

Aprovechamiento forestal del roble (*Quercus humboldtii*) en la producción de miel (*Apis mellifera*)

Diego Fernando Feria Rodríguez, Luis Alejandro Toscano Arismendi

Trabajo de Grado para Optar el Título de Zootecnista

Director

Leonardo Avendaño Vásquez

PhD en Acuicultura

Codirector

Ronald Alfonso Montañez Valencia

MSc en Investigación sobre Gestión Forestal Sostenible.

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional de y Educación a Distancia IPRED

Programa de Zootecnia

Bucaramanga

2023

Resumen

Título: Aprovechamiento forestal del roble (*Quercus humboldtii*) en la producción de miel (*Apis mellifera*)*

Autor: Diego Fernando Feria Rodríguez, Luis Alejandro Toscano Arismendi**

Palabras Clave: apicultura, mielato de roble, *Stigmacoccus asper*.

Descripción:

El crecimiento de la población exige la demanda de alimentos inocuos que sean de amplia gamma, alta calidad y atractivos para los consumidores finales, el mielato de roble producido por el hemíptero *Stigmacoccus asper* es un alimento nutracéutico con propiedades biológicamente activas claves para el mantenimiento de la seguridad agroalimentaria y de las colonias de abejas (*Apis mellifera*), así como para la conservación del roble (*Quercus humboldtii*), ofreciendo servicios ecosistemáticos a la poblacional actual y emergente. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el aprovechamiento del mielato de roble producido en la Reserva Natural “La Llanada” del municipio de Concepción (Santander). Se realizaron cuatro parcelas experimentales de 12,5 metros de diámetro cada una, realizando conteo de los individuos totales e infestados en cada unidad experimental, se tomó al azar 3 individuos infestados de fumagina/parcela, realizando el conteo de los filamentos anales, empleando un refractómetro se midió la concentración de azúcares totales y por medio de 15 encuestas realizadas a los apicultores se estimaron las propiedades organolépticas de la miel colectada. Se evaluó los efectos sobre la determinación de variables: nivel de infestación de la fumagina, cantidad de filamentos anales, concentración de azúcares totales y propiedades organolépticas de la sustancia edulcorante obtenida en el robledal. Se observó una correlación inversamente proporcional entre la infestación de la fumagina y la concentración de azúcares totales, la parcela 3 obtuvo el valor más bajo de infestación de fumagina (73,33%) y el valor más alto en concentración de azúcares totales (22,08%) con respecto a las demás parcelas experimentales, el conteo de filamentos anales no presento diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) y la sustancia azucarada por sus propiedades organolépticas correspondía a miel y no a mielato de roble.

*Trabajo de grado

**Instituto de Proyección Regional y a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Director: Leonardo Avendaño Vásquez PhD en Acuicultura. Codirector: Ronald Alfonso Montañez Valencia MSc en Investigación sobre Gestión Forestal Sostenible.

Abstract

Title: Forest use of oak (*Quercus humboldtii*) in the production honey (*Apis mellifera*)*

Author: Diego Fernando Feria Rodríguez, Luis Alejandro Toscano Arismendi**

Key Words: beekeeping, oak honeydew, *Stigmacoccus asper*.

Description:

Population growth requires the demand for safe foods that are of wide range, high quality and attractive to final consumers. Oak honeydew produced by the hemiptera *Stigmacoccus asper* is a nutraceutical food with key biologically active properties for maintaining the agri-food security and bee colonies (*Apis mellifera*), as well as for the conservation of the oak (*Quercus humboldtii*), offering ecosystem services to the current and emerging population. The objective of this study was to evaluate the use of oak honeydew produced in the “La Llanada” Natural Reserve of the municipality of Concepción (Santander). Four experimental plots of 12.5 meters in diameter each were made, counting the total and infested individuals in each experimental unit, 3 individuals infested with sooty mold/plot were taken at random, counting the anal filaments, using a refractometer, the concentration of total sugars was measured and through 15 surveys carried out with beekeepers, the organoleptic properties of the collected honey were estimated. The effects on the determination of variables were evaluated: level of sooty mold infestation, quantity of anal filaments, concentration of total sugars and organoleptic properties of the sweetening substance obtained in the oak grove. An inversely proportional correlation was observed between sooty mold infestation and the concentration of total sugars, plot 3 obtained the lowest value of sooty mold infestation (73.33%) and the highest value in concentration of total sugars (22.08%) with respect to the other experimental plots, the count of anal filaments did not present statistically significant differences ($p < 0.05$) and the sugary substance due to its organoleptic properties corresponded to honey and not oak honeydew.

*Bachelor Thesis

**Instituto de Proyección Regional y a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Director: Leonardo Avendaño Vásquez PhD en Acuicultura. Codirector: Ronald Alfonso Montañez Valencia MSc en Investigación sobre Gestión Forestal Sostenible.

Dedicatoria

Dedicó mi tesis primeramente a **DIOS** por concederme una vez más cumplir este sueño, por darme su bendición, fortaleza y sabiduría en los momentos más difíciles a lo largo de esta trayectoria, no solo por la Universidad, sino hasta el momento de hoy. Por regalarme salud y vida para continuar escalando y afrontando las situaciones que se me presentan.

A mis padres *José David Feria Barrero* y *Herlinda Rodríguez Candil* por estar presentes brindándome su apoyo incondicional, inculcando en mí principios y valores humanos para beneficio personal y profesional.

Igualmente, a mis hermanos *Jhon Edwin Feria Rodríguez*, *José David Feria Rodríguez* y *Alex Hernán Ocampo Rodríguez*, a mi compañera sentimental *Damaris Peña González* por todo el apoyo y el amor brindado durante el transcurso de mi carrera Universitaria .

Además de mis familiares, amigos y compañeros por brindarme confianza y apoyo durante mi formación no solo académica, sino personal.

“ Con aprecio, Diego Fernando Feria Rodríguez ”

Dedicatoria

La presente tesis es dedicada primeramente a **DIOS** y a mi madre ***Belkis Arismendi***, porque ella siempre estuvo ahí a mi lado brindándome su apoyo para hacer de mí una mejor persona.

A **mi hermana** y a **mi abuela** que fueron mi voz de aliento en tiempos desagradables, también a **mi abuelo *Hermes*** que, aunque ya no está presente sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga de la mejor forma.

A las **personas** que de una u otra forma aportaron su granito de arena durante mi etapa Universitaria para lograr mi objetivo que no termina aquí, que seguiré labrando a lo largo de mi vida a nivel personal como profesional.

“Con esfuerzo y perseverancia, Luis Alejandro Toscano Arismendi”

Agradecimientos

A **DIOS** primeramente por darnos la oportunidad de cumplir esta meta, por estar ahí siempre de manera incondicional, en momentos de debilidad y fortaleza.

A la *Universidad Industrial de Santander* nuestra alma máter por las enseñanzas éticas, morales y el conocimiento brindado para nuestra formación profesional.

A nuestro gran amigo el ingeniero forestal *Brayan Roa* por brindarnos su ayuda y conocimientos sobre la elaboración de parcelas.

A nuestro director *Leonardo Avendaño Vásquez*, codirector *Ronald Alfonso Montañez Valencia* y a la ingeniera forestal *Sandra Milena Diaz López* por el gran apoyo, orientaciones y acompañamiento en la ejecución de este proyecto.

Al **cuerpo de docentes** de la Carrera de Zootecnia por los conocimientos compartidos y la adquisición de aprendizaje, en pro de nuestra formación profesional.

A *todas las personas* involucradas en este proyecto por las ayudas brindadas.

A la **Vicerrectoría Académica** por su contribución económica brindada por medio de la convocatoria Gradúa- TIC 2021, la cual fue de gran ayuda para la ejecución de este proyecto de grado y el permitirnos divulgar nuestros conocimientos en el uso de herramientas TIC's en nuestro campo profesional, a los estudiantes y demás personas.

