

**Diversidad de visitantes florales (abejas nativas) asociadas al cultivo de Achira
(Canna edulis KER) y sus potencialidades económicas y ambientales**

Autor

Fabio Nelson Ibáñez Tovar

Asesor:

Arsened Vargas Guarín

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente -ECAPMA-

Programa Zootecnia

Neiva - Huila

Abril de 2022

Diversidad de visitantes florales (abejas nativas) asociadas al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) y sus potencialidades económicas y ambientales

Fabio Nelson Ibañez Tovar

Monografía como opción de grado para optar por el título de Zootecnista

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente -ECAPMA-

Programa Zootecnia

Neiva - Huila

Abril de 2022

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá.

Agradecimientos

Al proyecto PS 192020 por permitirme desarrollar este trabajo de grado a partir del trabajo realizado en campo fortaleciendo mi formación profesional al desarrollar un mayor conocimiento sobre el potencial zootécnico y económica de la diversidad de abejas nativas asociadas al cultivo de achira.

A mi tutor Arsened Vargas Guarín por el tiempo dedicado y los conocimientos brindados.

A mis padres por la vida y por enseñarme a vivirla.

Por último, pero no por eso menos importante a todos mis familiares y amigos.”

Resumen

La presente monografía expone de manera analítica información documental compilando de variadas fuentes acerca de la diversidad de abejas nativas derivado del proyecto de investigación denominado “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* ker) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila. En este sentido y teniendo en cuenta dentro del grupo de visitantes florales en achira del orden Hymenoptera, este documento tiene por objeto identificar las potencialidades económicas y ambientales de la diversidad de abejas asociadas al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila. Para lograrlo se partió por la descripción biológica de las abejas que ejercen visita a los cultivos de Achira (*Canna edulis* KER), posteriormente se identificó el potencial económico de estas especies de abejas y se auscultaron métodos de manejo para el aprovechamiento de productos y servicios potenciales del grupo de abejas nativas referentes a este análisis concluyendo la diversidad de servicios como la polinización y control biológico de plagas en cultivos ejerciendo algunas de estas especies el rol de parasitoides. Entre los productos cabe destacar mieles tanto para el consumo como para fines farmacéuticos y ceras principalmente.

Palabras clave: Abejas silvestres, agroecosistema, cultivos, servicios ecosistémicos.

Abstract

This monograph analytically exposes documentary information compiling from various sources about the diversity of native bees derived from the research project called "Characterization of the diversity of floral visitors associated with the cultivation of Achira (*Canna edulis* KER) in different thermal floors in the Huila department. In this sense and taking into account within the group of floral visitors in achira of the Hymenoptera order, this document aims to identify the economic and environmental potentialities of the diversity of bees associated with the cultivation of Achira (*Canna edulis* KER) in different thermal floors in Huila department. To achieve this, we started with the biological description of the bees that visit the Achira (*Canna edulis* KER) crops, later the economic potential of these bee species was identified and management methods were studied for the use of potential products and services. of the group of native bees referring to this analysis, concluding the diversity of services such as pollination and biological control of pests in crops, some of these species exercising the role of parasitoids. Among the products, it is worth highlighting honeys both for consumption and for pharmaceutical purposes and mainly waxes.

Key words: agroecosystem, crops, ecosystem services, wild bees.

Tabla de contenido

Introducción	12
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo general.	16
Objetivos específicos.	16
Generalidades	17
Estado del arte	19
Biología de abejas asociadas al cultivo de achira (<i>canna edulis</i> KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento del huila.	22
<i>Trigona fulviventris</i> es la más común.	23
<i>Xilocopus</i> sp (Abejorros)	24
Hymenóptera chalcididae (Parasitoide de pupas).	25
<i>Apis melífera</i> .	26
Abeja real boca de sapo o <i>Melipona ebúrnea</i> o Alá.	27
<i>Tetragonisca angustula</i> (angelitas).	28
Otros visitantes.	30
Sirfidos (son moscas que parecen abejas).	30
Potencial económico abejas asociadas al cultivo de achira.	30
Miel.	31
<i>Tetragosnisca angostula</i> .	31
Jalea real.	32

	8
Cera.	33
Propóleo.	34
Servicios de Polinización.	35
Control biológico.	36
Métodos de manejo de diferentes especies de abejas nativas.	38
Conclusiones	40
Referencias.	41

Lista de figuras

Figura 1. Red de cocitaciones entre autores	21
Figura 2. <i>Xylocopa</i> sp (Abejorros)	25
Figura 3. <i>Apis Melifera</i>	27
Figura 4. Abeja real boca de sapo o mellipona ebúrnea o Alá	28
Figura 5. <i>Tetragonisca angustula</i> (angelitas)	29
Figura 6. Sírfidos (son moscas que parecen abejas)	30
Figura 7. Miel	33
Figura 8. Jalea Real	33
Figura 9. Cera	33
Figura 10. Polen	34
Figura 11. Propóleos	35
Figura 12. <i>Xylocopa</i> Sp	36

Lista de tablas

Tabla 1. abejas asociadas al cultivo de Achira (<u>Canna edulis</u> KER) en el departamento del Huila.....	37
--	----

Prólogo

Conocer la biodiversidad de las abejas asociadas a los cultivos de achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila, es una muestra del trabajo, compromiso y dedicación que se ha venido realizando con profesores y alumnos de la universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”, por varios meses con el fin de comprender la biología y hábitat de estas abejas que visitan cultivos nativos como en este caso *Canna edulis*. Las abejas y otros polinizadores están sufriendo por la exposición a compuestos químicos “necesarios” en sistemas de producción agrícola y pecuaria, pero, como resultado, podrían morir por la limitación al acceso de alimentos nutritivos (polen, néctar floral, néctar extrafloral y resinas) si los únicos alimentos disponibles fuesen cultivos intervenidos con productos agrotóxicos en regiones agrícolas. Además, si los insectos evitan visitar flores de cultivos establecidos bajo sistemas de alto consumo de insumos agrotóxicos, esto podría afectar negativamente al rendimiento de los cultivos, según la fuerza de la respuesta y la abundancia de polinizadores (Easton & Goulson, 2013). Comprometidos con el tema de la polinización se realizó este estudio de investigación en los municipios de Garzón y San Agustín para poder detallar cómo se portaban las abejas en cultivos de *canna edulis*.

Introducción

Las abejas sin aguijón o meliponas son abejas nativas del continente americano, productoras de miel de excelente calidad y medicinal, estos insectos son muy importantes en el mundo ya que constituyen la promesa de la producción agropecuaria, puesto que estos son los polinizadores más importantes, transportando el polen para que éstas puedan dar frutos.

Los cultivos más nutritivos e interesantes para nuestra dieta como la fruta, la verdura y algunos cultivos forrajeros (maíz forrajero, fríjol chachafruto, fríjol guandul, leucaena) utilizados para la producción de carne y lácteos se verían, sin duda, gravemente afectados por un descenso en las poblaciones de insectos polinizadores (Spivak M., et. al., 2011, p. 34). Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que, en algunos casos, las abejas nativas proporcionan toda la polinización necesaria cuando se dispone de un hábitat adecuado para la alimentación y la anidación, lo que hace que sea crucialmente importante que las abejas no continúen declinando (Spivak M., et. al., 2011, p. 35).

