango, D. L., Jahnige, P. J., & Tallamy, D. W. (2018). Temperature, precipitation, and birds: long-term changes in bird abundance and distribution. *PLoS One*, 13(4), e0194108.
- National Geographic España. (2023, 9 Febrero). National Geographic. <https://www.nationalgeographicla.com/>
- Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2023.
- Disponible en <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/wildlife-management/basic-knowledge/es/>
- Ortiz, J., y Salazar, R. (2018). Infestación abundancia del *Stigmacoccus asper* Hempel en un bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl, en la vereda Potrero de Rodríguez, municipio de Molagavita (Santander).
- Ochoa, H., Polanía, J., Serna, C. (2018). Red de interacción del mielato de *Quercus humboldtii*: posible dinámica ecológica en un PFSM en Colombia.

- PARRA, G. N., MONTOYA, P., Chamorro, F. J., Ramírez, N., Giraldo, C., & Obregón, D. (2013). Geographical and botanical origin of *Apis mellifera* (APIDAE) honey in four Colombian departments. *Acta Biologica Colombiana*, 18(3), 427-438.
- Pérez, Á. M., Martínez, Y. V., & Polanía, J. (2017). Propiedades edáficas de bosques y potreros en recuperación de dos reservas naturales en Zapatoca (Santander). *Suelos Ecuatoriales*, 47(1 y 2), 25-37
- Pérez, A. (2022). Fauna silvestre y su estado de domesticación en ecosistemas naturales. *Conservación de la Biodiversidad*, 10(3), 123-140.
- Ramírez Castro, A. V. 2019. Evaluación de la trayectoria de la restauración a través de las aves: análisis de la recuperación de la composición y las interacciones en un bosque andino.
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Tibatá, J. V., Villarreal, Á. M. A., Kattan, G. H., Espine, J. D. A., & Girón, J. B. (2013). *Libro rojo de aves de Colombia: Vol 1. Bosques húmedos de los Andes y Costa Pacífica*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Rendón Hernández, E. (2009). Evaluación del potencial de los servicios ambientales en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México (Doctoral dissertation).
- Reyes Aguirre, M. D. (2017). Composición florística, estructura y condición silvicultural de las especies arbóreas en tres usos del suelo de la finca Agroecológica Tonantzín, Diriamba Carazo–2017 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Restrepo, C., Álvarez, E., & Duque, Á. (2014). Edge-related changes in tree species composition and structure of Andean oak forests in Colombia. *Forest Ecology and Management*, 318, 79-87.
- Rivas, L., & Duran, M. (2008). Evaluación del método de muestreo de parcelas de áreas fijas circulares en presencia de correlación espacial (Doctoral dissertation, Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela).
- Rodríguez Martínez, M. T. (2022). Clasificación de biotipos de líquenes cortícolas en un bosque Subandino municipio de Popayán (Cauca).
- Rodríguez, S. (2017). Efectos de la fragmentación sobre la diversidad funcional asociada a la biomasa aérea de un bosque altoandino de Cundinamarca.
- Sánchez-Rojas, E. Rendón-Salinas, and L. Cortés-Ortiz. (2010). Consumption of oak (*Quercus* spp.) honeydew honey by howler monkeys (*Alouatta pigra* and *A. palliata*) and other