“Con amor, gratitud y Cariño Chano y Toscano”

Tabla de Contenido

Introducción	11
Objetivos.....	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. Marco teórico	14
2.1 Generalidades de la apicultura	14
2.2 Generalidades del roble (<i>Quercus humboldtii</i>).....	14
2.3 Definición de la miel y su composición nutricional	15
2.3.1 Estandarización fisicoquímica de la miel	15
2.3.2 Generalidades de la abeja (<i>Apis mellifera</i>)	16
2.3.3 Proceso productivo para la elaboración de miel	16
2.4 Generalidades del insecto <i>Stigmacoccus asper</i>	17
2.5 Definición del mielato.....	17
2.5.1 Propiedades fisicoquímicas del mielato.....	18
2.5.2 Componentes del mielato y propiedades funcionales	19
3. Metodología	20
3.1 Localización.....	20
3.2 Materiales y métodos	21
3.2.1 Infestación de fumagina (%).....	21
3.2.2 Conteo de filamentos anales (unidad).....	22
3.2.3 Concentración de azúcares totales (%)	22

3.2.4 Propiedades organolépticas (%).....	23
4. Resultados.....	23
5. Discusión.....	26
6. Conclusiones.....	28
7. Recomendaciones.....	28
Referencias bibliográficas.....	30

Lista de Tablas

Tabla 1.	18
<i>Parámetros fisicoquímicos medidos en diferentes mieles de melaza de Quercus españolas</i>	18
Tabla 2.	19
<i>Contenido de minerales del mielato de roble (Quercus humboldtii) presentes en los departamentos de Boyacá y Santander</i>	19
Tabla 3.	21
<i>Coordenadas geográficas de las unidades experimentales</i>	21
Tabla 4.	22
<i>Determinación del porcentaje de infestación</i>	22

Lista de Figuras

Figura 1...... 21
Localización y distribución del roble (Quercus humboldtii) en la Reserva Natural La Llanada, municipio de Concepción (Santander) elaborado en QGIS. 21

Figura 2...... 23
Infestación de fumagina presente en el robledal de la Reserva Natural “La Llanada” 23

Figura 3...... 24
Azúcares totales presentes en el robledal de la Reserva Natural “La Llanada) 24

Figura 4...... 25
Conteo de los filamentos anales del himenóptero Stigmatococcus asper a alturas de 1, 1,5 y 2 metros 25

Figura 5...... 25
Propiedades Organolépticas de las mieles recolectadas en la Reserva Natural “La Llanada”... 25

Introducción

En la actualidad, el mercado global exige producciones que ofrezcan servicios ecosistémicos, la apicultura participa en el desarrollo sostenible al ser una actividad potencial de valor agregado para las comunidades locales y/o zonas rurales (Bareke *et al.*, 2018., Gratzner *et al.*, 2021), la generación de productos tales como: miel, polen, cera de abeja, propóleo y jalea real, juegan un rol de suma importancia porque contienen productos bioactivos (fenoles, flavonoides, aminoácidos, minerales, azúcares, enzimas, carotenoides y ácidos orgánicos) que en conjunto mejoran la calidad de vida de los consumidores dada las propiedades antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas y prebióticas (Durazzo *et al.*, 2021; Fikadu, 2019., Gerginova *et al.*, 2020., Reilly *et al.*, 2020).

En términos de apicultura, la miel es un líquido viscoso dulce sintetizado por las abejas europeas (*Apis mellifera*) a través de la polinización de plantas nectaríferas (Machado *et al.*, 2020), sin embargo, existe otra tipificación de mieles como: la mielada y el mielato, cuya procedencia no es de origen floral (Recklies *et al.*, 2021). El mielato de roble es un recurso alimenticio latentemente novedoso, al proceder de una especie forestal no maderable, vulnerable, vedada que genera bienes y productos (ambientales, sociales y económicos), además de ser una alternativa poco convencional, resultante de la excreción de azúcar de insectos fitófagos (*Stigmacoccus*) (Martins *et al.*, 2021; Ng *et al.*, 2020).

Para la producción de mielato los apicultores son los encargados de colocar las colmenas en lugares estratégicos del bosque con abundante densidad poblacional de hemípteros (*Stigmacoccus asper*) al alimentarse de la savia del floema de roble (*Quercus humboldtii*)

establecen una interacción ecosistemática con las abejas melíferas quienes se encargan de la colecta, transporte y transformación en melaza (Seijo *et al.*, 2019; Shaaban *et al.*, 2020). De acuerdo con Pita y Vázquez (2018) el valor nutricional del mielato es muy diversificado, ya que depende de los factores biofísicos ambientales y organolépticos (pH, conductividad eléctrica, acidez, contenido de azúcares, proteínas, origen botánico, distribución geográfica, al componente edáfico, climático, olor, sabor y textura) (Vasić *et al.*, 2019).

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el aprovechamiento del mielato de roble (*Quercus humboldtii*) producido por la abeja (*Apis mellifera*) en la Reserva Natural la Llanada del municipio de Concepción (Santander), dadas las propiedades altamente funcionales que sirven para el mantenimiento de las colonias de las abejas melíferas y las poblaciones emergentes, gracias a sus compuestos nutraceuticos biológicamente activos que han demostrado tener un efecto positivo en la salud, el aumento de la longevidad, la reproducción, el fortalecimiento del tracto gastrointestinal así como del sistema inmunológico, además de que el mielato es postula como una alternativa amigable con el medio ambiente porque se conserva el roble que es una especie endémica de los bosques andinos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar el aprovechamiento del mielato de roble (*Quercus humboldtii*) y sus efectos sobre el nivel de infestación de la fumagina, la cantidad de filamentos anales, la concentración de azúcares totales y las propiedades organolépticas en la Reserva Natural la Llanada del municipio de Concepción (Santander).

1.2 Objetivos específicos

Determinar el nivel de infestación de fumagina en los árboles de roble (*Quercus humboldtii*).

Cuantificar la cantidad de filamentos anales del hemíptero (*Stigmacoccus asper*).

Estimar la concentración de azúcares totales procedentes del mielato de roble.

Definir las propiedades organolépticas de la miel obtenida en el robledal de la Reserva Natural La Llanada.

2. Marco teórico

2.1 Generalidades de la apicultura

La apicultura es una actividad tradicional descentralizada clave para el mantenimiento de la seguridad agroalimentaria, ya que el 75% de estos cultivos a nivel mundial dependen de la polinización (Geldmann y González, 2018; Vrabcová y Hájek, 2020), con el desarrollo sostenible de esta actividad se genera el 9,5% de ingresos adicionales que contribuyen al sustento agrícola (Ullah *et al.*, 2021), pero también se asegura una producción limpia al estar libre de contaminantes ambientales (Paray *et al.*, 2021), así mismo ofrece otro tipo de ventajas al apicultor, ya que requiere poco espacio para su establecimiento, genera un valor agregado debido a que se pueden aprovechar recursos forestales no maderables, logra mantener la biodiversidad, aumenta el rendimiento de las tierras, dispone de escasa mano de obra y genera empleos (Amulen *et al.*, 2019).

2.2 Generalidades del roble (*Quercus humboldtii*)

(*Quercus humboldtii*) es una especie de la más representativas en Colombia, siendo considerado como un ejemplar endémico de Suramérica (Salazar *et al.*, 2020), distribuyéndose geográficamente desde zonas bajas a montañosas entre altitudes que oscilan los 1.100 a 3.200 m.s.n.m, estableciéndose como la estirpe dominante de los bosques andinos (Rangel, 2017). El roble concentra una alta biodiversidad, al ser una especie sombrilla que sirve de refugio y como fuente de sustento para la alimentación de individuos en el bosque, pero también porque genera interacciones ecosistemáticas (Chamorro *et al.*, 2013), gracias a su plasticidad ecológica el roble es capaz de concentrar materia orgánica, retener y regular los flujos de agua, por su aprovechamiento para generar mielato constituye un rubro económico para las comunidades

locales y a nivel ambiental debido a la apicultura se promueve su conservación (Dhyani *et al.*, 2020).

