

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.



Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

Diego Alejandro Riaño Silva

José Luis Peña Carvajal

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Sede Villavicencio (Meta)

Programa Ingeniería Agroecológica

diciembre de 2022

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

Diego Alejandro Riaño Silva

José Luis Peña Carvajal

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroecológico

Asesor(a)

Diana Carolina Pabón Baquero

Co-asesor (a)

Antonella Sardi Saavedra

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Sede Villavicencio (Meta)

Programa Ingeniería Agroecológica

diciembre de 2022

Dedicatoria

Esta dedicatoria va más para la persona que me enseñó el arte de las abejas, y no de cualquier abejas, de las abejas meliponas, las cuales son abejas nativas o endémicas de cada zona en la que uno se encuentre, de cómo capturarlas, cuidarlas y reconocer algunos comportamientos arraigados a cada especie de abejas, que se tenía en el momento, esta persona es José Ignacio Peña Ramos que en paz descansa, fue la inspiración para la creación de una idea de negocios y que con el tiempo esta no solo fuera una idea de negocio si no una empresa reconocida a nivel municipal y departamental, la empresa tiene como nombre melipocumare reconocida por sus diferentes productos y por el servicio que ofrece como es el control y reubicación de todo tipo de abejas y avispas para poder conservar la mayor parte de agentes polinizadores y que estos no se vean afectados por las actividades humanas, fue de gran ayuda la empresa melipocumare para poder hacer el trabajo de investigación ya que nos dio las herramientas y material genético a estudiar, que fueron las abejas de género *Nannotrigona*, no dejar a un lado a Dios que nos da la fuerza y sabiduría para seguir cada día, a nuestros padres y hermanos que también juegan un papel importante en nuestra formación y nuestras amistades que siempre estuvieron presentes en nuestro proceso.

Agradecimientos

Agradecer a Dios por permitirnos culminar nuestro trabajo de investigación con su ayuda y compañía, a nuestros padres, hermanos por ser nuestro motor de vida, e impulsarnos a seguir adelante para cumplir nuestros sueños y metas, por acompañarnos en todo momento llenándonos de su amor incondicional. A nuestra asesora Diana Carolina Pabón Baquero y co asesor Antonella Sardi Saavedra en forma muy especial, por la valiosa ayuda, guía, colaboración profesional y apoyo emocional brindado, permitiéndonos así culminar de manera óptima este valioso proyecto. Su orientación, su paciencia y su motivación han sido fundamental dentro de nuestra formación como investigadores y profesionales. A nuestras familias, compañeros y amigos por su compañía y colaboración a lo largo de este proceso. También a los diferentes docentes los cuales algunos de estos docentes fueron ficha clave en el proceso, como los docentes Claudia Marcela Castellanos Romero, Martha Lucia Velasco Belalcázar y Carlos Alberto Hernández que fueron los pioneros en nuestro proyecto, por su entrega y compromiso, además por todos los conocimientos adquiridos que nos contribuyen tanto a nivel personal como profesional, también agradecer al semillero de investigación kaliawirinae el cual fue el eje principal para iniciar nuestro proyecto de investigación, Por último, pero no menos importante a la Corporación Universitaria Minuto De Dios (UNIMINUTO) por permitirnos realizar este tipo de proyectos investigativos y tener diferentes semilleros dentro del programa.

Contenido

Lista de tablas	7
Lista de figuras	8
Lista de anexos.....	9
Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
CAPÍTULO I	14
1 Objetivos	14
1.1 Objetivo general.....	14
1.2 Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II	15
2 Planteamiento del problema	15
2.1 Definición del problema.....	15
2.1.1 <i>Pregunta de investigación</i>	17
CAPITULO III	18
3 Justificación.....	18
CAPITULO IV	20
4 Marco teórico.....	20
4.1 Biología.....	20
4.2 Pecoreo de la abeja.....	20
4.3 Diversidad	21
4.4 Estructura de la colmena	24
4.5 Caja racional.....	26
CAPITULO V	29
5 Metodologías	29
5.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	29
5.2 Metodología.....	29

5.2.1	<i>Diseño de cajas racionales</i>	29
5.2.2	Establecimiento de cajas racionales en las zonas de la granja	31
5.2.3	Manejo de las abejas en cajas racionales	33
5.2.4	Identificación de comportamientos de pecoreo de las abejas del género <i>Nannotrigona</i> con la <i>Asystasia gangetica</i>	34
5.2.5	Empleo de claves taxonómicas para la identificación de las <i>Nannotrigonas</i>	37
CAPITULO VI		39
6	Resultados y discusión	39
6.1	Resultados.....	39
6.1.1	Comportamientos de pecoreo de <i>Nannotrigonas</i> en <i>Asystasia gangetica</i>	39
6.1.2	Tiempos de pecoreo registrados en los tratamientos	42
6.1.3	Revisión recomendada por la empresa melipocumare	47
6.1.4	Clasificación taxonómica.....	49
6.1.5	Identificación de especie	51
6.2	Discusión	52
6.2.1	Discusión de resultados	52
CAPITULO VII		56
7	Conclusiones	56
CAPITULO VIII		58
8	Referencias.....	58
CAPITULO IX		66
9	Anexos.....	66

Lista de tablas

TABLA 1: RELACIÓN ENTRE EL TOTAL DE VISITAS DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS Y SU DISTANCIA A LAS DOS COLMENAS	41
TABLA 2: TRATAMIENTOS DE LAS COLMENAS 1 Y 2, EN LAS 13:00-15:30 HORAS ..	44
TABLA 3: CORRELACIONES DE LOS DISCOS DE CRÍA Y LAS VISTAS A LOS ESTAMBRES.....	49

Lista de figuras

FIGURA 1: OBRERA DE ABEJA NANNOTRIGONA SP PECOREANDO (RECOGE EL NÉCTAR DE LAS FLORES).....	22
FIGURA 2: PARTES DE LA COLMENA DEL GÉNERO NANNOTRIGONA.....	25
FIGURA 3: PARTES DE LA COLMENA DE NANNOTRIGONAS 2022	26
FIGURA 4: CAJA RACIONAL DISEÑADA BAJO EL MODELO EMBRAPA. PROBADA EN COLOMBIA PARA ABEJAS DEL GÉNERO SCAPTOTRIGONA Y MELIPONA EN ZONA ANDINA 2011	28
FIGURA 5: MAPA SATELITAL DE LA ZONA DE ESTUDIO (LA GRANJA AGROECOLÓGICA UNIMINUTO)	30
FIGURA 6: CAJAS RACIONALES DE LA EMPRESA MELIPOCUMARE 2022.....	31
FIGURA 7: CAJAS RACIONALES ESTABLECIDAS EN CADA ZONA DE ESTUDIO 2022	32
FIGURA 8: TRATAMIENTOS REALIZADOS POR ZONAS DE ESTUDIOS 2022.....	37
FIGURA 9: ENVASES UTILIZADOS EN EL ENVIÓ DE LAS MUESTRAS, 2022.....	38
FIGURA 10. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE VISITAS TOTALES POR TRATAMIENTO Y DISTANCIA, 2022.....	42
FIGURA 11. TIEMPO EN SEGUNDOS (S), DE LA NANNOTRIGONA SOBRE LAS PARTES OBSERVADAS, ELABORACIÓN PROPIA 2022.....	45
FIGURA 12. PORCENTAJE DE OBSERVACIONES CON RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS, ELABORACIÓN PROPIA 2022.	46
FIGURA 13: OBSERVACIONES DE CÁLIZ Y ESTAMBRES, ELABORACIÓN PROPIA 2022.	46
FIGURA 13: LÍNEA DE TIEMPO, DE LAS REVISIONES RECOMENDADAS POR LA EMPRESA, ELABORACIÓN PROPIA (2022)	48
FIGURA 14: CANTIDAD DE DISCOS DE CRÍA CORRESPONDIENTES A LAS FECHAS PROPUESTAS	48
FIGURA 15: VISTA A DETALLE DE UNA ABEJA OBRERA NANNOTRIGONA SP.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Lista de anexos

ANEXO 1: COLMENA FUERTE EN LA CUAL SE EVIDENCIA LOS DISCOS DE CRÍA Y ÁNFORAS DE MIEL Y POLEN.....	66
ANEXO 2: REVISIÓN PERIÓDICA DE LAS COLMENAS.....	66
ANEXO 3: COLMENA MADRE, EN LA CUAL SE HIZO LA DIVISIÓN DE LA COLMENA, PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO EN LA GRANJA.	67
ANEXO 4: OBSERVACIÓN DEL CRECIMIENTO DE DISCOS DE CRÍA.	67
ANEXO 5: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DONDE IBAN A QUEDAR LAS ABEJAS DISPUESTA, TOMANDO DATOS DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	68
ANEXO 6: REALIZANDO LOS HOYOS, PARA PONER LAS BASES LAS CUALES IRÁN SOPORTANDO LAS CAJAS RACIONALES DE ABEJAS.	68
ANEXO 7: COLMENA YA UBICADA EN LA ZONA DE BOSQUE, SE EVIDENCIA QUE EL NIVEL FREÁTICO ES ALTO Y SE INUNDA EL SITIO.	69
ANEXO 8: REVISIONES PERIÓDICAS A LAS COLMENAS, ESTÁ REVISIONES SON EXTERNAS E INTERNAS.	69
ANEXO 9: COLMENA MADRE PARA HACER SEGUNDA DIVISIÓN PARA UBICARLA EN EL LUGAR DE ESTUDIO.....	70
ANEXO 10: IMPLEMENTACIÓN DE BOLSA PLÁSTICA EN LA PARTE INFERIOR DEL POSTE, ESTO CON EL FIN QUE SE PROLONGUE SE DURABILIDAD.....	70
ANEXO 11: FOTOGRAFÍA DE ABEJAS NANOTRIGONAS DE LA ZONA DEL BOSQUE SECUNDARIO PARA SABER SU TAXONOMÍA.	71
ANEXO 12: FOTOGRAFÍAS DE ABEJAS NANOTRIGONAS DE LA ZONA DE CULTIVOS PARA LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	72
ANEXO 13: CALIBRACIÓN DEL MICRÓMETRO OCULAR PARA CALCULAR MEDIDAS EN MILÍMETROS.....	73
ANEXO 14: DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS PARA HACER LA OBSERVACIÓN DIRECTA.....	73
ANEXO 15: SE COLOCA EL TRÍPODE CON EL CELULAR, PARA GRABAR LA ACTIVIDAD DE LA ABEJA, TOMANDO ALGUNOS PARCHES FORALES DE REFERENCIA A LA HORA DE GRABAR.....	74
ANEXO 16: TOMAS DE TEMPERATURA EN CADA TRATAMIENTO.....	74
ANEXO 17: SE EMPIEZA A GRABAR UNA VEZ YA SE ALLÁ ENCONTRADO UN PARCHÉ FLORAL, ES DECIR UN CONJUNTO DE 6 A 12 FLORES.	75
ANEXO 18: TOMA DE TEMPERATURA A CADA TRATAMIENTO.....	75

Resumen

La abeja del género *Nannotrigona* es una melipona con el aguijón atrofiado, está tiene presencia en la región contando con varios estudios y metodologías técnicas para su manejo. En el presente trabajo se realizó el establecimiento de dos colmenas del género mencionado anteriormente en cajas racionales del modelo Embrapa, dispuestas en la zona de bosque secundario y de cultivos de la granja agroecológica UNIMINUTO, suministradas por la empresa Melipocumare, realizando un manejo y seguimiento, identificando la relación que tienen con la planta *Asystasia gangetica* que se encuentra distribuida en mayor proporción en el área de estudio. Definiendo así dos tratamientos: por colmena, con el propósito de observar directamente y con cámaras celulares: "llegada y salida de las flores", "Tiempo en las flores", "Objeto del pecoreo realizado en las flores" y "particularidades", en horas específicas. Dando como resultado que la abeja tiene dos formas de llegada, que son detrás y de frente de la flor. Donde la llegada por néctar fue de un 70% y por polen un 30%, y los lugares con mayor cantidad de visitas son los tratamientos del bosque, en comparación con los cultivos. Adicionalmente se identificó el género como *Nannotrigona* y la especie como *N. melanocera*, la cual se encuentra reportada en el Departamento del Meta. Se concluye que son diferentes los dos lugares y que la mayor actividad está en la zona del bosque, existiendo una interacción directa entre la abeja de estudio y la *A. gangética*, por ser dos especies nativas que se dan sustento conforme pasa el tiempo, siendo la *N. melanocera*, un insecto atractivo para investigaciones en la región sobre la calidad y las condiciones ecosistémicas.

