

Potencial productivo para miel de mielato de *Quercus humboldtii* relacionado con la distribución de *Stigmacoccus asper* y fumagina en bosques representativos de los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita.

Raúl Leonardo Bustos Méndez, Laura Lineth Hernández Tarazona

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista e Ingeniera forestal

Director

M.Sc. Ronald Alfonso Montañez Valencia

Magister en conservación y uso sostenible de sistemas forestales

Codirector

PhD. Leonardo Avendaño Vásquez

Doctor en acuicultura

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia UIS

Programa de Ingeniería Forestal y Zootecnia

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

*Para todas las niñas soñadoras, aquellas que se colocan su uniforme y van al colegio con el corazón lleno de ilusiones, que a pesar de circunstancias económicas, familiares y sociales no se nubla su objetivo. Nunca se rindan, sean fuertes, valientes y determinadas.*

*Con cariño, una niña que está cumpliendo sus sueños a pesar de los pronósticos.*

**Laura Hernández**

*Dedico este trabajo a quienes han sido mi faro en los momentos más oscuros y mi impulso en las victorias más dulces.*

*A mi madre, hermana, amigos, mascotas y a cada persona que de alguna manera ha contribuido a mi formación académica y personal, a ustedes les dedico este logro. Sus palabras de aliento, consejos y ánimos han sido el combustible que me ha impulsado hasta aquí.*

*Este trabajo es también un homenaje a mis sueños, a mis metas y a la determinación que me ha llevado a perseguirlos sin descanso.*

*¡Gracias por ser parte de este camino y por hacerlo más significativo con su presencia y amor!*

**Raúl Méndez**

### **Agradecimientos**

**A Dios** por sus bendiciones, su guía y fortaleza para superar los desafíos, y en especial por brindarnos una vida de aprendizajes y experiencias inolvidables.

**A la Universidad industrial de Santander sede Málaga**, por las oportunidades otorgadas, y su acompañamiento durante toda nuestra carrera profesional.

**A la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)**, por su interés y financiación en la investigación de ecosistemas importantes para la provincia de García Rovira.

**A la Asociación de Apicultores de García Rovira (ASOAPIGAR)**, quienes día a día aportan su grano de arena en la sostenibilidad, cuidado y protección de las abejas. Agradecimiento especial para **Josué Joya** y **Yeny Gelvez** por su ayuda oportuna e incondicional, y por contagiarnos de su pasión por la apicultura.

**A él ingeniero Ronald Montañéz Valencia** y **él zootecnista Leonardo Avendaño Vásquez**, quienes dirigieron y asesoraron este proyecto con su conocimiento, dedicación, consejo y paciencia; factores fundamentales en nuestra formación como investigadores.

**A los propietarios de los bosques de roble:** Leonardo Tarazona, Lucy Eugenio, Patricia Sandoval, Leonor Jurado, Manuel Sandoval, María Basto, Roberto Gutiérrez, Eliseo Pinto, gracias por su compromiso en el cuidado de los bosques, su interés por aprender, su paciencia y por permitir labores investigativas para futuro beneficio de la comunidad.

**A los docentes:** Diego Suescún, Sandra Díaz y Doris Duarte quienes, junto con nuestros asesores anteriormente mencionados, dirigieron el proyecto *“Evaluación de diferentes asociaciones entre Stigmacoccus asper, fumagina y Quercus humboldtii para el mejoramiento de*

*la comercialización del mielato de roble y el estado fitosanitario de los robledales ubicados en los municipios de Molagavita, concepción y Carcasí de la provincia de García Rovira del departamento de Santander” del que hicimos parte, quienes facilitaron un ambiente óptimo de aprendizaje, gracias por las experiencias compartidas y por motivarnos siempre que fue necesario.*

**A nuestra familia** que siempre nos brindaron su profundo apoyo, comprensión y nos dieron la fuerza para iniciar nuestro proceso de formación, de no rendirnos y siempre impulsarnos a ser cada día mejor: Magdalena Pacheco, Reinaldo Tarazona, Edy Tarazona, Martha Méndez, Karen Méndez, Elena Méndez, Socorro Méndez, Emmanuel Escobar.

**A nuestros colegas y amigos**, gracias por su ayuda incondicional y desinteresada en campo, hicieron de la experiencia recuerdos inolvidables, por su alegría, optimismo, y por siempre estar para nosotros cuando los necesitamos, deseamos éxitos en su vida, “buen viento y buena mar”: Marcela Barajas, Jeison Garza, Jesús Hormiga, Leidy Vargas, José Caballero, Daira Carrillo, Cristian Guevara, Darly León.

**A nuestras mascotas**, *“hasta que no hayas amado un animal, una parte de tu alma permanecerá dormida”* - Anatole France. Este apartado es exclusivo para agradecer a nuestras mascotas que estuvieron presentes brindando su amor e inquebrantable compañía, siendo una fuente de alegría y calma durante todo el proceso de investigación. A nuestros fieles amigos peludos, Timón, Lucero, Ludovico, Missi ¡Gracias por estar siempre ahí!

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	16
1. Objetivos .....	18
1.1 Objetivo General .....	18
1.2 Objetivos Específicos.....	18
2. Marco referencial .....	19
2.1 Marco histórico .....	19
2.1.1 Uso de <i>Quercus humboldtii</i> .....	19
2.1.2 Apicultura y miel en la historia.....	19
2.2 Marco teórico .....	20
2.2.1 Los bosques de <i>Quercus humboldtii</i> en Colombia .....	20
2.2.2 Hemípteros productores de miel de rocío: Taxonomía, biología.....	20
2.2.3 Producción y composición química de miel de rocío. ....	21
2.2.4 Miel de mielato: Importancia Económica y Cultural.....	21
2.3 Marco legal .....	22
2.3.1 Artículo 65 de la Constitución Política de Colombia 1991 .....	22
2.3.2 Artículo 80 de la Constitución Política de Colombia 1991 .....	22
2.3.3 Ley 2193 del 06 de enero del 2022.....	23
<b>3. Metodología .....</b>	<b>24</b>
3.1 Área de estudio .....	24
3.2 Recolección de información .....	26

3.2.1 Establecimiento de parcelas temporales .....	26
3.2.2 Densidad poblacional de <i>Stigmacoccus asper</i> y presencia de fumagina .....	27
3.2.2.1 Porcentaje de infestación por fumagina .....	27
3.2.2.2 Cuantificación de <i>Stigmacoccus asper</i> .....	29
3.2.3 Disponibilidad inmediata de miel de rocío en árboles de <i>Quercus humboldtii</i> .....	30
3.2.3.1 Medición de la producción potencial de miel de rocío en árboles de <i>Quercus humboldtii</i> .....	31
3.2.3.2 Estaciones meteorológicas .....	32
3.2.4 Caracterización fisicoquímica de la miel de mielato de roble .....	34
3.3 Análisis de datos .....	34
<b>4. Resultados .....</b>	<b>36</b>
4.1 Establecimiento de parcelas y densidad de <i>Quercus humboldtii</i> .....	36
4.1.1 Índices de diversidad y densidad de <i>Quercus humboldtii</i> en los sitios de estudio.....	37
4.2 Porcentajes de Infestación de fumagina y densidad por área de <i>Stigmacoccus asper</i> .....	40
4.2.1 Densidad poblacional de <i>Stigmacoccus asper</i> en parcelas de borde e interior del bosque ..	42
4.2.2 Distribución espacial del <i>Stigmacoccus asper</i> en sitios de estudio.....	47
4.3 Producción instantánea y potencial de mielato de roble .....	48
4.3.1 Parámetros meteorológicos relacionados al potencial productivo del mielato .....	52
4.4 Análisis microbiológicos y de calidad mieles multiflorales y mieles de mielato de roble .....	55
5. Discusión.....	56
6. Conclusiones .....	59
7. Recomendaciones .....	61
Referencias Bibliográficas .....	63

Apéndices..... 72

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Coordenadas geográficas de las unidades de muestreo en los tres municipios .....	26
Tabla 2 Criterios para estimar porcentaje de infestación por fumagina.....	28
Tabla 3 Composición florística de los tres municipios .....	36
Tabla 4 Índices de diversidad en los sitios de estudio .....	37
Tabla 5 Densidad de individuos de <i>Quercus humboldtii</i> en Carcasí .....	39
Tabla 6 Densidad de individuos de <i>Quercus humboldtii</i> en Molagavita .....	39
Tabla 7 Densidad de individuos de <i>Quercus humboldtii</i> en Concepción .....	40
Tabla 8 Análisis descriptivo de la densidad poblacional temporal de <i>Stigmacoccus asper</i> en <i>Quercus humboldtii</i> en el municipio de Carcasí .....	43
Tabla 9 Análisis descriptivo densidad poblacional temporal de <i>Stigmacoccus asper</i> <i>Quercus humboldtii</i> en el municipio de Molagavita .....	44
Tabla 10 Análisis descriptivo densidad poblacional temporal de <i>Stigmacoccus asper</i> <i>Quercus humboldtii</i> en el municipio de Concepción. ....	44
Tabla 11 Análisis de varianza densidad poblacional de <i>S. asper</i> entre parcelas y sitios de estudio. ....	47
Tabla 12 Análisis descriptivo producción potencial (Volumen: ul/insecto) de mielato de roble en el municipio de Carcasí.....	49

Tabla 13 Análisis descriptivo producción potencial (Volumen: ul/insecto) de mielato de roble en el municipio de Molagavita .....	49
Tabla 14 Análisis descriptivo producción potencial (Volumen: ul/insecto) de mielato de roble en el municipio de Concepción.....	50
Tabla 15 Análisis de varianza producción potencial de mielato de roble entre parcelas y sitios de estudio. ....	50
Tabla 16 Análisis de varianza de la disponibilidad inmediata (% Azúcar) de mielato de roble entre parcelas y sitios de estudio.....	51
Tabla 17 Coeficiente de correlación parámetros meteorológicos y parámetros del potencial productivo del mielato en el municipio de Carcasí.....	52
Tabla 18 Coeficiente de correlación parámetros meteorológicos y parámetros del potencial productivo del mielato en el municipio de Molagavita .....	54
Tabla 19 Coeficiente de correlación parámetros meteorológicos y parámetros del potencial productivo del mielato en el municipio de Molagavita .....	54

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Mapa de ubicación bosques muestreados.....	25
Figura 2 Establecimiento de parcelas temporales .....	27
Figura 3 Esquema representativo para estimar porcentaje de fumagina.....	29
Figura 4 Conteo de filamentos por área.....	29
Figura 5 Disponibilidad inmediata de miel de rocío.....	30
Figura 6 Representación del equipo refractómetro de mano .....	31
Figura 7 Producción potencial de miel de rocío .....	32
Figura 8 Instalación de las estaciones meteorológicas.....	33
Figura 9 Imagen representativa de la estación y la consola ambient weather ws 2902.....	34
Figura 10 Dominancia e índice de Simpson .....	38
Figura 11 Porcentaje de individuos infestados en abril - 2023 y abril - 2024 .....	41
Figura 12 Distribución porcentual de fumagina por parcelas para los años 2023-2024.....	42
Figura 13 Diagrama de barras agrupadas para la densidad poblacional temporal de <i>Stigmacoccus asper</i> por 80cm <sup>2</sup> en <i>Quercus humboldtii</i> en parcelas de borde e interior en los sitios de estudio	45
Figura 14 Gráfico de cajas y bigotes: densidad poblacional temporal de <i>S. asper</i> por parcelas en los sitios de estudio .....	46
Figura 15 Distribución espacial y temporal de <i>Stigmacoccus asper</i> en parcelas de borde en los municipios de Carcasí, Molagavita y Concepción.....	48
Figura 16 Diagrama de barras y líneas de la relación de volumen de mielato (ul) por insecto y % de azúcar en la temporada de estudio en los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita.	51

Figura 17 Diagrama de barras y líneas de la relación de volumen de mielato (ul) por insecto y %  
de azúcar en cada zona de estudio ..... 52

**Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
Apéndice A Formato para registro del conteo de filamentos.....	72
Apéndice B Modelo para etiquetado de muestras.....	73
Apéndice C Formato para registro de datos de parcelas y volumen de miel de rocío .....	74
Apéndice D Dato potencial de producción .....	75
Apéndice E Disponibilidad inmediata % azúcar.....	75
Apéndice F Resultados análisis mielato de roble municipio Concepción .....	76
Apéndice G Análisis de mielato de roble municipio Molagavita .....	77
Apéndice H Análisis miel multifloral Concepción .....	78
Apéndice I Mielato de roble municipio Carcasí .....	79
Apéndice J Análisis de mielato de roble municipio de Concepción.....	80
Apéndice K Registro fotográfico .....	81

## Glosario

**Apicultura:** es la rama de la agricultura que se dedica al cuidado y la crianza de las abejas con el fin de aprovechar sus productos, principalmente la miel y la cera, así como para la polinización de cultivos. (Apimondia,2016)

**Apiterapia:** sistema terapéutico que se basa en la utilización de los productos de las abejas como miel, propóleo, jalea real, cera, polen y veneno para prevenir y tratar distintas enfermedades (Sociedad Colombiana de Apiterapia, 2017)

**Aptitud del Bosque:** Capacidad de un bosque, en este caso de roble de tierra fría, para producir miel de mielato de roble en cantidades adecuadas. Esta aptitud está influenciada por factores como la densidad poblacional de *Stigmacoccus asper* y la calidad del ambiente forestal (Nogueira et al., 2021).

**Colmena:** estructura habitada por una colonia de abejas, compuesta por celdas de cera donde se almacenan miel, polen y crías. Las colmenas son gestionadas por los apicultores para la producción de miel y otros productos apícolas (Delaplane & Mayer, 2000).

**Grados brix:** Estos grados miden el cociente total de sacarosa que se encuentra disuelta en un líquido. La escala brix es utilizada en la industria de alimentos, en este caso la miel de mielato de roble. (Equipos y Laboratorio de Colombia, s.f)

**Hemíptero:** son un orden de insectos que comprenden entre 50.000 y 80.500 especies conocidas, son caracterizados por poseer un aparato bucal chupador que lo usan para succionar fluidos de animales o savia de árboles (Brailovsky & Meléndez,2022).

**Infestación:** se refiere a agentes parásitos externos o internos invaden un organismo vivo, se multiplican y pueden ocasionar daños significativos. En este caso el *Stigmacoccus asper* y la fumagina en el árbol de la especie *Quercus humboldtii*. (Chamorro, 2013)

**Pecorear:** es la conducta de las abejas obreras (*Apis melífera* o melipona) para recolectar polen y néctar y llevarlo a la colmena (Guzmán et al., 2011)

**Robledal:** es un ecosistema estratégico y representativo del norte de los andes dominado por *Quercus humboldtii*, proveedor de regulación hídrica, almacenamiento de carbono y albergue de biodiversidad. (Poveda et al., 2023)

**Sostenibilidad:** se define como el desarrollo que satisface necesidades del presente, pero garantiza la del futuro, generando equilibrio en sus tres pilares: ambiental, social y económico (Acciona,2020)

## Resumen

**Título:** Potencial productivo para miel de mielato de *Quercus humboldtii* relacionado con la distribución de *Stigmacoccus asper* y fumagina en bosques representativos de los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita.<sup>\*\*\*</sup>

**Autor:** Laura Lineth Hernández Tarazona, Raúl Leonardo Bustos Méndez<sup>††\*\*\*</sup>

**Palabras Clave:** Filamentos, sanidad, sostenibilidad, aprovechamiento, recurso

### Descripción:

Este trabajo de grado abordó la compleja relación entre el *Stigmacoccus asper* insecto escama productor de mielato, fumagina asociada, los árboles de *Quercus humboldtii* y la producción de miel en tres bosques altoandinos en los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita de la provincia de García Rovira. Mediante unidades de muestreo (parcelas de 500m<sup>2</sup>) para composición florística y densidad de especies, conteo de filamentos en un área de 80cm<sup>2</sup>, estimación de porcentaje de fumagina e instalación de estaciones meteorológicas. El objetivo fue analizar el potencial productivo para miel de mielato de roble como producto forestal no maderable y su importancia en la conservación de estos ecosistemas. Se analizaron los siguientes aspectos: la densidad de árboles, la infestación de fumagina, la densidad de *Stigmacoccus asper*, el potencial productivo de mielato y su correlación con datos meteorológicos. Los resultados revelaron que los insectos no siguen un patrón específico de distribución, sino que se comportan de manera diferente en cada bosque. El municipio de Carcasí registro un alto porcentaje de fumagina y densidad de *S. asper*, esto se traduce en mayor potencial productivo de miel de mielato de roble, pero también se plantean futuras investigaciones sobre la importancia de la sanidad en este ecosistema. Además, se encontró una variabilidad significativa en la producción de mielato, lo que sugiere la influencia de múltiples factores ambientales. En conclusión, este estudio proporciona información valiosa sobre la dinámica de estos ecosistemas, subrayando la necesidad de medidas de conservación efectivas para preservar la integridad de los bosques de *Quercus humboldtii* y promover la sostenibilidad, mediante el uso de este recurso forestal no maderable.