2.3 Definición de la miel y su composición nutricional

La miel es una sustancia edulcorante y viscosa compuesta por más de 180 sustancias diferenciales (agua, azúcar, proteínas, vitaminas, minerales, polifenoles y derivados monoflorales o poliflorales (Nolan *et al.*, 2019). Su valor nutricional está conformado por carbohidratos (glucosa y fructosa) en un 82,4-95% , agua 13-25%, proteína total 0,1-0,5%, prolina 50-85% (aminoácido), enzimas (diastasa, invertasa y glucosa-oxidasa), ácidos totales <0,5%, minerales 0,02-0,3%, vitaminas hidrosolubles y liposolubles, compuesto fenólicos 5-1300 mg/kg, más de 600 compuestos volátiles, pigmentos (polifenoles, carotenoide, xantofilas y antocianinas), lípidos 0,04% (Machado *et al.*, 2017). De acuerdo con Cianciosi *et al.*, (2018) “la composición de la miel varía según la fuente floral, la distribución geográfica, las condiciones climáticas, la genética de las abejas, la temporada de recolección y las condiciones de procesamiento y almacenamiento” (Terzo *et al.*, 2020).

2.3.1 Estandarización fisicoquímica de la miel

De acuerdo con Chirsanova *et al.*, (2021) la estandarización internacional de los parámetros fisicoquímicos de la miel admite un humedad máxima del 20-21 %, materia insoluble en agua (g/100 g) un valor máximo de 0,1, contenido de azúcares (glucosa y fructosa) (g/100g) 60, contenido de sucrosa (g/100g) 5, conductividad eléctrica (mS/cm) 0,8, ácidos libre (mEq/1000g) 50, actividad de la diastasa (escala Schade) 8 siendo un valor mínimo y hidroximetilfurfural (mg/kg miel) 20-40 mg/kg, mediante la medición de estos parámetros se logra garantizar la autenticidad y calidad de la miel manteniendo la seguridad agroalimentaria y la salud de los consumidores potenciales (Al-Farsi *et al.*, 2018).

2.3.2 Generalidades de la abeja (*Apis mellifera*)

La abeja (*Apis mellifera*) es un insecto altamente eusocial y poiquilotermo (Carroll *et al.*, 2017). Dentro de la colonia se distingue la abeja reina de la obrera, porque la primera es capaz de producir alta descendencia gracias a sus elevados índices reproductivos y la segunda es extremadamente trabajadora y altruista, aunque no se reproduce ejerce funciones de protección y cría, construyendo nidos y defendiendo a la progenie de la reina de los depredadores potenciales, asimismo se encarga de la recolección y procesamiento de alimentos (Nowak *et al.*, 2021). Al realizar la polinización de flores silvestres las abejas melíferas contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad (Genersch, 2010), también son un tipo de biomarcador del cambio climático, ya que presentan variaciones en las funciones etológicas y fisiológicas como el alimentarse de las reservas en épocas de invierno; en cambio en verano la abeja reina tiende a aumentar la tasa de ovoposición, también albergan las obreras mayor cantidad de agua para nutrir a las colonias y disminuir la susceptibilidad de padecer enfermedades (Fedoriak *et al.*, 2021).

2.3.3 Proceso productivo para la elaboración de miel

El proceso de producción apícola inicia con el cultivo de abejas y el establecimiento de colmenas (Catania y Vallone, 2020), en el bosque existen dos especies de abejas las europeas y las cruzadas F₁ o F₂ conocidas como “abejas africanizadas dóciles” caracterizadas por poseer un mayor nivel de sangre europea, adaptarse más fácilmente a las condiciones medioambientales, ser más laboriosas por su capacidad de organización dentro de la colmena y la ejecución de funciones dentro de la comunidad (reina, obreras y zángano) (Meikle *et al.*, 2022), así mismo se conocen otras especies de abejas identificadas como angelitas, carecen de aguijón y su producción hace parte de la meliponicultura, sin embargo tanto las africanizadas como las angelitas se emplean para la síntesis de la miel (Rivera *et al.*, 2020; Salazar y Díaz, 2016). En cuanto al proceso reproductivo,

comienza con la postura de huevos por parte de la abeja reina, posteriormente estos son fecundados, tres días después pasan a ser alimentados por las nodrizas, quienes esperan que alcancen un tamaño normal y adecuado en un lapso de cinco días para iniciar con la recolección de néctar y polen de fuentes monoflorales o poliflorales para la transformación en miel, que surge de la combinación de sustancias sometidas a reacciones bioquímicas, siendo posteriormente almacenadas y maduras en las colmenas (Djurabaev y Rashidov, 2021).

Tradicionalmente en el bosque, el cultivo de abejas se da por la instauración de colmenas en los árboles, allí las especies de obreras realizan la labor completa en cuanto a la construcción de panales; sin embargo, los apicultores actuales emplean colmenas modernas que son equipadas con panales móviles contruidos a base de parafina, con la finalidad de acelerar el proceso de producción de la miel (Berenbaum y Calla, 2021).

2.4 Generalidades del insecto *Stigmacoccus asper*

El *Stigmacoccus asper* es un insecto neotropical escamoso perteneciente a la familia Stigmacoccidae, del género de los arqueococos, originario de Centroamérica y Suramérica (Hodgson *et al.*, 2007) este hemíptero por medio de sus estiletes bucales consume la savia presente en el floema del roble (*Quercus humboldtii*) con el fin de sintetizar aminoácidos para cubrir sus requerimientos nutricionales (Chamorro *et al.*, 2013), sin embargo al estar la savia compuesta de una concentración baja en aminoácidos y alta en azúcar el insecto es inducido a tomar grandes cantidades, a través del intestino son absorbidos los aminoácidos para la obtención de proteínas y a través de los filamentos anales es excretado el exceso de agua y azúcares (Ammar *et al.*, 2013), posteriormente las abejas (*Apis mellifera*) se encargan de la recolección, transporte y transformación en mielato (Seijo *et al.*, 2019; Shaaban *et al.*, 2020).

2.5 Definición del mielato

El mielato conocido como miel de melaza o de rocío es un líquido viscoso oscuro, sintetizado por las abejas europeas (*Apis mellifera*) a partir de las excreciones de insectos chupadores conocidos como (*Stigmacoccus asper*) quienes satisfacen sus requerimientos nutricionales al suplirse de la savia producida por el floema de roble (Bergamo *et al.*, 2019., Pita y Vázquez, 2017).

2.5.1 Propiedades fisicoquímicas del mielato

La miel de melaza posee una conductividad eléctrica $\geq 0,8$ mS/cm, la rotación específica es dextrógira con relación a la luz polarizada, el color es más oscuro, mayor contenido de pH ($\geq 4,5$), acidez, minerales y de cenizas 0,64-1,1%, prolina ≥ 180 mg/kg, mayor contenido de oligosacáridos (trisacáridos, melecitosa y rafinosa) y menor contenido de monosacáridos (glucosa y fructosa) (Seraglio *et al.*, 2019; Ülgentürk *et al.*, 2020).

Tabla 1.

Parámetros fisicoquímicos medidos en diferentes mieles de melaza de Quercus españolas

Ítems	Valores	Valores mínimos y máximos
Humedad (%)	16,5	13,4-20,0
pH	4,74	4,34-5,14
Acidez libre (meq/kg)	39,5	30,9-52,1
Acidez láctica (meq/kg)	3,43	0,92-8,72
Acidez total (meq/kg)	43	33,6-56,8
Hidroximetilfurfural HMF (mg/kg)	3,33	1,32-13,41
Conductividad eléctrica (μ S/cm)	1009	811-1363
Ceniza (%)	0,68	0,38-1,13

Nota: Composición fisicoquímica del mielato obtenido de diferentes especies de *Quercus* en España. Tomado de: Jara, M., Ávila, F., Escudero, M., Gómez, A., Heredia, F., Hernanz, D., y Terrab, A. (2019). Physicochemical properties colour chemical composition and antioxidant activity of Spanish Quercus honeydew honeys. European Food Research and Technology, 245 (9), 2017–2026. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03316-x>

En la Tabla 1 se observa la medición de las variables fisicoquímicas provenientes de diferentes especies de *Quercus* presentes en España, estos parámetros obtuvieron valores un poco

más elevados para las variables de humedad, acidez libre y conductividad eléctrica; siendo un rango inferior para el contenido de cenizas, ya que según la estandarización empleada por la Unión Europea se aceptan valores para la humedad 14%, pH >4,5, acidez libre 33,5 meq/kg , conductividad eléctrica 0,8 mS/cm y ceniza >1% (Geană *et al.*, 2020), estos datos varían con respecto a las condiciones climáticas, distribución geográfica, periodo de cosecha, condiciones de extracción, procesamiento, almacenamiento, al flujo del néctar y a la calidad, gracias a la estandarización de los parámetros fisicoquímicos se puede corroborar la autenticidad del mielato (Bergamo *et al.*, 2019).