Palabras clave: Asystasia gangética, ecosistémicas, interacción, melanocera, melipona.

Abstract

The bee of the genus *Nannotrigona* is a melipona with an atrophied stinger, it is present in the region with several studies and technical methodologies for its management. In the present work, two hives of the above-mentioned genus were established in rational boxes of the Embrapa model, arranged in the area of secondary forest and crops of the agroecological farm UNIMINUTO, supplied by the company Melipocumare, carrying out a management and monitoring, identifying the relationship they have with the plant *Asystasia gangetica* that is distributed in greater proportion in the study area. Thus, defining two treatments: per hive, with the purpose of observing directly and with cellular cameras: "arrival and departure of flowers", "time in the flowers", "object of peccoration performed in the flowers" and "particularities", in specific hours. As a result, the bee has two ways of arrival, which are behind and in front of the flower. Arrival by nectar was 70% and by pollen 30%, and the places with the highest number of visits are forest treatments, compared to crops. Additionally, the genus was identified as *Nannotrigona* and the species as *N. melanocera*, which is reported in the Department of Meta. It is concluded that the two places are different and that the greatest activity is in the forest zone, there being a direct interaction between the study bee and *A. gangética*, being two native species that support each other over time, with *N. melanocera* being an attractive insect for research in the region on the quality and ecosystemic conditions.

Keywords: *Asystasia gangética*, *ecosystemic*, *interaction*, *melanocera*, *melipona*.

Introducción

Las abejas del género *Nannotrigona* o conocidas como Nannotrigonas, se clasifican en la taxonomía dentro de la tribu Meliponini (Hymenoptera:Apoidea), consideradas como meliponas o abejas con aguijón atrofiado, son seres sociables y se pueden encontrar entre 0 a 3400 m.s.n.m., siendo su hábitat principal los bosques tropicales, también los bosques secos hasta muy húmedos; muchas de estas son criadas y manejadas por el hombre, actividad denominada meliponicultura, considerado el grupo de abejas nativas con mayor presencia en América (Rosso y Nates, 2005; Nates, 2006). En el continente americano no existían las abejas melíferas (*Apis mellifera*) antes de haber sido introducidas por los europeos, por lo que las abejas sin aguijón eran la única fuente de cera y miel que se conocía. Si bien es posible que existiera la caza de miel de monte, la crianza de las abejas sin aguijón tiene y ha tenido una presencia importante; desde tiempos prehispánicos se pueden encontrar vestigios de meliponicultura en casi todo el continente, desde Centroamérica como lo es México y Sudamérica con Brasil y Paraguay (Armijo y Zambrano 2019). Esta clase de insectos llevan como nombre abejas nativas sin aguijón (ANSA), encontradas en la mayor parte del territorio colombiano debido a que cuentan con las condiciones óptimas abióticas y asociadas a la flora local.

Para Colombia se encuentran reportadas 120 especies de abejas sin aguijón (Nates y Rosso, 2013), pero en un estudio reciente reportaron 131 (Londoño y Medina, 2021), indicando el valor estadístico que revela la investigación, a su vez, aportando características que permiten conocer e identificar nuevas especies de interés incluyendo la protección de la diversidad endémica. La mayoría de estas abejas se encuentran en forma silvestre, pero se está adelantando

procesos de tecnificación en su cría y manejo, siendo llamadas a las personas encargadas de este trabajo Meliponicultores. Entre otros están los apicultores son los que están asociados principalmente al trabajo con abejas africanizadas (*A. mellifera*).

Cabe resaltar lo dicho por Rosso y Nates (2005) “Esta actividad, además de generar ingresos para la agricultura familiar, promueve la conservación de las ANSA dada su contribución a la polinización de cultivos y al fortalecimiento de iniciativas de restauración ecológica” por lo que se está fomentando el cuidado, protección y procesos de investigaciones, para evita causar daños en los hábitats de las especies de objeto de estudio, ya que estos, potencian la biodiversidad de los ecosistemas tropicales del territorio Latinoamericano.

CAPÍTULO I

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Establecer abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en la zona de bosque secundario y cultivos, en la granja Agroecológica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar comportamientos de pecoreo de las abejas del género *Nannotrigona* con la *Asystasia gangetica* en dos zonas.
- Emplear claves taxonómicas para la identificación de las *Nannotrigonas* colectadas en las dos zonas.

CAPÍTULO II

2 Planteamiento del problema

2.1 Definición del problema

La meliponicultura es una práctica conocida por muchas personas, sin embargo, existen vacíos en el manejo que se le debe dar a estas especies, por ende, se ha llegado a destruir o acabar con bosques nativos o de galería para la extracción de la miel de estas abejas, destruyendo colmenas enteras (Baquero & Stamatti, 2017). Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) para el año 2020 se perdieron 171.685 hectáreas de bosque a causa de la deforestación en Colombia. Lo que representa la pérdida del hábitat natural de muchas especies silvestres de flora y de fauna. *“La deforestación está estrechamente relacionada con fenómenos socioeconómicos y su localización depende de variables geográficas, políticas y económicas”* García, H. (2012). De igual manera, la agricultura convencional es otro principal enemigo para algunos insectos, por el uso excesivo de los insecticidas, corriendo el mayor riesgo las abejas ya que estas se encuentran en todos los cultivos, teniendo contacto con algunos pesticidas de varios modos; directamente al pulverizar, por el polvo que recubre las semillas al sembrarlas, el declive de la polinización y la producción melífera al pecorear polen, néctar o agua contaminados por residuos tóxicos, la manera de intoxicación más común es; consumo de polen y néctar contaminados almacenados en la colmena (Naranjo 2016). Por lo que es una problemática muy importante y que requiere de políticas públicas, e interés de varios organismos políticos, económicos y de investigación para poder darles soluciones duraderas y se conserve esta riqueza natural con la que cuenta Colombia. Por otra parte, si se pierde la diversidad de abejas se elimina

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

16

a las especies encargadas de polinizar la mayor parte de las especies nativas como lo es el caso de la orquídea que suele ser polinizada por urucu negra (*Melipona capixaba*) en Brasil, (Resende et al., 2008).

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

17

2.1.1 *Pregunta de investigación*

¿Cuál es el comportamiento de pecoreo de la abeja *Nannotrigona* en la *Asystasia gangetica*, ubicadas en las zonas de bosque secundario y cultivos, en la granja Agroecológica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO?

CAPITULO III

3 Justificación

Entre los insectos, las abejas además de ser especies claves en los ecosistemas al brindar el servicio ecológico de la polinización son sensibles a las perturbaciones naturales y a las causadas por actividades humanas; por ello tienen especial importancia en la valoración de los ecosistemas y la calidad ambiental (Meléndez et al., 2015). La polinización con abejas es una alternativa válida para aumentar los rendimientos, siendo en la actualidad las responsables de polinizar casi el 65% de los cultivos comestibles (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2004). La presencia de abejas en diferentes lugares representa que existen condiciones favorables, ya sea bióticas o abióticas, además, de que por medio de su tecnificación se puede identificar las capacidades que tiene sobre las actividades agrícolas de importancia comercial, ya que, como lo afirma Armijo y Zambrano (2019), para el caso de las abejas (*Nannotrigona testaceicornis*) en condiciones controladas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), se determinó un aumento en un 13% en producción, con relación al cultivo convencional sin abejas, sin embargo, el tratamiento con mayor producción fue el convencional con abejas indicando, que existe una influencia de los insectos polinizadores sobre el incremento de la producción y la mejora de la calidad de las cosechas. De este modo según Can et al. (2005) en el cultivo del aguacate criollo (*Persea americana*) tanto las abejas nativas, sin aguijón como las abejas melíferas son potencialmente polinizadores eficientes de este cultivo.

Por otra parte, es necesario ampliar la información de estas especies en la región Orinoquia, actualmente, existe una base de datos insuficiente sobre la cantidad de meliponarios existentes y de su ubicación, convirtiéndose la meliponicultura en una propuesta para la mitigación de los efectos de esta reducción de los bosques y zonas nativas de los últimos años (Cornare 2019). Por medio de la interacción directa de estos individuos se colecta información que ayude a proteger y determinar las reacciones antropogénicas.

CAPITULO IV

4 Marco teórico

4.1 Biología

Las ANSA se dividen para su caracterización en tres géneros:

Meliponas que se caracterizan por tener un tamaño medio (10 mm), tiene corbículas para recolectar polen, además de que sus alas son más cortas que el abdomen, sus entradas al nido suelen ser en forma de cráter y estar hechos de resinas, propóleos o cera, por último, las celdas reales no se encuentran en los discos de cría. Las **lestrimellitas** son abejas de tamaño medio (6 mm), con corbícula, sin embargo, se alimentan robando a las colmenas de otras abejas, (cleptobiosis), además de que suelen tener un olor a limón que las caracteriza. Las **trigonas** son un grupo variado, siendo su tamaño de mediano a pequeño (4.2 mm), con las alas más largas que el abdomen, variaciones de colores entre sus especies, como amarillo, rojizos y grises, su entrada o piquera es de forma tubular, con poca resina y ceras (Gennari 2019).

4.2 Pecoreo de la abeja

Dentro de la distribución funcional de la colmena existe una actividad denominada pecoreo, y a las encargadas de realizarla se les conoce como pecoreadoras, labor que consiste en ser cosechador y acopiador de productos como agua, néctar (para posteriormente ser transformado en miel), el polen (como proteína para las crías) y resinas, siendo su radio de

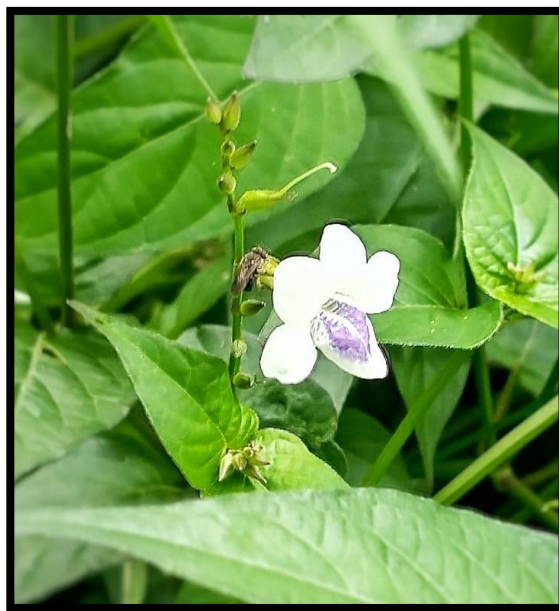
acción preferente de menos de 1 Km Vásquez et al., (2021). Debido al paso de los años, existe una adaptación de las plantas a condiciones bióticas y abióticas con las que aseguran su reproducción, siendo la realizada por las abejas (entomófila) importante (figura 1). La actividad de las abejas, está ligada a factores como el color de las flores, su taxon, oferta de alimento, feromonas, y comunicación entre ellas Raine et al., (2009). Cabe resaltar que, existe una relación entre el tipo de llegada de la abeja a la planta y su efecto polinizador, puesto que, no todas las veces que se llega a una planta la realiza la actividad mencionada anteriormente, solo se ejecuta cuando se completa el transporte del material genético masculino (polen) hasta el estigma (parte femenina) Pantoja et al., (2014).

4.3 Diversidad

Dentro de las meliponas se encuentra el género *Nannotrigona*, la cuales están todas fuertemente esculpidas, con las mandíbulas desdentadas en la mitad exterior a dos tercios de su ápice, el escutelo se caracteriza por una muesca en su ápice con forma de V o en forma de U en su base, en algunas especies se extiende hacia atrás y con alguna muesca, en otras, está es una característica usada para separar las especies, de manera que, las tibias posteriores de la obrera son relativamente anchas y subtriangulares, estas cuentan con pelos marginales simples (Schwarz 1938). Cuyas especies registradas en Colombia son según Londoño y Medina (2021): *N. camargoi*, *N. gaboi*, *N. melanocera*, *N. mellaria*, *N. occidentalis*, *N. pilosa*, *N. schultzei*, *N. tristella*.