De acuerdo con Darío Muriel (2005, p. 2), el describe que los procesos son un desarrollo socioeconómico y cultural que se realiza mediante la intervención y/o la alteración de las condiciones físico-químicas y biológicas, propias de cada ecosistema, previamente establecidas, lo que traduciría en que el desarrollo podría ser sinónimo de desequilibrio ambiental si el ser humano no incorpora prácticas sostenibles; un ejemplo es la forma como están diseñados en la actualidad los sistemas de producción agrícola, ha conllevado a la disminución de las poblaciones de algunos polinizadores, como consecuencia del abuso en el uso de pesticidas en cultivos, la competencia y el desplazamiento por especies introducidas, así como por la pérdida de hábitat por deforestación y fragmentación (Naranjo F., 2010, pp. 1–2), especialmente “abejas nativas lo que de alguna manera refleja que están enfrentando una pérdida de hábitat sin precedentes, amenazas de pesticidas y enfermedades introducidas” (Spivak M., et. al., 2011, p. 35).

Según diccionario FAO la polinización es la transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación y por lo tanto la producción de frutos y semillas.

De acuerdo con esta problemática se deriva como pregunta de investigación: ¿Cuál es la diversidad de abejas nativas y visitantes florales en cultivos de achira (Canna edulis KER) en tres pisos térmicos diferentes? Para responder, este trabajo se desarrolló consultando autores sobre abejas silvestres y el cultivo de canna edulis a partir de los resultados obtenidos del proyecto Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (Canna edulis KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila adelantado en tres predios en los municipios Garzón y San Agustín - Huila. La metodología incorporó la búsqueda bibliográfica de estudios y experiencias de diferentes autores búsquedas Scopus y Web Of Science principalmente desde el año 2020 a 2022. Se espera sea este trabajo una línea base que producto del proyecto de investigación Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (Canna edulis KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila promueva el desarrollo mediante el aprovechamiento sostenible de los recursos agrícolas, pecuarios y agroindustriales.

Justificación

La presente investigación se enfocará en el estudio de la **diversidad** de visitantes florales (abejas nativas) asociadas al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) y sus potencialidades económicas y ambientales a partir de fuentes bibliográficas que contribuyen al desarrollo de la investigación y el conocimiento del potencial zootécnico que pueden derivar de la protección de diversos estos visitantes florales especialmente abejas silvestres.

No se conocen por parte de los productores de achira los beneficios y las potencialidades ambientales y económicas que los visitantes florales que ejercen alguna actividad sobre este tipo de cultivos representan. Esto nos induce a analizar y reconocer según diferentes estudios y autores las ventajas y potencialidades derivadas de las abejas que frecuentan cultivos de achira según hallazgos encontrados en tres zonas altitudinales en los municipios de Garzón y San Agustín Huila.

Se evidencian según hallazgos en campo derivados de trabajo de investigación denominado Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila, una importante asociación de visitantes florales incluidas abejas de las cuales los productores desconocen sus beneficios y cuidados como sus potencialidades en la producción de sus cultivos, posibles beneficios económicos y el rol que ejercen a partir de sus servicios ecosistémicos.

Conocer los comportamientos, dinámicas y beneficios que ofrecen las abejas en el sector agropecuario, como los mecanismos de protección de su diversidad y mantener sus poblaciones en los ecosistemas a partir de la indagación bibliográfica y de diversas experiencias y teorías se consideran un factor importante en evitar el declive de sus poblaciones y aprovechar sus beneficios tanto a nivel económico y ambiental puedan ofrecer, proporcionando mejor la producción de los cultivos y de alguna manera explorar otras

alternativas económicas derivadas de su protección como el efecto de mantener las poblaciones en torno a la mitigación del impacto ambiental de las actividades antrópicas a partir de las actividades productivas en el sector rural.

Objetivos

Objetivo general.

Identificar las potencialidades económicas y ambientales de la diversidad de abejas asociadas al cultivo de Achira (Canna edulis KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento del Huila.

Objetivos específicos.

Describir la taxonomía de las abejas que ejercen visita a los cultivos de Achira (Canna edulis KER).

Identificar el potencial económico de las abejas asociadas al cultivo de Achira (Canna edulis KER).

Identificar según diferentes autores métodos de manejo que permitan aprovechar productos de origen de la actividad de la meliponicultura a partir de abejas visitantes en zonas de producción de achiras como franjas de protección para las mismas.

Generalidades

La diversidad y abundancia de abejas nativas (Hymenoptera: Anthophila) son importantes en la prestación de servicios de polinización a una amplia gama de cultivos. Una extensa base bibliográfica está disponible sobre las contribuciones de las abejas como polinizadores de cultivos, aunque la mayoría de dichos estudios se concentran en las abejas melíferas (*Apis* spp.) (Esquivel I., et. al., 2021, p. 257) y la mayoría de estos estudios apuntan a la importancia de la presencia de las franjas perennes de flores silvestres convertidas importante medida agroambiental (AEM) para contrarrestar las consecuencias ecológicas para las abejas silvestres y otros polinizadores en los paisajes agrícolas. (Hellwig N., et al., 2022, p. 6). En vista a esta medida agroambiental planteado de acuerdo al proyecto “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila” se dedujo que la achira o sagú (*Canna* sp) se constituye como un importante cultivar a escala familiar que a la vez permite como cultivo orgánico un potencial en su inflorescencia como fuente forrajera para diferentes especies a la vez de su capacidad para albergar arvenses con diferentes estadios de floración para promover cintas o franjas de protección a visitantes florales. En contexto la achira (*Canna edulis* KER) es una planta originaria de la cordillera de los Andes y cultivada en Colombia para la obtención de almidón a partir de sus rizomas. El almidón es utilizado en su mayoría como materia prima en la fabricación de bizcochos y otros productos autóctonos de consumo local y regional (Ortega et al., 2020, p. 1).

Salvaguardar los servicios de polinización de cultivos como lo es la achira (*Canna edulis* KER), requiere la identificación de las especies polinizadoras involucradas y la provisión de sus requisitos ecológicos en múltiples escalas espaciales. Sin embargo, el potencial para la intensificación agroecológica de cultivos dependientes de polinizadores mediante el aprovechamiento de la diversidad de polinizadores está limitado por nuestra

capacidad para caracterizar la comunidad de especies de polinizadores para cada cultivo y para determinar cómo se ve influenciada por los diferentes métodos de estudio utilizados (Leclercq et al., 2022, p. 1).

Estado del arte

Es poca la información bibliográfica respecto al cultivo de achira y las interacciones que en estos puedan suscitarse en la relación planta - animal. Básicamente los estudios se concentran en el manejo de cultivos, estudios sobre variedades y algunos muy escasos sobre entomología asociada al cultivo lo que le hace susceptible para estudiar este tipo de relaciones. Es así que se puede partir por identificar la definición esta planta en cuanto a su manejo agronómico, su importancia económica y fenología es así que partiendo de esta información cabe resaltar que las flores de achira o sagú como se conoce comúnmente (*Canna edulis* KER) varían en color, desde el rojo hasta el anaranjado amarillento. Hay de 30 a 60 especies en América y Asia, la mayoría de las cuales producen rizomas carnosos y almidonados, pero de éxito variable. (CIP, 2013, p. 1). Actualmente en Colombia la Achira es cultivada por campesinos, además en varias regiones del país constituye una propuesta gubernamental para la sustitución de cultivos ilícitos en el marco del posconflicto.

En cuanto a la relación planta animal y visitantes florales asociados a *Canna edulis* es importante empezar por conocer la diversidad y en Colombia se conoce la existencia de cerca de 120 especies de abejas nativas sin aguijón, muchas de las cuales tienen importantes usos y representaciones para diversos grupos sociales y culturales (Nates G., & Rosso J., 2013, p. 415). De estas 120 especies de abejas nativas hay alrededor de 14 géneros y nueve subgéneros, distribuidas desde el nivel del mar hasta los 3400 msnm, concentradas especialmente entre los 500 y 1500 msnm (Nates-Parra & Rosso-Londoño, 2013, p. 416).