2.5.2 Componentes del mielato y propiedades funcionales

La miel de melaza contiene un alto porcentaje de compuestos bioactivos (fenoles, proteínas, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y flavonoides) que en conjunto promueven la actividad antioxidante, antiinflamatoria, antibiopelícula y antimicrobiana (Silva *et al.*, 2019) reforzando el sistema inmunológico, gastrointestinal al promover propiedades terapéuticas y profilácticas para el tratamiento de heridas, úlceras, cardiopatías y trastornos neurales (Aljohar *et al.*, 2018; Bucekova *et al.*, 2018).

Tabla 2.

Contenido de minerales del mielato de roble (Quercus humboldtii) presentes en los departamentos de Boyacá y Santander

Minerales	Valores	Valor mínimo	Valor máximo
Sodio (ppm)	156,13	63,7	247,5
Potasio (ppm)	1492	162	3664
Calcio (ppm)	105,68	61,9	228,9
Hierro (ppm)	7,692	2,343	18,3
Magnesio (ppm)	79,16	30,4	156,75
Cobre (ppm)	2,176	0	5,381
Zinc (ppm)	21,36	0	99,7

Nota. Contenido de minerales presente en los robles (*Quercus humboldtii*) encontrados en los departamentos de Santander y Boyacá. Tomado de: Gamboa, V., Díaz, C., y Figueroa, J. (2012). Tipificación de mieles de mielato de roble *Quercus humboldtii* de Boyacá y Santander. Revista Vitae, 19 (1), s382-s384. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914120>

En la Tabla 2 se aprecia los valores medios, mínimos y máximos de minerales estimados en partes por millón (p.p.m) encontrados por Gamboa *et al.*, (2012) en los Departamentos de Boyacá y Santander, contando con 46 individuos de roble (*Quercus humboldtii*) con respecto a lo establecido por la Unión Europea, los valores son altos para los minerales de potasio, calcio, cobre y zinc, un valor intermedio se obtuvo para el magnesio y la cuantificación más baja se evidenció para el sodio.

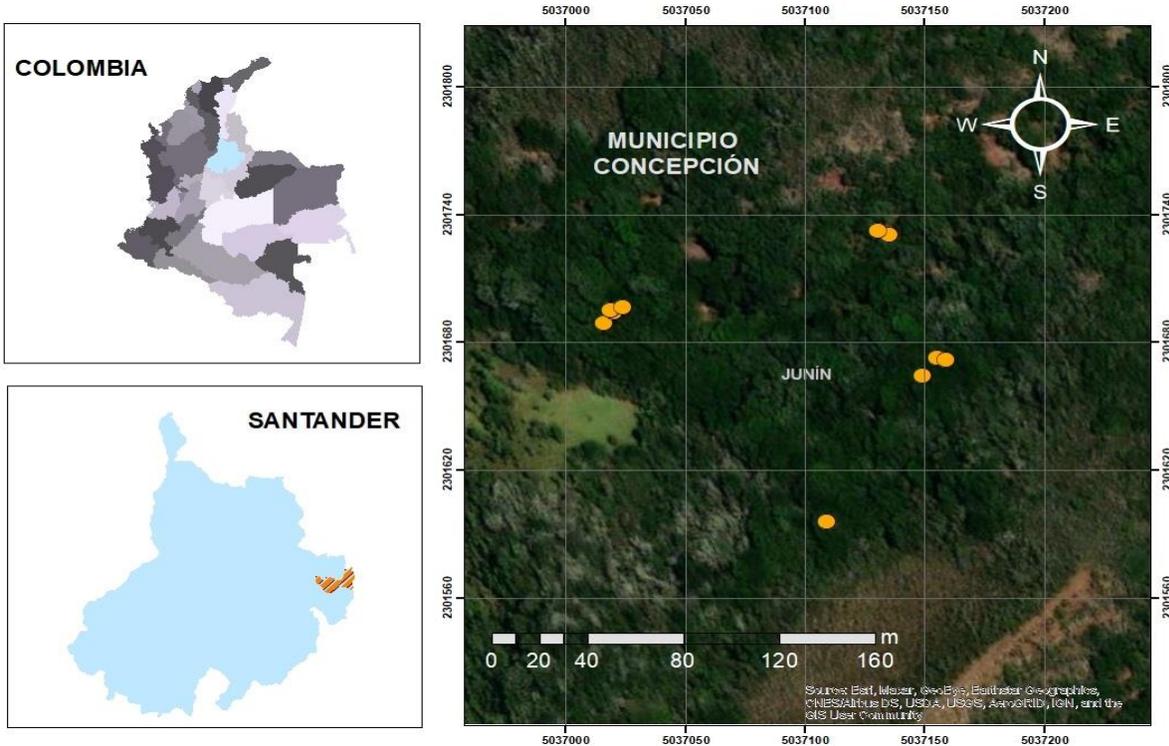
3. Metodología

3.1 Localización

El proyecto se llevó a cabo en la Reserva Natural “La Llanada” cuya extensión fue de 281 hectáreas, ubicada en la Vereda Junín del municipio de Concepción (Santander), localizada a una altitud de 2.300-3.260 m.s.n.m, correspondiente a una zona de transición propia de bosque andino, altoandino y subpáramo, con temperaturas promedio de 12 a 18°C, con coordenadas geográficas de latitud norte 6°43’40,89” y longitud oeste 72°39’05,56”.

Figura 1.

Localización y distribución del roble (Quercus humboldtii) en la Reserva Natural La Llanada, municipio de Concepción (Santander)



Nota: En la Figura 1 se observa el mapa de la zona de estudio elaborado en QGIS.

Tabla 3.

Coordenadas geográficas de las unidades experimentales

Parcela	Altitud	Latitud	Longitud
1	2665	N 06°43'48,9"	W 72°39'53,6"
2	2705	N 06°43'50,1"	W 72°39'49,8"
3	2713	N 06°43'48,2"	W 72°39'49,2"
4	2673	N 06°43'46,0"	W 72°39'50,9"

Nota: En la Tabla 3 se muestran las coordenadas geográficas de las parcelas experimentales propias del estudio.

3.2 Materiales y métodos

3.2.1 Infestación de fumagina (%)

Para determinar la abundancia de fumagina se utilizó la metodología propuesta por Gamper *et al.*, (2011) se establecieron cuatro parcelas de 12,5 metros de diámetro cada una, realizando conteo total de individuos en cada parcela y la observación de árboles infestados (Ver Tabla 4).

Tabla 4.

Determinación del porcentaje de infestación

Infestación (%)	Descripción
0	No se observó la presencia de filamentos anales, ni desarrollo de la fumagina en la totalidad del árbol.
25	Árbol infestado, con la presencia de al menos un filamento anal en ¼ del árbol y poco desarrollo de fumagina.
50	Árbol infestado en fracción ½ y desarrollo de fumagina en tronco y ramas principales.
75	Árbol infestado en fracción ¾ y desarrollo de fumagina en casi la totalidad del tronco, así como su dispersión en las ramas principales y secundarias.
100	Árbol infestado en su totalidad, desarrollo de fumagina en la totalidad del tronco y abundancia casi completa en las ramas principales y secundarias

Nota: Medición del nivel de infestación de la fumagina (%). Adaptado de: Gamper, H., Koptur, S., García, J., y Stapper, A. (2011). Alteration of forest structure modifies the distribution of scale Insect *Stigmacoccus garmilleri* in Mexican Tropical Montane Cloud Forests. *Journal of Insect Science*, 11(124), 1–14. <https://doi.org/10.1673/031.011.12401>

En la Tabla 4 se identifica la metodología empleada para la determinación de la abundancia de fumagina en el robledal de la Reserva Natural La Llanada.