Las abejas se encuentran relacionadas directamente con especies nativas, y según Martínez y Otero (2019), por medio del polen recolectado de la *Nannotrigona mellaria* se determinó que las especies de la familia Fabaceae son las más recolectadas con 29% del registro y *Leucaena leucocephala*, la especie más frecuente con 18% de los registros; además de esto reportan 14 especies que son: posible *Cassia sp*, *Psidium guajava*, *Mimosa pudica*, *Delonix regia*, *Tithonia diversifolia*, tipo *Dypsis sp*, *Murraya paniculata*, *Artocarpus altilis*, *Alternanthera albotomentosa*, posible *Bunchosia sp*, *Jatropha integerrima*, *Syzygium malaccense*, y *Arecaceae sp*. Las cuales se encuentran en relación directa con la *Nannotrigona* como polinizadora o por lo menos que aprovecha el polen de estas plantas para su dieta, siendo su protección y multiplicación un medio para conservasen entre sí.

Figura 1: Obrera de abeja *Nannotrigona sp* pecoreando (recoge el néctar de las flores).



Nota: Obrera de abeja *Nannotrigona sp*, sobre flor de *Asystasia gangetica*, en vista lateral tomada con cámara (Elaboración propia 2022).

Las colmenas están divididas en tres tipos de castas o individuos; las obreras, la reina y los zánganos, la función de cada uno de estos es según The Nature Conservancy (TNC) y The Amazon Conservation Team Colombia (ACT-Colombia) (2021):

(I) Las abejas **obreras** son las encargadas de construir el nido, alimentar, cuidar la cría y a la reina, buscar el alimento (néctar y polen), limpiar los desechos y en general proteger la integridad de la colmena. Las abejas obreras son las más abundantes y se diferencian fácilmente por tener en las patas traseras “canastillas”, también llamadas corbículas, que les sirven para transportar polen, barro y resinas de árboles que utilizan en la construcción del nido.

(II) Los **machos o zánganos**, también llamados zánganos, se aparean con las princesas en una especie de danza denominada “vuelo nupcial”. Se diferencian porque las patas posteriores no tienen corbícula y sus antenas son más largas. Los machos mueren después de realizar el vuelo nupcial.

(III) Las **Reinas** se reconocen facialmente porque son mucho más grandes que las otras abejas, con un abdomen prominente y lleno de huevos. La reina es la dirigente de la colmena, la cual controla por medio de señales químicas que son transmitidas por el olor. Una reina en una colonia saludable puede vivir varios años.

En el caso de las obreras, las tareas se asignan dependiendo de la edad de las abejas. Generalmente, las más jóvenes permanecen dentro del nido y las más viejas salen a buscar alimento (Amaya 2021). En las etapas de crecimiento de las abejas, estas desarrollan varias actividades en todo su ciclo de vida, tanto adentro como afuera de la colmena, cuando estas son jóvenes y han pasado de ser nodrizas, salen a la búsqueda de néctar, polen, agua y algunos

materiales necesarios para la colmena, que son como el barro, resinas o semillas, cuando estas ya son adultas se encargan de la eliminación de desechos y defensas del nido. (Baquero y Stamatti 2017). Llegando a volar en un intervalo de 500 m, según actividad de pecoreo de la abeja y el tamaño de la misma (Baquero et al., 2019).

4.4 Estructura de la colmena

El nido de las abejas nativas puede tener grandes cantidades de poblaciones dependiendo de la especie y los recursos, dentro de la colmena contiene una cámara de cría conformada por celdas cilíndricas unidas lateralmente en forma de discos ubicados en posición horizontal, llamados los panales o discos de cría, se ubican uno sobre otro siendo separados por pilares de cera, formando secciones que crecen en forma vertical, también se encuentran alrededor de la cámara de cría, los pots, vasijas o ánforas que contienen la miel y el polen construidos con cerumen, generalmente presentan forma oval y cóncavas, por último también cuentan con un basurero en donde arrojan lejos de la cámara de cría, los desechos producidos por la colmena (Gennari 2019; TNC y ACT-Colombia 2021). En la figura 2 se puede evidenciar algunas las estructuras del nido. Según (Baquero y Stamatti 2017) en el grupo de las abejas meliponas, se puede observar que en las zonas de disco de cría se encuentra cubierto por una capa delgada, que esta recibe como nombre de papirácea la cual contiene cerumen.

Figura 2: Partes de la colmena del género *Nannotrigona*.

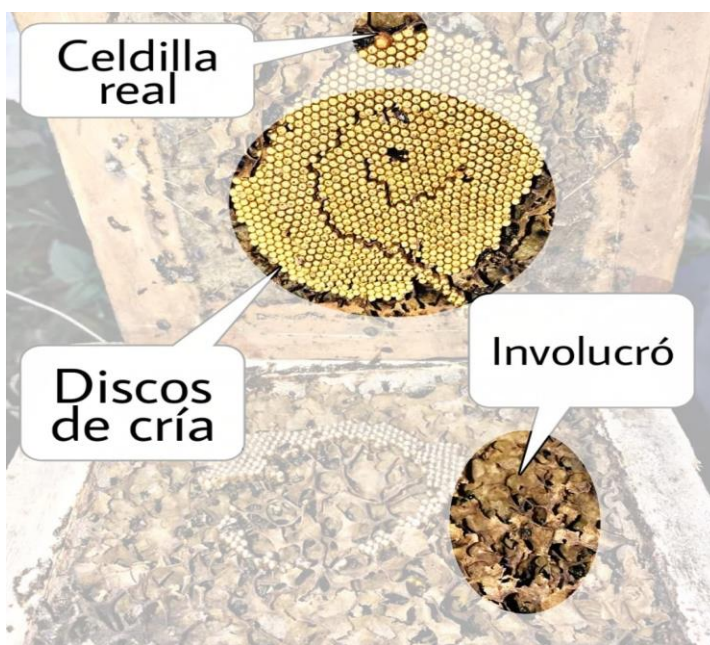


Nota: Nido de abejas *Nannotrigona sp* en la caja racional y sus partes de la colmena como: ánforas de miel, ánforas de polen de color amarillo y discos de cría con una incubación avanzada (elaboración propia 2022).

Las abejas utilizan varios materiales para la construcción de sus nidos como lo son; el cerumen y el batumen. Las abejas más jóvenes son las encargadas de segregar cera, luego la mezclan con resinas vegetales y reciben el nombre de cerumen, ya que por su composición es flexible. Y el batumen es el material externo a la colmena como barro, resinas naturales y semillas, la composición de este siempre va a ser duro, sirve para la limitación del nido en cavidades que superen el tamaño de la colmena (Baquero y Stamatti 2017).

Para la multiplicación natural de las colmenas estos insectos emplean o construyen celdas más grandes para criar su predecesora (Figura 3), para poder hacer otra colmena o hacer un cambio de reina si es necesario (Baquero y Stamatti 2017).

Figura 3: Partes de la colmena de *Nannotrigonas* 2022



Nota. Nido de abejas *Nannotrigona sp* en la caja racional, y sus partes de la colmena como: discos o espirales de cría, celda real o celdilla real con una posible princesa, y el involucro que recubre el nido de la colmena (elaboración propia 2022).

4.5 Caja racional

Para la meliponicultura se ha diseñado y fabricado diferentes modelos de cajas racionales, fabricadas en madera mayormente, para los nidos de las abejas sin aguijón, estas

facilitan la división, multiplicación, inspección y cosecha de miel de estas especies, su diseño mantiene el nido en una temperatura que oscile entre los 26° a 34°C, siendo las condiciones adecuadas para un óptimo desarrollo (Vollet 2011; Halcroft 2013; Venturieri et al. 2003). En la figura 4 se evidencia las cajas racionales que se pueden encontrar y sus partes. Depende del material con el que se hagan las cajas y donde se instalen, oscilará la temperatura interna de las mismas. (Macías et al 2011). En este orden de ideas la termorregulación es de gran importancia debido al desarrollo de las colonias y es necesario construir cajas racionales o tecnificadas que suplan los rangos óptimos de temperatura, la cual es importante para un buen desarrollo de la cría (Macías et al. 2011), para este propósito en algunos casos se suele usar algunos materiales dentro de la colmena, como cera estampada para cubrir la cría de una colonia hija que fue dividida artificialmente reemplazando el involucro (Roubik 2006).

Por otro lado, según Pisté-Mukul et al. (2011) se conocen otros tipos de cajas para las abejas, como lo son las cajas de poliuretano que brinda mejores condiciones de termorregulación a las colonias, sin embargo, por el tiempo de uso y la exposición a diversos cambios climáticos, esta se empieza a degradar y el principal causante de esta reacción es la exposición directa al sol. Algunos meliponicultores han diseñado nuevos modelos de cajas racionales hechos en madera, que facilitan el manejo de la colmena y brindar una buena termorregulación (Pisté-Mukul, 2011).

Figura 4: Caja racional diseñada bajo el modelo EMBRAPA. Probada en Colombia para abejas del género *Scaptotrigona* y *Melipona* en zona Andina 2011



Nota. Medidas: Ancho externo 20 cm, ancho Interno de 15 cm, alto de 7 cm y espesor de la madera de 2,5 cm. Madera en nogal cafetero o moho solera. A) Partes de la caja racional; base con entrada, un alza de cría y un alza de miel; cada una con división en acrílico, y una tapa con orificio de ventilación. B) tamaño real de la caja racional (Campo Colombia 2011).

CAPITULO V

5 Metodologías

5.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La Granja Agroecológica UNIMINUTO, está ubicada en la vereda Barcelona, en Villavicencio, Meta. En la figura 5, se evidencia el mapa de la granja, donde se muestra la ubicación de las colmenas de objeto de estudio:

Colmena 1: se ubicó los cultivos anuales (657112.00 m E; 450022.00 m N)

Colmena 2: se situó en el bosque secundario (657019.00 m E; 450224.00 m N).

El presente estudio tuvo un desarrollo desde el mes de febrero del año 2022 hasta septiembre del mismo año.