Así como sucede con el cultivar de achira también en temas de abejas la mayoría de las publicaciones se concentran en abejas del género *Apis*, y por lo tanto es necesario explorar la interacción de las abejas silvestres y otros visitantes florales frente a la dinámica e cultivos tradicionales, así como los estudios más lejanos ya que se necesitan análisis sobre el manejo de los cultivos agrícolas y agroecosistemas con potencial para limitar su declive

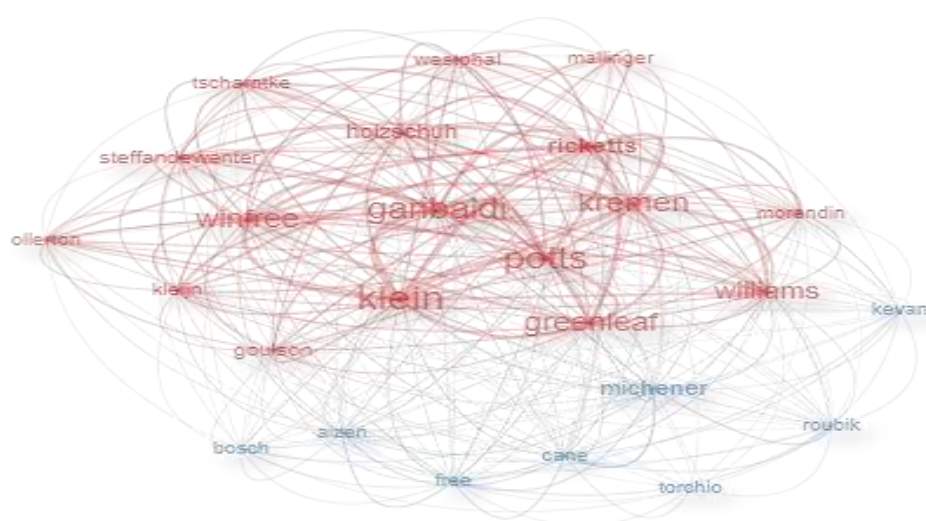
mientras ofertan recursos forrajeros y hábitats para el desarrollo vital de estas especies, siendo las abejas sin aguijón los mayores polinizadores de las plantas silvestres y cultivadas en las áreas tropicales y subtropicales del mundo y en Colombia los meliponinos han sido utilizados para la obtención de diferentes productos, históricamente por culturas precolombinas, pero aún se desconocen varias de las especies presentes en el país y la distribución, por este desconocimiento y debido a la importancia ecológica, cultural, económica y política (CINAT, 2021, p. 25).

Según revisión cuantitativa y cualitativa efectuada por Matías et al. (Matias D. et. al., 2017, p. 1) sobre las publicaciones que tratan sobre las abejas silvestres y los beneficios que proporcionan en contextos sociales, se clasificaron las publicaciones de acuerdo con varios atributos, como los servicios y beneficios derivados de las abejas silvestres, los tipos de interacciones abeja-humano, los receptores de beneficios directos, los contextos sociales donde se encuentran las abejas silvestres y las fuentes de cambios en el sistema abeja-humano. Por lo anterior y considerando los servicios ecosistémicos de diferentes visitantes florales, es importante destacar la competencia de recursos florales que pueden darse en diferentes paisajes como indica la crítica y evaluación del cuerpo existente de literatura publicada en comparación con criterios centrados en estudios que pueden apoyar el mejor manejo y las medidas indirectas de competencia que examinan los patrones de forrajeo (Wojcik V., et al., 2018, p. 3).

El bosque seco tropical colombiano es considerado el bioma tropical más amenazado debido a las actividades antrópicas. El Desierto de la Tatacoa (DsT) es un ejemplo de bosque seco tropical alto perturbado que aún mantiene una alta biodiversidad. El objetivo del estudio fue registrar la diversidad y fenología de las abejas silvestres en este lugar mediante muestreos mensuales entre diciembre de 2014 y diciembre de 2016 en un área de nueve kilómetros cuadrados. Durante el estudio, hubo un período prolongado de El Niño-Oscilación

del Sur. Las abejas fueron recolectadas mediante redes entomológicas, trampas de malestar, trampas de olor a eugenol y trampas de nidos. Se calculó el índice de Shannon para estimar la diversidad y el índice de Simpson para determinar la dominancia de una especie. El efecto de las condiciones ambientales (época húmeda y seca) en la riqueza y abundancia se analizó mediante pruebas T pareadas. Se recolectaron un total de 3004 especímenes de abejas, pertenecientes a 80 especies de Apidae, Megachilidae, Halictidae y Colletidae. Apidae fue la más diversa. El valor del índice de Shannon fue 2,973 (descartando los datos de *Apis mellifera* Linnaeus 1758); por lo tanto, DsT puede considerarse como una zona de alta diversidad de abejas silvestres. Las épocas seca y lluviosa mostraron diferencias en diversidad ($p < 0.05$). La estación lluviosa mostró períodos de floración más largos y una mayor diversidad de abejas que la estación seca. En ambas temporadas, las especies sociales fueron dominantes (p. ej., *A. mellifera* *otrigona fulviventris* Guérin 1844). Aunque DsT es un ecosistema altamente perturbado, este estudio encontró que tiene el segundo mayor número de géneros y el cuarto mayor número de especies reportadas en Colombia, Sociedad de Entomológica do Brasil (Poveda-Coronel et al., 2018, p. 1).

Figura 1. Red de cocitaciones entre autores.



Fuente: Elaboración propia a partir de rastreo bibliométrico Scopus y Web of Science

Nota: son escasos los autores sobre abejas silvestres y Cannaceae, y más aún la relación de visitantes florales para este tipo de cultivos, lo que suscita interés por realizar estudios que generen información relevante sobre oportunidades y estrategias sostenibles de producción con especies silvestres.

Biología de abejas asociadas al cultivo de achira (*canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento del huila.

Las abejas sin aguijón (ASA) juegan un importante papel en la polinización de las plantas su labor polinizadora contribuye a la formación de frutos y semillas por lo cual aporta a la provisión de alimento para la fauna frugívora, tanto silvestre como doméstica e incluso para poblaciones humanas (Elizondo A., et al., 2019, p. 71). Se deben considerar varios aspectos de la biología de las abejas sin aguijón en relación con su crianza y conservación considerando que además de los servicios de polinización también juegan un papel importante como controladores biológicos, usos medicinales o terapéuticos de sus subproducto mencionando que entre los aspectos más importantes está la obtención de las colonias, aspectos ecológicos de hábitat y plantas alimenticias, un diseño adecuado para albergar el nido, un conocimiento básico sobre la biología reproductiva y cómo afecta la variabilidad climática a la dinámica de las poblaciones de abejas lo que explica que no todo visitante floral sea necesariamente polinizador.

Las abejas melíferas y las abejas sin aguijón (ASA) son visitantes generalistas de varias plantas silvestres y cultivadas. Se alimentan con un alto grado de fidelidad floral y, por lo tanto, ayudan en los servicios de polinización de esas plantas. Se presume entonces, que la eficiencia de la polinización podría verse influenciada por la fenología de la floración, las características florales y los modos de recolección de recursos de las abejas obreras. En este artículo, se examinaron las estrategias de alimentación de las abejas melíferas (*Apis cerana*,

Apis dorsata y *Apis florea*) y las abejas sin aguijón (*Tetragonal iridipennis*) en relación con sus eficiencias de polinización (Layek U., et al., 2022, p. 1).