---

\*\*\* Trabajo de Grado

††\*\* Instituto de protección regional y educación a distancia UIS. Ingeniería forestal y Zootecnia.  
Director: Ronald Alfonso Montañez Valencia. Magister en conservación y uso sostenible.  
Codirector: Leonardo Avendaño Vásquez. Doctor en acuicultura.

‡‡

### Abstract

**Title:** Productive potential for *Quercus humboldtii* honeydew honey related to the distribution of *Stigmacoccus asper* and sooty mold in representative forests of the municipalities of Carcasí, Concepción and Molagavita<sup>§§\*</sup>

**Author(s):** Laura Lineth Hernández Tarazona, Raúl Leonardo Bustos Méndez <sup>\*\*\*</sup>

**Key Words:** Filaments, health, sustainability, use.

#### Description:

This degree work addressed the complex relationship between the honeydew-producing scale insect *Stigmacoccus asper*, associated sooty mold, *Quercus humboldtii* trees and honey production in three high Andean forests in the municipalities of Carcasí, Concepción and Molagavita in the province of García Rovira; Using sampling units (500m<sup>2</sup> plots) for floristic composition and species density, filament count in an area of 80cm<sup>2</sup>, estimation of sooty mold percentage and installation of meteorological stations. The objective was to analyze the productive potential for oak honeydew honey as a non-timber forest product and its importance in the conservation of these ecosystems. The following aspects were analyzed: tree density, sooty mold infestation, *Stigmacoccus asper* density, honeydew productive potential and its correlation with meteorological data. The results revealed that insects do not follow a specific distribution pattern, but rather behave differently in each forest. The municipality of Carcasí registered a high percentage of sooty mold and density of *S. asper*, this translates into greater productive potential for oak honeydew honey, but future research is also planned on the importance of health in this ecosystem. Furthermore, significant variability was found in honeydew production, suggesting the influence of multiple environmental factors. In conclusion, this study provides valuable information on the dynamics of these ecosystems, underlining the need for effective conservation measures to preserve the integrity of *Quercus humboldtii* forests and promote sustainability, through the use of this non-timber forest resource.

---

<sup>§§\*</sup> Degree Work

<sup>\*\*\*</sup> Institute of regional protection and distance education UIS. Forestry engineering and zootechnics. Director: Ronald Alfonso Montañéz Valencia. Master in conservation and sustainable use. Co-director: Leonardo Avendaño Vásquez. Doctor in aquaculture.

## Introducción

El mercado de la miel de abejas se estimó en USD 10.53 mil millones en 2023, con una proyección al año 2028 de USD 13.57 mil millones. Turquía y China son los principales productores de miel natural (Mordor intelligence, 2023). Esto significa que la miel de abeja es un producto potencial productivo a nivel mundial.

Los mercados mundiales presentan un desempeño económico significativo, en especial Alemania, por tener un consumo per cápita de 828 g, debido a sus características diferenciadas y saludables (Villanueva et al., 2017). En contraste, Colombia registró 87g/año en consumo per cápita (MIN.AGRICULTURA, 2020). Para el año 2022 el país registró una producción de 7 mil toneladas, con tendencia rentable como actividad económica productiva. Sin embargo, la producción actual, no supe la demanda en su totalidad y se ve amenazada por la miel adulterada o siropes (FEDEGAN, 2023).

La diversidad de la miel de abeja, es una característica principal, registran experiencias sensoriales diferentes lo que aporta valor agregado y/o calidad. (Quicazán et al., 2019). Estas diferencias dependen de factores como flores que polinizan, la fuente del néctar, las prácticas de apicultura, entorno ecológico de la colmena (Ulloa et al.,2010). Dentro de esos tipos de miel se encuentra “la miel de mielato de roble”; miel producida particularmente en la zona andina de Colombia y producto forestal no maderable de origen biológico y nativo debido a su relación con la especie forestal *Quercus humboldtii Bonpl.* (Gamboa et al.,2012)

El roble de tierra fría (*Quercus humboldtii Bonpl.*), presenta ocasionalmente insectos escamosos como *Stigmacoccus asper* del género (Hemíptera: Coccoidea) que se alimentan de la savia del árbol y generan una sustancia azucarada, conocida como miel de rocío, melaza o mielato

de roble. (Bérgamo et al., 2019). Esta sustancia, es colectada por la abeja *Apis mellífera* en su pecoreo, la cual realiza procesos enzimáticos y de almacenamiento, generando miel de mielato de roble (Chamorro, et al. 2013). El interés comercial de la miel de mielato a nivel mundial incrementó por su interés terapéutico con respecto a las mieles convencionales (Pita-Calvo y Vázquez 2018).

El mielato de roble es de interés por parte de los apicultores de la región, pero es importante brindar información acerca del *Stigmacoccus asper* y la fumagina asociada. Es necesario conocer su distribución y comportamiento temporal relacionado con factores meteorológicos, volumétricos de la miel de rocío y especie arbórea asociada. Adicionalmente, estudiar la calidad de la miel de mielato de roble cercana producida. (Gamboa, 2014).

Chamorro, et al. (2013) establece la interacción del *S. asper* con los bosques de *Q. Humboldtii* Andinos, no obstante, los estudios sobre la relación árbol-insecto o producción de miel de mielato de *S. asper* son limitados. Entonces, es importante resolver: ¿Cómo se distribuye y se comporta el *Stigmacoccus asper* según su densidad poblacional y fumagina asociada dentro del bosque de roble y cómo se conecta con la producción de miel de mielato de roble en bosques representativos de los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita?

De acuerdo a los cuestionamientos planteados, el presente trabajo de grado se orienta a determinar el potencial de producción que tiene el bosque de roble infestado. Por ende, los productores pueden tomar decisiones sobre la cantidad de colmenas y manejo dependiendo la aptitud del bosque (Nogueira et al., 2021). Esto es un paso importante para promover un aprovechamiento forestal no maderable sostenible de este recurso en la provincia de García Rovira, beneficiando asociaciones de apicultores, e incentivando la inclusión de nuevos productores.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Analizar el potencial productivo para miel de mielato de roble como producto forestal no maderable relacionado a la distribución, comportamiento de *Stigmacoccus asper* y fumagina asociada en individuos de *Quercus humboldtii* en los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita.

### 1.2 Objetivos Específicos

Estimar la densidad poblacional de *Stigmacoccus asper* en relación a su distribución; presencia de fumagina temporal y densidad poblacional de *Quercus humboldtii*.

Cuantificar la disponibilidad de miel de rocío, volumen y su porcentaje de azúcar correlacionado con datos meteorológicos de cada sitio de estudio como recurso importante para *Apis mellífera* en la producción de miel de mielato de roble.

Determinar la caracterización físico química de la miel de mielato de roble recolectada en bosques de roble en los tres municipios como indicador de calidad.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Marco histórico

#### 2.1.1 *Uso de Quercus humboldtii*

El roble reporta uso en actividades cotidianas desde épocas prehispánicas; en Colombia, en la alfarería del municipio de Ráquira (Boyacá), se usaba esta especie para los hornos, que según tradiciones culturales otorgaba colorimetría especial a la loza, esto llevó a la fragmentación de los bosques de roble cercanos (Moncada,2010).

El Valle del Cauca con el roble fabricaban barriles para el vino, otorgándole características fisicoquímicas propias;(Pérez, 2019). Las comunidades de Gambita y Encino (Santander) atribuyen propiedades curativas a la corteza del roble, como control de infecciones y regulación del azúcar, los frutos son mezclados con panela tienen factores alimenticios (Guerrero, 2017).

#### 2.1.2 *Apicultura y miel en la historia*

La abeja *Apis mellifera*, apareció en Europa hace 53 millones de años; la evidencia más antigua de la apicultura se registra en un jeroglífico en Egipto en el año 5510 a.c; según investigaciones arqueológicas, en la isla de Creta, alrededor del año 2400 a.c la abeja ya estaba domesticada en colmenas de tierra cocida (Ayala y Martínez 2017).

En cuanto a la apiterapia, se le atribuía a la miel de abejas capacidad de prolongar la vida como regalo sagrado de los dioses; durante la primera y segunda guerra mundial se usó la miel para evitar la infección en las heridas. Actualmente, se usa para el tratamiento de varias enfermedades incluyendo la artrosis (Sociedad Colombiana de Apiterapia, 2017).

## **2.2 Marco teórico**

### ***2.2.1 Los bosques de *Quercus humboldtii* en Colombia***

Los bosques de roble son un ejemplo de riqueza biológica colombiana (Rangel, 2018). Se encuentran distribuidos en la cordillera de los Andes, desde el departamento de Antioquia hasta el departamento de Nariño (Avella y Rangel, 2014). Este ecosistema, es importante en términos de biodiversidad, porque alberga una gran cantidad de especies endémicas de plantas y animales (Salaman, 2022). Además, contribuyen en la regulación hídrica y protección de cuencas (Muñoz y Camacho, 2004). Son necesarios para la obtención de productos forestales no maderables, como hongos, frutos y plantas medicinales (Avella y Rangel, 2014).

### ***2.2.2 Hemípteros productores de miel de rocío: Taxonomía, biología***

Los insectos escama se encuentran en un grupo diverso de insectos que pertenecen al orden Hemiptera, los cuales, son conocidos por su capacidad para producir miel de rocío (Martins-Mansani et al., 2021) esto genera un impacto positivo y/o negativo en árboles nativos, ornamentales y árboles urbanos (Branco et al., 2023).

Se han descrito más de ocho mil especies clasificadas en cincuenta familias de insectos escama, se pueden encontrar en gran variedad de hábitats alrededor de todo el mundo, a excepción de la Antártida (Morales et al., 2016). Presenta un tamaño no superior al de unos pocos milímetros (Caballero et al., 2019). Algunas de las especies más comunes de cochinillas productoras de melaza incluyen escamas blandas y escamas duras (Morales et al., 2016).

*Stigmacoccus asper* es una especie de insecto escamoso chupador conocido por su capacidad de producir miel de rocío, este insecto se encuentra en América del Sur (Branco et al., 2023). El ciclo de vida de *S. asper* no está totalmente estudiado, pero se cree que involucra varias etapas, incluyendo huevo, ninfa y adulto (Hodgson et al., 2007). Se encuentra en la corteza

de los árboles, principalmente en los bosques alto andinos dominados por *Q. humboldtii* donde se alimenta de su savia (Chamorro et al., 2013).

### ***2.2.3 Producción y composición química de miel de rocío.***

La producción de miel de rocío por insectos del género Hemiptera es un proceso que involucra la alimentación de estos con la savia de plantas como el pino, el abeto, ciprés, fagáceas, entre otros. (Chessum et al., 2022). Perforando la corteza con su aparato bucal, extraen la savia de la planta y la procesan en su cuerpo, eliminan el exceso de agua y producen una sustancia azucarada que se conoce como miel de rocío (Calvo-Agudo et al., 2021).

La composición química de la miel de rocío varía según la especie de insecto y la planta huésped, pero en general, contiene una alta proporción de azúcares simples, como la sacarosa, maltosa, glucosa y fructosa, aminoácidos, ácidos orgánicos y oligosacáridos, (Shaaban et al., 2020).

La productividad está relacionada con los estadios de vida, la especie de insecto y cantidad de nutrientes de plantas hospedante, la hora del día, factores ambientales como temperatura, humedad y dióxido de carbono (Blanchard et al., 2022), y contaminantes presentes en suelo o agua (Calvo-Agudo et al., 2021).

### ***2.2.4 Miel de mielato: Importancia Económica y Cultural***

Las mieles de mielato presentan un color oscuro, olor intenso a madera, sabor ligeramente amargo y ácido, menor contenido de monosacáridos y valores más altos de pH, acidez, conductividad eléctrica, proteínas, minerales, en comparación con las mieles florales (Seijo & Escuredo, 2019). Presenta beneficios potenciales para la salud humana, propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Pita-Calvo & Vázquez, 2018). Promueve la

salud intestinal debido a sus concentraciones más altas de oligosacáridos que la miel floral (Schell et al., 2022).

La asociación de apicultores y criadores de abejas de Boyacá son productores de hidromiel (bebida alcohólica mediante la fermentación de la miel) un subproducto de la miel de mielato de roble, con esto buscan conservar la biodiversidad y a su vez generar una alternativa económica que otorgue identidad y valor agregado al bosque. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2021).

### **2.3 Marco legal**

El aprovechamiento forestal no maderable de *Quercus humboldtii*, su respectiva investigación y la apicultura vinculada, es soportada legalmente a continuación. Los textos que pertenecen a este apartado son copia fiel de los documentos aquí mencionados.

#### ***2.3.1 Artículo 65 de la Constitución Política de Colombia 1991***

La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras.

De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad (Const., 1991)

#### ***2.3.2 Artículo 80 de la Constitución Política de Colombia 1991***

El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas. (Const., 1991)

### **2.3.3 Ley 2193 del 06 de enero del 2022**

ART. 1° Objeto. La presente ley tiene por objeto establecer mecanismos para incentivar el fomento y desarrollo de la apicultura y sus actividades complementarias.

Para ello se implementarán las políticas públicas y la ejecución de proyectos y programas que garanticen el fomento y la protección de la apicultura, su ambiente y desarrollo como componente estratégico para la protección y preservación de la biodiversidad, conservación agrícola y adaptación al cambio climático, en el territorio nacional. (Ley 2193 de 2022)

### **2.3.4 Resolución 96, 20 de enero del 2006**

ART. 1°—Establecer en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido, la veda para el aprovechamiento forestal de la especie roble (*Quercus humboldtii*). (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Resolución 96, 2006)

ART. 2°—Se excluyen de la veda indicada en el artículo anterior, aquellos individuos de la especie roble que se encuentren caídos o muertos por causas naturales, o que por razones de orden sanitario requieren ser talados, de conformidad con el artículo 55 del Decreto 1791 de 1996 o de la norma que lo derogue, lo modifique o lo sustituya (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Resolución 96, 2006)

ART. 3°—Las autoridades ambientales regionales llevarán a cabo estudios técnicos para efectos de establecer áreas susceptibles de aprovechamientos forestales persistentes de impacto reducido para la especie roble. Con base en dichos estudios, tales autoridades determinarán áreas susceptibles de aprovechamiento de la misma especie.

Para la selección y determinación de dichas áreas, las autoridades ambientales regionales deberán tener en cuenta como mínimo, los siguientes aspectos:

e) Estado del conocimiento científico y desarrollo tecnológico para el manejo, uso y aprovechamiento de la especie por parte de los diferentes usuarios, en cada región particular;

f) Relación cultural de las comunidades con el ecosistema de robledal, principalmente en cuanto al uso de productos no maderables del bosque, como hongos asociados tradicionalmente en alimentación y medicina (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Resolución 96, 2006).