5.2 Metodología

5.2.1 *Diseño de cajas racionales*

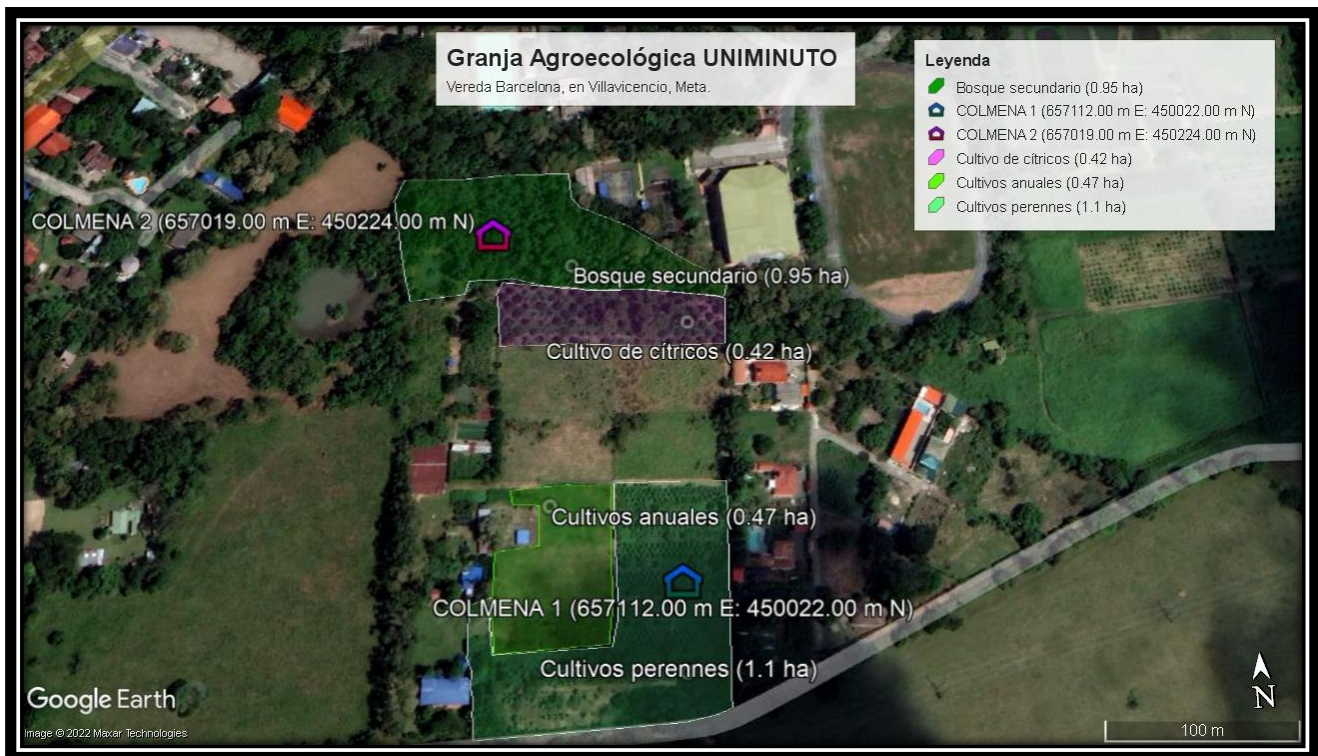
Como se mencionó en el ítem anterior, las dos zonas demarcadas para este estudio fueron; el bosque secundario y los cultivos perennes. En cada una se estableció una colmena en cajas racionales especializadas para *Nannotrigonas* (Figura 6), las cuales se elaboraron con el modelo EMBRAPA mencionado anteriormente y siguiendo instrucciones de la empresa Melipocumare que también empíricamente manejan las mismas medidas de las cajas establecidas para este tipo de abejas, estas medidas van desde el grosor de la madera a usar, lo alto de las alzas, el tamaño interno de la colmena y las divisiones entre cada alza de la colmena esta

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

30

empresa se encuentra (ubicada en el municipio de Cumaral – Meta) identificada con el NIT; 1.119.894.753-6, dedicada a la apicultura y meliponicultura que es el trabajo con especies nativas de la tribu meliponini, por medio de conocimientos heredados, empíricos y técnicos.

Figura 5: Mapa satelital de la zona de estudio (La Granja Agroecológica UNIMINUTO)

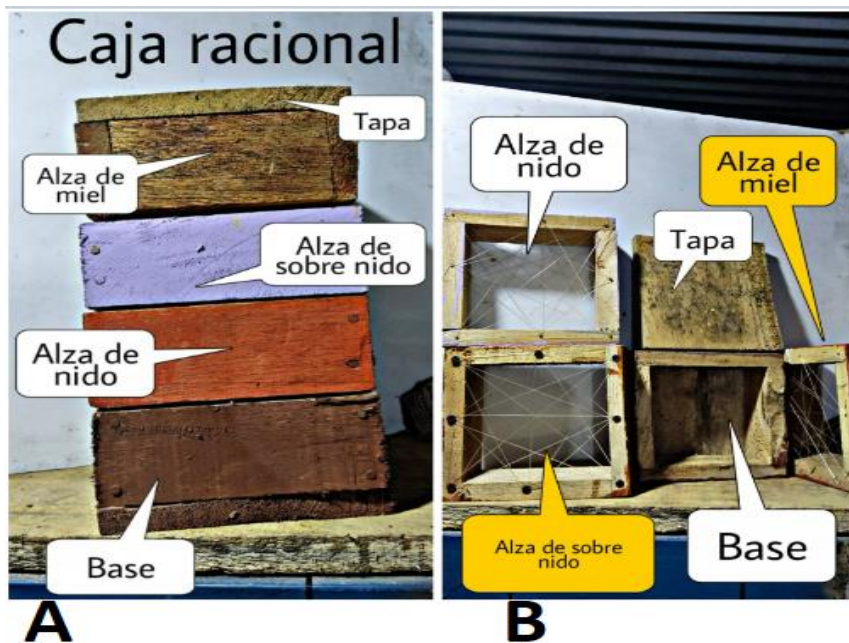


5.2.2 Establecimiento de cajas racionales en las zonas de la granja

Para la elección de la zona, de igual manera se contó con la orientación de la empresa Melipocumare, donde se tuvo en cuenta:

- La orientación de sol y los puntos cardinales.
- Poca exposición a condiciones climáticas como luz del día, lluvia, viento y encharcamientos sobre la caja racional manteniendo su temperatura óptima.
- También la cercanía de las flores con posibilidades de ser visitadas por las abejas.

Figura 6: Cajas racionales de la empresa Melipocumare 2022



- Reconocimiento de posibles plagas asociadas al ecosistema.

Nota. Las partes de la caja racional esta echa de madera con un grosor de 3 cm, las alzas 9 cm de ancho por 20 cm de largo y su medición interna es de 13 cm por 13 cm, donde: a) es la colmena ya armada y b) se muestra todas las partes de la colmena mostrando también las divisiones en hilos de nailon de pescar (elaboración propia 2022).

Definido lo anterior, en cada zona se realizó una perforación al suelo, de 50 cm para enterrar los postes de madera de pino de 1.50 metros, como soporte para las colmenas. En estos 50 cm se procedió a envolver con plástico, para una mayor durabilidad en la parte que queda dentro del suelo, y para dar estabilidad se clavó una tabla de 25 por 25 cm sobre el poste, para posteriormente ser atornillada la colmena, terminando con la implementación de techos de dos aguas con tejas de zinc lisa, aseguradas con alambre liso, como se evidencia en la figura 7.

Figura 7: Cajas racionales establecidas en cada zona de estudio 2022



Nota. Cajas racionales sobre los postes, con lamina de zinc lisa y un alza de sobre nido, ubicada en la zona de estudio seleccionada, A) colmena 2, bosque secundario; B) colmena 1, cultivos perennes (elaboración propia 2022).

Las colmenas recibidas de abejas del género *Nannotrigona*, por parte de la mencionada empresa, contaban con divisiones de colmenas madres con 12 y 7 discos de cría (para colmena 1 y 2 respectivamente), con una reina joven y una buena población en cada una, sin ningún tipo de alimentación.

5.2.3 Manejo de las abejas en cajas racionales

En el transcurso de la primera semana del establecimiento, la colmena 1 de los cultivos, fue erradicada por las hormigas del género *Solenopsis*, estos depredadores se subieron por el poste, hasta llegar a la caja, logrando acabar con la colmena. Fue necesario reemplazar la colmena y caja por otra cj con las mismas condiciones mencionadas anteriormente, pero esta vez con 7 discos de cría.

Por lo anterior, a cada poste se le implementó guata (fibra de poliéster usada como relleno), la cual fue enrollada en estos, también utilizó cinta transparente y de enmascarar dispuesta con la parte pegajosa hacia afuera, y con esto hacer que los insectos que traten de subir queden adheridos a las cintas, con el propósito de evitar que lleguen hasta la caja. Realizando semanalmente revisión externa, cambiando las cintas y viendo el estado de la guata.

Para la revisión semanal se observaba su recurrencia de entrada y salida en la piquera, resaltando si las abejas cargaban polen. En este orden de ideas por recomendación de la empresa

mencionada anteriormente, fue necesario revisar el estado interno de la colmena, en tres momentos, una al inicio, una intermedia y otra al final, donde se observaron los discos de cría, el estado general de la caja, la presencia de la reina, y las estructuras internas del nido.

5.2.4 Identificación de comportamientos de pecoreo de las abejas del género *Nannotrigona* con la *Asystasia gangetica*.

Para el desarrollo de este ítem se comenzó en el mes de septiembre del 2022, habiendo pasado el acondicionamiento y la adaptación de la colmena en las cajas racionales establecidas. Usando la metodología propuesta por Pinilla y Nates (2015) con modificaciones, que consistió en tomar dos sitios de cada colmena donde se hacen observaciones de las actividades de las abejas:

Colmena 1: Perennes (1.1 ha) y Cultivos anuales (0.47 ha).

Colmena 2: Bosque secundario (0.95 ha) y Cultivo de cítricos (0.42 ha).

De cada sitio se demarcó en un área de 25 m² cada una (Figura 8), realizando observaciones directas y grabaciones con cámaras de celulares, dispuestas en trípodes, ubicados sobre los sitios de la planta herbácea con flores o parches florales, que variaban de 3 a 12 flores por cada planta. Las grabaciones se dieron en intervalos de 15 min durante cada hora, entre las 13:00 y 15:30 horas, en las que se contó la presencia y ausencia de las *Nannotrigonas* que visitaban las flores en el área delimitada, además se identificó la actividad abeja-flor, como el pecoreo, durante alrededor de 10 días, mayormente soleados sin presencia de lluvia.

Se definieron dos zonas por caja dentro de la granja, donde se tuvo en cuenta la riqueza floral o presencia de plantas herbáceas con flores en el momento del estudio:

5.2.4.1 Colmena 1

Tratamiento 1 cultivos perennes: ubicado a 30 metros de la colmena 1, encontramos plantas de café (*Coffea sp*), cacao (*Theobroma cacao*), guamo (*Inga edulis*), yarumo (*Cecropia peltata*), achiote (*Bixa orellana*), pan de año (*Artocarpus altilis*), pastos de corte, botón de oro (*Tithonia diversifolia*), pasto (*Brachiaria sp.*), arvenses (*Asystasia gangética*), cítricos (*Citrus*), palma de aceite (*Elaeis guineensis*) y mangostino (*Garcinia mangostana*), en forma de policultivo, donde la cantidad de individuos de cada planta varía. Allí se estableció la Colmena 1, debajo de una acacia ubicada en medio de los cultivos; proporciona espacio de vuelo, sombra y colinda con los cultivos anuales.

Tratamiento 2 cultivos anuales: ubicado a 60 metros de la colmena 1, con plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), arvenses (*Asystasia gangética*), pasto (*Brachiaria sp.*) y huertos con especies sembradas por cada semestre, que varían desde maíz (*Zea mays*), pepino (*Cucumis sativus*), pimentón (*Capsicum annum*), lechuga (*Lactuca sativa*) y aromáticas, los cuales se reemplazan cada semestre.

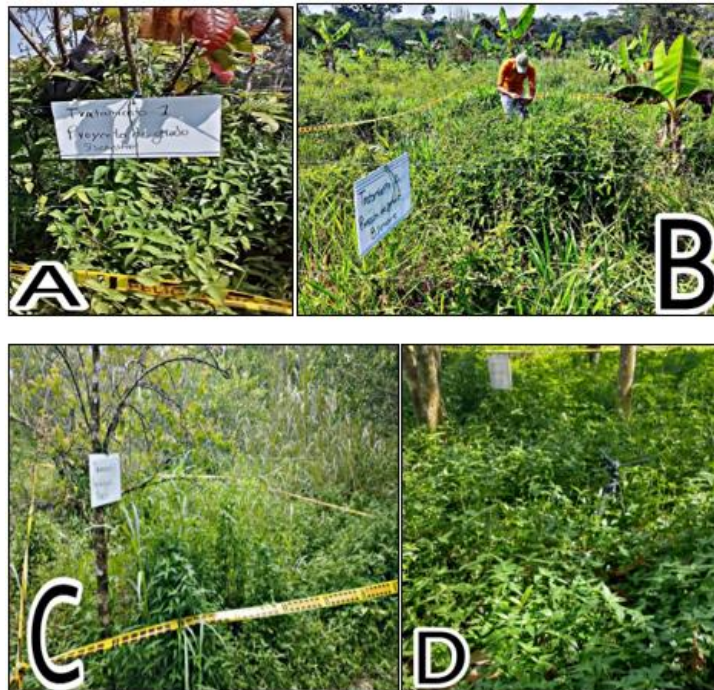
5.2.4.2 Colmena 2

Tratamiento 3 cultivo de cítricos: ubicado a 130 metros de la colmena 2, cuenta con, limón de castilla (*Citrus limon*), naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), árboles de yopo (*Anadenanthera peregrina*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), mangostino (*Garcinia mangostana*), y arvenses (*Asystasia gangética*), dispuestos como policultivo, además de colindar con el bosque.