La conservación de las abejas es crítica tanto ecológica como económicamente. Las herramientas genéticas son valiosas para monitorear estos polinizadores vitales, ya que es difícil rastrear estos pequeños insectos de vuelo rápido por medios tradicionales. Al examinar el estado actual de la literatura, esta revisión analiza cómo los avances recientes en la investigación genética y genómica del paisaje están aclarando cómo las abejas silvestres responden a las amenazas antropogénicas. La literatura actual sugiere que puede haber diferencias geográficas en la vulnerabilidad de abejas de diferentes especies a los cambios del paisaje (Kelemen E., Rehan S., 2021, pp. 1–2), lo cual podría estar afectando consecuentemente la salud y estabilidad de sus poblaciones.

Trigona fulviventris es la más común.

Las abejas sin aguijón del género *Trigona* son visitantes habituales de un sinnúmero de flores y en el departamento del Huila son conocidas vulgarmente como abejas ladronas. Estas abejas utilizan su sistema mandibular para extraer celulosa y resina del tallo, materiales necesarios para la construcción de nidos (Carboney I., et al., 2020, p. 2). Las abejas nativas son en gran parte la población de visitantes florales de las diversas especies en la parte agrícola y en bosques y prestan unos servicios importantes ecosistémicos como es la polinización y todos los productos que nos ofrecen como lo son las mieles, propóleo, ceras y otros beneficios. En el cultivo de achira se les ha podido encontrar buscando recompensas como néctar y polen siendo unas visitantes frecuentes.

Xilocopus sp (Abejorros)

Xilocopus son polinizadores de vital importancia para los ecosistemas naturales y áreas agrícolas, en especial en regiones altoandinas donde se concentran cultivos de pasifloraceae y solanáceas de interés económico. Sin embargo, en las últimas dos décadas las poblaciones de estos individuos han experimentado una fuerte disminución a nivel mundial, debido a la pérdida de hábitat, el uso indiscriminado de pesticidas y el calentamiento global, problemáticas de las cuales Colombia no es ajena, y evidenciándose durante los recorridos por los predios estudiados en los municipios Garzón y San Agustín con visitas ejercidas, pero notándose la preocupación de los agricultores porque ya poco se encuentran.

Los Agricultores y campesinos colombianos las conocen como abejorros (abejas grandes y peludas) del maracuyá o abejones toro porque algunas especies (*X. fimbriata* y *X. frontalis*) son comunes en flores de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) y defienden sus nidos agresivamente cuando son molestadas. Existe una preocupación generalizada debido a la reducción poblacional de varias especies de polinizadores, reportada en las últimas dos décadas, en todo el mundo, por lo cual es importante diseñar estrategias para su conservación. Entre los polinizadores más eficientes, que han sufrido el impacto anteriormente mencionado, podemos encontrar *Xilocopus*. a pesar de ser una importante especie polinizadora. Los virus también son reguladores de poblaciones, pero tenemos un conocimiento limitado de la diversidad y ecología de los virus. Este es incluso el caso de las poblaciones anfitrionas silvestres que brindan servicios ecosistémicos, los cuales son los abejorros, que tienen un papel importante en la polinización de los cultivos alimentarios y han sufrido disminuciones de población y contracciones de rango en las últimas décadas (Pascall D., et al., 2021, p. 1). Una de las formas de contribuir a la conservación de las especies de este género es adquirir mayor conocimiento sobre su bionomía y requerimientos, además es necesario desarrollar técnicas para su reproducción en

condiciones controladas, de tal forma que se pueda ofrecer esta alternativa como una solución viable para la polinización de frutas y hortalizas (Romero et al., 2013, p. 202).

Figura 2. *Xylocopa* Sp



Fuente: Proyecto “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila.”

Hymenóptera chalcididae (Parasitoide de pupas).

Se sabe que el parasitoide neotropical *Conura annulifera* (Walker s.f) (Hymenoptera: Chalcididae) parasita moscas parásitas de aves del género *Philornis* (Diptera: Muscidae), incluida *P. downsi* (Dodge y Aitken s.f), una especie que ha invadido las islas Galápagos y es impactando negativamente a las poblaciones de pinzones de Darwin. Presentamos aquí algunos aspectos de la historia de vida, la ecología de campo y la especificidad del huésped de *C. annulifera*. Recolectamos puparios de cuatro especies de *Philornis* en 13 nidos de aves durante 2015 y 2016 en el oeste continental de Ecuador y encontramos que *C. annulifera* y otras tres especies de parasitoides emergieron de esas puparias. Este es el primer registro de *C. annulifera* en Ecuador. Los registros de cría y las disecciones de las pupas parasitadas revelaron que *C. annulifera* es un ectoparásitoide pupal solitario que coloca sus huevos en el espacio entre la pupa huésped y el pupario.

Los estudios de laboratorio de la especificidad del huésped que involucraron a *P. downsi* y pupas de otras cinco especies de dípteros, tres de lepidópteros y una de himenópteros encontraron que *C. annulifera* solo producía descendencia cuando se presentaba con pupas de *P. downsi*. Pupas de *P. downsi* que habían estado expuestas a *C. annulifera* tampoco pudo emerger con más frecuencia de lo esperado por casualidad en comparación con los controles sin parasitoides, lo que sugiere que los parasitoides pueden causar mortalidad en el desarrollo por medios distintos al parasitismo exitoso. Estos estudios constituyen los primeros pasos en la evaluación de *C. annulifera* como un potencial agente de control biológico de *P. downsi* en las Islas Galápagos (Bulgarella M., et al., 2017, p. 318).

Apis melífera.

A pesar de la presencia de un gran número de polinizadores de plantas con flores en todo el mundo, la abeja melífera europea *Apis melifera*, juega el papel más importante en la polinización de varios cultivos, ya que son las especies que realizan el proceso de polinización para que todos los cultivos puedan producir frutos y reproducirse, incluidos todos los vegetales, cultivos no alimentarios y cultivos de semillas oleaginosas, plantas decorativas y medicinales, y otros (Neov B., et al., 2019, p. 1).

En el mundo existen aproximadamente 20.000 especies de abejas, dentro de las cuales solamente entre cinco y 10% son sociales; el hecho que dentro de este grupo haya tal variabilidad en la organización de sus colonias (desde solitarias, pasando por varios niveles de organización, hasta llegar al más alto que es la eusocialidad), permite hacer estudios comparativos y además aproximarse a los orígenes del comportamiento social. La abeja de miel (género *Apis*, Familia *Apidae*) es uno de los organismos utilizados en estudios de comportamiento, debido a su forma de vida social, la cual requiere de coordinación entre todos los individuos de la comunidad; esto a su vez implica comunicación, establecimiento de jerarquías y división de trabajo. La división de trabajo dentro de una colonia de abejas es

consecuencia de cambios fisiológicos relacionados con la edad de las obreras y con la variación genética entre ellas que hace que realicen diferentes tareas (Nates G., 2011, p. 213).

Ésteres de cera de *Apis melifera* (miel de abeja) fueron estudiados para la extracción de Biodiesel. El estudio mostró que el éster monoalquílico de cadena larga de la cera de abejas se transforma en ésteres metílicos de cadena pequeña mediante una reacción de transesterificación en dos etapas. La etapa primaria consistió en una esterificación catalizada por ácido en la que se utilizaron ésteres de cera, metanol y ácido clorhídrico concentrado para reducir los ácidos grasos libres (Hariram V., Bharathwaaj R., 2015, pp. 433 – 435).

Figura 3. *Apis Melífera*



Fuente: Proyecto “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila.”

Abeja real boca de sapo o *Melipona ebúrnea* o Alá.

Las abejas son insectos con alas de la familia Apoidea, orden (Hymenoptera). Existen más de 20.000 especies documentadas alrededor del mundo, Se consideran el grupo de polinizadores más importantes, tanto de plantas silvestres como de cultivos. Existen numerosos estudios que demuestran su importancia económica en la industria agrícola, pero su aporte al ecosistema natural es difícil de cuantificar (Figueroa G., et al., 2016, p. 52).