### **3. Metodología**

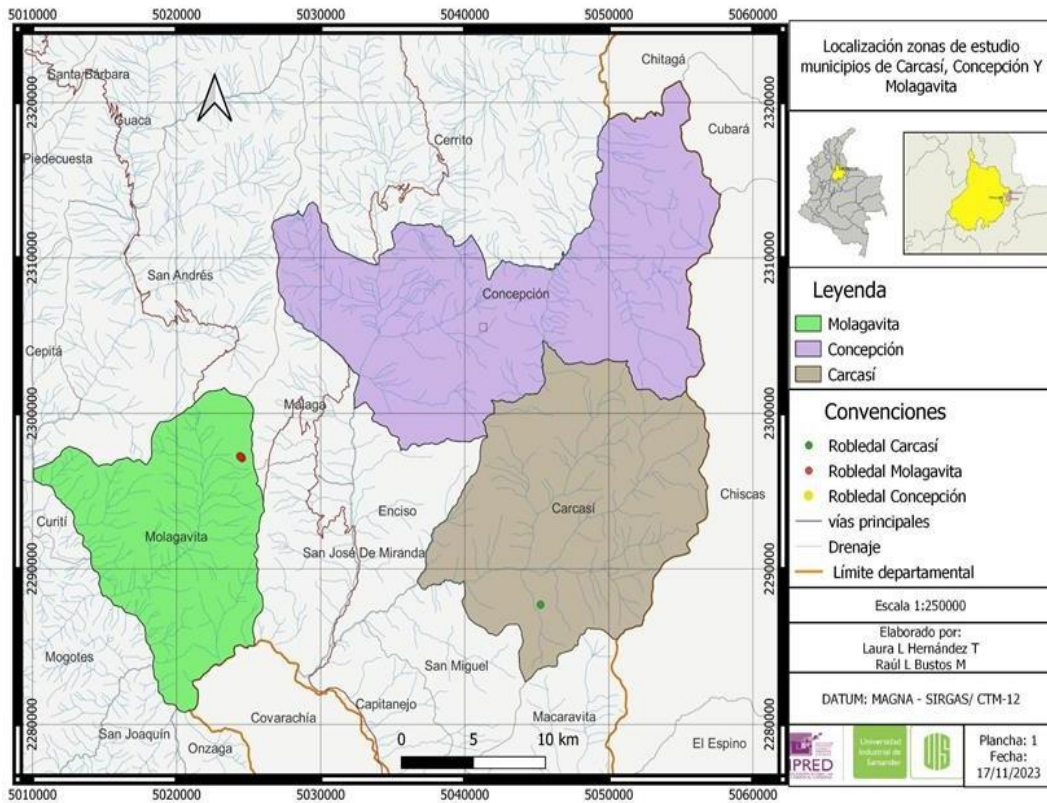
#### **3.1 Área de estudio**

El estudio se ejecutó en el departamento de Santander, en la provincia de García Rovira para tres zonas que cuentan con bosques de roble. El área de interés investigativo se concentra en los municipios de Carcasí, Molagavita y Concepción (Figura 1).

La primera zona de estudio se encuentra en la vereda “Ropejo” del municipio de Carcasí, la segunda, en la vereda “Jurado”, municipio de Concepción y la tercera, en la vereda “Potrero de Rodríguez” del municipio de Molagavita; con zona de vida de bosque húmedo montano bajo, precipitaciones anuales promedio entre 1000 – 2000 mm y una temperatura entre 12-18°C (Humboldt, 2016).

**Figura 1**

*Mapa de ubicación bosques muestreados*



*Nota:* Mapa de localización elaborado con información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Datos Abiertos y muestra la ubicación de las parcelas de investigación en los tres municipios.

**Tabla 1***Coordenadas geográficas de las unidades de muestreo en los tres municipios*

	Parcela	Altitud	Latitud	Longitud
<u>Carcasí</u>	A	2658	6°36'09.21" N	72°35'24.40" O
	B	2664	6°36'09.51" N	72°35'24.02" O
	C	2674	6°36'13.64" N	72°35'25.48" O
	D	2630	6°36'12.35" N	72°35'27.81" O
<u>Concepción</u>	A	3168	6°45'51.11" N	72°37'37.45" O
	B	3136	6°45'54.06" N	72°37'46.99" O
	C	3199	6°45'54.11" N	72°37'34.94" O
	D	3191	6°45'57.28" N	72°37'45.62" O
Molagavita	A	2914	6°41'23.19" N	72°46'44.47" O
	B	2892	6°41'25.64" N	72°46'45.30" O
	C	2960	6°41'23.29" N	72°46'41.62" O
	D	2961	6°41'20.26" N	72°46'39.97" O

*Nota:* Cada unidad de muestreo es de 500m<sup>2</sup>, donde A y B corresponden a efecto borde y C y D interior del bosque.

### 3.2 Recolección de información

#### 3.2.1 Establecimiento de parcelas temporales

Se establecieron cuatro (4) parcelas temporales en cada municipio, de las cuales, dos fueron ubicadas con efecto de borde y dos al interior del bosque de la siguiente manera:

**Figura 2***Establecimiento de parcelas temporales*

*Nota:* Metodología adaptada del Inventario Forestal Nacional (IFN) y Production of Honeydew by Scale Insects Associated with Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) in Serra Catarinense, Southern Brazil, por Martins-Mansani et al., 2021, Revista Brasileira de Entomologia.

**3.2.2 Densidad poblacional de *Stigmacoccus asper* y presencia de fumagina**

**3.2.2.1 Porcentaje de infestación por fumagina.** De acuerdo a los individuos registrados en las parcelas se realizó la valoración del porcentaje de infestación según los criterios establecidos en metodología de Gardner-Gee and Beggs (2009) (Tabla 2 y Figura 3).

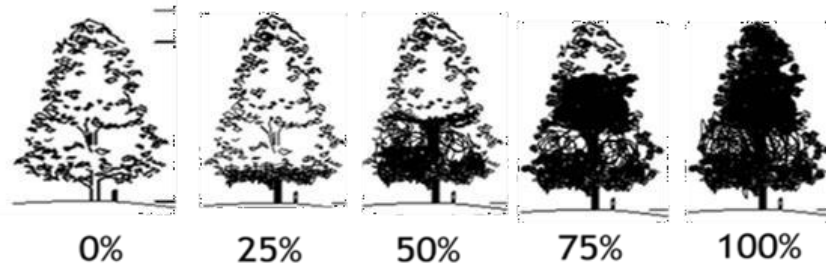
**Tabla 2***Crterios para estimar porcentaje de infestación por fumagina*

NIVEL	PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN
1	0%	El árbol no presenta signos de infestación ni desarrollo de filamentos anales
2	25%	Se observa crecimiento de fumagina, pero este no es tan elevado. Se observa en el árbol la existencia de al menos un filamento anal, la fumagina no alcanza un desarrollo mayor al ¼ de la totalidad del árbol.
3	50%	El árbol presenta filamentos e infestación de fumagina a mitad del árbol lo que puede incluir parte del fuste y algunas ramas principales
4	75%	La infestación del árbol cubre más de la mitad del mismo, incluyendo parte del fuste, ramas primarias y secundarias, pero aún se observan sectores sin infestación.
5	100%	La infestación por fumagina se observa en el árbol en su totalidad, cubriendo fuste, ramas primarias y secundarias.

*Nota:* Metodología para la estimación de fumagina. Se tuvieron en cuenta los datos registrados en los meses de abril – 2023 y abril-2024 (Infestación anual). Tomado y adaptado de Distribution and abundance of endemic coelostomidiids (Hemiptera: Coelostomidiidae) in Auckland forests, New Zealand, por Gardner-Gee and Beggs, 2009, New Zealand Journal of Ecology.

**Figura 3**

*Esquema representativo para estimar porcentaje de fumagina*



*Nota:* Pictograma explicativo elaborado a partir de la metodología anteriormente expuesta (Tabla 2).

**3.2.2.2 Cuantificación de *Stigmacoccus asper*.** Seis (6) individuos arbóreos de roble fueron seleccionados aleatoriamente, etiquetados con placas de aluminio, agregando la letra de la parcela y el número. El conteo de filamentos se ejecutó de la siguiente forma:

**Figura 4**

*Conteo de filamentos por área*



*Nota:* Gráfico que muestra la metodología para el conteo de filamentos de *Stigmacoccus asper*. Se tuvieron en cuenta los datos registrados en los meses de abril – 2023, agosto-2023 y abril-2024.

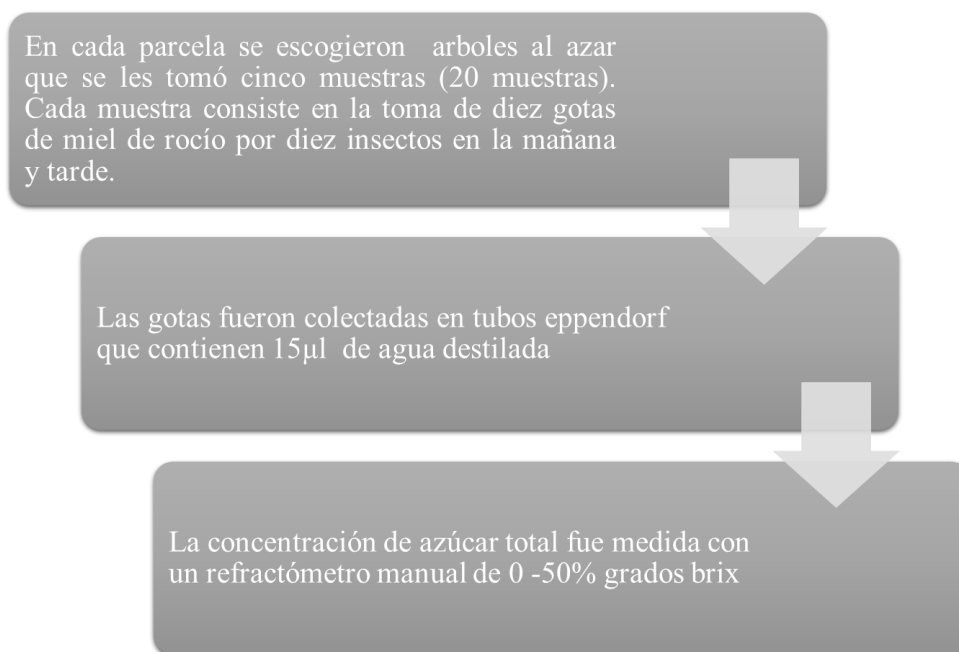
Tomado y adaptado de: Production of Honeydew by Scale Insects Associated with Bracatinga (Mimosa scabrella Benth) in Serra Catarinense, Southern Brazil, por Martins-Mansani et al., 2021, Revista brasileira de entomología.

### 3.2.3 Disponibilidad inmediata de miel de rocío en árboles de *Quercus humboldtii*.

Para el recurso instantáneo, se hizo monitoreo una vez cada tres meses entre abril del 2023 y abril del 2024 para reducir el efecto del estadio del insecto.

#### Figura 5

##### *Disponibilidad inmediata de miel de rocío*



*Nota:* Diagrama de flujo que muestra el método para registrar la disponibilidad inmediata de mielato y concentración de azúcar. Se tuvieron en cuenta los datos registrados en los meses de abril – 2023, agosto-2023 y abril-2024. Tomado y adaptado de: Production of Honeydew by Scale Insects Associated with Bracatinga (Mimosa scabrella Benth) in Serra Catarinense, Southern Brazil, por Martins-Mansani et al., 2021, Revista brasileira de entomología. y Distribution and

abundance of endemic coelostomidiids (Hemiptera: Coelostomidiidae) in Auckland forests, New Zealand, por Gardner-Gee and Beggs, 2009, New Zealand Journal of Ecology.

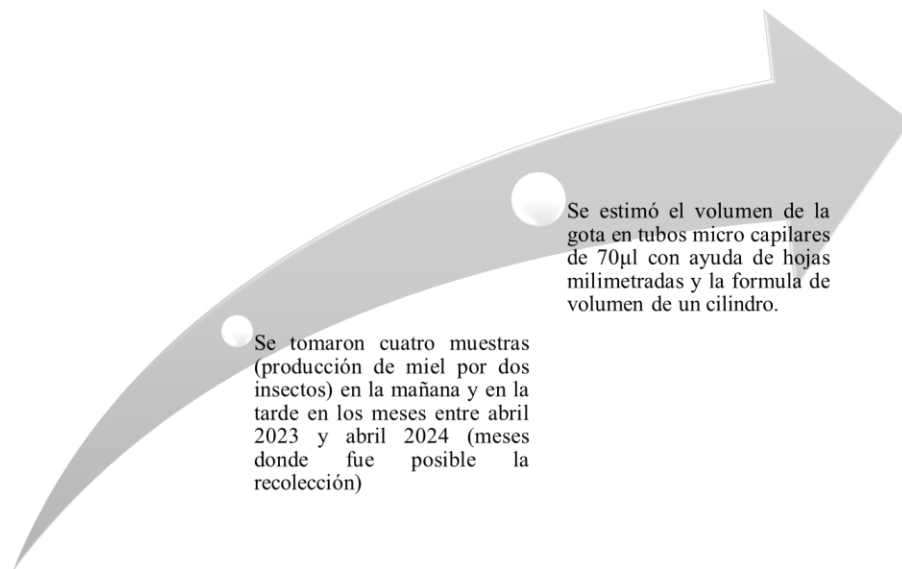
### Figura 6

*Representación del equipo refractómetro de mano*



*Nota:* Imagen ilustrativa del modelo de refractómetro manual Brix de metal con Atc, 0-10% utilizado para medir la concentración de azúcar. Imagen ilustrativa tomada de: Canfort Laboratory and Education Supplies.

**3.2.3.1 Medición de la producción potencial de miel de rocío en árboles de *Quercus humboldtii*.** Para estimar la tasa potencial de producción se seleccionaron al azar cinco (5) árboles infestados por *S. asper* dentro de cada parcela.

**Figura 7***Producción potencial de miel de rocío*

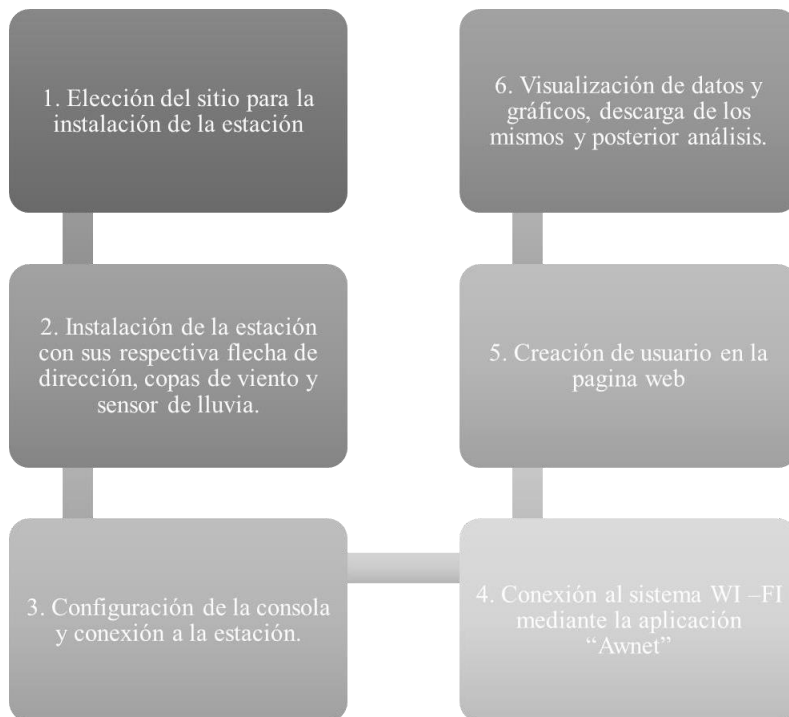
*Nota:* Gráfico que muestra la metodología para estimar la producción potencial de mielato.

Tomado y adaptado de: Production of Honeydew by Scale Insects Associated with Bracatinga (Mimosa scabrella Benth) in Serra Catarinense, Southern Brazil, por Martins-Mansani et al., 2021, Revista brasileira de entomología.

**3.2.3.2 Estaciones meteorológicas.** En los tres bosques se eligió el sitio para la instalación de la estación meteorológica (ambient weather ws 2902), al aire libre, mínimo a 15 metros del árbol más cercano, con el siguiente proceso:

**Figura 8**

*Instalación de las estaciones meteorológicas.*



*Nota:* Gráfico que muestra la metodología para la instalación de tres estaciones meteorológicas (una por zona de estudio). Información extraída de Ambient Weather WS-2902A WiFi OSPREY Solar Powered Wireless Weather Station User Manual, 2019.