Tratamiento 4 bosque secundario: ubicado a 3 metros de la colmena 2, es un área de reserva de la granja en proceso de recuperación (sucesión secundaria). Allí encontramos especies vegetales como; leucaena (*Leucaena leucocephala*), cañafistol (*Cassia grandis*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), carambola (*Averrhoa carambola*), helecho real (*Osmunda regalis*), guamo (*Inga edulis*), maquenque (*Desmodium heterocarpon*), verbenas (*Verbena officinalis*), cordoncillo blanco y negro (*Piper aduncum*), arvenses (*Asystasia gangética*) demás especies nativas arbóreas, algunas sin identificar. En esta zona se encuentra la Colmena 2, dispuesta a una orilla donde se encuentran arboles de guamo (*Inga edulis*) que proporciona sombra y espacio para la salida de las abejas.

Cada sitio se tomó como un tratamiento y cada video como una réplica, siendo en total 18 réplicas por tratamiento. La determinación de los comportamientos se realizó en base a lo observado en cada sitio.

Figura 8: Tratamientos realizados por zonas de estudios 2022



Nota. Áreas de 25 metros cuadrados correspondientes a: A) tratamiento 1, de zona de cultivos perennes cercana a la colmena 1; B) tratamiento 2, cultivos anuales; C) tratamiento 3, cultivo de cítricos; D) tratamiento 4, bosque secundario cerca a la colmena 2, (Elaboración propia 2022).

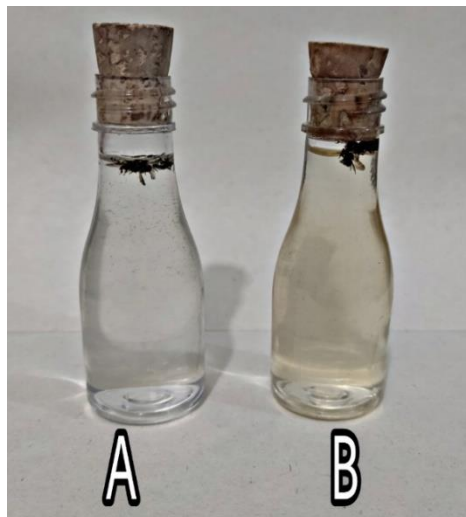
5.2.5 Empleo de claves taxonómicas para la identificación de las *Nannotrigonas*

En el desarrollo del trabajo en campo, se tomaron tres individuos, atrapados con frascos y destapando cada una de las cajas racionales, de la granja agroecológica UNIMINUTO, con el fin de realizar observación preliminar en el laboratorio de biología, ubicada en la misma granja y

compáralo con las claves taxonómicas de Jaramillo (2019); Rasmussen & Gonzalez (2017); Gayubo y Pujade (2015). Para determinar qué tipo de abejas sin aguijón.

Además, se enviaron cinco individuos cada una de las cajas racionales a la bióloga Antonella Sardi, en Palmira, Valle del Cauca, para la identificación de la especie. Se conservaron los especímenes en un recipiente con tapa y alcohol al 50% como se evidencia de en la figura 9, a recomendación del profesional encargado de la identificación. Por medio de la clave de Jaramillo et al. (2019). Para analizar algunos comportamientos relacionados con la misma especie en la literatura.

Figura 9: Envases utilizados en el envío de las muestras, 2022.



Nota. Envases con las muestras correspondientes a: A) Colmena 1; B) Colmena 2, con 5 obreras en alcohol al 50%. (Elaboración propia 2022).

CAPITULO VI

6 Resultados y discusión

6.1 Resultados

6.1.1 Comportamientos de pecoreo de *Nannotrigonas* en *Asystasia gangetica*.

De acuerdo a las observaciones directas y grabaciones, correspondientes a un total de 10 días entre el 6 y 19 de septiembre de 2022 se determinaron los comportamientos de las *Nannotrigonas*, además de otras especies de insectos que interactúan con estos parches florales. Los comportamientos identificados se dividieron en tres parámetros y un apartado de particularidades que son:

I) Llegada y salida de las flores

Detrás de la flor: Primero identifican los parches florales, después se ubican al frente de las flores y rápidamente se posan sobre el cáliz de la flor, el cual cuenta con una abertura hecha por otros insectos, que les proporcionan una entrada a las abejas por donde extraen el néctar de la *A. gangetica*. La abertura suele estar en la parte de arriba o en los laterales por lo que al momento de la salida las abejas suelen volar hacia atrás y giran a la derecha o izquierda para buscar otra flor, repitiendo estos movimientos de manera consecutiva, en la mayoría de las flores del parche floral.

De frente de la flor: La abeja llega lentamente al carpelo de la flor posándose dentro de ella, con polen adherido a las corbículas. Cuya coloración varia, desde el color blanco hasta amarillo claro, para el caso de la *A. gangetica*. Al momento de salir retrocede y vuela en dirección a otra flor del parce floral o se aleja totalmente.

II) Tiempo en las flores

- Detrás de la flor: la duración representada en segundos varia de 4s hasta 26s por flor.

- De frente de la flor: la duración en segundos, varia de 5s hasta 15s.

III) Objeto del pecoreo realizado en las flores

Néctar: En el caso de la *A. gangetica*, la abeja se ubica al frente de las flores y se posa sobre el cáliz buscando un acceso directo al nectario por medio de aberturas hechas por otros insectos, que las perforan en la parte superior y lateral, de donde adsorben el néctar por su aparato bucal chupador.

Polen: para el caso de la *A. gangetica* la abeja llega de frente hacia los estambres, y se introduce hasta el tórax, donde empieza a recolectar el polen, pues se observa adherido a las corbículas, con una coloración variada de color blanco, amarillo claro y crema.

IV) Particularidades

- Las abejas que llegaban con polen adherido rara vez se posan detrás de las flores.
- Los parches florales son más atractivos para las abejas que las flores solitarias.
- Las abejas sobrevuelan y aterrizan dependiendo de si es por néctar, polen o ambas.

- Se presentó un caso de competencia entre otra especie del género de las lestrimellitas que con su mayor tamaño ataco hasta ahuyentar una *Nannotrigona* de la flor en la que se posaba.

- Existe presencia recurrente de lepidópteros como mariposas y polillas que también se alimentan de la *A. gangetica*, además de los *Bombus*, que por su gran tamaño al posarse sobre las flores en algunos casos son desprendidos sus pétalos.

Por lo anterior se analizó la distancia de la colmena y sus dos respectivos tratamientos, estableciendo que la relación es negativa, pues a distancias mayores disminuyen las visitas por tratamiento, con una correlación es 0.199, siendo un comportamiento poco repetitivo, por lo que la distancia de donde se encuentran las colmenas hacia donde están los parches de la *A. gangética*, puede ser determinante para observar un mayor o menor número de visitas como se observa en la tabla 1.

Tabla 1: Relación entre el total de visitas de los cuatro tratamientos y su distancia a las dos colmenas

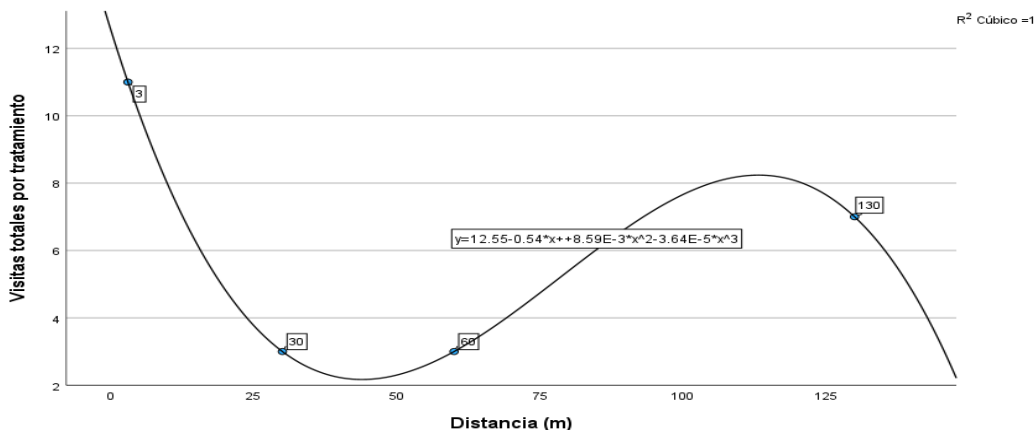
<i>Correlaciones</i>		Distancia	Visitas
		(m)	totales
Distancia (m)	Correlación	de 1	por tratamiento
	Pearson		-.199
	Sig. (bilateral)		.801
	N	4	4
Visitas	Correlación	de -.199	1
totales	Pearson		
por	Sig. (bilateral)	.801	
tratamiento	N	4	4

Nota. Relación entre el total de visitas de los cuatro tratamientos y su distancia a las dos colmenas, elaboración propia (2022).

En este sentido se tomaron los datos anteriormente mencionados obteniendo una gráfica de dispersión por sus diferentes frecuencias, siendo creciente a una distancia cercana, decreciente a una distancia media, y creciente otra vez a una mayor distancia, asociado a la baja cantidad de

datos tomados, y la variación que se observa en cada una de las visitas puesto que no son homogéneas, como se evidencia en la figura 10.

Figura 10. Diagrama de dispersión de visitas totales por tratamiento y distancia, 2022.



6.1.2 Tiempos de pecoreo registrados en los tratamientos

Por medio de la observación y tomando de tiempo se determinó la duración de cada individuo en las flores de la *A. gangetica*, la anterior información se expresa desde otra óptica en la (tabla 2), donde se puede apreciar acciones efectuadas por las abejas, de manera precisa:

- Encontramos tiempos dedicados de varios individuos, relacionados a la colecta de néctar y polen.
- Cáliz, en zona de bosque secundario fue donde más se observaron especímenes, siendo 8 veces visto este comportamiento, con una duración total dedicada de 99 seg, siendo un promedio de 12.4 seg.

- Siguiendo con las observaciones, la llegada al cáliz en los cítricos fueron 5 con un promedio en segundos de 10.8.
- Luego sigue la llegada a estambres en zona de bosque, con 3 observaciones para un tiempo promedio de 10.3 seg.
- Ahora de forma equitativa, con 2 observaciones sobre estambres en el cultivo de cítricos, cáliz en cultivos anuales y perennes, con tiempos respectivos de 6, 10.5 y 11 seg.
- Por último, el tiempo en estambres de cultivos anuales y perennes fue la acción menos observada, solo 1 vez, con 7 y 9 seg respectivamente.

El tiempo que gastaba la abeja al momento de llegar a cualquiera de las dos partes principales de la *A. gangetica*, que son los estambres y el cáliz estaban relacionadas a la búsqueda de polen o néctar respectivamente, tardando y con mayor cantidad las observaciones en el cáliz, y en el caso de los estambres menos llegadas y poco tiempo como se observa en la figura 11. Pues al momento de posarse en cualquiera de estas partes la abeja tenía que recolectar lo que buscaba, como el néctar donde se tomaba su tiempo mientras lo segregaba la planta, en cambio el polen por la presencia de otros individuos ya no se encontraba en grandes cantidades, recolectando lo que se encontraba al momento de llegar.

Tabla 2: *Tratamientos de las colmenas 1 y 2, en las 13:00-15:30 horas*

Resultados correspondientes a las observaciones 2022

Tratamiento	Parte de la flor	Duración promedio en (s)	Total, de observaciones
Cultivos anuales	Cáliz	10.5	2
	Estambres	7	1
Cultivos perennes	Cáliz	11	2
	Estambres	9	1
Bosque secundario	Cáliz	12.4	8
	Estambres	10.3	3
Cultivo de cítricos	Cáliz	10.8	5
	Estambres	6	2

Nota. Tratamientos de las colmenas 1 y 2, en las 13:00-15:30 horas (Elaboración propia 2022).