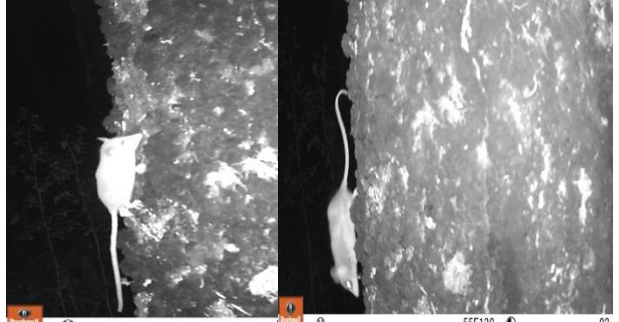


- mammals in Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 26(3), 303-306. doi: 10.1017/S026646741000005X
- Seraglio, S. K. T., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2019). An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119, 44-66.
- Simijaca, D., Lücking, R., & Moncada, B. (2021). Two new species of *Astrothelium* (Trypetheliaceae) with amyloid ascospores inhabiting the canopy of *Quercus humboldtii* trees in Colombia. *Phytotaxa*, 508(2), 229-234.
- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (2022) Disponible en <https://biodiversidad.co/consultar/biodiversidad-cifras-colombia/>
- Stevenson, P. R., Cortés, C., Reyes, R., Paramero, R., Uni, J. F., Peña-Nuñez, J. L. y Henao-Díaz, L. F. (2021) «Avifauna asociada a bosques primarios y secundarios del Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos, Colombia», *Actualidades Biológicas*, 44(116), pp. 1–18. doi: 10.17533/udea.acbi.v44n116a01.
- Tobón-Flórez, M., & González-Maya, J. F. (2018). The use of camera traps for avian research and conservation: A review. *Bird Conservation International*, 28(1), 1-23.
- Townsend, J. K. (1837). Description of twelve new species of birds, chiefly from the vicinity of the Columbia River. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 7, 187-193.
- Ülgentürk, S., Cosic, B., Özdemir, I., Ipek, A., & Sorkun, K. (2020). Honeydew producing insects in some forests of Turkey and their potential to produce of honeydew honey. *Baltic Forestry*, 26(1).
- Vázquez-Marroquín, R., Castañeda-Rivero, F. R., Chan-Chable, R. J., Josué, M., Espinoza-González, C. A., & Ortega-Morales, A. I. (2023). Diversidad y distribución de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la frontera México-Guatemala. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94, e944063-e944063.
- Vasquez-Miñope, C., Sulca-Gamboa, K., & Cuellar-Bautista, E. (2023). Crecimiento, productividad e índices silviculturales en plantaciones juveniles de *Tectona grandis* L. f. en Perú. *Colombia forestal*, 26(1), 79-91.

Velásquez-Restrepo, S., Giraldo-Amaya, M., Saavedra-Porras, S., & Díaz-Nieto, J. F. (2023).  
Avifauna asociada a bosques nativos inmersos en agroecosistemas de aguacate Hass en  
Caldas y Risaralda (Colombia). *Biota colombiana*, 24(1).





**Apéndice C.** Evidencia fotográfica de trabajo de campo y resultados obtenidos mediante los dos métodos de investigación.

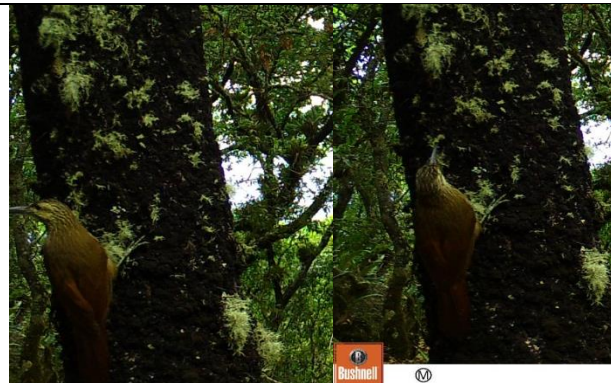
	
<p>Individuo de <i>Quercus humboldtii</i> infestados de <i>Stigmacoccus asper</i>.</p>	<p>Especie: <i>Atlapetes schistaceus</i> consumiendo mielato</p>
 <p>55F13C 01-12-2023 21:51:33</p>	 <p>55F13C 03-</p>
<p>Especie: <i>Coendou sp</i> mediante cámara trampa.</p>	<p>Especie: <i>Marmosa sp</i> mediante cámara trampa.</p>
	 <p>64F18C 01-25-2023</p>
<p>Especie: <i>Colibri corunscans</i>.</p>	<p>Especie: <i>Metallura tyrianthina</i> consumiendo mielato.</p>



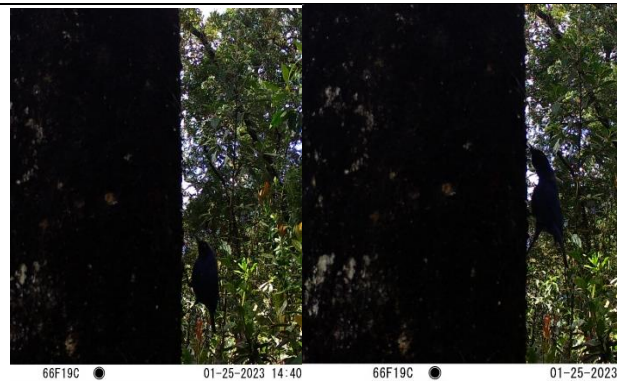
Especie: *Sciurus pucheranii* consumidor de mielato