3.2.2 Conteo de filamentos anales (unidad)

Se evaluó la cantidad de filamentos anales a partir de 12 individuos (3 árboles infestados de fumagina elegidos al azar/parcela). El conteo se realizó en tres puntos de 1, 1,5 y 2 metros con respecto al suelo. En cada punto se efectuaron recuentos teniendo en cuenta los puntos cardinales (este, oeste, norte y sur), este procedimiento se realizó cada 20 días/3 veces, usando un marco cuadrado de 100 cm² (10 cm base x 10 cm altura).

3.2.3 Concentración de azúcares totales (%)

El contenido de azúcar se determinó mediante la toma de 4 muestras por parcela (1 muestra equivalente a un rango entre 55,00 a 58,00 gotas procedentes de los filamentos anales del *Stigmacoccus asper*) utilizando un refractómetro portátil con 0 a 50 escalas de porcentaje (° Brix).

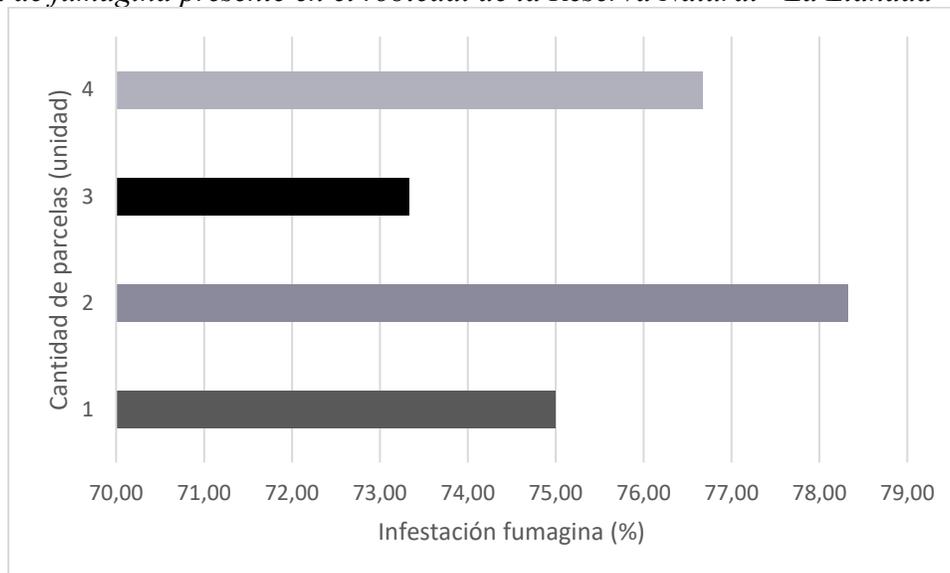
3.2.4 Propiedades organolépticas (%)

Para determinar las propiedades organolépticas de la miel azucarada se recurrió a realizar un total de 15 encuestas a los apicultores, los datos recolectados fueron analizados y tabulados, teniendo en cuenta los aspectos característicos de color, sabor, textura, olor y aspecto.

4. Resultados

Figura 2.

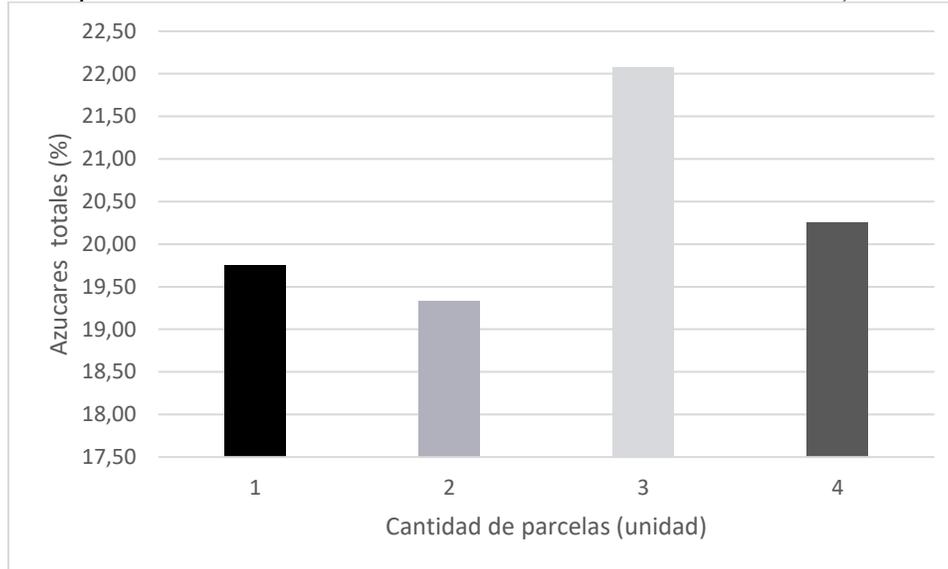
Infestación de fumagina presente en el robledal de la Reserva Natural “La Llanada”



Nota. En la gráfica 2 se aprecia la infestación de fumagina para cada de las parcelas experimentales, obteniéndose valores de infestación más elevados para las parcela 2, 4 y 1 con valores respectivos de 78,33%, 76,67% y 75,00 en comparación con la parcela 3 que obtuvo el valor más bajo 73,33%.

Figura 3.

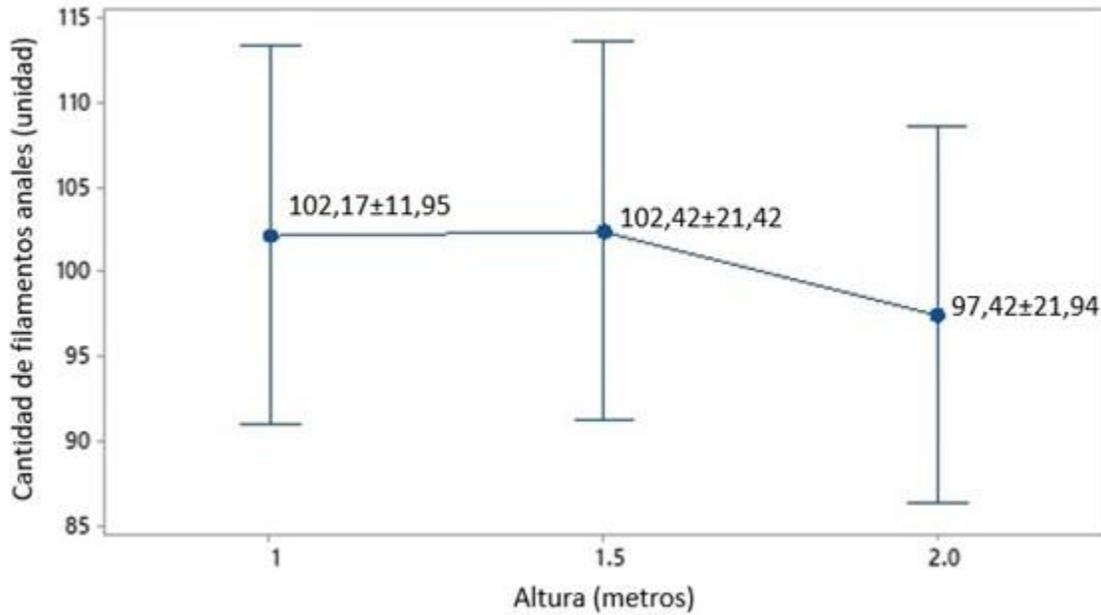
Azúcares totales presentes en el robledal de la Reserva Natural “La Llanada”



Nota: Con respecto a la ilustración 3 se observa la cantidad de azúcares totales para cada uno de los muestreos experimentales, encontrándose un valor superior en la parcela 3 (22,08%) con respecto a las parcelas 1 (19,75 %), parcela 2 (19,33 %) y parcela 4 (20,25 %) quienes obtuvieron valores similares y más bajos para esta variable.

Figura 4.