**Figura 9**

*Imagen representativa de la estación y la consola ambient weather ws 2902*



*Nota:* Imagen ilustrativa del modelo de estación meteorológica usada en los tres municipios.

Ambient Weather WS-2902 A WiFi OSPREY Solar Powered Wireless Weather Station User Manual, 2019.

### ***3.2.4 Caracterización fisicoquímica de la miel de mielato de roble***

Se colectó una muestra de miel multifloral de cada municipio y otra de miel de mielato de 500g cada una para un total de seis muestras, luego según rúbricas del laboratorio de alimentos CICTA, Guatiguará. Las muestras se envasaron en frascos de 250 g y se procedió a realizar el etiquetado para su posterior envío.

### **3.3 Análisis de datos**

- I. Con los resultados en la toma de datos de parcelas, permite obtener el muestreo necesario de individuos de *Quercus humboldtii* por parcela y por bosque estudiado, se describió la composición florística, la estimación de índices de diversidad (Ejecutado con

- Paleontological Statistics (PAST) versión 4.14) y clasificación diamétrica (Latizales y fustales) en el análisis entre parcelas y entre sitios.
- II. Se procesaron los datos obtenidos de porcentaje de fumagina en la generación de gráficas comparativas entre sitios como la distribución porcentual de fumagina por parcelas para los años 2023-2024. Se calculó densidad de filamentos por área (80 cm<sup>2</sup>), por árbol, por metro cuadrado y por parcela; Análisis descriptivo de la densidad poblacional temporal de *Stigmacoccus asper* en *Quercus humboldtii* en los sitios de estudio (Desviación estándar, varianza de la muestra). Análisis de varianza densidad poblacional de *S. asper* entre parcelas y sitios de estudio. para determinar niveles de significancia por medio del software “IBM SPSS Statistics. Por último, se realiza la distribución cardinal de los insectos estudiados dentro del bosque para encontrar patrones.
  - III. Para la producción potencial de miel de rocío y disponibilidad inmediata, se procesan los datos, el volumen de miel de rocío (ul/insecto) con ANOVA y se determinaron los meses con mayor producción, de igual forma entre parcelas y entre sitios estimando el valor crítico para F respecto al F tabulado, para encontrar diferencias significativas (para volumen y porcentaje de concentración de azúcar).
  - IV. Los resultados entregados por el laboratorio “INOQUALAB” y laboratorio de alimentos “CICTA” del análisis físico químico de la miel de mielato, se procedió a comparar entre miel multifloral y de roble de acuerdo a sus componentes, y se determinó la satisfacción de (Ballesteros et al., 2019) los estándares calidad (Ballesteros et al., 2019), mediante el análisis de porcentaje de humedad, componentes inorgánicos como minerales, iones, metales; y la importancia de la presencia de Bacterias anaerobias sulfito reductoras y Mohos y levaduras.

## 4. Resultados

### 4.1 Establecimiento de parcelas y densidad de *Quercus humboldtii*

Se midieron 443 árboles distribuidos en tres parcelas: Carcasí (145), Concepción (200) y Molagavita (98); de las cuales 391 individuos pertenecieron a la especie *Quercus humboldtii*. Concepción registró la mayor riqueza y también las especies con menor abundancia *Prumnopitys montana*, *Asteraceae sp*, *Ficus sp*. En términos de diversidad los tres sitios es baja debido a la dominancia de *Quercus humboldtii* (Tabla 4).

**Tabla 3**

*Composición florística de los tres municipios*

Familia	Nombre científico	Nombre común	Nº de individuos
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii bonpl</i>	Roble de tierra fría	391
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	14
Escalloniaceae	<i>Escallonia paniculata</i>	Tobo	3
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	3
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	5
Rosaceae	<i>Prunus serótina</i>	Cerezo criollo	4
Myrinaceae	<i>Myrsine coriácea</i>	Espadero	5
Asteraceae	<i>Asteraceae sp</i>		2
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Uvo	1
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys montana</i>	Pino colombiano	2
Melastomataceae	<i>Melastomataceae</i>		3

Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	10
-------------	-----------------------------	-----------	----

#### 4.1.1 Índices de diversidad y densidad de *Quercus humboldtii* en los sitios de estudio

Carcasí registró mayor diversidad de acuerdo a los índices de Simpson\_1-D y Shannon\_H. Molagavita presentó mayor dominancia y Concepción en riqueza. Las especies más abundantes por municipios fueron, Carcasí: *Quercus humboldtii bonpl* (119), *Myrsine guianensis* (11), *Viburnum triphyllum* (5) Molagavita: *Quercus humboldtii bonpl* (93), *Myrsine guianensis* (2), *Myrsine coriácea* (2); Concepción: *Quercus humboldtii bonpl* (179), *Weinmannia tomentosa* (10) y *Melastomataceae sp* (3).

**Tabla 4**

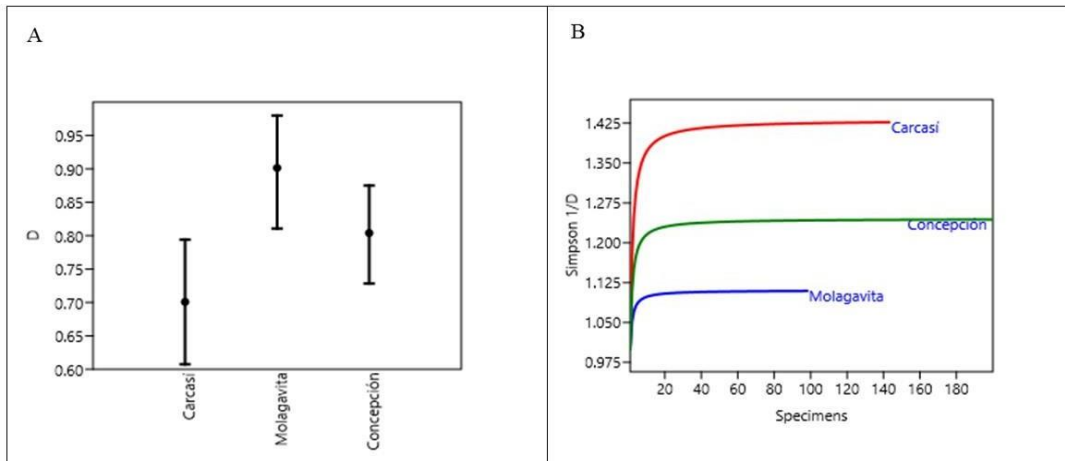
#### Índices de diversidad en los sitios de estudio

	<u>Carcasí</u>	<u>Molagavita</u>	<u>Concepción</u>
Taxa_S	6	4	9
Shannon_H	0.297	0.111	0.222
Dominance_D	0.7009	0.902	0.8041
<u>Simpson_1-D</u>	<u>0.2991</u>	<u>0.0985</u>	<u>0.1959</u>

*Nota:* Ejecutado con Paleontological Statistics (PAST) versión 4.14

**Figura 10**

*Dominancia e índice de Simpson*



*Nota:* (A) Dominancia comparativa en los sitios de estudio. (B) Índice de diversidad Simpson comparativo. Ejecutado con Paleontological Statistics (PAST) versión 4.14.

El bosque de Carcasí registró 595 árb/ha, con un DAP y altura promedio de 22,15 cm y 12 m respectivamente. Además, el bosque de Molagavita presentó 465 árboles por hectárea, con un DAP promedio de 31,8 cm y altura de 16,3 m; y finalmente, Concepción, contabilizó 895 árboles por hectárea, con un DAP promedio de 17,8 cm y una altura de 9,6 m.

La presencia de hábitos de crecimiento para sotobosque (latizal) relacionó: Carcasí (41), Molagavita (13), Concepción (105). Resaltando Concepción por su diferencia significativa entre los otros municipios lo que se traduce en mayor regeneración respecto a los otros bosques. En cuanto a grandes fustales (DAP mayor a 30cm) el número de individuos fue 21, 47, 27 para Carcasí, Molagavita, Concepción respectivamente. Estos datos sugieren, menor edad en el bosque de Concepción, seguido por Carcasí. Se relaciona a continuación la densidad específica por unidades de muestreo de *Q. humboldtii* en los tres sitios de estudio (Tablas 5,6 y 7).

**Tabla 5***Densidad de individuos de Quercus humboldtii en Carcasí*

Parcela	Número de individuos		DAP (cm)		Altura total	
	Total	ha	Media	CV%	Media	CV%
A	50	1000	18.93	54.81	11.39	38.61
B	37	740	21.75	58.90	11.04	40.43
C	14	280	22.9	76.36	11.38	40.04
D	18	360	26.61	65.70	14.3	32.76
Media	29.75	595	22.55		12.03	
SD	16.82	336.40	3.18	9.42	1.52	

**Tabla 6***Densidad de individuos de Quercus humboldtii en Molagavita.*

Parcela	Número de individuos		DAP (cm)		Altura total	
	total	Ha	Media	CV%	media	CV%
B	26	520	27.55	51.04	16.32	42.87
C	17	340	37.03	49.15	17.42	49.21
D	21	420	34.42	46.47	17.65	37.65
Media	23.25	465	31.88		16.335	41.30
SD	5.32	106.30	4.58	8.89	1.69	5.08

Nota: Densidad de 465 árboles por ha, con altura y diámetro de 16,33m, 31,88cm

respectivamente.

**Tabla 7***Densidad de individuos de Quercus humboldtii en Concepción*

Parcela	Número de individuos		DAP (cm)		Altura total (m)	
	total	Ha	Media	CV%	media	CV%
A	47	940	20.02	55.97	10.09	34.17
B	80	1600	10.62	119.32	7.05	47.48
C	16	320	30.04	58.07	14	25.27
D	36	720	10.56	88.26	7.25	37.05
Media	44,75	895	17.81		9.5975	
SD	26,78	535,51	9.29	29,85	3.25	9.15

*Nota:* Densidad de 895 árboles por ha, con altura y diámetro de 9,59 m, 17,81 cm

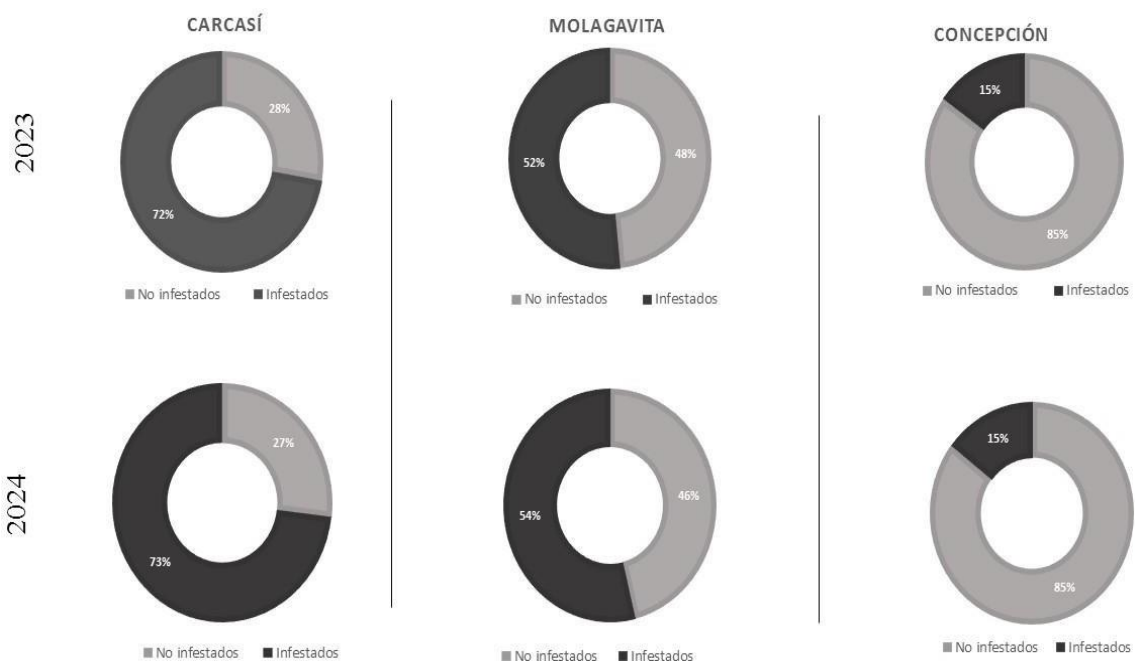
respectivamente.

#### **4.2 Porcentajes de Infestación de fumagina y densidad por área de *Stigmacoccus asper***

La infestación de fumagina (hongo) en *Quercus humboldtii* para Carcasí, Molagavita y Concepción fue 72,27%, 51.61% y 15% respectivamente en abril 2023. El año 2024 no registró variaciones superiores al 1% (Figura 11). La presencia del hongo fue mayor en unidades de muestreo al borde del bosque (Parcelas A y B). Carcasí presentó mayor infestación del 75% y 100%, seguido por Molagavita y Concepción 51% y 87% respectivamente, para el año 2023 (Figura 12). Además, se evidenció la relación entre el porcentaje de fumagina y la regeneración del bosque, siendo Concepción el sitio con menor infestación, pese a registrar el mayor número de individuos de *Quercus humboldtii*

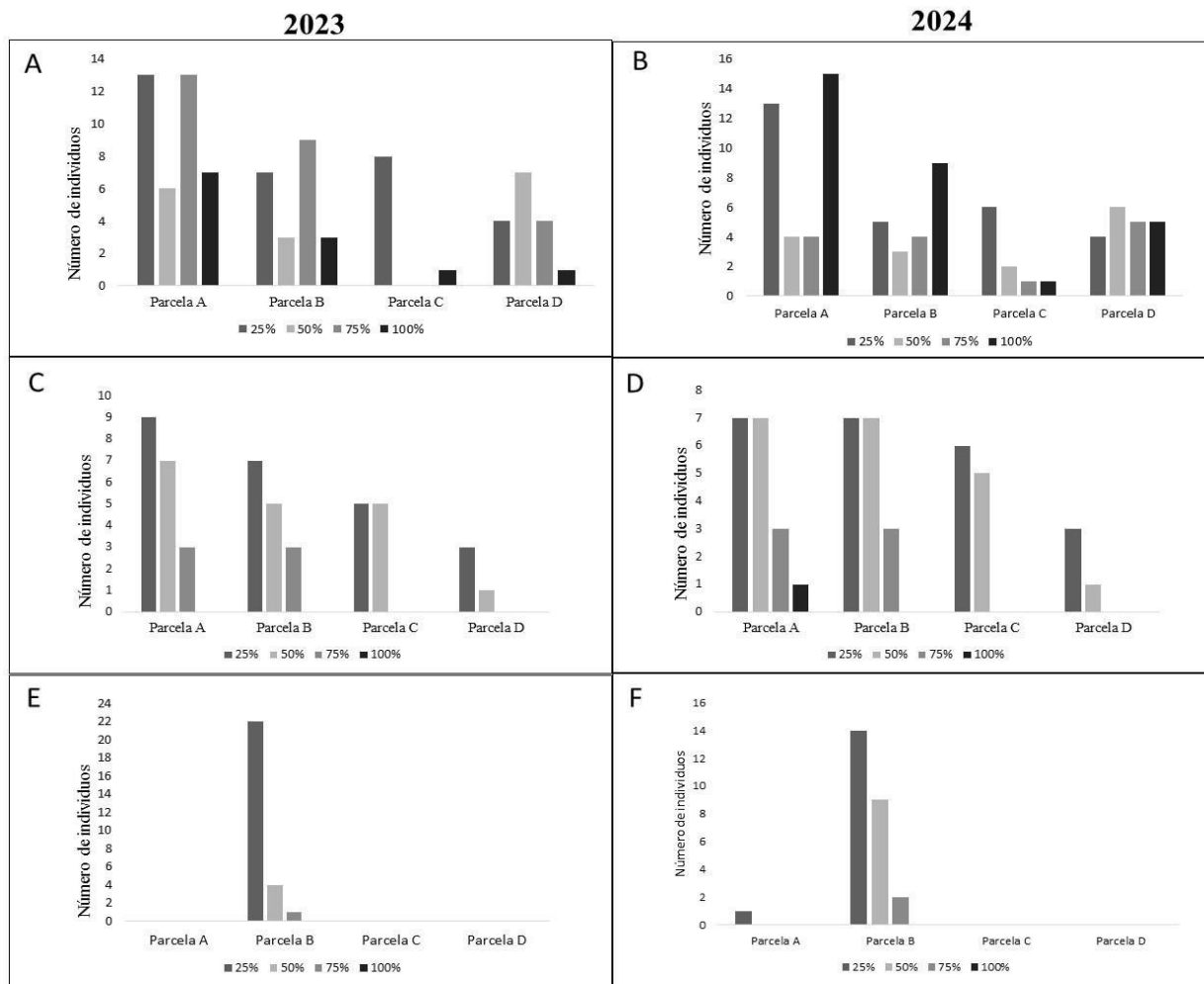
**Figura 11**

*Porcentaje de individuos infestados en abril - 2023 y abril - 2024*



**Figura 12**

*Distribución porcentual de fumagina por parcelas para los años 2023-2024*



*Nota:* (A)(B) Cambio temporal en Carcasí. (C)(D) Cambio temporal en Molagavita. (E)(F) Cambio temporal en Concepción.