Especie: *Heliangelus amethysticollis*



Especie: *Lepidocolaptes lacrymiger*



Especie: *Diglossa cyanea* consumiendo mielato



Especie: *Apis mellifera* consumiendo mielato



Especie: *Boissonneaua flavescens* consumiendo mielato



Especie: *Atlapetes schistaceus* y *Metallura tyrianthina* consumiendo mielato .



Trabajo de campo, configuración y postura de cámaras trampa.



Trabajo de campo, revisión de cámaras.



Trabajo de campo, revisión de cámaras y extracción de información.



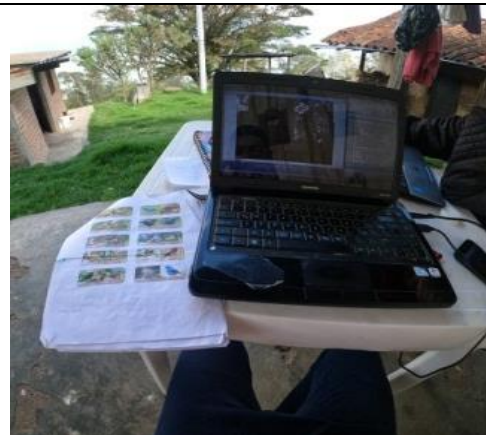
Método de observación directa.



Termohigrómetro digital.



Identificación en campo de fauna silvestre



Procesamiento de base de datos



Registro en formatos de campo fauna silvestre en campo.



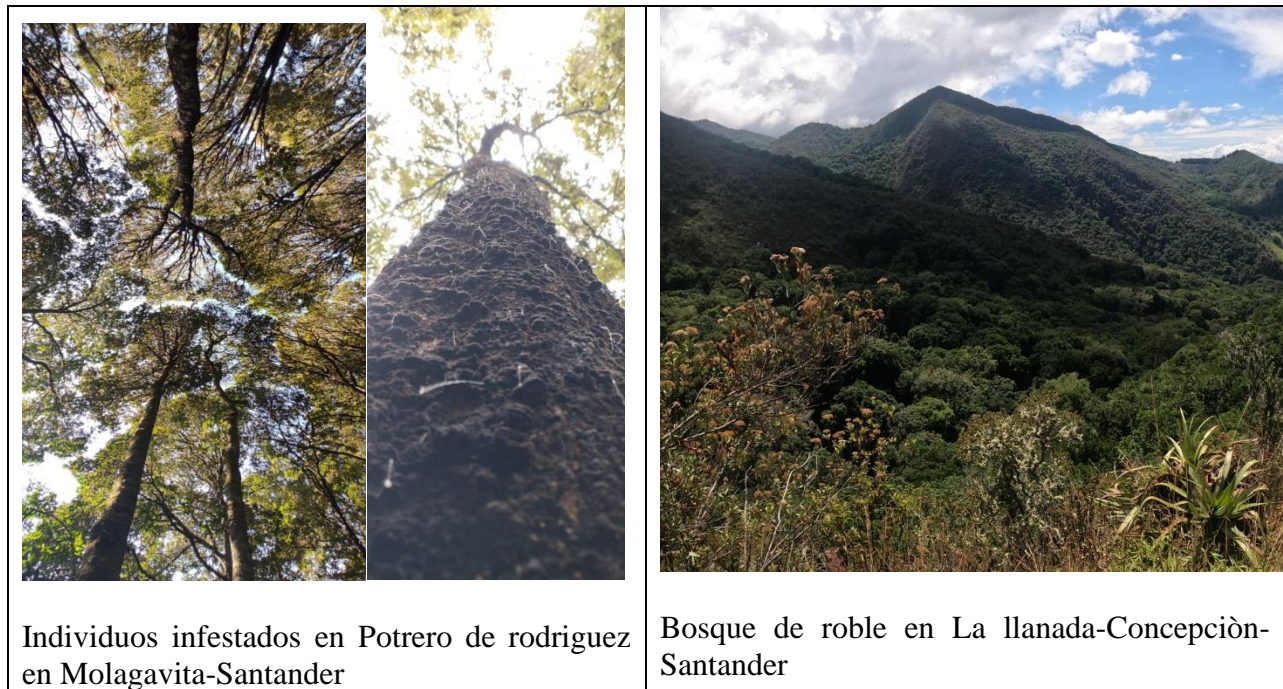
Especie: *Trogon personatus* en bosques de roble infestados de *Stigmacoccus asper*.