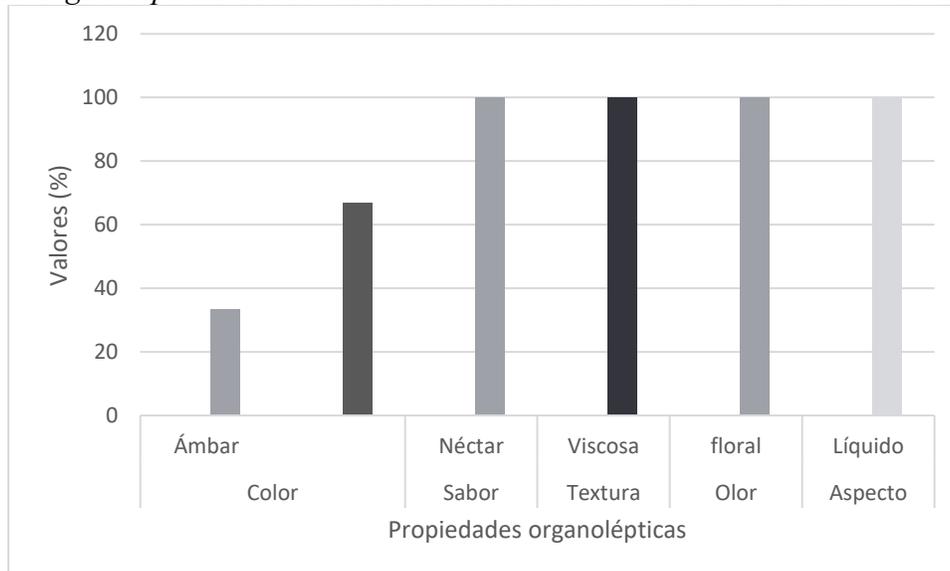
Conteo de los filamentos anales del himenóptero Stigmacoccus asper a alturas de 1, 1,5 y 2 metros



Nota: En el gráfico 4 para el conteo de filamentos anales medidos a altura de 1m, 1,5m y 2m, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Figura 5.

Propiedades Organolépticas de las mieles recolectadas en la Reserva Natural “La Llanada”



Nota: En la figura 5 se muestran las propiedades organolépticas tabuladas presentes en la Reserva Natural “La llanada” dentro de las encuestas realizadas a los apicultores, se estimó para la miel azucarada obtenida, un color correspondiente al ámbar con tonalidades oscuras 33,33% y clara 66,67%, en cuanto a los demás aspectos en su totalidad se determinó que el sabor correspondía al néctar floral, la textura encontrada fue viscosa, el olor pertenecía a las flores del bosque y el aspecto era líquido.

5. Discusión

Aunque no se midieron las variables climáticas (temperatura ambiental y humedad relativa) se observó que durante la época de verano (temperaturas altas) hubo una mayor densidad de insectos, así como una mayor producción de melaza, pues los filamentos anales del *Stigmacoccus asper* estuvieron cargados de secreción azucarada; mientras que a temperaturas bajas (época de invierno) el conteo de los filamentos anales fue bajo, así como la producción de mielato, datos contrarios a los reportados por Sagata y Gibb (2016) quienes encontraron que las temperaturas bajas generan mayor densidad de insectos y una mayor producción de melaza, puesto que las temperaturas óptimas de 25 a 27°C favorecen al aumento del flujo de la savia en el floema del roble; mientras que temperaturas superiores a los 29°C afectan el funcionamiento fisiológico, morfológico y etológico de los hemíptero *Stigmacoccus asper* (Capelão, 2018). En este estudio el conteo de filamentos anales a las alturas de 1, 1,5 y 2 metros no presentó diferencias estadísticamente significativas.

En esta investigación la infestación de fumagina no se vio influenciada por la cantidad de melaza producida por el *Stigmacoccus asper*; más bien se observó una relación inversamente proporcional, ya que la parcela tres obtuvo el valor más bajo de infestación de la fumagina (73,33%) y alcanzó el valor más alto de gotas (58,08) como en la concentración de azúcar

(22,08%), en comparación con las demás parcelas experimentales, en donde la incidencia de fumagina fue más elevada con el mismo número de gotas aproximadamente (55,00) y valores similares en la cantidad de azúcar producida (19,33-20,25%), lo cual difiere a lo establecido por Gimel *et al.*, (2019) quienes afirman que un exceso de mielato estimula el desarrollo de fumagina en la corteza de los árboles.

La concentración de azúcar en este estudio obtuvo un valor más alto en la parcela 3 (22,08%) con respecto a las demás parcelas experimentales, pudiendo ser inferido a lo propuesto por Gamper *et al.* (2011) quienes deducen que en época de verano al estar alta la temperatura, disminuye la humedad relativa, ocasionando que las gotas de mielato se vuelvan más espesas por la evaporación y aumente la concentración de azúcar, otros autores como Moir *et al.*, (2018) afirman que la producción de melaza así como la concentración de azúcar dependen de la masa corporal en función de la tasa de crecimiento y la familia a la que pertenecen los insectos, pues estados de desarrollo más avanzados, provocan una correlación positiva con la excreción de gotas concentradas en azúcares por parte de los hemípteros.

Con respecto a la miel azucarada sintetizada del robledal “Reserva Natural la Llanada”, se pudo inferir que el recurso alimenticio encontrado provenía del néctar floral, dentro de las propiedades organolépticas los apicultores manifestaron que el color de la miel encontrada era ámbar con variaciones mayormente claras y menormente oscuras, el sabor era floral suave (vegetación alusiva a tintes de roble, loqueto, eucalipto y mortiño), en cuanto a la textura fue viscosa, el olor fue floral y el aspecto fue líquido propio de una sustancia edulcorante con falta de maduración. De acuerdo con Angioi *et al.*, (2021) las propiedades organolépticas se asocian a la composición fisicoquímica y al origen botánico de la miel si provienen de un néctar monofloral o polifloral (Kortesniemi *et al.*, 2018), la viscosidad se encuentra asociada a una alta osmolaridad,

siendo altos los contenidos de azúcar con una baja cantidad de agua (Faustino y Pinheiro, 2021), el sabor es un atributo que se asocia al contenido de azúcar (Hunter *et al.*, 2021), el aroma floral se relaciona positivamente a las mieles de color ámbar con mayor grado de aceptabilidad y menor grado de cristalización (Kumar *et al.*, 2018).

6. Conclusiones

En este estudio no se presentaron diferencias estadísticas para la cantidad de filamentos anales del hemíptero *Stigmatococcus asper* a alturas de 1, 1,5 y 2 metros.

Se obtuvo una relación inversamente proporcional entre el nivel de infestación de la fumagina y la concentración de azúcares totales en las parcelas experimentales, asimismo, se observó que estas variables están fuertemente influenciadas por las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa).

Con respecto a las propiedades organolépticas encontradas de la sustancia edulcorante hallada en el robledal de la Reserva Natural la Llanada se concluye que el recurso alimenticio era miel y no mielato de roble.

7. Recomendaciones

En próximos trabajos de grados se sugiere evaluar los parámetros fisicoquímicos del mielato (humedad, conductividad eléctrica, pH, carbohidratos, cenizas, rotación específica, absorción neta y minerales) variables sumamente importantes para determinar la autenticidad y calidad del mielato de roble producido en los bosques andinos.

Dadas las propiedades nutraceuticas y de principios activos que contiene el mielato de roble, sería interesante que en próximas investigaciones se emplee en dietas para monogástricos y

rumiantes evaluando el efecto sobre el estado sanitario, parámetros productivos, reproductivos, fortalecimiento del sistema inmunológico y funcionamiento del tracto gastrointestinal.

Con la finalidad de obtener datos más precisos sobre el efecto de la densidad del *Stigmacoccus asper* con respecto a la cantidad de filamentos anales y a la producción de melaza, se sugiere medir los parámetros climáticos (temperatura ambiental y humedad relativa) ya que estas variables interfieren con el funcionamiento fisiológico, morfológico y etológico del himenóptero y la cantidad de savia sintetizada en el floema del roble.

Se sugiere en futuras investigaciones tener en cuenta la masa corporal de los hemípteros en función a la tasa de crecimiento y su influencia con la concentración de azúcar y la producción de mielato.