**4.2.1 Densidad poblacional de *Stigmacoccus asper* en parcelas de borde e interior del bosque.**

Se determinó que la densidad de *S. asper* varía dependiendo de la ubicación dentro del bosque, y de la temporada del año. Las parcelas de borde registraron mayor abundancia (Figura 13). El bosque con mayor presencia de *S. asper* fue Carcasí, siendo representativo en abril del

2024, con una densidad poblacional promedio de  $13,6 \pm 9,78$  insectos/80cm<sup>2</sup>, seguido del municipio de Molagavita con una densidad promedio de  $5,5 \pm 4,4$  insectos/80cm<sup>2</sup> en diciembre del 2023 y por último el municipio de Concepción obtuvo  $3,5 \pm 4$  insectos/80cm<sup>2</sup> diciembre del 2023(Tabla 8, 9 y 10. En consecuencia, se estableció diferencias significativas entre unidades de muestreo y sitios de estudio, dado que el valor crítico para F es menor al F tabulado.

**Tabla 8**

*Análisis descriptivo de la densidad poblacional temporal de Stigmacoccus asper en Quercus humboldtii en el municipio de Carcasí*

	<i>Municipio de Carcasí</i>							
	<i>abr-23</i>		<i>ago-23</i>		<i>dic-23</i>		<i>abr-24</i>	
	<i>Borde</i>	<i>Interior</i>	<i>Borde</i>	<i>Interior</i>	<i>Borde</i>	<i>Interior</i>	<i>Borde</i>	<i>Interior</i>
Media	8,3	4,9	6,0	3,0	10,6	9,5	13,7	11,1
Desviación estándar	6,1	4,4	5,0	2,3	7,9	10,8	9,8	11,1
Varianza de la muestra	36,9	19,3	24,5	5,1	61,7	117,4	95,7	123,0
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	30	23	21	10	31	47	44	44
Suma	1593	943	1156	570	2030	1831	2623	2124
Cuenta	192	192	192	192	192	192	192	192

**Nota:** se estableció que abril de 2024 es el mes con mayor número de insectos por área, tanto en parcelas de borde e interior de bosque. El conteo mínimo de individuos de *Stigmacoccus asper* corresponde a la ubicación del recuadro con ausencia del insecto.

**Tabla 9**

*Análisis descriptivo densidad poblacional temporal de Stigmatococcus asper Quercus humboldtii en el municipio de Molagavita.*

	<i>Municipio de Molagavita</i>							
	<i>abr-23</i>		<i>ago-23</i>		<i>dic-23</i>		<i>abr-24</i>	
	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>
Media	3,81	3,50	0,97	0,84	5,51	2,77	1,29	0,01
Desviación estándar	2,57	3,59	1,71	1,42	4,41	3,26	1,32	0,10
Varianza de la muestra	6,62	12,86	2,93	2,02	19,41	10,61	1,74	0,01
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	15	17	12	7	18	15	7	1
Suma	731	672	186	162	1057	531	248	2
Cuenta	192	192	192	192	192	192	192	191

*Nota:* Se determinó que diciembre de 2023 es el mes con menor número de insectos por área en parcelas de borde.

**Tabla 10**

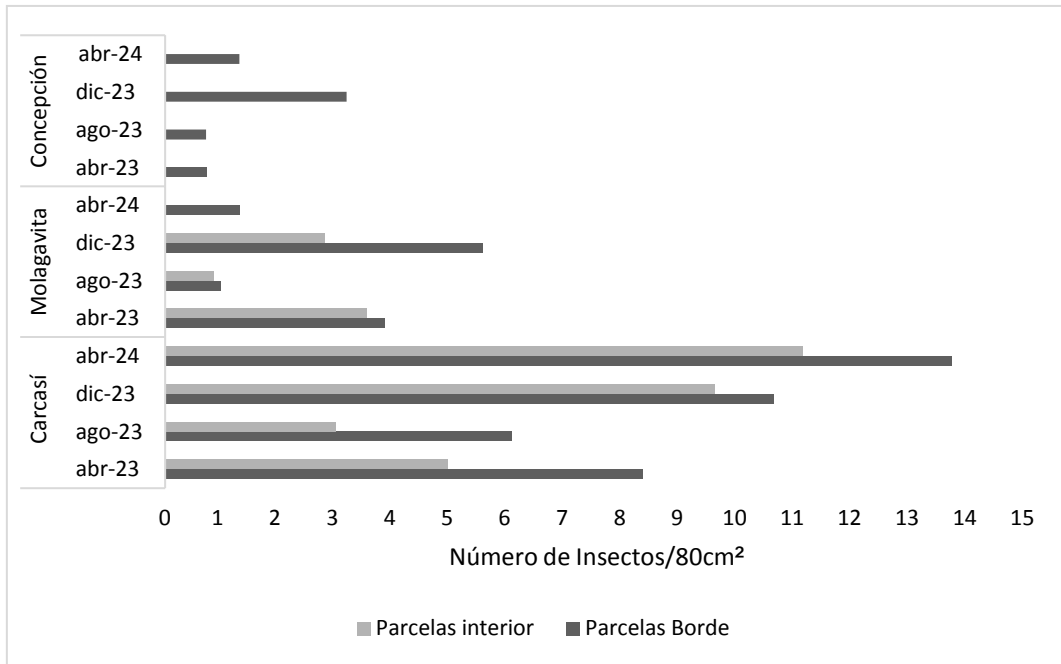
*Análisis descriptivo densidad poblacional temporal de Stigmatococcus asper Quercus humboldtii en el municipio de Concepción.*

	<i>Municipio de Concepción</i>							
	<i>abr-23</i>		<i>ago-23</i>		<i>dic-23</i>		<i>abr-24</i>	
	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>	<u><i>Borde</i></u>	<u><i>Interior</i></u>
Media	0,72	0,01	0,71	0,00	3,15	0,00	1,29	0,01
Desviación estándar	0,83	0,10	1,09	0,00	4,03	0,00	1,32	0,10
Varianza de la muestra	0,69	0,01	1,18	0,00	16,21	0,00	1,74	0,01
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	3	1	7	0	18	0	7	1
Suma	139	2	136	0	605	0	248	2
Cuenta	192	191	192	192	192	192	192	191

*Nota:* Se estableció que diciembre de 2023, fue el mes con mayor presencia de insectos.

**Figura 13**

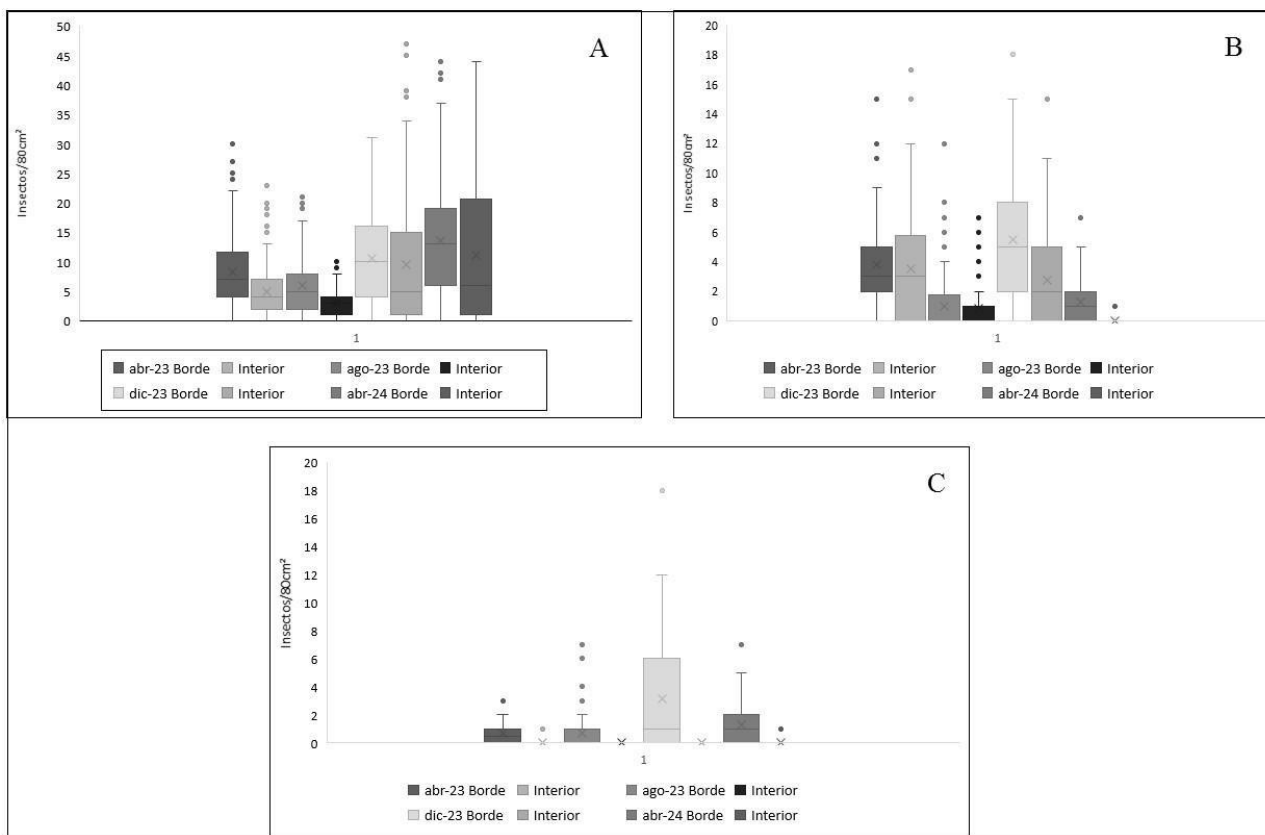
*Diagrama de barras agrupadas para la densidad poblacional temporal de Stigmacoccus asper por 80cm<sup>2</sup> en Quercus humboldtii en parcelas de borde e interior en los sitios de estudio*



Concepción no presentó individuos del hemíptero al interior del bosque en el rango de tiempo estudiado, lo que sugiere una presencia temprana del insecto. En agosto es relevante la disminución de la población; Sin embargo, entre abril de 2023 y 2024 la densidad de insectos aumentó. En cuanto al análisis de varianza se determinó que hay diferencias significativas entre parcelas y sitios de estudio dado que el valor crítico para F es menor que el F tabulado ( $p$ -valor < 0,05) (Tabla 11).

**Figura 14**

*Gráfico de cajas y bigotes: densidad poblacional temporal de S. asper por parcelas en los sitios de estudio*



*Nota:* (A) Se presentó valores atípicos superiores al máximo en todos los meses y parcelas a excepción de diciembre de 2023, los datos se encuentran sobre el tercer cuartil. (B) Se presentó valores atípicos superiores al máximo en todos los meses y parcelas, el mes de abril y diciembre de 2013 presentaron un mínimo de 2 Insectos/80cm² y el mes de abril de 2024 su valor máximo fue de 0 Insectos/80cm². (C) Se presentó valores atípicos superiores al máximo en todos los meses y parcelas exceptuando las parcelas de interior en agosto y diciembre de 2023, los meses de abril,

agosto y diciembre de 2023 y abril de 2024 en parcelas de interior presentaron un valor máximo de 0 Insectos/80cm<sup>2</sup>.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza densidad poblacional de S. asper entre parcelas y sitios de estudio.*

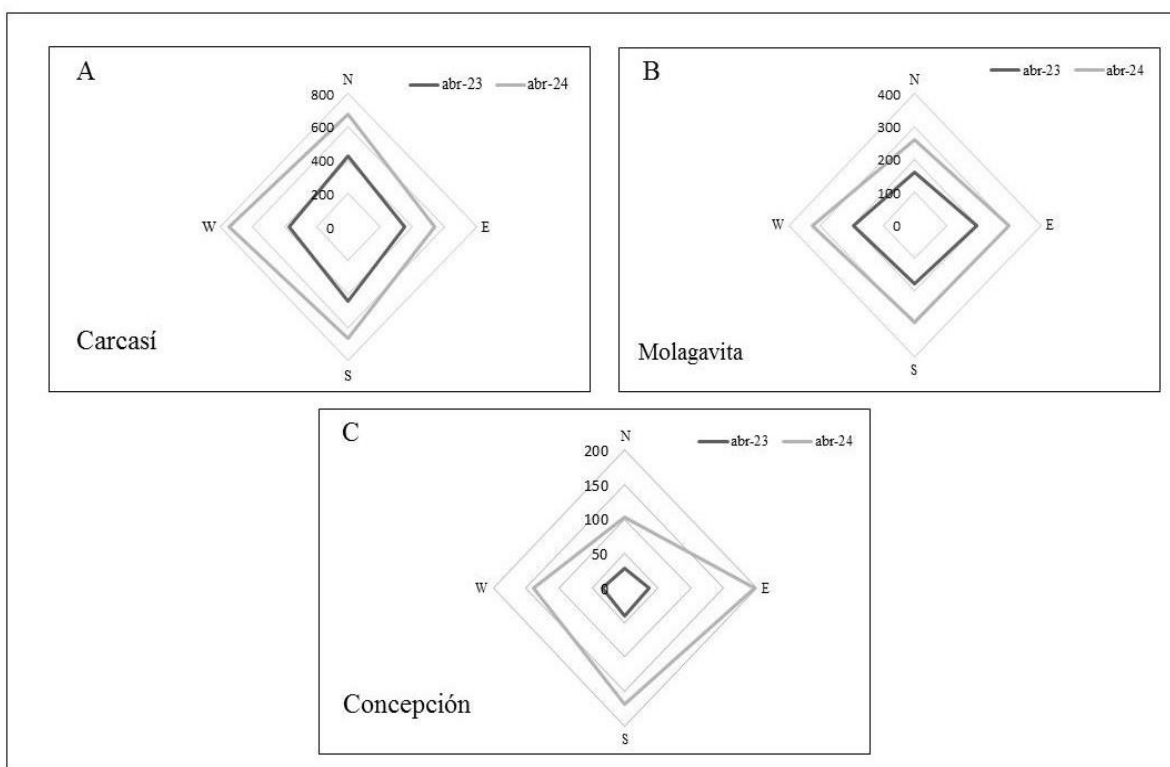
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	73042,12	23	3175,74	136,10	0	1,5316
Dentro de los grupos	106891,64	4581	23,33			
Total	179933,76	4604				

#### ***4.2.2 Distribución espacial del Stigmatococcus asper en sitios de estudio***

El insecto estudiado no sigue un patrón determinado de distribución espacial, es decir, presenta una dispersión dependiendo del sitio de ubicación dentro del bosque, teniendo como preferencia lugares con intervención trófica, lo que conlleva a sitios con mayor exposición de condiciones óptimas de temperatura, humedad y luz (Figura 15).

**Figura 15**

*Distribución espacial y temporal de Stigmacoccus asper en parcelas de borde en los municipios de Carcasí, Molagavita y Concepción.*



**4.3 Producción instantánea y potencial de mielato de roble**

La producción potencial de mielato de roble (ul/insecto) varía dependiendo de la temporada y sitio de estudio (Tabla 12,13 y 14). Para el parámetro de porcentaje (%) de azúcar no se evidencia cambio temporal o entre sitios. El volumen comparado en los tres bosques es significativo por el contrario del porcentaje de azúcar contenido (Tablas 15 y 16) (Figura 16 y 17).