Esta abeja es una de las abejas más similares a las abejas extranjeras *Apis melífera* en su textura y formación con la gran diferencia que son abejas sin aguijón lo cual las hace

ser parte de las abejas nativas, las cuales son productoras de una miel especial con características especiales lo cual las hace ser una miel especial en el medio.

Figura 4. Abeja real boca de sapo o mellipona ebúrnea o Alá.



Fuente: Autor Fabio Nelson Ibáñez.

***Tetragonisca angustula* (angelitas).**

Tetragonisca angustula, la encontramos en un amplio hábitat que va desde los bosques tropicales secos a muy húmedos, desde el nivel de mar hasta una altura de 1500 msnm, y se puede encontrar sus nidos en muy diferentes sustratos, desde cavidades en árboles hasta en el suelo o entre rocas. Tiene una dieta muy generalista y politécnica, visitando muchas diferentes plantas como fuente del néctar y el polen, a pesar de mostrar una constancia floral evidente (Nates-Parra, 2005). Antes de la llegada de la abeja extranjera *Apis mellífera*. Existían en el continente abejas nativas sin aguijón productoras de miel, conocidas como “meliponas”. La miel, la cera y el polen almacenados por estas abejas, han sido aprovechados por las culturas indígenas americanas además la miel es muy valorada por su sabor y por las propiedades medicinales que se le atribuyen (Flores F., Sánchez A., 2010, p. 1).

Estas abejas son una de las abejas más pequeñas de las abejas sin aguijón, pero con una gran importancia en cuanto a la polinización y sin dejar atrás que su miel es muy apetecida por sus propiedades farmacéuticas.

Figura 5. *Tetragonisca angustula* (angelitas)



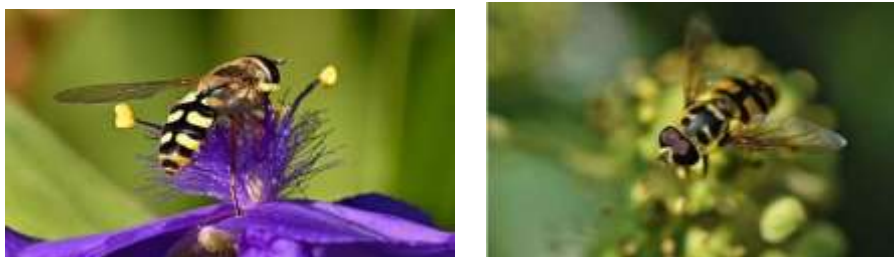
Fuente: Proyecto “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* ker) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila.”

Otros visitantes.

Sírfidos (son moscas que parecen abejas).

Los “sírfidos” o “moscas de las flores” pertenecen a la familia Syrphidae (Orden Diptera). Incluye a moscas que tienen un tamaño entre 4 y 25 mm, son variables en forma y apariencia, pero en general tienen colores brillantes, ojos bien notables y antenas cortas. Estos insectos tienen la particularidad de mimetizarse con las abejas o avispas por sus coloraciones negras o amarillas con los que pueden confundirse a simple vista. Una forma de diferenciar a los sírfidos de las abejas es que éstos como todas las moscas poseen un solo par de alas desarrolladas, y del segundo par se conservan estructuras muy pequeñas pero indispensables para mantener el equilibrio en el vuelo, mientras que las abejas o avispas poseen dos pares de alas bien desarrolladas (Díaz B., et al., 2020, p. 3).

Figura 6. Sírfidos (son moscas que parecen abejas)



Fuente: Autor Fabio Nelson Ibáñez.

Potencial económico abejas asociadas al cultivo de achira.

Aunque las abejas melíferas (*Apis mellifera*) se han manejado durante miles de años, la mayoría de las personas no conocen los beneficios de usar sus productos en los alimentos. La miel es uno de esos productos a los que se le atribuyen muchos usos y propiedades, pero la miel no es el único producto de la colmena; de las colmenas de abejas se pueden obtener otros productos como propóleos, polen y jalea real. Actualmente, muchos estudios están dirigidos a investigar las propiedades farmacológicas y los beneficios de los productos naturales para la salud humana, lo que lleva al creciente desarrollo de nutraceuticos y

alimentos funcionales a partir de ellos. El concepto de alimento funcional se refiere a alimentos que tienen la capacidad de promover una mejor salud fisiológica o psicológica en comparación con los alimentos tradicionales. En esta capacidad, se ha demostrado que los productos de la colmena contribuyen positivamente al mantenimiento de la buena salud y el bienestar, así como a mejorar las enfermedades crónicas.

Miel.

La miel de abeja sin aguijón es un producto único con características fisicoquímicas y propiedades antioxidantes, antimicrobianas y medicinales distintas de la miel de (*Apis mellifera*) (Braghini et al., 2021, p. 1). Resultados de investigación Análisis fisicoquímico y actividad antimicrobiana de mieles maduras. Muestran que las mieles maduras de abejas sin aguijón podrían ser consideradas como alternativa en el control de algunos microorganismos patógenos, sin embargo, se requiere de un esfuerzo mayor en cuanto a su caracterización y la identificación de los compuestos bioactivos

Esta miel encierra varios efectos medicinales y de salud como complemento alimenticio natural. Se ha establecido como un potencial agente antioxidante terapéutico para diversas dolencias biodiversas. Los datos informan que exhibe fuertes efectos cicatrizantes, antibacterianos, antiinflamatorios, antifúngicos, antivirales y antidiabéticos. También retiene efectos inmunomoduladores, reguladores estrogénicos, anti mutagénicos, anticancerígenos y muchos otros efectos de vigor (Ahmed et al., 2018, p. 1).

***Tetragosnisca angostula*.**

La miel de la especie *Trigona angustula* (Latreille, 1811), denominada 'miel de angelita' (o 'miel de angelito') ha conservado un lugar en el mercado tradicional, con un costo aproximadamente diez veces mayor que el de la miel de *A. mellifera*. Debido a su escasez ya que popularmente se considera que tiene propiedades medicinales. Aunque existen diferencias notables entre la miel de angelita y mieles comunes de *A. mellifera*, la falta de

normas de calidad objetivas a menudo ha permitido la falsificación. Por lo tanto, la evaluación de sus propiedades fisicoquímicas es de interés.

La miel de la abeja sin aguijón (*Tetragonisca angustula*) Illiger, llamada "angelita" en Colombia, se sabe que es una valiosa medicina popular contra diferentes dolencias. Los datos científicos sobre esta miel son escasos en la literatura. Debido a la bajísima cantidad de miel producida por una colonia y a la presunta reputación de poder curativo, el precio de la miel es alta. La actividad antimicrobiana de angelita miel obtenida de Colombia se investigó mediante calorimetría de flujo y bioensayo de Petridish sobre seis especies bacterianas y tres fúngicas (A. Torres et al., 2004, p. 1).

Figura 7. Miel.



Jalea real.

La jalea real (RJ) es una secreción ácida de color blanco amarillento de las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de las abejas nodrizas que se utiliza para alimentar a las larvas obreras jóvenes durante los primeros tres días y durante toda la vida de las abejas reinas. RJ es uno de los productos naturales más apreciados y valorados que se ha utilizado principalmente en medicinas tradicionales, alimentos saludables y cosméticos durante mucho tiempo en diferentes partes del mundo. También es el producto apícola más estudiado, destinado a desentrañar sus bioactividades, como la acción antimicrobiana, antioxidante, antienvjecimiento, inmunomodulador y tónica general contra animales de laboratorio,

organismos microbianos, animales de granja y ensayos clínicos. Se usa comúnmente para complementar diversas enfermedades, como el cáncer, la diabetes, las cardiovasculares y la enfermedad de Alzheimer (Ahmad et al., 2020, p. 1).