Por medio de la comparación de tratamientos se identifica una diferencia significativa, puesto que se observó en las zonas de la colmena 2, bosque secundario y cultivo de cítricos, un 45% y 29% respectivamente, dónde el bosque contaba con la más alta cantidad de observaciones por la cercanía al hábitat natural de las abejas y un espacio más cubierto por especies arbóreas de porte alto, con poca interacción humana y una cantidad alta de parches florales, pero para el caso del cultivo de cítricos contaba con la presencia de parches florales pero por ser una zona de cultivos se le realiza limpieza y deshierbe en algunas calles dejando por momentos una poca

oferta vegetal. Sin embargo para las zonas de la colmena 1 de cultivos anuales y perennes contaron con un 12.5% para cada tratamiento, como se observa en la figura 12, evidenciando que la cantidad de individuos por colmena no son suficientes para contar con su presencia en los parches florales observados y el horario establecido, incluyendo también una actividad y trabajo en los cultivos más recurrente, deshierbe, podas, cosechas, toma de muestras, abonados, manejo de plagas y enfermedades, por lo que las constantes actividades pueden afectar la cantidad de alimento que ofrece el ambiente.

Figura 11. Tiempo en segundos (s), de la *Nannotrigona* sobre las partes observadas, elaboración propia 2022.

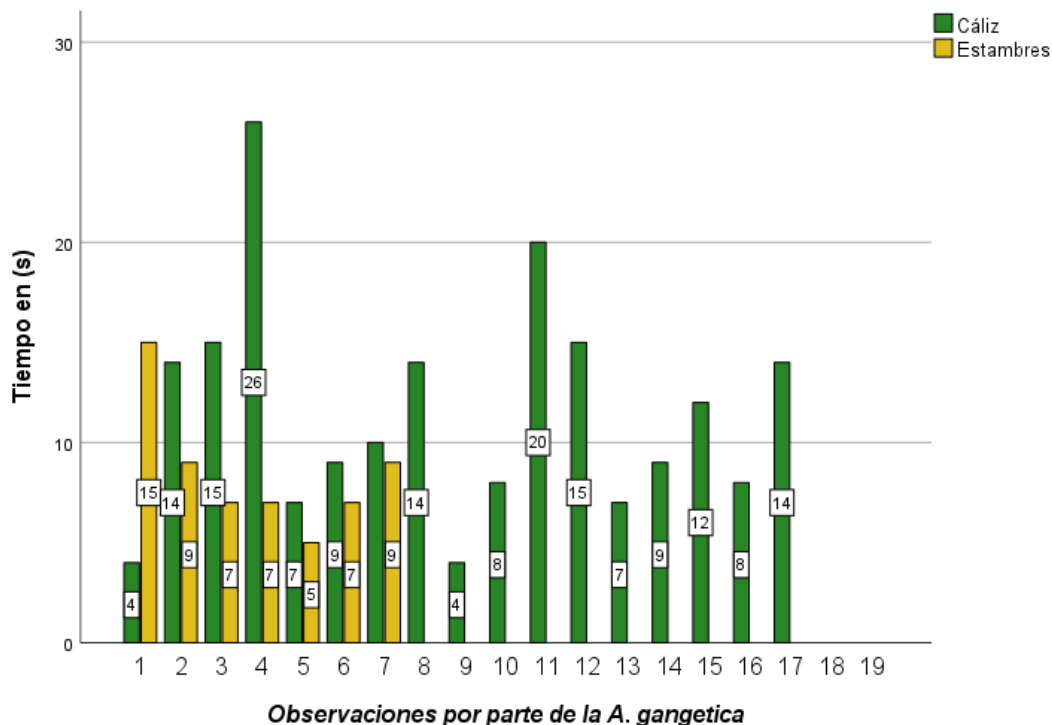
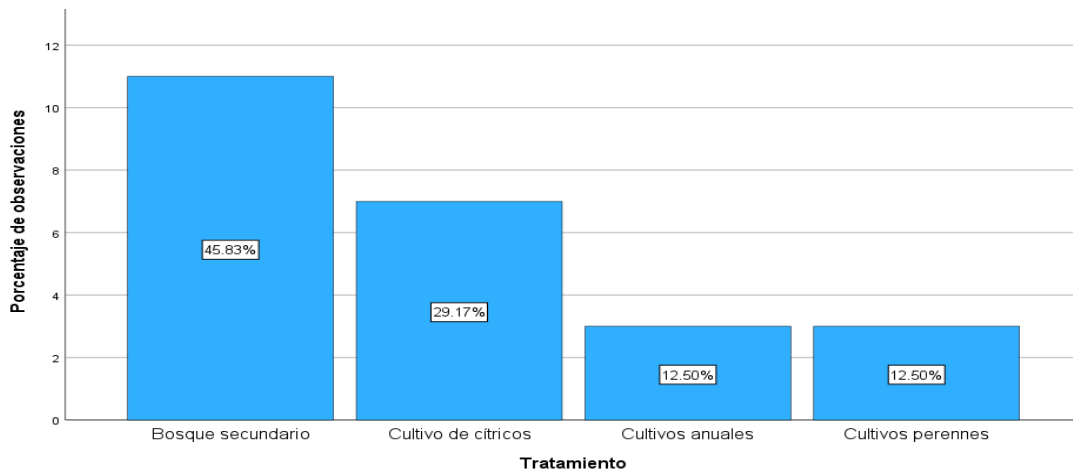
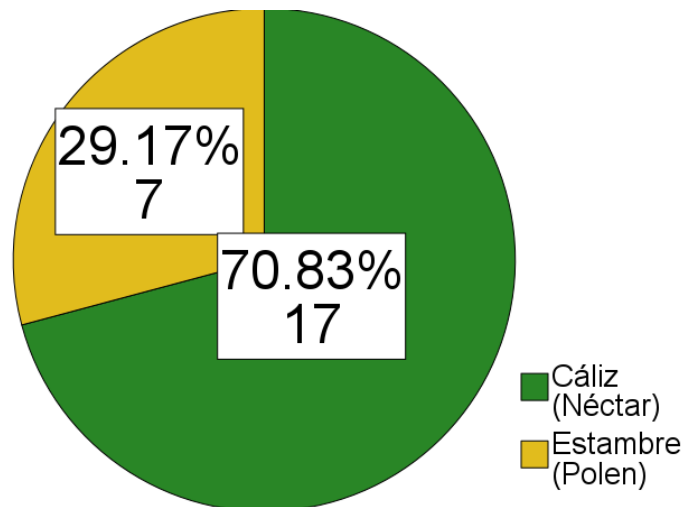


Figura 12. Porcentaje de observaciones con respecto a los tratamientos, elaboración propia 2022.



Por medio de las observaciones totales se logró identificar que la llegada por el cáliz y por los estambres corresponden respectivamente a néctar y polen, siendo en mayor medida la visita por néctar, a diferencia del polen como se observa en la figura 13.

Figura 13: observaciones de cáliz y estambres, elaboración propia 2022.



6.1.3 Revisión recomendada por la empresa melipocumare

De la capacitación recibida por la empresa Melipocumare, los temas manejados fueron: reconocimiento de aspectos morfológicos externos de la caja basada en el modelo EMBRAPA, así como el interno de la colmena de *Nannotrigonas*, manejo de la población de abejas y posibles plagas que pudieran afectar las colmenas, por lo que estos conocimientos adquiridos facilitaron la observación del comportamiento visto en campo, de las abejas con las flores de la planta *Asystasia gangética*.

Al momento de establecer las colmenas, es necesario analizar las posibles plagas que afectarían las poblaciones de abejas a establecer, además de tenerlas identificadas con anterioridad, cómo lo es la mosca fóride o jorobada (*Phoridae*), el camarro o comején (*Isópteros*), salamanquesas (reptiles), hormigas, y otras abejas como las lestrimelitas.

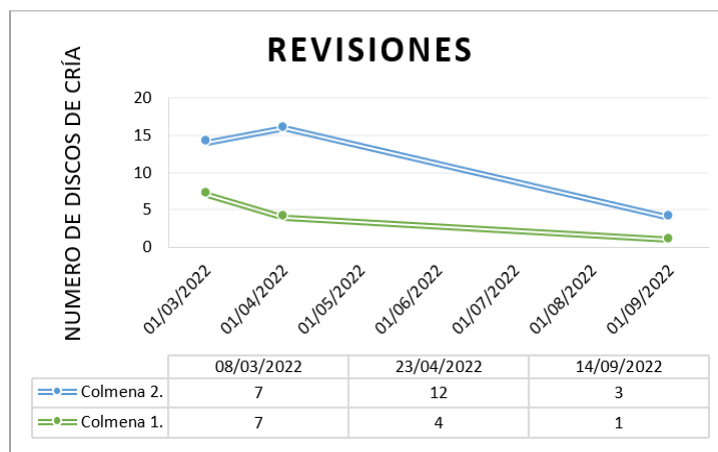
Cómo se observa en la figura 14, el resultado de las revisiones propuestas por la empresa, comenzó igual, en la mitad del tiempo la colmena 2, aumento discos de cría y la colmena 1 los disminuyo, pero al finalizar ambas colmenas quedaron con un desarrollo desfavorable.

Figura 14: línea de tiempo, de las revisiones recomendadas por la empresa, elaboración propia (2022)



En la figura 15 se observa el conteo de los discos por fechas. Evidenciando un deceso de las estructuras, además, de un desorden en las construcciones del nido, pero con la presencia de las reinas en cada una de las revisiones, manteniéndose las colmenas en el desarrollo del proceso.

Figura 15: Cantidad de discos de cría correspondientes a las fechas propuestas



Nota. Grafica correspondiente a las cantidades de discos de cría, de las tres fechas de revisión, en cada una de las colmenas (Elaboración propia 2022).

Adicionalmente se estableció la comparación si la actividad de la abeja (pecoreo) se encuentra relacionado con la cantidad de discos de cría con los que contaba al momento de realizar las observaciones en cada tratamiento, más específicamente con el total de visitas a los estambres (polen), siendo inversamente proporcionales las dos variantes por el signo negativo, pero con una alta correlación de Pearson cercana a 1, por lo que el espacio que ocupan los discos de cría en las cajas racionales y las visitas a los estambres, requieren de una mayor cantidad de tratamiento para establecer una conexión directa entre las dos variables estudiadas, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3: *Correlaciones de la ocupación de los discos de cría y las vistas a estambres*

		Discos de cría*	de 1	de Visitas a los estambres**
Discos de cría	Correlación Pearson			-.905
	Sig. (bilateral)			.095
	N		4	4
Visitas a los estambres	Correlación Pearson		de -.905	1
	Sig. (bilateral)		.095	
	N		4	4

Nota. *correspondiente al 14 de septiembre 2022. **corresponde a los datos tomados en los 10 días entre el 6-19 de septiembre del mismo año, (elaboración propia 2022).

6.1.4 Clasificación taxonómica

De forma preliminar se observó por medio de un microscopio estereoscópico Nikon® que reposa en el Laboratorio de Biología de la Granja Agroecológica UNIMINUTO, las estructuras externas correspondientes a una obrera de forma lateral, figura 16.

Desde la empresa Melipocumare se clasificó las abejas como *Nannotrigona* por la coloración verde de los ojos, el tamaño mediano de la abeja, la piquera la cual es la que usan para el ingreso y la salida a la colmena, con el color negro y alargado, otro rasgo característico son los nombres comunes respectivos de la zona (angelita negra), lo cual nos indica que son abejas del género. Según Coello (2022) las abejas del género *Nannotrigona*, son conocidas como abejas sin aguijón, también porque son abejas eusociales, siendo la eusocialidad es el nivel más alto que tiene una organización social.

Figura 16: Vista a detalle de una abeja obrera *Nannotrigona* sp.



Nota. Observación en vista lateral con microscopio estereoscópico (Nikon) de obrera de la colmena 2 (Elaboración propia 2022).

Por medio de la observación se identificaron las siguientes características, en el caso de las obreras; cuentan con mandíbulas con dos dientes apicales, además de un aparato bucal lamador, área malar corta, flagelo ancho mesoescutelo con margen anterior en forma de U, una metatibia de la obrera relativamente ancha y subtriangular, ángulo posterior agudo y pelos

simples en el margen externo, miden de 3-5mm de largo Jaramillo (2019); Rasmussen & Gonzalez (2017).