**Tabla 12**

*Análisis descriptivo producción potencial (Volumen: ul/insecto) de mielato de roble en el municipio de Carcasí.*

	<i>Carcasí</i>			
	<i>abr-23</i>	<i>ago-23</i>	<i>dic-23</i>	<i>abr-24</i>
Media	2,19	2,05	2,00	2,17
Desviación estándar	0,81	0,82	0,75	0,74
Varianza de la muestra	0,65	0,67	0,56	0,54
Mínimo	1	1	1	1
Máximo	3,5	3,5	3,5	3,5
Suma	437	410	400,5	431
Cuenta	200	200	200	199

**Nota:** El mes de abril del 2023 contiene mayor producción media de  $2,19 \pm 0,81$  ul/insecto.

**Tabla 13**

*Análisis descriptivo producción potencial (Volumen: ul/insecto) de mielato de roble en el municipio de Molagavita.*

	<i>Molagavita</i>			
	<i>abr-23</i>	<i>ago-23</i>	<i>dic-23</i>	<i>abr-24</i>
Media	2,145	1,915	2,0825	2,145
Desviación estándar	0,76	0,71	0,78	0,73
Varianza de la muestra	0,58	0,51	0,61	0,53
Mínimo	1	1	1	1
Máximo	4	3,5	4	4
Suma	429	383	416,5	429
Cuenta	200	200	200	200

**Tabla 14**

*Análisis descriptivo producción potencial (Volumen: ul/insecto) de mielato de roble en el municipio de Concepción.*

	<i>Concepción</i>			
	<i>abr-23</i>	<i>ago-23</i>	<i>dic-23</i>	<i>abr-24</i>
Media	1,83	1,67	1,83	1,68
Desviación estándar	0,70	0,67	0,73	0,65
Varianza de la muestra	0,49	0,45	0,54	0,43
Mínimo	1	1	1	1
Máximo	3	3	3,5	3,5
Suma	91,5	83,5	91,5	84
Cuenta	50	50	50	50

**Tabla 15**

*Análisis de varianza producción potencial de mielato de roble entre parcelas y sitios de estudio.*

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	33,1361931	11	3,012381191	5,30	2,71287E-08	1,79
Dentro de los grupos	1016,260138	1787	0,568696216			
Total	1049,396331	1798				

**Nota:** Dado que el valor crítico para F es menor que el F tabulado (p-valor<0,05) se establece la presencia de diferencias significativas entre parcelas y sitios de estudio.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza de la disponibilidad inmediata (%Azúcar) de mielato de roble entre parcelas y sitios de estudio.*

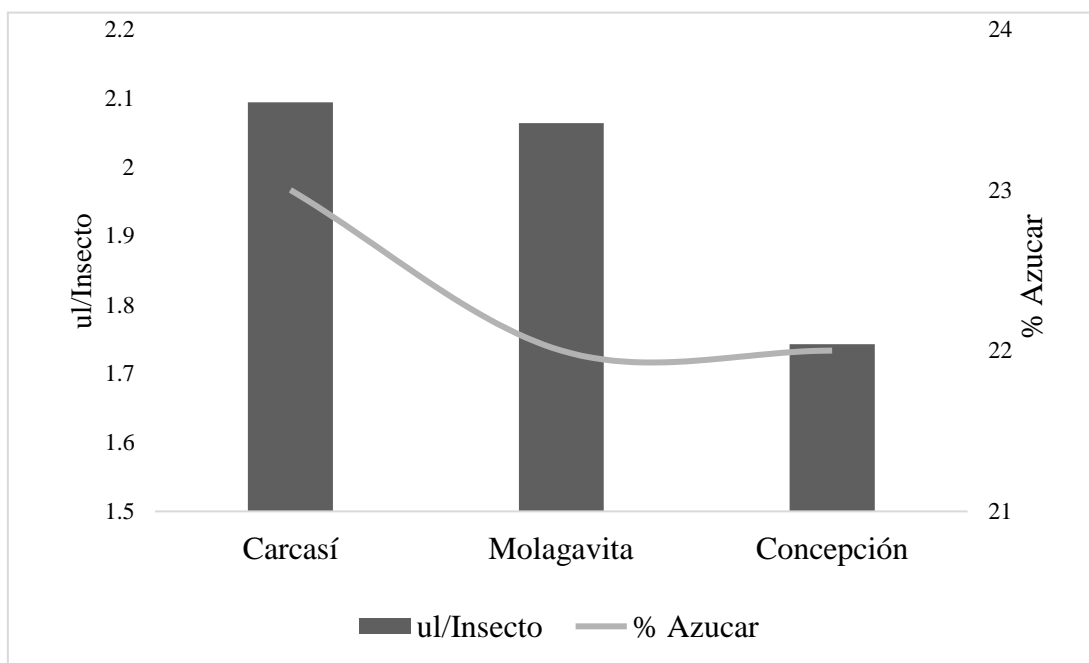
**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	27,09	9	3,010	0,696	0,711	1,986
Dentro de los grupos	389,5	90	4,328			
Total	416,59	99				

**Nota:** Dado que el valor crítico para F es mayor que el F tabulado (p-valor>0,05) se estableció que no hay diferencias significativas entre parcelas y sitios de estudio

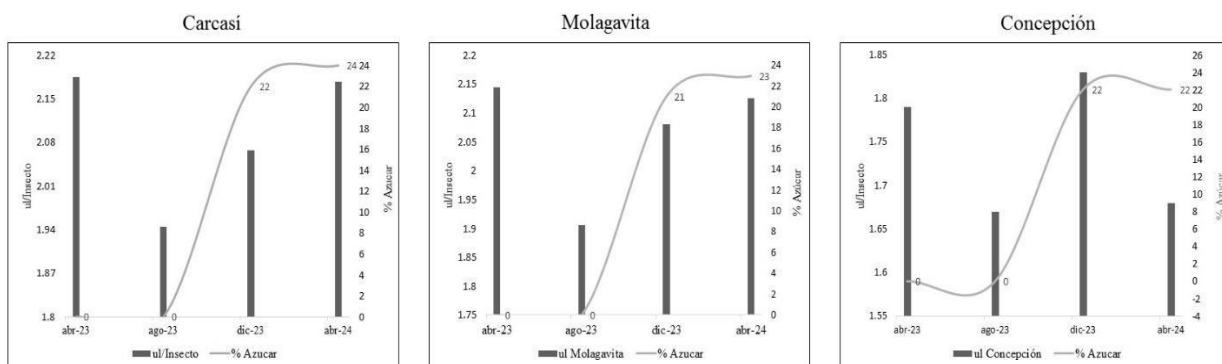
**Figura 16**

*Diagrama de barras y líneas de la relación de volumen de mielato (ul) por insecto y % de azúcar en la temporada de estudio en los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita.*



**Figura 17**

*Diagrama de barras y líneas de la relación de volumen de mielato (ul) por insecto y % de azúcar en cada zona de estudio*



**4.3.1 Parámetros meteorológicos relacionados al potencial productivo del mielato**

A partir de los datos arrojados por las estaciones meteorológicas de cada sitio de muestreo, se correlacionaron con el potencial productivo de mielato de roble, dando como resultado correlaciones negativas (Tabla 17, 18 y 19).

**Tabla 17**

*Coefficiente de correlación parámetros meteorológicos y parámetros del potencial productivo del mielato en el municipio de Carcasí.*

	<i>Tiempo</i>	<i>Velocidad viento</i>	<i>presión</i>	<i>Rain</i>	<i>Hum</i>	<i>Densidad poblacional</i>	<i>% Fumagina</i>	<i>Disponibilidad inmediata</i>	<i>Potencial productivo</i>
Tiempo	1								
Velocidad viento	- 0,14	1,00							
presión	- 0,22	0,02	1,00						
Rain	- 0,23	0,23	0,05	1,00					
Hume	- 0,92	0,05	0,24	0,03	1,00				
Densidad poblacional	0,07	0,01	0,22	0,10	0,04	1,00			
% Fumagina	- 0,02	0,02	0,07	0,05	0,05	-0,13	1,00		
Disponibilidad inmediata	0,09	-0,04	0,10	0,09	0,03	-0,07	-0,04	1,00	
Potencial productivo	0,02	-0,16	-0,06	0,17	0,04	-0,08	0,16	-0,04	1,00

**Nota:** La correlación entre los datos meteorológicos y los parámetros productivos del mielato de roble, se presentaron entre humedad y temperatura

**Tabla 18**

*Coefficiente de correlación parámetros meteorológicos y parámetros del potencial productivo del mielato en el municipio de Molagavita.*

	<i>Tiempo</i>	<i>Velocidad viento</i>	<i>Presión</i>	<i>Rain</i>	<i>Hum</i>	<i>Densidad poblacional</i>	<i>% Fumagina</i>	<i>Disponibilidad inmediata</i>	<i>Potencial productivo</i>
Tempo	1								
Velocidad viento	0,11	1,00							
Presión	-0,21	-0,05	1,00						
Rain	-0,26	0,21	0,04	1,00					
Hum	-0,08	-0,19	0,18	0,03	1,00				
Densidad poblacional	0,09	-0,15	-0,04	0,09	0,03	1,00			
% Fumagina	-0,02	-0,24	-0,11	0,07	0,01	0,02	1,00		
Disponibilidad inmediata	0,01	0,00	0,12	0,09	0,03	0,06	0,09	1,00	
Potencial productivo	0,26	-0,12	-0,05	0,18	0,15	-0,09	0,07	0,01	1,00

**Nota:** No se presenta correlaciones significativas entre los datos meteorológicos y los parámetros productivos del mielato de roble

**Tabla 19**

*Coefficiente de correlación parámetros meteorológicos y parámetros del potencial productivo del mielato en el municipio de Molagavita*

	<i>Tiempo</i>	<i>Velocidad viento</i>	<i>Presión</i>	<i>Rain</i>	<i>Hum</i>	<i>Densidad poblacional</i>	<i>% Fumagina</i>	<i>Disponibilidad inmediata</i>	<i>Potencial productivo</i>
Tiempo	1								
Velocidad viento	0,07	1,00							
Presión	0,02	0,02	1,00						
Rain	-0,25	0,26	0,06	1,00					
Hum	0,15	-0,25	0,04	0,07	1,00				
Densidad poblacional	-0,07	0,07	0,20	0,12	0,04	1,00			
% Fumagina	0,02	0,01	-0,10	0,07	0,14	-0,05	1,00		
Disponibilidad inmediata	-0,01	0,03	0,05	0,03	0,20	0,28	0,38	1,00	

Potencial productivo	0,07	-0,14	0,02	0,01	0,37	-0,31	0,30	0,35	1,00
----------------------	------	-------	------	------	------	-------	------	------	------

**Nota:** No se presenta correlaciones significativas entre los datos meteorológicos y los parámetros

productivos del mielato de roble

#### 4.4 Análisis microbiológicos y de calidad mieles multiflorales y mieles de mielato de roble

En los análisis microbiológicos de calidad de miel en Colombia, se examinan parámetros para evaluar la seguridad y la pureza del producto. Esto incluye la detección de microorganismos patógenos, como bacterias coliformes, levaduras y mohos. Además, se verifica la ausencia de contaminantes biológicos y químicos, como antibióticos, metales pesados y residuos de pesticidas, que puedan comprometer la calidad y la inocuidad de la miel. Estos análisis son fundamentales para garantizar que la miel cumpla con los estándares de calidad establecidos por las autoridades sanitarias y alimentarias, así proteger la salud de los consumidores (Ballesteros et al., 2019).

#### Tabla 15.

*Análisis de calidad de mieles cercanas a los sitios de estudio*

Miel/parámetro	Humedad "%"	Ceniza "%"	Acidez libre "meq/kg"	Solidos insolubles en agua "%"	Azucares totales "%"	HMF "mg/kg"
Miel multifloral Molagavita	17	0,31	53,44	0,01	80,93	<1
Miel multifloral Concepción	17,8	0,37	19,42	0,01	73,9	<1
Miel de mielato Molagavita	15	0,91	44,03	0,03	66,65	7,03
Miel de mielato Concepción	14,8	0,68	22,21	0,02	72,1	<1
Miel de mielato Carcasí	17,8	0,6	31,3	0,29	71,67	<1

**Nota:** HMF, Hidroximetilfurfural.

No se presentan diferencias significativas entre tipos de mieles y procedencia, Además, el mayor porcentaje de azúcar total fue la miel multifloral de Molagavita. Sin embargo, se destacó el mayor registro de minerales en las mieles de mielato.

**Tabla 16.**

*Análisis microbiológico de mieles cercanas a los sitios de estudio*

Miel/parámetro	Bacterias anaerobias sulfito reductoras	Unidad	Mohos y levaduras	Unidad
Miel multifloral Molagavita	<10	UFC/g	<10	UFC/g
Miel multifloral Concepción	<10	UFC/g	<10	UFC/g
Miel de mielato Molagavita	<10	UFC/g	<10	UFC/g
Miel de mielato Concepción	<10	UFC/g	<10	UFC/g
Miel de mielato Carcasí	<10	UFC/g	<10	UFC/g

**Nota:** UFC/g, Unidades formadoras de colonia por gramo.

Las mieles multiflorales y de mielato de roble encontradas en los sitios presentaron resultados favorables para satisfacer los estándares de mieles de excelente calidad, fresca y afectaciones a la salud pública (Ballesteros et al., 2019).

## 5. Discusión

La mayor densidad de árboles y riqueza se encontró en el bosque de Concepción, caracterizado por una mayor regeneración y número de individuos, es el sitio de estudio con alta cantidad latizales; entonces se sugiere que la baja población de *Stigmacoccus asper* y fumagina

está relacionada con este hecho. En Brasil, la especie *Mimosa scabrella* presenta infestación por el insecto productor de miel de rocío *Stigmacoccus paranaensis*, se encontró que la especie forestal infestada de 20 años tiene una tasa de supervivencia del 25%, por lo que se reconoce una reducción de la densidad de esta especie debido al hemíptero.

La densidad e infestación por insectos escama productores de mielato son factores cruciales en la dinámica de los bosques dominados por *Quercus humboldtii*. Los resultados obtenidos en este estudio revelan variaciones significativas en la densidad de árboles de roble entre los diferentes sitios de estudio, lo que sugiere una influencia tanto de factores ambientales como de la intervención humana (Segura et al., 2020).

La distribución espacial del insecto cuasi depende de la iluminación solar en horas de la tarde. Lo anterior, observando los conteos entre los años 2023 y 2024, los individuos presentan tendencia al este y oeste beneficiándose de la luz solar ya sea en horas de la mañana o en la tarde. Sin embargo, no se establece un patrón de distribución exacto debido a que, según el presente estudio, cada bosque presenta comportamientos propios de los insectos, por lo que probablemente existan otros factores que influyan. Según estudios realizados por Chamorro et al., 2013, confirma lo anteriormente descrito, en donde se encontró altos niveles de infestación al borde del bosque y árboles aislados por lo que lo relaciona su propagación directamente con los aumentos de temperatura por la luz solar.

La infestación de fumagina en árboles de *Quercus humboldtii* se relaciona estrechamente con la presencia de insectos escama productores de mielato, siendo más prevalente en las parcelas de borde del bosque (Taylor et al., 2011; Wardle et al., 2009). Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que han demostrado una mayor incidencia de fumagina en áreas con una

mayor infestación de insectos escama (Seraglio et al., 2019). La relación entre la presencia de fumagina y la regeneración del bosque también sugiere posibles efectos negativos en la salud y el crecimiento de los árboles hospederos, lo que subraya la importancia de abordar la infestación de insectos escama como parte de las estrategias de manejo forestal (Shaaban et al., 2020).

En la densidad poblacional de *Stigmacoccus asper*, se observa una variabilidad significativa entre las parcelas de borde e interior del bosque, así como entre los sitios de estudio (Martins-Mansani et al., 2021; Wolf, et al., 2015). La alta densidad de insectos en las parcelas de borde puede atribuirse a la influencia de factores ambientales como la temperatura, la humedad y la luz, que afectan la distribución y actividad de los insectos escama (Zhou et al., 2012). Estos resultados resaltan la importancia de considerar la heterogeneidad espacial en la densidad de insectos al diseñar estrategias de monitoreo y manejo de colmenas para la producción de miel de mielato.