Referencias bibliográficas

- Al-Farsi, M., Al-Belushi, S., Al-Amri, A., Al-Hadhrami, A., Al-Rusheidi, M., y Al-Alawi, A. (2018). Quality evaluation of Omani honey. *Journal of Food Chemistry*, Vol. 262, 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.104>
- Aljohar, H., Maher, H., Albaqami, J., Al-Mehaizie, M., Orfali, R., Orfali, R., y Alrubia, S. (2018). Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market an important aspect in the authentication process and quality assessment. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 26 (7), 932–942. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.04.013>
- Angioi, R., Morrin, A., y White, B. (2021). The rediscovery of honey for skin repair recent advances in mechanisms for honey mediated wound healing and scaffolded application techniques. *Journal Applied Sciences*, 11(11), p.5192. <https://doi.org/10.3390/app11115192>
- Ammar, E., Alessandro, R., Shatters, J., y Hall, D. (2013). Behavioral ultrastructural and chemical studies on the honeydew and waxy secretions by nymphs and adults of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Hemiptera Psyllidae. *Journal Plos One*, 8 (6), p. 64938. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064938>
- Amulen, D., D’Haese, M., D’Haene, E., Okwee, J., Agea, J., Smagghe, G., y Cross, P. (2019). Estimating the potential of beekeeping to alleviate household poverty in rural Uganda. *Journal Plos One*, 14 (3), p. 0214113. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214113>
- Bareke, T, Addi, A, y Wakjira, K. (2018). Role and economic benefits of honey bees is pollination on fruit yield of wild apple *Malus sylvestris* L Mill in Central Highlands of Ethiopia. *Journal of Bee World*, 95 (4), 113– 116. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2018.1522834>

- Berenbaum, M., y Calla, B. (2021). Honey as a functional food for *Apis mellifera*. *Journal Annual Review of Entomology*, 66 (1), 185–208. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-040320-074933>
- 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>
- Bergamo, G., Seraglio, S., Gonzaga, L., Fett, R., y Costa, A. (2019). Physicochemical characteristics of bracinga honeydew honey and blossom honey produced in the state of Santa Catarina an approach to honey differentiation. *Journal Food Research International*, Vol. 116, 745–754. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.007>
- Bucekova, M., Buriova, M., Pekarik, L., Majtan, V. y Majtan, J. (2018). Phytochemicals mediated production of hydrogen peroxide is crucial for high antibacterial activity of honeydew honey. *Journal Scientific Reports*, 8 (1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27449-3>
- Capelão, R. (2018). Avian use of honeydew Hemiptera: Coccoidea in the Atlantic forest of Southeastern Brazil (programa de pósgraduação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brazil. <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10065/Capel%C3%A3o%2C%202018.pdf?sequence=1>
- Carroll, M, Brown, N., Goodall, C., Downs, A., Sheenan, T y Anderson, K. (2017). Honey bees preferentially consume freshly stored pollen. *Journal Plos One*, 12 (4), p. 0175933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175933>

- Catania, P., y Vallone, M. (2020). Application of a precision apiculture system to monitor honey daily production. *Journal Sensors*, 20 (7), p. 2012. <https://doi.org/10.3390/s20072012>
- Chamorro, F., Nates, G., y Kondo, T. (2013). Mielato de *Stigmacoccus asper* Hemíptera Stigmacoccidae recurso melífero de bosques de roble en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39 (1), 61-70. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882013000100012&lng=en&tlng=es
- Chirsanova, A., Capcanari, T., Boistean, A., y Imen, K. (2021). Bee honey history characteristic properties benefits and adulteration in the beekeeping sector. *Journal of Social Science*, 4 (3), 98-114. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(3\).11](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(3).11)
- Cienciosi, D., Forbes, T., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo, P., Manna, P., Zhang, J., Bravo, L., Martínez, S., Agudo, P., Quiles, J., Giampieri, F., y Battino, M. (2018). Phenolic compounds in honey and their associated health benefits a review. *Journal Molecules*, 23 (9), p. 2322. <https://doi.org/10.3390/molecules23092322>
- Dhyani, S., Kadaverugu, R., y Pujari, P. (2020). Predicting impacts of climate variability on Banj oak *Quercus leucotrichophora* A. Camus forests understanding future implications for Central Himalayas. *Journal of Regional Environmental Change*, 20 (4), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01696-5>
- Djurabaev, O., y Rashidov, J. (2021). The main directions of effective management and development of the beekeeping industry. *Journal E3S Web of Conferences*, Vol.282, p. 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128202002>
- Durazzo, A., Lucarini, M., Plutino, M., Pignatti, G., Karabagias, I, Martinelli, E., Souto, EB, Santini, A. y Lucini, L. (2021). Antioxidant properties of bee products derived from

- medicinal plants as beekeeping sources. *Journal Agriculture*, 11 (11), p. 1136.
<https://doi.org/10.3390/agriculture11111136>
- Faustino, C., y Pinheiro, L. (2021). Analytical rheology of honey a state of the art review. *Journal Foods*, 10 (8), p. 1709. <https://doi.org/10.3390/foods10081709>
- Fedoriak, M., Kulmanov, O., Zhuk, A., Shkrobanets, O., Tymchuk, K., Moskalyk, G., Olendr, T., Yamelynets, T., y Angelstam, P. (2021). Stakeholders' views on sustaining honey bee health and beekeeping the roles of ecological and social system drivers. *Journal Landscape Ecology*, 36 (3), 763–783. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01169-4>
- Fikadu, Z. (2019). The contribution of managed honey bees to crop pollination food security and economic stability case of Ethiopia. *The Open Agriculture Journal*, 13 (1), 175–181.
<https://doi.org/10.2174/1874331501913010175>
- Gamboa, V., Díaz, C., y Figueroa, J. (2012). Tipificación de mieles de mielato de roble *Quercus humboldtii* de Boyacá y Santander. *Revista Vitae*, 19 (1), s382-s384.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914120>
- Gamper, H., Koptur, S., García, J., y Stapper, A. (2011). Alteration of forest structure modifies the distribution of scale Insect *Stigmacoccus garmilleri* in Mexican Tropical Montane Cloud Forests. *Journal of Insect Science*, 11(124), 1–14. <https://doi.org/10.1673/031.011.12401>
- Geană, E., Ciucure, C., Costinel, D., y Ionete, R. (2020). Evaluation of honey in terms of quality and authenticity based on the general physicochemical pattern, major sugar composition and $\delta^{13}\text{C}$ signature. *Journal Food Control*, Vol. 109, p. 106919.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106919>
- Geldmann, J., y González, J. (2018). Conserving honeybees does not help wildlife. *Journal Science*, 359 (6374), 392–393. <https://doi.org/10.1126/science.aar2269>

- Genersch, E. (2010). Honey bee pathology current threats to honey bees and beekeeping. *Journal Applied Microbiology and Biotechnology*, 87(1), 87–97. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2573-8>
- Gerginova, D., Simova, S., Popova, M., Stefova, M., Stanoeva, J. P., y Bankova, V. (2020). NMR profiling of North Macedonian and Bulgarian honeys for detection of botanical and geographical Origin. *Journal Molecules*, 25 (20), p. 4687. <https://doi.org/10.3390/molecules25204687>
- Gimmel, M., Szawaryn, K., Cai, C., y Leschen, R. (2019). Mesozoic sooty mould beetles as living relicts in New Zealand. *Journal Proceedings of the Royal Society B and Biological Sciences*, 286 (1917), p. 20192176. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2176>
- Gratzer, K., Wakjira, K., Fiedler, S., y Brodschneider, R. (2021). Challenges and perspectives for beekeeping in Ethiopia a review. *Journal of Agronomy for Sustainable Development*, 41(4), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00702-2>
- Hodgson, C., Gamper, H., Bogo, A., y Watson, G. (2007). A taxonomic review of the Margarodoid genus *Stigmacoccus* Hempel Hemiptera: Sternorrhyncha Coccoidea Stigmacoccidae with some details on their biology. *Journal Zootaxa*, 1507 (1), 1–55. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1507.1.1>
- Hunter, M., Kellett, J., Toohey, K., y Naumovski, N. (2021). Sensory and compositional properties affecting the likeability of commercially available Australian honeys. *Journal Foods*, 10 (8), 1842. <https://doi.org/10.3390/foods10081842>
- Jara, M., Ávila, F., Escudero, M., Gómez, A., Heredia, F., Hernanz, D., y Terrab, A. (2019). Physicochemical properties colour chemical composition and antioxidant activity of