Según el National Center for Biotechnology Information (NCBI) las abejas *Nannotrigonas* presentan la siguiente identificación taxonómica:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Himenóptera

Familia: Apidae

Tribu: Meliponini

Género: *Nannotrigona*

6.1.5 Identificación de especie

Para la identificación a nivel de especie estuvo acorde con la bióloga Antonella Sardi, dónde empleo la clave taxonómica de Jaramillo et al. (2019), y dio como resultado que los especímenes colectados en las dos zonas corresponden a la especie de *Nannotrigona melanocera*, relacionado con la hipótesis de Jaramillo (2019) que plantea a la Amazonía y Orinoquía Colombiana como la única zona donde está tiene presencia, correspondiendo a las abejas con la que estamos trabajando en las dos zonas de estudio de la granja.

6.2 Discusión

6.2.1 Discusión de resultados

El presente trabajo busca aumentar la información e investigación de las abejas *Nannotrigona sp*, para poder identificar el potencial que tienen como polinizadores e indicadores de la salud ecosistémica en zonas específicas de la granja, debido a que las condiciones de cada una son diferentes en cuanto a suministro de recursos necesarios, para las abejas como lo es el polen néctar y resinas.

El reconocimiento en campo, para posteriormente determinar los cuatro sitios de estudio, se tuvieron en cuenta condiciones óptimas para las abejas, donde la alta presencia de plantas fuera primordial, resaltando las flores. Esto cumple para la gran mayoría de abejas, de acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), indicando que: “*para la mayoría de especies de plantas, las condiciones para la afluencia óptima de néctar son lluvia adecuada antes de florecer y condiciones secas y soleadas durante el periodo de florecer*” (IICA, 2004, p.7), lo cual, también es coherente con lo que se encontró en campo, ya que, en los días destinados para la observación directa, algunos no se pudieron aprovechar por la presencia de precipitaciones.

Gracias a la capacitación, se conoció y seleccionó un tipo de caja racional, que ayudan a establecer *Nannotrigonas* por promover ciertas condiciones ambientales internas; no se vieron afectadas por la humedad ni la lluvia, manteniendo una temperatura óptima de 26° a 34°C, con lo que no se afectó el estado de la colmena, además de, realizar adicionalmente mantenimientos para prevenir ingreso de otros organismos. Villavicencio puede proveer condiciones ideales para

la meliponicultura, donde bien se sabe que presenta altas precipitaciones según el IDEAM (2021) 4383 mm (promedio de lluvia total anual), pero también hay una temporada de sequía, además de temperatura promedio es de 25.5 °C, al medio día la temperatura máxima media oscila entre 28 y 32°C, en la madrugada la temperatura mínima está entre 20 y 22 °C. Esto anterior indicaría proveer de alimentación complementaria o estructuras para promover la visita de las abejas a parches florales, para que no hay cese de actividad de las abejas.

A partir de las observaciones y apreciaciones en los videos, fue importante determinar las frecuencias de cada comportamiento, con el fin de saber si había un orden específico y si era repetitivo, lo cual no fue así, ya que al ser los lugares evaluados zonas de libertad para las abejas y todos los organismos, tenían muchas elecciones y por ende se cree que no se vio un patrón de pecoreo a esta sola especie en horarios específicos, los cuales solo se contabilizaron en los 18 videos que se pudieron obtener en campo.

La relación con la *Asystasia gangética* se encuentra ligada a la polinización brindada por la abeja nativa de estudio *N. melanocera*, principalmente, como lo menciona Herrera y Sabogal (2016) los sistemas con especies nativas tienen un ascenso en sus frutos y reproducción, por lo que se observa la presencia de esta planta en todo el ecosistema de la granja.

Si bien, la importancia de este estudio se ratifica por la situación actual de problemáticas ambientales, donde se debe promover el conocimiento y cuidado de polinizadores, también es relevante mencionar la mayor parte de las plantas tienen flores y hay diversas maneras para llevar a cabo la fecundación de sus flores, lo cual varía de un grupo taxonómico a otro, siendo agentes abióticos los polinizadores, como el viento, agua o bióticos como animales más grandes

(algunos insectos, aves y algunos mamíferos) (Bernardello y Galletto 1995). Siendo esto resultado de la evolución.

Conforme la abeja llega a la *A. gangetica*, perteneciente a la familia de las acanthaceae, se determinó que llega por polen cerca de un 30 % y por néctar un 70% como se evidencia en la figura 13, contrario a lo propuesto por Coello (2022), que menciona al género de *Nannotrigona* tiene un interés por el polen para el caso de la familia acanthaceae, con tres reportes de visitas. Sin embargo, la cantidad de datos tomados por el estudio mencionado anteriormente no es igual al del presente trabajo, pero se puede inferir que existe una interacción con esta familia, aclarando que esta especie vegetal cuenta con el espacio para coleccionar néctar, por lo que se observó más su extracción en campo.

Las mediciones de discos de cría y de interacciones se hicieron en las últimas semanas del proyecto, pasado el tiempo de adaptación y acondicionamiento de las colmenas, con la finalidad de contar en su mejor estado, acorde a las condiciones más realistas, relacionado directamente con la decadencia que se observaba con forme pasa el tiempo en términos de discos de cría de cada colmena en específico.

También es pertinente mencionar que, de los cuatro sitios o tratamientos estudiados, comparten muchas de las condiciones ambientales debido a su corta separación, y también en cuanto a área demarcada y disponibilidad de parches florales, la cantidad de abejas sobre las flores ya sea por polen o néctar fue más alta en los sitios de la colmena 2 (bosques secundarios y cítricos), a diferencia de los cultivos anuales y perennes (2da colmena), deduciendo por las observaciones que estuvo más ligado a las afectaciones/presencia antrópicas; por la alta presencia de estudiantes, trabajadores, y la cercanía a zonas más urbanas, contando también con

manejos para el control de plagas y enfermedades recurrentes de vecinos, que pudo afectar la presencia de las abejas en estos lugares, siendo la zona de cítricos y bosque menos recurrente debido al enfoque con el que, cuentan estas zonas : poco manejo de arvenses y por ende, un ambiente más rico en especies nativas, con las que se encuentra familiarizada, así como la sombra, y vientos fuertes, como lo menciona Brown & Albrecht (2001) las abejas meliponas son susceptibles ante las intervenciones en su entorno por lo que se pueden considerar como indicadores de cambio en el paisaje.

Las abejas realizan la visita a parches florales, tal como lo indican Baquero y Stamatti 2017; Perea y Mosquera 2019, porque tienen la necesidad de buscar polen para alimentar a las larvas y el néctar para el mantenimiento o energía de los adultos, por su anatomía les permite recolectar sus recursos, con la corbícula la cual es una cavidad donde depositan y llevan el polen hacia la colmena. La mayor parte de las interacciones observadas de las *Nannotrigonas* con especies vegetales fue con la *A. gangetica*, la cual se observó en grandes cantidades en la granja, a manera de parches florales, con floración la mayor parte del año, que coincidió con la evaluación de esta parte del proyecto.

La identificación de la abeja como *Nannotrigona melanocera*, concuerda con Nates-Parra et al. (2006) que menciona a dicha especie distribuida en la vertiente oriental de la cordillera del Meta. Por lo que se puede decir que es una especie nativa, adaptada a las condiciones, propias de la zona y con una presencia alta.

CAPITULO VII

7 Conclusiones

1. Podemos concluir que para el establecimiento de las colmenas en la granja es necesario el reconocimiento de la oferta vegetal y su temporada de floración, con las que realmente interactúen las abejas, además de conocimientos técnicos de manejo y prevención, aunque sean silvestres éstas son vulnerables antes las perturbaciones antrópicas y climáticas, resaltando que, la caja racional cumple la función de proteger a la colmena y hacer más práctico su manejo para futuras investigaciones. Siendo el bosque secundario el lugar con la mejor actividad y desarrollo, que la zona de los cultivos con menor actividad, en el transcurso del estudio.

2. El comportamiento de la *Nannotrigona melanocera*, con la *A. gangetica*, está ligado directamente al material que busca siendo repetitiva la forma en que llega a su flor por la parte del cáliz con aberturas para recolectar néctar y los estambres más lentos para el polen de la granja agroecológica. Dónde está relacionada la distancia de los parches florales a la cantidad de visitas, y la cantidad de discos de cría requiere de profundizar en investigación, para saber su relación con la colecta de polen cómo alimentación, siendo la zona de bosque donde más se presentan visitas de pecoreo, sin embargo, la zona de cultivos tiene resultados más estandarizados.

3. Por medio de la identificación de la especie se verifica qué es nativa de la región y que su interacción no afecta de manera negativa otras especies y su adaptación es propia ante las condiciones de la zona contando con relación directa entre la especie vegetal estudiada por ser

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

57

endémicas, haciéndola atractiva para el estudio de esta región con resultados más acertados de la calidad o condiciones estudiadas, pues hasta el momento no se ha presentado ningún deceso de la de las abejas de las cajas de las de las colmenas establecidas en la granja.

CAPITULO VIII

8 Referencias

- Armijo, N., y Zambrano, Z. (2019). *Efecto polinizador de las abejas (Nannotrigona testaceicornis) en cultiv de pepino en el vivero de la ESPAM-MFL* [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López]. Repositorio digital ESPAM-MFL. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1206>
- Allen, L & Villacampa, J. (2017). Orchid bees of the Manu Learning Centre, Peru Abejas de las orquídeas del Manu Learning Centre, Perú. The Crees Foundation. 22p.
- Barquero E, A., Aguilar M, I., Méndez C, A., Hernández S, G., Sánchez T, H., Montero F, W., Herrera G, E., Sánchez C, L., Barrantes V, A., Gutiérrez L, M., Mesén M, I. y Bullé B, F. (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. DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.4>.
- Amaya, M. (2021). *Especies vegetales utilizadas por las abejas nativas sin aguijón (apidae: meliponini), para la construcción de sus nidos, en el distrito las mercedes* [Trabajo de grado Máster, Universidad Nacional (SEPUMA)]. Repositorio Académico Institucional (RAI) de la Universidad Nacional, Costa Rica. <http://hdl.handle.net/11056/22325>
- Baldock, K. C. (2020). Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. *Current Opinion in Insect Science*. Volume 38, P63-71. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.006>.
- Baquero, L. y Stamatti, G. (2007). *Cría y manejo de abejas sin aguijón*. Ediciones del Subtrópico. <http://proyungas.org.ar/wpcontent/uploads/2014/12/criaymanejodeabejassinaguijon.pdf>

- Bernardello, L. y Galletto, L. (1995). Néctar: la realidad del mito. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la asociación ciencias hoy*, 5(30). Obtenido de <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/hoy30/nectar.htm>
- Brown, J. C., & Albrecht, C. (2001). The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography*, 28(5), 623-634.
- Can, A., Quezada, E., Xiu, A., Moo, V., Rafael, V., Valdovinos, N., & Medina, P. (2005). Pollination of ‘criollo’ avocados (*Persea americana*) and the behaviour of associated bees in subtropical Mexico. *Journal of Apicultural Research*, 44(1), p3-8. <https://doi.org/10.1080/00218839.2005.11101138>
- Cornare. (2019). La meliponicultura como estrategia de conservación para mejorar las condiciones productivas y ambientales en la finca del productor rural. Módulo de conocimiento y comunicación para el productor técnico. Corporación Autónoma Regional de los Ríos Negro y Nare (Cornare). Publicaciones San Antonio S.A.S. Antioquia, Colombia. pp. 42.
- Coello C, K. J. (2022). *Recursos alimenticios para las abejas del género Nannotrigona Cockerell (1992) en el neotrópico. Como bases para su manejo* [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio BABAHOYO: UTB <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11342>
- Engel, M. S. (2001). *A Monograph of the Baltic Amber Bees and The Evolution of Apoidea (Hymenoptera)*. Research Library American Museum of Natural History. <http://hdl.handle.net/2246/1437>

FAO. (2004). *Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture. The international response*. In: Freitas B M, Pereira J O P. (Eds.). *Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza, Brasil: Imprensa Universitária. Obtenido de https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/bees_pollinators.pdf

García, H. (2012). Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. FEDESARROLLO <http://hdl.handle.net/11445/337>

Gayubo, S. F., & Pujade, J. (2015). Orden Hymenoptera. *Revista IDE@*, 2015, vol. 59, p. 1-36.