Los análisis de correlación entre los parámetros meteorológicos y los parámetros del potencial productivo del mielato, revelan que no existen correlaciones significativas para el estudio en ninguno de los tres municipios analizados. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que sugieren que otros factores, como la disponibilidad de recursos alimenticios y las interacciones biológicas, podrían ser determinantes en la producción de mielato (Martins-Mansani et al., 2021).

Por último, los análisis microbiológicos y de calidad de la miel multifloral y de mielato de roble revelan resultados alentadores en términos de cumplimiento con los estándares de calidad y frescura (Ballesteros et al., 2019). Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tipos de miel en cuanto a su calidad microbiológica, se observó una mayor concentración de

minerales en la miel de mielato de roble, lo que sugiere diferencias en su composición química (Seijo & Escuredo, 2019). Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la valorización y comercialización de la miel de mielato roble como producto forestal no maderable.

En el año 2014, la miel de García Rovira recibió galardón por ser “la mejor miel del país”, esta decisión se basó en el contenido de minerales, como potasio y calcio lo que representa mieles y mielato de roble de alta calidad, el paso siguiente es “La denominación de origen” por medio de un sello verde para llevar la marca santandereana a Colombia y el mundo (Chicamocha news, 2014). Esta información se respalda, según los análisis de miel y mielato de roble realizados demuestran que continúa presentando estándares de alta calidad, por lo que la región se impone como potencial productivo de mielato, por lo que es importante impulsar la cadena productiva apícola, fortalecer las asociaciones apiculturas y fomentar la investigación, el consumo y distribución de miel de mielato de roble como producto forestal no maderable.

## 6. Conclusiones

Los resultados de este estudio proporcionan información valiosa sobre la interacción entre los árboles de *Quercus humboldtii*, los insectos escama productores de mielato y la calidad de la miel en bosques alto andinos. Sin embargo, se requiere una mayor investigación para comprender completamente los mecanismos subyacentes y las implicaciones de estas interacciones para la conservación y el manejo sostenible de los bosques de roble.

La variabilidad significativa en la incidencia de *S. asper* en los árboles de *Q. humboldtii* entre los diferentes sitios de estudio se atribuye a factores como la composición de la población de insectos, la disponibilidad de recursos alimenticios y las condiciones de tiempo atmosféricos locales. La densidad poblacional de *Stigmacoccus asper* varía según la ubicación dentro del bosque y la temporada del año.

Así mismo, se encontró una relación importante entre la densidad de árboles de *Quercus humboldtii* y la presencia de insectos escama, lo que sugiere una dependencia mutua entre estos organismos y su hábitat.

Existe una variabilidad considerable en el potencial de producción de mielato entre la misma especie y sitios de estudio. El bosque con mayor potencial productivo es el bosque de Carcasí con una producción diaria por hectárea de mielato de 3 L, seguido de Molagavita con 0,9 L y Concepción con 0,45 L de mielato por hectárea día. Además, no hay relación estrecha con volumen y/o porcentaje de azúcar y la calidad de la miel.

Por otro lado, se confirmó la presencia de fumagina en los árboles de *Quercus humboldtii*, especialmente en aquellos con una mayor infestación de insectos escama productores de mielato. se determinó que la densidad poblacional de *Stigmacoccus asper* varía según la ubicación dentro del bosque y la temporada del año.

Finalmente, se evaluaron aspectos relacionados con la producción instantánea y potencial de mielato de roble, así como análisis microbiológicos y de calidad de las mieles, concluyendo que no hay relación estrecha con volumen y/o porcentaje de azúcar y la calidad de la miel.

En conclusión, este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones sobre la dinámica de los ecosistemas forestales andinos y destaca la importancia de conservar y gestionar adecuadamente los bosques de *Quercus humboldtii* para conservar los servicios ecosistémicos que proporcionan y el potencial de los productos forestales no maderables. Es un paso importante para promover el aprovechamiento forestal no maderable de *Q. humboldtii*, la miel de mielato de roble se consolida como potencial productivo para la provincia de García Rovira, beneficiando comunidades aledañas al bosque

## 6. Recomendaciones

Se sugiere el estudio dendrocronológico para *Quercus humboldtii*, para determinar si el insecto afecta el desarrollo del árbol, como también la investigación en factores del desarrollo fisiológico propios del árbol que puedan facilitar la propagación del insecto y fumagina, debido a que no se encontró relación directa de contagio con clases diamétricas, y al pasar un año no hubo nuevos individuos infestados significantes.

Realizar estudios para 4 - 8 años para comprender las dinámicas temporales de la producción de mielato y su relación con actividades climáticas y aspectos fenológicos.

Analizar la composición química del mielato producido por diferentes especies de insectos escama y su influencia en la calidad de la miel y la salud de las colonias de abejas melíferas y examinar la relación entre la producción de mielato de roble y la biodiversidad de otros organismos en los ecosistemas forestales, como aves, mamíferos y hongos.

Mapear y monitorear la distribución y abundancia de los insectos escama y la producción de mielato a diferentes escalas, mediante las tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica,

Analizar los individuos infestados en diferentes periodos de tiempo y estudiar a fondo las interacciones interespecíficas (insecto - especie arbórea - hongo).

Analizar el potencial productivo de mielato en diferentes años meses, días y horas. Con estos datos calcular la capacidad de carga para la implementación de colmenas.

### Referencias Bibliográficas

- Acciona. (2020). ¿Qué es el Desarrollo Sostenible y los Objetivos Globales?  
[https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?\\_adin=01833301559](https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?_adin=01833301559)
- Apimondia. (2016). Las buenas prácticas en apicultura. *The Food And Agriculture Organization Of The United Nations FAO TECA*.
- Aravintharaj, R., Asokan, R., & Roy, T. K. (2020). First report on honeydew excretion by the melon thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) and its biochemical analysis. *Journal of Horticultural Sciences*, 15(2), 229–232.  
<https://doi.org/10.24154/jhs.v15i2.954>
- Avella, A. & Rangel, J. O. (2014). *OAK FORESTS TYPES OF Quercus humboldtii* In the Guantiva-La Rusia-Iguaque Corridor (Santander- Boyacá, Colombia) Colombia forestal, 17(1), 100-116.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392014000100006&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392014000100006&lng=en&tlng=en)
- Ayala, L. R. M. P., & Martínez-Puc, J. F. (2017) Antecedentes e historia de la apicultura. Lic. Gerardo Montero Pérez, 8.
- Ballesteros, E. P., Riveros, A. C., & Acuña, F. R. T. (2019). Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 16(83). <https://doi.org/10.11144/javeriana.cdr16-83.dfcm>
- Bergamo, G., Seraglio, S., Gonzaga, L., Fett, R., De Mello, R., Dias, C., y Costa, A. (2019). Differentiation of honeydew honeys and blossom honeys a new model based on colour parameters. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (5), 2771–2777.  
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-03737-2>

- Blanchard, S., Verheggen, F., Van De Vreken, I., Richel, A., & Detrain, C. (2022). Combined elevation of temperature and CO<sub>2</sub> impacts the production and sugar composition of aphid honeydew. *Journal of Chemical Ecology*, 48(9–10), 772–781. <https://doi.org/10.1007/s10886-022-01385-z>
- Bogo, A. (2003). New group of oligosaccharides excreted in honeydew from scale insects *Stigmacoccus* sp. And *coccus hesperidium* L. *Ciencia Rural*, 33(4), 593–599. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782003000400001>
- Brailovsky, H., & Meléndez, V. (2022, August 3). Revisión del género *sphictyrtus stål* (*hemíptera-heteróptera-coreidae-coreinae-coreini*). <https://anales.ib.unam.mx/index.php?journal=SerZool&page=article&op=view&path%5B%5D=2159>
- Branco, M., Franco, JC y Mendel, Z. (2023). Plagas forestales chupadoras de savia. En *Entomología y patología forestal: Volumen 1: Entomología* (págs. 417-456). Cham: Editorial Internacional Springer.
- Caballero, A., Ramos-Portilla, A. A., Suárez-González, D., Cardona, F. J. S., Gil, Z. N., & Benavides, P. (2019). Los insectos escama (Hemíptera: coccomorpha) de raíces de café (*Coffea arabica* l.) en Colombia, con registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en asociación. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num1\\_art:1250](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:1250)
- Calvo-Agudo, M., Tooker, J. F., Dicke, M., & Tena, A. (2021). Insecticide- contaminated honeydew: Risks for beneficial insects. *Biological Reviews*, 97(2), 664-678. <https://doi.org/10.1111/brv.12817>

- Chamorro, Fermín J., Nates-Parra, Guiomar, & Kondo, Takumasa. (2013). Mielato de *Stigmacoccus asper* (Hemíptera: Stigmacoccidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 61-70. Retrieved October 02, 2023, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882013000100012&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882013000100012&lng=en&tlng=es).
- Chessum, K., Chen, T., Hamid, N., & Kam, R. (2022). A comprehensive chemical analysis of New Zealand honeydew honey. *Food Research International*, 157, 111436. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111436>
- Chicamocha News. (2014). “La mejor miel de abejas del país se produce en García Rovira”: Universidad Nacional. <https://www.chicamochanews.net/2014/07/la-mejor-miel-de-abejas-del-pais-se.html>
- Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 65. Julio 7 de 1991 (Colombia).
- Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 80. Julio 7 de 1991 (Colombia).
- Equipos y Laboratorio de Colombia. (s. f.). *QUE SON LOS GRADOS BRIX*. Equipos y Laboratorio de Colombia. <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-son-los-grados-brix>
- FEDEGAN. (2023, 13 enero). En 2022 Colombia produjo 7 000 toneladas de miel de abeja y el sector generó 10 000 empleos. Federación Colombiana de Ganaderos. Recuperado 27 de febrero de 2024, de <https://www.fedegan.org.co/noticias/en-2022-colombia-produjo-7-000-toneladas-de-miel-de-abeja-y-el-sector-genero-10-000-empleos>

- Fischer, M. K., Völkl, W., Schopf, R., & Hoffmann, K. H. (2002). Age-specific patterns in honeydew production and honeydew composition in the aphid *Metopeurum fuscoviride*: implications for ant-attendance. *Journal of Insect Physiology*, 48(3), 319–326. [https://doi.org/10.1016/s0022-1910\(01\)00179-2](https://doi.org/10.1016/s0022-1910(01)00179-2)
- Gamboa Abril, M. V. (2014). *Estudio e identificación de características de composición y bioactividad propias de miel de mielato de Apis mellifera* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Gamboa-abril, V., Consuelo, D. M., & Figueroa-Ramírez, j. (2012). Tipificación de mieles de mielato de roble (*Quercus humboldtii*) de Boyacá y Santander. *Vitae*, 19(1), S382-S384.
- Gamper, H. A., Koptur, S., García-Franco, J. L., & Stapper, A. P. (2011). Alteration of Forest Structure Modifies the Distribution of Scale Insect, *Stigmatococcus garmilleri*, in Mexican Tropical Montane Cloud Forests. *Journal of Insect Science*, 11(124), 1–14. <https://doi.org/10.1673/031.011.12401>
- Gardner-Gee, R., & Beggs, J. (2009). Distribution and abundance of endemic coelostomidiid scale insects (Hemiptera: Coelostomidiidae) in. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/236587690\\_Distribution\\_and\\_abundance\\_of\\_endemic\\_coelostomidiid\\_scale\\_insects\\_Hemiptera\\_Coelostomidiidae\\_in\\_Auckland\\_forests\\_New\\_Zealand](https://www.researchgate.net/publication/236587690_Distribution_and_abundance_of_endemic_coelostomidiid_scale_insects_Hemiptera_Coelostomidiidae_in_Auckland_forests_New_Zealand)
- Golan, K., & Najda, A. (2011). Differences in the sugar composition of the honeydew of polyphagous brown soft scale *Coccus hesperidum* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea) feeding on various host plants. *European Journal of Entomology*, 108(4), 705–709. <https://doi.org/10.14411/eje.2011.090>

- Guzmán-Novoa, E., Adriana, C. B., G, E. M. L., & Guadalupe, G. N. (2011). *Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922011000200005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922011000200005)
- Hodgson, C., Gamper, H. A., Bogo, A., & Watson, G. W. (2007). A taxonomic review of the margarodoid genus *Stigmacoccus* hempel (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Stigmacoccidae), with some details on their biology. *Zootaxa*, 1507(1), 1-55. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1507.1.1>
- Instituto Alexander von Humboldt. (2016). *Especies de robles en Colombia, BIODIVERSIDAD*. Cap 1, p 105.
- Leroy, P., Wathelet, B., Sabri, A., Francis, F., Verheggen, F., Capella, Q., Thonart, P., & Haubruge, É. (2011). Aphid-host plant interactions: does aphid honeydew exactly reflect the host plant amino acid composition? *Arthropod-Plant Interactions*, 5(3), 193–199. <https://doi.org/10.1007/s11829-011-9128-5>
- Ley 2193 de 2022. Por medio de la cual se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras disposiciones. Enero 06 de 2022.
- Martins-Mansani, M., Faita, M. R., Orth, A. I., & Nodari, R. O. (2021). Production of honeydew by scale insects associated with *Bracatinga* (*Mimosa scabrella* benth) in Serra Catarinense, southern Brazil. *Revista Brasileira De Entomologia*, 65(1). <https://doi.org/10.1590/1806-9665-rbent-2020-0072>
- MINAGRICULTURA. (2020, octubre). *Cadena de las Abejas y la Apicultura*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado 27 de febrero de 2024, de

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2016-10-30%20Cifras%20sectoriales.pdf>

- Moir, M. L., Renton, M., Hoffmann, B. D., Leng, M., & Lach, L. (2018). Development and testing of a standardized method to estimate honeydew production. *PLOS ONE*, *13*(8), e0201845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201845>
- Moncada-Rasmussen, D. (2010). Análisis espacio-temporal del cambio en los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y su relación con la alfarería en Aguabuena (Ráquira–Boyacá). *Colombia Forestal*, *13*(2), 275-298.
- Morales, M. G., Denno, B. D., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y., & Hardy, N. B. (2016). ScaleNet: a literature-based model of scale insect Biology and Systematics. Database. <https://doi.org/10.1093/database/bav118>
- Mordor intelligence. (2023). Tamaño del mercado de miel y análisis de acciones tendencias y pronósticos de crecimiento (2023 - 2028). Mordor Intelligence Industry Reports. Recuperado 27 de febrero de 2024, de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/natural-honey-market>
- Nogueira, E., Juri, P., Santos, E., & Invernizzi, C. (2021). Honeydew honey production in honey bees colonies affected by the River disease in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, *25*(1). <https://doi.org/10.31285/agro.25.410>
- Olga Cecilia Guerrero Rodríguez. (2017). El roble en Colombia está en una carrera contra el tiempo y las motosierras. MONGABAY. <https://es.mongabay.com/2017/09/roble-en-colombia/>
- Pérez Cardo, E. (2019). Estudio de la tasa de transferencia de oxígeno de la madera de *Quercus humboldtii* para uso enológico.