- Spanish Quercus honeydew honeys. *European Food Research and Technology*, 245 (9), 2017–2026. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03316-x>
- Kortesniemi, M., Rosenvald, S., Laaksonen, O., Vanag, A., Ollikka, T., Vene, K., y Yang, B. (2018). Sensory and chemical profiles of Finnish honeys of different botanical origins and consumer preferences. *Journal Food Chemistry*, Vol. 246, 351–359. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.069>
- Kumar, A., Gill, J. P. S., Bedi, J. S., Manav, M., Ansari, Mohd. J., & Walia, G. S. (2018). Sensorial and physicochemical analysis of Indian honeys for assessment of quality and floral origins. *Journal Food Research International*, Vol. 108, 571–583. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.005>
- Machado, A., Almeida, L., Sancho, M., y Pascual, A. (2017). Composition and properties of *Apis mellifera* honey a review. *Journal of Apicultural Research*, 57 (1), 5–37. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1338444>
- Machado, A., Miguel, M., Vilas, M., y Figueiredo, A. (2020). Honey volatiles as a fingerprint for botanical origin a review on their occurrence on monofloral honeys. *Journal Molecules*, 25(2), p. 374. <https://doi.org/10.3390/molecules25020374>
- Martins, M., Faita, M., Orth, A., y Nodari, R. (2021). Production of honeydew by scale insects associated with *Bracatinga Mimosa scabrella* Benth in Serra Catarinense Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 65(1), 1-9. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-rbent-2020-0072>
- Meikle, W., Barg, A., y Weiss, M. (2022). Honey bee colonies maintain CO₂ and temperature regimes in spite of change in hive ventilation characteristics. *Journal of Apidologie*, 53 (5), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00954-1>

- Moir, M., Renton, M., Hoffmann, B., Leng, M., y Lach, L. (2018). Development and testing of a standardized method to estimate honeydew production. *Journal Plos One*, 13 (8), p. 0201845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201845>
- Ng, W., Sit, N., Ooi, P., Ee, K., y Lim, T. (2020). The antibacterial potential of honeydew honey produced by stingless bee *Heterotrigona itama* against antibiotic resistant bacteria. *Journal Antibiotics*, 9 (12), p. 871. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120871>
- Nolan, V., Harrison, J., y Cox, J. (2019). Dissecting the antimicrobial composition of honey. *Journal Antibiotics*, 8 (4), p. 251. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040251>
- Nowak, A., Szczuka, D., Górczyńska, A., Motyl, I., y Kręgiel, D. (2021). Characterization of *Apis mellifera* gastrointestinal microbiota and lactic acid bacteria for honeybee protection a review. *Journal Cells*, 10 (3), p. 701. <https://doi.org/10.3390/cells10030701>
- Paray, B., Kumari, I., Hajam, Y., Sharma, B., Kumar, R., Albeshr, M., Farah, M., y Khan, J. (2021). Honeybee nutrition and pollen substitutes a review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (1), 1167–1176. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.053>
- Pita, C., y Vázquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys a review. *Journal of Trends in Food Science and Technology*, Vol. 59, p. 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>
- Pita, C., y 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>
- Rangel, J. (2017). Colombia diversidad biótica XV los bosques de roble Fagaceae en Colombia composición florística estructura diversidad y conservación. <https://www.researchgate.net/profile/Andres-Avella->

[M/publication/326681248_LOS_BOSQUES_DE_ROBLE_Quercus_humboldtii_Bonpl_EN_COLOMBIA_ASPECTOS_FLORISTICOS_ESTRUCTURALES_Y_SINTAXONOMICOS/links/5b5e5b2caca272a2d6745c95/LOS-BOSQUES-DE-ROBLE-Quercus-humboldtii-Bonpl-EN-COLOMBIA-ASPECTOS-FLORISTICOS-ESTRUCTURALES-Y-SINTAXONOMICOS.pdf](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c05311)

- Recklies, K., Peukert, C., Kölling, I., y Speer, K. (2021). Differentiation of honeydew honeys from blossom honeys and according to their botanical origin by electrical conductivity and phenolic and sugar spectra. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (4), 1329–1347. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c05311>
- Reilly, J., Artz, D., Biddinger, D., Bobiwash, K., Boyle, N., Brittain, C., Brokaw, J., Campbell, J., Daniels, J., Elle, E., Ellis, J., Fleischer, S., Gibbs, J., Gillespie, R., Gundersen, K., Gut, L., Hoffman, G., Joshi, N., Lundin, O., McGrady, C., Peterson, S., Pitts, T., Rao, S., Rothwell, N., Rowe, L., Ward, K., Williams, N. M., Wilson, J., Isaacs, R., y Winfree, R. (2020). Crop production in the USA is frequently limited by a lack of pollinators. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, 287 (1931), p. 20200922. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0922>
- Rivera, J., Bubnic, J., Ribarits, A., Moosbeckhofer, R., Alber, O., Kozmus, P., Jannoni, R., Haefeker, W., Köglberger, H., Smodis, M., Tiozzo, B., Pietropaoli, M., Lubroth, J., Raizman, E., Lietaer, C., Zilli, R., Eggenhoeffner, R., Higes, M., Muz, M., Ascenzi, C., Riviere, M., Gregorc, A., Cazier, J., Hassler, E., Wilkes, J., Formato, G. (2020). Good farming practices in apiculture. *Journal of Revue Scientifique et Technique of l'OEI*, 38 (3), 879–890. <https://doi.org/10.20506/rst.38.3.3032>

- Sagata, K., & Gibb, H. (2016). The Effect of Temperature increases on an ant hemiptera Plant interaction. *Journal Plos One*, 11 (7), p. 0155131. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155131>
- Salazar, C., y Díaz, C. (2016). The nutritional and bioactive aptitude of bee pollen for a solidstate fermentation process. *Journal of Apicultural Research*, 55 (2), 161–175. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1205824>
- Salazar, N., Meza, M., Espelta, J., y Armenteras, D. (2020). Postfire responses of *Quercus humboldtii* mediated by some functional traits in the forests of the tropical Andes. *Journal of Global Ecology and Conservation*. Vol. 22, p. 01021. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01021>
- Seijo, M., Escuredo, O., y Rodríguez, M. (2019). Physicochemical properties and pollen profile of oak honeydew and evergreen oak honeydew honeys from Spain a comparative study. *Journal Foods*, 8(4), p. 126. <https://doi.org/10.3390/foods8040126>
- Seraglio, S., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L., Fett, R., y Costa, A. (2019). An overview of physicochemical characteristics and health promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, Vol. 119, 44–66. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.028>
- Shaaban, B., Seeburger, V., Schroeder, A., y Lohaus, G. (2020). Sugar amino acid and inorganic ion profiling of the honeydew from different hemipteran species feeding on *Abies alba* and *Picea abies*. *Journal Plos One*, 15 (1), p. 0228171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228171>
- Silva, B., Valdomiro, L., Fett, R., y Oliveira, A. (2019). Simplex centroid design and Derringer is desirability function approach for simultaneous separation of phenolic compounds from

- Mimosa scabrella Bentham honeydew honeys by HPLC DAD. *Journal of Chromatography*, Vol. 1585, 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.11.072>
- Terzo, S., Mulè, F., y Amato, A. (2020). Honey and obesity related dysfunctions a summary on health benefits. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, Vol. 82, p. 108401. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108401>
- Ullah, A., Tlak, I., Majoros, A., Dar, S., Khan, S., Kalimullah, H., Nasir, M., Hussain, R., Khan, H., Hameed, M., y Anjum, S. (2021). Viral impacts on honeybee populations a review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (1), 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.037>
- Ülgentürk, S., Cosic, B., Özdemir, I., İpek, A., & Sorkun, K. (2020). Honeydew producing insects in some forests of Turkey and their potential to produce of honeydew honey. *Journal of Baltic Forestry*, 26(1), 1-7. <https://doi.org/10.46490/bf397>
- Vasić, V., Gašić, U., Stanković, D., Lušić, D., Vukić-Lušić, D., Milojković, D., Tešić, Ž., y Trifković, J. (2019). Towards better quality criteria of European honeydew honey phenolic profile and antioxidant capacity. *Journal of Food Chemistry*, Vol. 274, 629–641. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.045>
- Vrabcová, P., y Hájek, M. (2020). The economic value of the ecosystem services of beekeeping in the Czech Republic. *Journal Sustainability*, 12 (23), p. 10179. <https://doi.org/10.3390/su122310179>