Figura 8. Jalea Real.



Cera.

Las abejas sin aguijón (*Trigona fulviventrís*) era una de las mejores especies para obtener cera (Vasquez A., Sangerman J., Schwentesius R., 2021, p. 110), esta cera de abejas es la secreción natural cuyo uso se remonta a tiempos ancestrales. Con la tendencia emergente de utilizar los recursos naturales como cura para muchas enfermedades, la cera de abejas y la miel han recuperado su popularidad en el campo de la medicina (Saralaya et al., 2021, p. 1).

Figura 9. Cera.

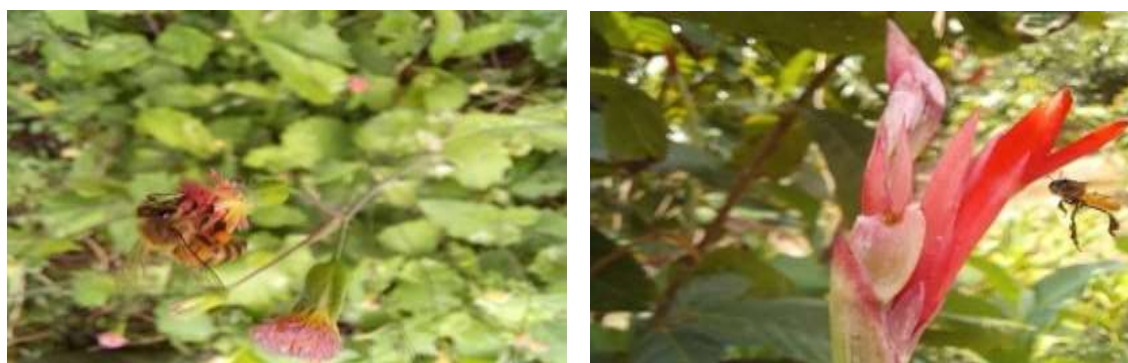


Polen.

Los estudios de limitación de polen son escasos en cultivos entomófilos, ya que puede resultar muy tedioso complementar las plantas con polinización manual a la escala de planta

correspondiente. Para superar esto, estudios recientes han utilizado gradientes de polinizadores en varios campos para evaluar si los cultivos estaban limitados por el polen. Pero los recursos maternos de la planta y, por lo tanto, el potencial de rendimiento puede variar entre campos del mismo cultivo. Si estos recursos no se controlan adecuadamente (Chabert et al., 2022, p. 1).

Figura 10. Polen.



Fuente: Proyecto “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila.”

Propóleo.

El propóleo es un fotocompuesto resinoso y complejo recolectado por las abejas para cumplir varias funciones físicas y fisiológicas críticas en una colmena. El propóleo ha sido utilizado por los seres humanos durante siglos para aliviar muchas dolencias, incluidas las enfermedades crónicas, relacionadas con la nutrición y el síndrome metabólico. La mayor parte de la investigación sobre propóleos se ha llevado a cabo en el propóleo recolectado de las colmenas de *Apis mellifera*. Sin embargo, un creciente cuerpo de evidencia muestra que el propóleo de las abejas sin aguijón (> 600 especies) poseen actividades biológicas y beneficios terapéuticos similares, como propiedades antioxidantes y antiinflamatorias y actividad antimicrobiana (Zulhendri et al., 2022, p. 1).

El propóleo es una sustancia pegajosa de origen vegetal que producen las abejas. Ha sido utilizado tradicionalmente por civilizaciones antiguas como medicina popular, y se sabe

que tiene muchas propiedades farmacéuticas que incluyen efectos antioxidantes, antibacterianos, antifúngicos, antiinflamatorios, antivirales y antitumorales (Bouchelaghem, 2022, p. 1).

La actividad bactericida de los extractos etanólicos de propóleos (EEP) fue mayor contra las bacterias gram positivas que contra las bacterias gram negativas. El EEP de *T. angustula* presentó mayor eficacia para todas las bacterias analizadas gram positivas y gram negativas especialmente contra *S. aureus* y *S. aureus* (A. R. Torres et al., 2018, p. 1), lo que constituye un importante subproducto de origen animal para la medicina.

Figura 11. Propóleos



Servicios de Polinización.

Transferencia de polen desde la parte masculina de una flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor, es un proceso esencial para el mantenimiento de la viabilidad y la diversidad genética de las plantas con flor, además de mejorar la calidad y cantidad de semillas y frutos, así como de las características de la descendencia (García M., Ríos L., Álvarez J., 2016, p. 54). La polinización juega un papel importante en el sector agrícola y sirve como pilar básico para la producción de los cultivos. Las plantas dependen de vectores para mover el polen, que pueden incluir agua, viento y animales polinizadores como murciélagos, polillas, sírfidos, pájaros, abejas, mariposas, avispa, trips y escarabajos. Las plantas cultivadas suelen ser polinizadas por animales (Hellwig N., et al., 2022, pp. 1–2).

Las abejas se consideran importantes polinizadores debido a su eficacia y amplia disponibilidad. La polinización de las abejas proporciona un valor excelente a la calidad y cantidad de los cultivos, mejorando los resultados económicos y dietéticos globales. Esta revisión destaca el papel que juega la polinización de las abejas, que influye en la economía, y alista los diferentes tipos de abejas y otros insectos asociados con la polinización.

Algunas especies como (*Xilocopus* sp) son usadas para polinizar cultivos de maracuyá y otras especies de *Passiflora* en varias partes del mundo. Aunque todavía es un área en exploración, ya existen modelos de colmenas que permiten su cría y manipulación (FAO, 1995, p. 142) y el uso de estas abejas como polinizadores naturales tiene un gran potencial económico en Colombia y la importancia de estas abejas como polinizadoras en maracuyá ya ha sido reconocida en diferentes países, siendo usadas en programas de polinización dirigida (Pizano et al., 2016)

Figura 12. *Xylocopa* Sp.



Fuente: Proyecto “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento de Huila.”

Control biológico.

Este es un potencial económico del que poco se encuentra escrito y que se considera de gran valor para la agricultura, es así que existe diversidad de himenópteros parasitoides de pupas que juegan un papel primordial como controladores biológicos como es el caso de

Hymenóptera Chalcididae

Los Sirfidos corresponden a un grupo de dípteros con gran potencial como controladores biológicos de áfidos y pulgones y por ello demandan importantes estudios dando la importancia según Núñez y Segundo (2018) como agentes de control biológico de plagas en cultivos de pimiento en invernadero

Tabla 1. abejas asociadas al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en el departamento del Huila.

Orden	Familia	Habito	Imagen
Himenóptera	Chalcidae	Parasitoide de pupas	
Himenóptera	Chalcidae	Parasitoide de pupas	
Himenóptera	Apidae	-----	
Himenóptera	Xylocopidae	Polinizador maracuyá y otras pasifloras	
Himenóptera	Apidae	Polinizador	
Himenóptera	Apidae	Polinizador	
Himenóptera	Apidae	Polinizador	

Fuente. Proyecto de investigación “Caracterización de la diversidad de visitantes florales asociados al cultivo de Achira (*Canna edulis* KER) en diferentes pisos térmicos en el departamento del Huila.

Nota: esta tabla muestra la diversidad de abejas nativas halladas en monitoreos en tres predios en diferentes pisos térmicos en el departamento del Huila.

Métodos de manejo de diferentes especies de abejas nativas.