- Pita-Calvo, C., & Vázquez, M. (2018). Honeydew Honeys: A review on the characterization and authentication of botanical and geographical origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(11), 2523–2537. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05807>
- Poveda, Y., Becerra, L., Acevedo, J., & Suescún, D. (2023). *Diversidad de aves dentro y fuera de un robledal y un bosque seco, Santander Colombia*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Diversidad-de-aves-dentro-y-fuera-de-un-robledal-y-Poveda-Becerra/219e746606279afb7e1cac9b729f59eff763b2ab>
- Quicazán, M. C., Cuenca, M. M., & Paz, A. B. (2019). *Producción de hidromiel en el contexto de la apicultura en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel, O. (2018). *Colombia Diversidad Biótica XV: Los bosques de robles (Fagaceae) en Colombia. Composición florística, estructura, diversidad y conservación*. Universidad Nacional de Colombia.
- Resolución 96 de 2006 [Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial]. Por medio de la cual modifica las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA, en relación con la veda sobre la especie madera roble (*Quercus humboldtii*).
- Sabri, A., Vandermoten, S., Leroy, P., Haubruge, É., Hance, T., Thonart, P., De Pauw, E., & Francis, F. (2013). Proteomic investigation of aphid honeydew reveals an unexpected diversity of proteins. *PLOS ONE*, 8(9), e74656. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074656>

- Salaman, P. (2022, January 13). *Protecting the Colombian Oak (Quercus humboldtii)*. Fundación ProAves - Por La Conservación En El País De Las Aves. <https://proaves.org/en/protecting-the-colombian-oak-quercus-humboldtii/>
- Schell, K. R., Fernandes, K. E., Shanahan, E. R., Wilson, I., Blair, S. E., Carter, D., & Cokcetin, N. N. (2022). The potential of honey as a prebiotic food to re-engineer the gut microbiome toward a healthy state. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957932>
- Segura, M., Andrade, H. J., & Ramírez, É. S. (2020). Diversidad florística y captura de carbono en robledales y pasturas con árboles en Santa Isabel, Tolima, Colombia. *Revista De Biología Tropical*, 68(2). <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i2.37579>
- Seijo, M. C., & Escuredo, O. (2019). Physicochemical Properties and Pollen Profile of Oak Honeydew and Evergreen Oak Honeydew Honeys from Spain: A Comparative Study. *Foods*, 8(4), 126. <https://doi.org/10.3390/foods8040126>
- Shaaban, B., Seeburger, V., Schroeder, A., & Lohaus, G. (2020). Sugar, amino acid and inorganic ion profiling of the honeydew from different hemipteran species feeding on *Abies alba* and *Picea abies*. *PLOS ONE*, 15(1), e0228171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228171>
- Taylor, S. H., Parker, W. E., & Douglas, A. E. (2011). Patterns in aphid honeydew production parallel diurnal shifts in phloem sap composition. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 142(2), 121–129. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2011.01206.x>

- Terrab, A., Berjano, R., Sánchez, J. G., Pajuelo, A. G., & Díez, M. J. (2018). Palynological and geographical characterisation of Spanish oak honeydew honeys. *Grana*, 58(1), 63-77. <https://doi.org/10.1080/00173134.2018.1509124>
- Ulloa, J. A., MONDRAGON CORTEZ, P. E. D. R. O., Rodríguez Rodríguez, R., Reséndiz Vázquez, J. A., & Rosas Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *CONACYT*.
- Villanueva Espiritu, H. A., Cornejo Falcón, E., & Elías Fernández, J. C. (2017). Exportación de miel de abeja al mercado alemán-Hamburgo.
- Wardle, D. A., Karl, B. J., Beggs, J. R., Yeates, G. W., Williamson, W. C., & Bonner, K. I. (2009). Determining the impact of scale insect honeydew, and invasive wasps and rodents, on the decomposer subsystem in a New Zealand beech forest. *Biological Invasions*, 12(8), 2619–2638. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9670-6>
- Wolff, V. R. S., Witter, S., & Lisboa, B. B. (2015). Reporte de Stigmatococcus paranaensis Foldi (Hemiptera, Stigmatococcidae), insecto escama asociado con la . . . *ResearchGate*. <https://doi.org/10.3289/0013-8797-111.2.322>
- Zhou, A., Lu, Y., Ling, Z., Xu, Y., & Liang, G. (2012). Effect of Host Plants on Honeydew Production of an Invasive Mealybug, Phenacoccus solenopsis (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Insect Behavior*, 26(2), 191–199. <https://doi.org/10.1007/s10905-012-9351-7>

**Apéndices**

**Apéndice A** *Formato para registro del conteo de filamentos*

Potencial productivo para miel de mielato de <i>Quercus Humboldtii</i> relacionado a la distribución de <i>Stigmatococcus asper</i> y fumagina en bosques representativos de los municipios de Carcasí, Concepción y Molagavita.							
<b>FILAMENTOS POR AREA</b>					  		
Responsables:			Fecha:				
Municipio:		Altitud:		Coordenadas:			
Parcela	INDI	Especie	Nº de filamentos por área				
			1m	1,5m	2m	2,5m	
			N				
			E				
			S				
			W				
			N				
			E				
			S				
			W				
			N				
			E				
			S				
			W				
			N				
			E				
			S				
			W				
			N				
			E				
			S				
			W				

**Apéndice B** *Modelo para etiquetado de muestras*

<p align="center"><b>Muestra 1. MIELATO DE ROBLE</b></p> <p><b>Municipio:</b> Concepción, Santander</p> <p><b>Vereda:</b> Jurado</p> <p><b>Cantidad:</b> 250g</p> <hr/> <hr/>	<p align="center"><b>Muestra 2. MIELATO DE ROBLE</b></p> <p><b>Municipio:</b> Concepción, Santander</p> <p><b>Vereda:</b> Jurado</p> <p><b>Cantidad:</b> 250g</p> <hr/> <hr/>
<p align="center"><b>Muestra 1. MIELATO DE ROBLE</b></p> <p><b>Municipio:</b> Molagavita, Santander</p> <p><b>Vereda:</b></p> <p><b>Cantidad:</b> 250g</p> <hr/> <hr/>	<p align="center"><b>Muestra 2. MIELATO DE ROBLE</b></p> <p><b>Municipio:</b> Molagavita, Santander</p> <p><b>Vereda:</b></p> <p><b>Cantidad:</b> 250g</p> <hr/> <hr/>
<p align="center"><b>Muestra 1. MIELATO DE ROBLE</b></p> <p><b>Municipio:</b> Carcasí, Santander</p> <p><b>Vereda:</b> Ropejo, sector colmillo</p>	<p align="center"><b>Muestra 2. MIELATO DE ROBLE</b></p> <p><b>Municipio:</b> Carcasí, Santander</p> <p><b>Vereda:</b> Ropejo, sector colmillo</p>





**Apéndice F** Resultados análisis mielato de roble municipio Concepción

	<b>LABORATORIO DE ALIMENTOS CICTA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FOITIE.01</b> Versión: 12
		<b>INF 2265-23</b>	

**INFORME DE ENSAYO**

<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	2023-10-06	<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>	<b>M 2265-23</b>
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	2023-09-18	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2023-09-20 a 2023-10-03
<b>PLAN DE MUESTREO:</b>	No aplica	<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	Laboratorio de Alimentos CICTA

**INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE**

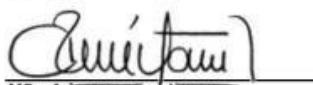
<b>NOMBRE/EMPRESA:</b>	Universidad Industrial de Santander – Sede Regional Málaga	<b>TELÉFONO:</b>	321 295 2699
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle 20 N.º 6-20 – Málaga, Santander		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	Mielato de roble municipio Concepción, Santander vereda Jurado		

**TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS DE M 2265-23**

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS /Normatividad
Humedad	g/100 g muestra (%)	14,80	Refractométrico AOAC 969.38B
Ceniza	g/100 g muestra (%)	0,68	Gravimétrico GOMECH.01 V09 2019-04-01
Acidez libre	meq/kg muestra	22,91	Volumétrico AOAC 962.19
Sólidos insolubles en agua	%	0,02	Gravimétrico MAFF Validated Method V22
Azúcares totales	g/100 g muestra (%)	72,10	Volumétrico - Lane-Eynon AOAC 920.183
HMF (Hidroximetilfurfural)	mg/kg muestra	<1,0	Espectrofotometría UV-Vis AOAC 980.23

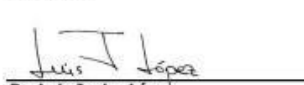
Límite de cuantificación HMF = 1,0 mg/kg.

**REVISÓ**



**MSc. Arley R. Villanizar J.**  
Químico PQ-2839  
Coordinador técnico y calidad

**AUTORIZÓ**




**Dr. Luis Javier López**  
PhD. Qca. Bioquímica y Ciencia de Alimentos  
Director

**NOTA:** a) Este informe de resultados corresponde únicamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio. b) Sin la aprobación del laboratorio, no se puede reproducir este informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. c) El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

**FIN DEL INFORME**

Apéndice G Análisis de mielato de roble municipio Molagavita

	<b>LABORATORIO DE ALIMENTOS CICTA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FOITIE.01</b> Versión: 12
		<b>INF 2266-23</b>	

**INFORME DE ENSAYO**

<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	2023-10-06	<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>	<b>M 2266-23</b>
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	2023-09-18	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2023-09-20 a 2023-10-03
<b>PLAN DE MUESTREO:</b>	No aplica	<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	Laboratorio de Alimentos CICTA

**INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE**

<b>NOMBRE/EMPRESA:</b>	Universidad Industrial de Santander – Sede Regional Málaga	<b>TELÉFONO:</b>	321 295 2699
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle 20 N.º 6-20 – Málaga, Santander		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	Mielato de roble municipio Molagavita, Santander		

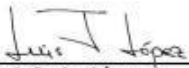
**TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS DE M 2266-23**

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS / Normatividad
Humedad	g/100 g muestra (%)	15,00	Refractométrico AOAC 969.38B
Ceniza	g/100 g muestra (%)	0,91	Gravimétrico GOMECH.01 V09 2019-04-01
Acidez libre	meq/kg muestra	44,03	Volumétrico AOAC 962.19
Sólidos insolubles en agua	%	0,03	Gravimétrico MAFF Validated Method V22
Azúcares totales	g/100 g muestra (%)	66,65	Volumétrico - Lane-Eynon AOAC 920.183
HMF (Hidroxiacetilfurfural)	mg/kg muestra	7,03	Espectrofotometría UV-Vis AOAC 980.23

**REVISÓ**

  
**MSc. Arley R. Villamizar J.**  
**Químico PQ-2839**  
 Coordinador técnico y calidad

**AUTORIZÓ**

  
**Dr. Luis Javier López**  
**PhD. Qca. Bioquímica y Ciencia de Alimentos**  
 Director

**NOTA:** a) Este informe de resultados corresponde únicamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio. b) Sin la aprobación del laboratorio, no se puede reproducir este informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. c) El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

**FIN DEL INFORME**

Apéndice H Análisis miel multifloral Concepción

	<b>LABORATORIO DE ALIMENTOS CICTA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FOITIE.01</b>
		<b>INF 2268-23</b>	Versión: 12

**INFORME DE ENSAYO**

<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	2023-10-06	<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>	<b>M 2268-23</b>
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	2023-09-18	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2023-09-20 a 2023-10-04
<b>PLAN DE MUESTREO:</b>	No aplica	<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	Laboratorio de Alimentos CICTA

**INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE**

<b>NOMBRE/EMPRESA:</b>	Universidad Industrial de Santander – Sede Regional Málaga	<b>TELÉFONO:</b>	321 295 2699
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle 20 N.º 6-20 – Málaga, Santander		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	Miel multifloral municipio Concepción vereda Jurado, finca Martín El Abejero		

**TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS DE M 2268-23**

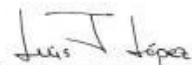
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS / Normatividad
Humedad	g/100 g muestra (%)	17,80	Refractométrico AOAC 969.38B
Ceniza	g/100 g muestra (%)	0,37	Gravimétrico GOMECH.01 V09 2019-04-01
Acidez libre	meq/kg muestra	19,42	Volumétrico AOAC 962.19
Sólidos insolubles en agua	%	0,01	Gravimétrico MAFF Validated Method V22
Azúcares totales	g/100 g muestra (%)	73,99	Volumétrico - Lane-Eynon AOAC 920.183
HMF (Hidroximetilfurfural)	mg/kg muestra	<1,0	Espectrofotometría UV-Vis AOAC 980.23

Límite de cuantificación HMF = 1,0 mg/kg.

**REVISÓ**

  
**MSc. Arley R. Villanizar J.**  
 Químico PQ-2839  
 Coordinador técnico y calidad

**AUTORIZÓ**

  
**Dr. Luis Javier López**  
 Ph.D. Qca. Bioquímica y Ciencia de Alimentos  
 Director

**NOTA:** a) Este informe de resultados corresponde únicamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio. b) Sin la aprobación del laboratorio, no se puede reproducir este informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. c) El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

**FIN DEL INFORME**

Apéndice I Mielato de roble municipio Carcasí

	<b>LABORATORIO DE ALIMENTOS CICTA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FOITIE.01</b>
		<b>INF 2267-23</b>	Versión: 12

**INFORME DE ENSAYO**

<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	2023-10-06	<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>	<b>M 2267-23</b>
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	2023-09-18	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2023-09-20 a 2023-10-04
<b>PLAN DE MUESTREO:</b>	No aplica	<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	Laboratorio de Alimentos CICTA

**INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE**

<b>NOMBRE/EMPRESA:</b>	Universidad Industrial de Santander – Sede Regional Málaga	<b>TELÉFONO:</b>	321 295 2699
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle 20 N.º 6-20 – Málaga, Santander		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	Mielato de roble municipio Carcasí, Santander vereda Rojejo sector Colmillo		

**TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS DE M 2267-23**

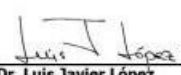
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS / Normatividad
Humedad	g/100 g muestra (%)	17,80	Refractométrico AOAC 969.38B
Ceniza	g/100 g muestra (%)	0,60	Gravimétrico GOMECH.01 V09 2019-04-01
Acidez libre	meq/kg muestra	31,30	Volumétrico AOAC 962.19
Sólidos insolubles en agua	%	0,29	Gravimétrico MAFF Validated Method V22
Azúcares totales	g/100 g muestra (%)	71,67	Volumétrico - Lane-Eynon AOAC 920.183
HMF (Hidroximetilfurfural)	mg/kg muestra	<1,0	Espectrofotometría UV-Vis AOAC 980.23

Límite de cuantificación HMF = 1,0 mg/kg.

**REVISÓ**

  
**MSc. Arley R. Villanizar**  
 Químico PQ-2839  
 Coordinador técnico y calidad

**AUTORIZÓ**

  
**Dr. Luis Javier López**  
 Ph.D. Qca. Bioquímica y Ciencia de Alimentos  
 Director

**NOTA:** a) Este informe de resultados corresponde únicamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio. b) Sin la aprobación del laboratorio, no se puede reproducir este informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. c) El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

**FIN DEL INFORME**

**Apéndice J** *Análisis de mielato de roble municipio de Concepción*

	<b>LABORATORIO DE ALIMENTOS -CICTA-</b>	INFORME DE ENSAYO	<b>FOITIE.04</b> Versión: 01
		INF 2270-23	

**INFORME DE ENSAYO**

<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	2023-10-02	<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>	<b>M 2270-23</b>
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	2023-09-18	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2023-09-18 a 2023-10-02
<b>PLAN DE MUESTREO:</b>	No aplica	<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	Laboratorio INOQUALAB

**INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE**


<b>NOMBRE/EMPRESA:</b>	Universidad Industrial de Santander – Sede Regional Málaga	<b>TELÉFONO:</b>	321 295 2699
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle 20 N.º 6-20 – Málaga, Santander		
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	Mielato de roble municipio Concepción, Santander vereda Jurado		

**TABLA 1.** RESULTADOS REPORTADOS POR EL LABORATORIO INOQUALAB INFORME M-9814-23

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS / Normatividad	ESPECIFICACIÓN Resolución 1407 de 2022 (LMP)
Bacterias anaerobias sulfito reductoras	UFC/g	<10	NTC 4834:2000	m: 10 UFC/g M: 100 UFC/g
Mohos y levaduras	UFC/g	<10 mohos <10 levaduras	ISO 21527-1:2008	m: 10 UFC/g M: 100 UFC/g

UFC: Unidades formadoras de colonias NMP: Numero más probable LMP: Límite máximo permisible  
 m: Índice máximo permisible para identificar un nivel de buena calidad.  
 M: Índice máximo permisible para identificar un nivel aceptable de calidad

**REVISÓ**

  
**Fabian Alcides Castro Ardila**  
 Microbiólogo y bioanalista TP N° 1098766433  
 Analista

**AUTORIZÓ**

  
**MSc. Arley R. Villamizar J.**  
 Químico PQ2839  
 Coordinador técnico y calidad

**NOTA:** a) Este informe de resultados corresponde únicamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio. b) Sin la aprobación del laboratorio, no se puede reproducir este informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. c) El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente.

**FIN DEL INFORME**

**Apéndice K** *Registro fotográfico*