Montaje de parcelas y medición de DAP



Registro y toma de datos dasométricos.



Individuos infestados en Potrero de rodriguez en Molagavita-Santander

Bosque de roble en La llanada-Concepción-Santander

Nota: Todas las fotografías evidenciadas en el apéndice D, son propias.

**Apéndice D.** Listado de las especies con sus respectivas familias, nombres científicos, órdenes, endemismos, nombres comunes, y estados de amenaza a nivel mundial (IUCN) y nivel nacional (Libro rojo de aves de Colombia)

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	IUCN	LR - CO L	Consumo mielato
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	R			NO
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma collareja	R			NO
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	Colibrí picolanza	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri cyanotus</i>	Orejivioláceo chico	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliangelus amethysticollis</i>	Colibrí gorgiamatista	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma</i>	Pechera de Cola	R			NO

s	e	<i>heteropogon</i>	Larga				
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Colibrí metalura	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena coeligena</i>	Inca de cola larga	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Pica flor de cara azul	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Picaflor terciopelo	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Boissonneaua flavescens</i>	Colibrí ventriamarillo	R			SI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chaetocercus mulsant</i>	Colibrí de Mulsant	R			SI
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán (fase oscura)	R			NO
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	R			NO
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogon enmascarado	R			NO
		<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucan esmeralda	R			NO
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero de roble	E-sub			SI
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero ahumado	R			NO
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rivolii</i>	Carpintero candela	R			SI
		<i>Campephilus pollens</i>	Picanaderas	R			SI
Pisittaciformes	Psittacidae	<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	Loro andino	CE	VU	VU	NO
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus latrans</i>	Churrin negruzco	R			SI
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	Trepatroncos montano	R			SI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	Mosquerito capirotado	R			SI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyllomyias uropygialis</i>	Tiranuelo	R			SI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Piojito gargantilla	R			SI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Birro chico	R			NO
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	Pitajo pechirrufo	E-sub			NO

Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Siriri	R	NO
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Carriqui de montaña	R	NO
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	R	NO
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sintonte tropical	M	SI
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa Lafresnayii</i>	Pinchaflor satinado	R	SI
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa sittoides</i>	Payador canela	R	SI
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa caerulescens</i>	Picaflor azulado	R	SI
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pichaflor enmascarado	R	SI
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thlypopsis superciliaris</i>	Hemispingo cejudo	E-sub	SI
Passeriformes	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Tangara ventriroja	R	NO
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara vassorii</i>	Tangara azul y negra	R	NO
Passeriformes	Thraupidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Cucarachero pechigris	R	NO
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes schistaceus</i>	Atlapetes pizarroso	R	SI
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Chiví de Nuca Pálida	R	NO
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Copeton	R	SI
Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus chrysonotus</i>	Cacique montano	R	NO
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Toche	R	NO
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Reinita gorjinaranja	MB	SI
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus tristriatus</i>	La reinita cabecilistada	R	NO
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Reinita canadiense	R	SI
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita cresta roja	R	SI
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus ornatus</i>	Candelita adornata	CE	SI
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis</i>	Reinita	R	SI

es		<i>nigrocristata</i>	crestinegra		
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	R	SI
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Capita negra	R	NO

En el anexo C se especifica: IUCN: Estado de amenaza de especies a nivel mundial, LR-COL: Libro rojo de especies amenazadas de Colombia, E-sub= Endémica a nivel subespecie, R=Residente, MB=Migratoria Boreal, CE= Casi endémica, E= Endémica, VU= Vulnerable, EN= En peligro, CR= Peligro crítico.