Las abejas sin aguijón (ASA) son organismos relevantes en los ecosistemas por su desempeño como polinizadores, en este estudio se identificaron las especies ASA y la densidad de nidos en dos sitios con diferentes perturbaciones (Hecelchakán y Calkiní) dentro de la Reserva de la Biosfera de Petenes (RBLP) (Cab-Baqueiro et al., 2021, p. 61) , además las abejas sin aguijón del género *trigona* utilizan su sistema mandibular para extraer celulosa y resina del tallo, materiales necesarios para la construcción de nidos (Carboney I., et al., 2020, p. 1).

El abejorro nativo *Bombus atratus* tiene una amplia distribución geográfica, está adaptado a diferentes condiciones ambientales y ha demostrado ser una especie muy eficiente en la polinización de diferentes cultivos. El grupo de Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres (BEAS) ha venido desarrollando estudios básicos y aplicados para la utilización de esta especie y más recientemente se ha interesado en el desarrollo de metodologías para conseguir mejores resultados para su cría en mayor escala. En este momento se ha establecido un modelo experimental de cría, combinando las condiciones de campo e invernadero, donde, bajo prácticas agroecológicas, exista una oferta de alimento permanente, conservando una alta riqueza floral, abriendo la posibilidad de mantener allí simultáneamente otras especies nativas del género *Bombus* (Romero et al., 2013, p. 200).

Está en el interés de la industria de cría de abejorros, que tiene más éxito cuando las colonias manejadas son sanas y vigorosas, y la seguridad del medio ambiente en el que se introducen para garantizar que no sean focos de enfermedades (Huang et al., 2015, p. 1).

La abeja angelita (*Tetragonisca angostula*), suscita gran interés a partir de que es una de las más asediadas por las personas para obtener su miel por su valor económico y por sus propiedades e implementaciones farmacéuticas, provocando eliminación total de las colonias

por el desconocimiento de su dinámica biológica, por lo cual hubo motivación en investigar de qué manera se podían manejar racionalmente este tipo de abejas y se llegó a la práctica de la meliponicultura una actividad ancestral y desconocida en los actuales esquemas de producción. La primera actividad que se genera es la construcción de las instalaciones del meliponario, construcción de cajas racionales que permitieran las buenas prácticas de manejo y reproducción y el impacto de este trabajo con la comunidad (Martínez & Blandon, 2019, p. 1)

Melipona eburnea: La especie conocida como “ala”, “guare”, “abeja-real” es muy apreciada por la calidad de su miel; se encuentra como una especie de fácil adaptación a cría en cajas racionales. Lo triste es que está afectada por procesos de degradación de los ecosistemas, lo cual reduce sus sitios de nidificación y recursos alimenticios, además de actividades de “cazadores de miel” quienes contribuyen a la reducción de nidos en ecosistemas naturales (Nates-Parra & Rodríguez C., 2011, p. 122).

Conclusiones

Los estudios muestran cómo diversos cultivos de floración masiva pueden ofrecer beneficios para los polinizadores de abejas nativas, pero se requiere ampliar el conocimiento mediante mayor investigación y más profunda sobre los beneficios potenciales de rendimiento ejercidos por los diferentes visitantes florales y abejas apis y no apis en diferentes cultivos, donde los estudios son limitados como por ejemplo cultivos andinos como el caso de las cannáceas. Para examinar los mecanismos subyacentes, estudios adicionales sobre la biología básica y la historia natural, incluidos los hábitats y preferencias de anidación junto con las preferencias de forrajeo de abundantes especies de abejas, de esta manera comprender cómo estas abejas parecen persistir y posiblemente prosperar en diferentes agroecosistemas tanto de producción a pequeña escala o como cultivos intensificados. Esta información es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a reforzar y conservar las poblaciones de estas abejas nativas beneficiosas en los campos y aprovechar de manera sostenible los beneficios económicos que de la actividad productiva se generan.

Ante esta problemática de la disminución de las especies de abejas nativas, se recomienda hacer estudios para mejorar la conservación de estas especies dando un manejo adecuado para cada una de estas abejas y así poder llegar a garantizar la vida de estas especies tan importantes para la polinización de diversos cultivos y especies de plantas silvestres, con esto se conlleva a la potencialización de los beneficios tanto económicos , farmacéuticos, seguridad alimentaria y la contribución del medio ambiente para un mejor futuro.

Referencias.

- Ahmad, S., Campos, M. G., Fratini, F., Altaye, S. Z., & Li, J. (2020). New Insights into the Biological and Pharmaceutical Properties of Royal Jelly. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2). <https://doi.org/10.3390/ijms21020382>
- Ahmed, S., Sulaiman, S. A., Baig, A. A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, S., Jabeen, S., Shamim, N., & Othman, N. H. (2018). Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 8367846. <https://doi.org/10.1155/2018/8367846>
- Bouchelaghem, S. (2022). Propolis characterization and antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 1936–1946. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.063>
- Braghini, F., Biluca, F. C., Schulz, M., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2021). Stingless bee honey: a precious but unregulated product - reality and expectations. *Food Reviews International*, 1–30. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1884875>
- Bulgarella M., et al. (2017). Life Cycle and Host Specificity of the Parasitoid *Conura annulifera* (Hymenoptera: Chalcididae), a Potential Biological Control Agent of *Philornis downsi* (Diptera: Muscidae) in the Galápagos Islands. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(3), 317–328. <https://doi.org/10.1093/aesa/saw102>
- Cab-Baqueiro, S., Ferrera-Cerrato, R., Quezada-Euán, J. J., Moo-Valle, H., & Vargas-Díaz, A. A. (2021). Sustratos de nidificación y densidad de nidos de abejas sin aguijón en la Reserva de la Biósfera de los Petenes, México. *Acta Biologica Colombiana*, 27(1). <https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.88381>
- Carboney I., et al.. (2020). Prevalence of begomoviruses in *Trigona fuscipennis* and *Trigona fulviventris* visitors of *Jatropha curcas*. *Journal of Apicultural Research*, 1–4.

<https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1756181>

- Chabert, S., Mallinger, R. E., Sénéchal, C., Fougeroux, A., Geist, O., Guillemard, V., Leylaverigne, S., Malard, C., Pousse, J., & Vaissière, B. E. (2022). Importance of maternal resources in pollen limitation studies with pollinator gradients: A case study with sunflower. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 330(107887), 107887. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107887>
- CINAT. (2021). *Desafíos y oportunidades para la conservación de las abejas nativas*. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/22022/1-Libro%20Res%C3%BAmenes%20Congreso%20MesoamericanoAbejas%20NativasNov2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CIP. (2013, October 23). *Raices y tuberculos andinos*. <https://cipotato.org/es/raices-y-tuberculos-andinos/>
- Darío Muriel, R. (2005). *Ambiente y desarrollo. relación sistémica entre naturaleza y sociedad. una vía hacia la sustentabilidad*. <http://hdl.handle.net/2099/169>
- Díaz B., et al. (2020). *Los sírfidos como agentes de control biológico y polinización en horticultura*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/11336/134917>
- Elizondo A., et al. (2019). Asociación entre abejas sin aguijón (Apidae, Meliponini) y la flora del bosque seco en la región norte de Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 70–91. <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.4>
- Esquivel I., et al. (2021). Pollination by Non-Apis Bees and Potential Benefits in Self-Pollinating Crops. *Annals of the Entomological Society of America*, 114(2), 257–266. <https://doi.org/10.1093/aesa/saaa059>
- FAO. (1995). *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*. Food & Agriculture Org. https://books.google.com/books/about/Pollination_of_Cultivated_Plants_in_the.html?hl