Gennari, G. (2019). Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón (ANSA). Ediciones INTA. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/libro-manejo_racional_de_las_abejas_nativas_sin_aguijon_ansa.pdf

Halcroft, M. Spooner, H. Haigh, A. Tim, A. Heard & Dollin, A. (2013) The Australian stingless bee industry: a follow-up survey, one decade on, *Journal of Apicultural Research*, 52(2), 1-7, <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.2.01>

Herrera Gonzáles, O. V., & Sabogal Sabogal, J. E. (2016). *Evaluación de la polinización de café coffea arabica con abejas nativas (apidae: meliponini) en un cultivo agroecológico en la mesa-cundinamarca* (Doctoral dissertation).

IDEAM. (2021). Características Climatológicas De Ciudades Principales Y Municipios Turísticos. Disponible en línea: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>

Jaramillo S, J. C. (2019). Taxonomía, filogenia y distribución geográfica del género *Nannotrigona* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en Colombia. *Departamento de Biología*.

Jaramillo, J., Ospina, R., & Gonzalez, V. H. (2019). Stingless bees of the genus *Nannotrigona* Cockerell (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in Colombia. *Zootaxa*, 4706(2), zootaxa-4706.

Londoño-Carvajal, C.A., Cuéllar Nuñez, J. F., Cely Santos, S. M., Nates Parra, G & Medina, C. A. (2020). Aprovechamiento y Conservación de las abejas sin aguijón. En: Moreno, L. A., Andrade, G. I., Didier, G & Hernández-Manrique, O. L. (Eds.). . Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 112p. <http://reporte.humboldt.org.co/assets/docs/2020/2/206/ficha-metodologica-2020-206.pdf>

Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 112p.

Londoño C., C, y Medina U., C (2021) Lista de especies de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) reportadas para Colombia, recuperado de: http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=le_meliponini_colombia_2020

Macías, J. M., Euán, J. Q., Escareño, F. C., Gonzalez, J. T., Valle, H. M., & Ayala, R. (2011). Comparative temperature tolerance in stingless bee species from tropical highlands and lowlands of Mexico and implications for their conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie*. 42(6), 697-689. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0074-0>

Martínez, L. S., y Otero O. J. T. (2019). Polen recolectado por *nannotrigona mellaria* (Apidae : Meliponini) en dos ambientes urbanos (Valle del Cauca – Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos*, 23(2), 146-161. <https://doi.org/10.17151/bccm.2019.23.2.7>

Manrique, A. J, & Blanco, J. L. (2013). Polinización de tomate, calabacín y pepino, con Meliponinos y *Apis mellifera* en invernaderos. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 243-254. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692013000300007&lng=es&tlng=es.

Meléndez, R, V., Ayala, R, y Delfín, G, H. (2015). Abejas como bioindicadores de perturbaciones en los ecosistemas y el ambiente. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Ayala-5/publication/280883462_Abejas_como_bioindicadores_de_perturbaciones_en_los_ecosistemas_y_el_ambiente/links/55ca5e7108aeca747d69e7a1/Abejas-como-bioindicadores-de-perturbaciones-en-los-ecosistemas-y-el-ambiente.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021, julio, 7). Disminuye en un 30 % la deforestación en Meta, Caquetá y Guaviare durante primer trimestre de 2021. [https://www.minambiente.gov.co/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas/disminuye-en-un-30-la-deforestacion-en-meta-caqueta-y-guaviare-durante-primer-trimestre-de-2021/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20para%20el%20primer,pa%C3%ADs%20\(56%2C3%20%25\)](https://www.minambiente.gov.co/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas/disminuye-en-un-30-la-deforestacion-en-meta-caqueta-y-guaviare-durante-primer-trimestre-de-2021/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20para%20el%20primer,pa%C3%ADs%20(56%2C3%20%25).).

Nates-Parra, G. (2006). *Abejas Corbiculadas de Colombia (Hymenoptera:Apidae)*. Unibiblos Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 156 pag.

Nates-Parra, R, Ángela, & Vélez, E. D. (2006). ABEJAS SIN AGUIJÓN (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) EN CEMENTERIOS DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA.

Acta Biológica Colombiana, 11(1), 25-35. Retrieved November 05, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2006000100002&lng=en&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.

Naranjo, A. (diciembre de 2016). Transgénicos, plaguicidas y el declive de la polinización y la producción melífera. *Red por una América Libre de Transgénicos*, 103. Obtenido de http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/abejas_web.pdf

Pantoja, A., Smith-Pardo, A., Garcia, A., Saenz, A., & Rojas, F. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*.

Perea. M. Mosquera, J. (2019). Técnicas de manejo y adaptación de Abejas Nativas sin aguijón en cajas racionales. Páginas 40. Quibao - Colombia.

Pisté-Mukul, M. J. (2011). Caracterización y termorregulación del nido de la abeja sin aguijón *Scaptotrigona mexicana* alojado en cavidades artificiales [tesis maestría]. *Campeche, México: Colegio de Postgraduados*.

PINILLA-GALLEGO, M. S.; NATES-PARRA, G. 2015. Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino colombiano. *Revista Colombiana de Entomología* 41 (1): 112-119.

Quezada., E. JJG (2009). POTENCIAL DE LAS ABEJAS NATIVAS EN LA POLINIZACIÓN DE CULTIVOS. *Acta Biológica Colombiana*, 14(2),169-172. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319027883014>

Raine, N. E., Ings, T. C., Dornhaus, A., Saleh, N., & Chittka, L. (2006). Adaptation, genetic drift, pleiotropy, and history in the evolution of bee foraging behavior. *Advances in the Study of Behavior*, 36, 305-354.

Rasmussen, C., & Gonzalez, V. H. (2017). The neotropical stingless bee genus *Nannotrigona* Cockerell (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): An illustrated key, notes on the types, and designation of lectotypes. *Zootaxa*, 4299(2), 191-220.

Resende, H. C., Barros, F. D., Campos, L. A., & Fernandes-Salomão, T. M. (2008). Visitação de orquídea por *Melipona capixaba* Moure & Camargo (Hymenoptera: Apidae), abelha ameaçada de extinção. *Neotropical Entomology*, 37(5), 609-611.

Rosso Londoño, J.M & Nates-Parra, G. (2005). Meliponicultura: una actividad generadora de ingresos y servicios ambientales. *Leisa: revista de agroecología*, Vol. 21(3), 14-16.

Roubik, D. (enero de 2006). Stingless bee nesting biology. *Apidologie*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/256117810_Stingless_bee_nesting_biology_Apidologie_37_124-143

Schwarz, H. (1938). The stingless bees (Meliponidae) of British Guiana and some related forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 74:437–508.

Tienda Biodiversa (2022, 07 de agosto). *Insumos para cuidar tus abejas*. Campo Colombia. <https://www.campocolombia.com/product/598799/caja-racional-para-abeja-angelita>.

Torres, A., Lamprecht, I., & Hoffmann, W. (2007). Thermal investigations of a nest of the stingless bee *Tetragonisca angustula* Illiger in Colombia. *Termoquímica Acta*.

<https://doi.org/10.1016/j.tca.2007.01.024>

The Nature Conservancy (TNC) y The Amazon Conservation Team Colombia (ACTColombia). (2020). Guía práctica para la Implementación de la meliponicultura en el noroccidente amazónico. Recuperado de:

https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/AFC_Guia_meliponicultura_paginas_baja.pdf

Vásquez R, R. E., Martínez S, R. A., Ortega F, N. C., y Maldonado Q, W. D. (2021). *Conceptos fundamentales de producción apícola*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404104>

Venturieri, G. C., Raiol, V. O., & Barbosa Pereira, C. A. (2003). Avaliação da introdução da criação racional de melipona fasciculata (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. *Biota Neotropica*. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000200003>

Vollet, N. A. (mayo de 2011). Brood production increases when artificial heating. *Revista de Investigación Apícola*. Obtenido de:

https://www.researchgate.net/publication/262935466_Brood_production_increases_when_artificial_heatin

CAPITULO IX

9 Anexos

- A. El vídeo de Interacción de polinizadores en la flor de la *Asystasia gangetica* (<https://youtu.be/5xvFNlyK2Rg>) con 18:48min, el cual se observan los diferentes comportamientos de las abejas y otros polinizadores, los cuales fueron consignados en resultados.



Anexo 1: colmena fuerte en la cual se evidencia los discos de cría y ánforas de miel y polen



Anexo 2: revisión periódica de las colmenas.



Anexo 3: colmena madre, en la cual se hizo la división de la colmena, para llevar a cabo el estudio en la granja.



Anexo 4: observación del crecimiento de discos de cría.



Anexo 5: ubicación de los puntos donde iban a quedar las abejas dispuesta, tomando datos de ubicación geográfica.



Anexo 6: realizando los hoyos, para poner las bases las cuales irán soportando las cajas racionales de abejas.

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

69



Anexo 7: colmena ya ubicada en la zona de bosque, se evidencia que el nivel freático es alto y se inunda el sitio.



Anexo 8: revisiones periódicas a las colmenas, está revisiones son externas e internas.

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

70



Anexo 9: colmena madre para hacer segunda división para ubicarla en el lugar de estudio.



Anexo 10: implementación de bolsa plástica en la parte inferior del poste, esto con el fin que se prolongue se durabilidad.



Anexo 11: fotografía de abejas nanotrigonas de la zona del bosque secundario para saber su taxonomía.



Anexo 12: fotografías de abejas nanotrigonas de la zona de cultivos para la identificación taxonómica.

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

73

Calibración micrómetro ocular para calcular medidas en milímetros

AUMENTO	Sin objetivo auxiliar 2x	Con objetivo auxiliar 2x
0.8x	0.125 mm	0.0625 mm
1x	0.1 mm	0.05 mm
2x	0.05 mm	0.025 mm
3x	0.033 mm	0.0167 mm
4x	0.025 mm	0.0125 mm
5x	0.020 mm	0.01 mm

Se multiplica el número de trazos (leídos en el micrómetro) por el valor en mm correspondiente a cada aumento

Anexo 13: calibración del micrómetro ocular para calcular medidas en milímetros.



Anexo 14: delimitación de las áreas para hacer la observación directa.

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

74



Anexo 15: se coloca el trípode con el celular, para grabar la actividad de la abeja, tomando algunos parches forales de referencia a la hora de grabar.



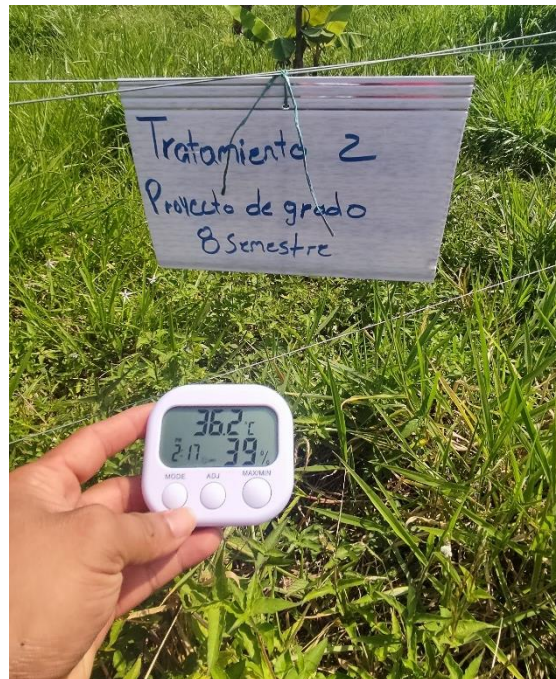
Anexo 16: tomas de temperatura en cada tratamiento.

Establecimiento de abejas del género *Nannotrigona* en cajas racionales, dispuestas en zonas de bosque secundario y de cultivos, en la granja agroecológica de la UNIMINUTO, Vereda Barcelona, Villavicencio Meta.

75



Anexo 17: se empieza a grabar una vez ya se allá encontrado un parche floral, es decir un conjunto de 6 a 12 flores.



Anexo 18: toma de temperatura a cada tratamiento.