=&id=A1O8Ow6wDDUC

- Figueroa G., et al. (2016). Identificación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) a partir de la clasificación de los descriptores SIFT de una imagen del ala derecha anterior. *Revista Tecnología en Marcha*, 29, 51–63. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i5.2585>
- Flores F., Sánchez A. (2010). *Primeros resultados de la caracterización botánica de mieles producidas por Tetragonisca angustula (Apidae, Meliponinae) en Los Naranjos, Salta, Argentina*. <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/bsab/v45n1-2/html/v45n1-2a07.htm>
- García M., Ríos L., Álvarez J. (2016). Pollination in agricultural systems: a systematic literature review. *Idesia (Arica)*, 34(3), 53–68. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016000300008>
- Hariram V., Bharathwaaj R. (2015). Extraction and Optimization of biodiesel yield from wax esters of *Apis mellifera* (Honey Bee). *International Journal of ChemTech Research*. [https://sphinxesai.com/2015/ch_vol8_no9/2/\(433-437\)V8N9CT.pdf](https://sphinxesai.com/2015/ch_vol8_no9/2/(433-437)V8N9CT.pdf)
- Hellwig, H., Schubert, L. F., Kirmer, A., & Tischew, S. (2022). Effects of wildflower strips, landscape structure and agricultural practices on wild bee assemblages – A matter of data resolution and spatial scale? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107764>
- Hellwig N., et al. (2022). Effects of wildflower strips, landscape structure and agricultural practices on wild bee assemblages – A matter of data resolution and spatial scale? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 326, 107764. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107764>
- Huang, W.-F., Skyrn, K., Ruiter, R., & Solter, L. (2015). Disease management in commercial bumble bee mass rearing, using production methods, multiplex PCR detection techniques, and regulatory assessment. *Journal of Apicultural Research*, 54(5), 516–524. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1173352>

- Kelemen E., Rehan S. (2021). Conservation insights from wild bee genetic studies: Geographic differences, susceptibility to inbreeding, and signs of local adaptation. *Evolutionary Applications*, 14(6), 1485–1496. <https://doi.org/10.1111/eva.13221>
- Layek U., et al. (2022). The pollination efficiency of a pollinator depends on its foraging strategy, flowering phenology, and the flower characteristics of a plant species. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 25(2), 101882. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2022.101882>
- Leclercq, N., Marshall, L., Weekers, T., Anselmo, A., Benda, D., Bevk, D., Bogusch, P., Cejas, D., Drepper, B., Galloni, M., Gérard, M., Ghisbain, G., Hutchinson, L., Martinet, B., Michez, D., Molenberg, J.-M., Nikolic, P., Roberts, S., Smagghe, G., ... Vereecken, N. J. (2022). A comparative analysis of crop pollinator survey methods along a large-scale climatic gradient. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 329(107871), 107871. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107871>
- Martínez, D. E. C., & Blandon, O. J. O. (2019). Meliponario SIPASS - una experiencia con la abeja angelita *Tetragonisca angustula* con dos tipos de colmenas racionales en el de CEAD Acacias. *Documentos de Trabajo ECAPMA*, 2. <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.3511>
- Matias D. et. al. (2017). A review of ecosystem service benefits from wild bees across social contexts. *Ambio*, 46(4), 456–467. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0844-z>
- Naranjo F. (2010). *La disminución de polinizadores a nivel mundial y las acciones que pueden emprender los sectores público y privado para remediarlo*. http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_150_310511_es.pdf
- Nates G. (2011). GENÉTICA DEL COMPORTAMIENTO: ABEJAS COMO MODELO. *Acta Biológica Colombiana*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000300015

- Nates G., & Rosso J. (2013). DIVERSIDAD DE ABEJAS SIN AGUIJÓN (Hymenoptera:Meliponini) UTILIZADAS EN MELIPONICULTURA EN COLOMBIA. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 415–426.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-548X2013000300001&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Nates-Parra, G., & Rodríguez C., Á. (2011). Forrajeo en colonias de *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) en el piedemonte llanero (Meta, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 121–127.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-04882011000100022&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Nates-Parra, G., & Rosso-Londoño, J. M. (2013). DIVERSIDAD DE ABEJAS SIN AGUIJÓN (Hymenoptera:Meliponini) UTILIZADAS EN MELIPONICULTURA EN COLOMBIA. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 415–426.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-548X2013000300001&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Neov B., et al. (2019). Biotic and abiotic factors associated with colonies mortalities of managed honey bee (*Apis mellifera*). *Diversity*, 11(12), 237.
<https://doi.org/10.3390/d11120237>
- Ortega, M. C., Mojica-Ramos, S. L., Vergara-Navarro, E. V., & Sotelo-Cardona, P. (2020). Associated entomofauna with edible canna crops *Canna indica* (Cannaceae) in three areas of Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(1), e10167–e10167.
<https://doi.org/10.25100/socolen.v46i1.10167>
- Pascall D., et al. (2021). Virus Prevalence and Genetic Diversity Across a Wild Bumblebee Community. *Frontiers in Microbiology*, 12, 650747.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.650747>

- Pizano, C., González-M., R., López, R., Jurado, R. D., Cuadros, H., Castaño-Naranjo, A., Rojas, A., Pérez, K., Vergara-Varela, H., Idárraga, Á., Isaacs, P., & García, H. (2016). El bosque seco tropical en Colombia. In *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia* (pp. 21–22).
<https://doi.org/10.21068/b001.2015.202>
- Poveda-Coronel, C. A., Riaño-Jiménez, D., & Cure, J. R. (2018). Diversity and Phenology of Wild Bees in a Highly Disturbed Tropical Dry Forest “Desierto de la Tatacoa”, Huila-Colombia. *Neotropical Entomology*, 47(6), 786–790. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0578-z>
- Romero, E., Cruz, C. P., Cure, J. R., Riaño, D., Padilla, S., & Aguilar, M. L. (2013). Desarrollo de un Escenario de Campo para el Estudio de Especies Nativas de Abejorros (*Bombus* spp.) de los Andes Colombianos (Hymenoptera: Apidae). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 9(2), 200–211. <https://doi.org/10.18359/rfcb.346>
- Saralaya, S., B S, J., Thomas, N. S., & S M, S. (2021). Bee wax and honey-a primer for OMFS. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 25(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s10006-020-00893-0>
- Spivak M., et. al. (2011). The Plight of the Bees. *Environ. Sci. Technol.*
<https://doi.org/10.1021/es101468w>
- Torres, A., Garedew, A., Schmolz, E., & Lamprecht, I. (2004). Calorimetric investigation of the antimicrobial action and insight into the chemical properties of “angelita” honey—a product of the stingless bee *Tetragonisca angustula* from Colombia. *Thermochimica Acta*, 415(1-2), 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2003.06.005>
- Torres, A. R., Sandjo, L. P., Friedemann, M. T., Tomazzoli, M. M., Maraschin, M., Mello, C. F., & Santos, A. R. S. (2018). Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activity of propolis obtained from *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* and

- Tetragonisca angustula* stingless bees. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* = *Revista Brasileira de Pesquisas Medicas E Biologicas / Sociedade Brasileira de Biofisica ... [et Al.]*, 51(6). <https://doi.org/10.1590/1414-431X20187118>
- Vasquez A., Sangerman J., Schwentesius R. (2021). Caracterización de especies de abejas nativas y su relación biocultural en la Mixteca oaxaqueña. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 101–113. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2788>
- Wojcik V., et al. (2018). Floral Resource Competition Between Honey Bees and Wild Bees: Is There Clear Evidence and Can We Guide Management and Conservation? *Environmental Entomology*, 47(4), 822–833. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy077>
- Zulhendri, F., Perera, C. O., Chandrasekaran, K., Ghosh, A., Tandean, S., Abdulah, R., Herman, H., & Lesmana, R. (2022). Propolis of stingless bees for the development of novel functional food and nutraceutical ingredients: A systematic scoping review of the experimental evidence. *Journal of Functional Foods*, 88(104902), 104902. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104902>