

Fecha de recibido: 01-08-2024
Fecha de aceptación: 31-10-2024
DOI: 10.22490/ECAPMA.8380

FORMACIÓN DE NÚCLEOS *Tetragonisca angustula* EN PRODUCCIÓN URBANA DE VILLAVICENCIO: UN ESTUDIO EMPIRICO

FORMATION OF NUCLEI *Tetragonisca angustula* IN URBAN PRODUCTION OF VILLAVICENCIO: AN EMPIRICAL STUDY

Farín Samir Gómez García

Médico Veterinario Zootecnista

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – ECAPMA

Grupo de investigación CAZAO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0627-1704>

farin.gomez@unad.edu.co

Diana Milena Torres Novoa

Médico Veterinario Zootecnista

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – ECAPMA

Grupo de investigación CAZAO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7914>

milena.torres@unad.edu.co

Citación: Gómez, F. y Torres, D. (2025). Formación de núcleos *Tetragonisca angustula* en producción urbana de Villavicencio: Un estudio empirico. *Working Papers ECAPMA*, 9(1), 65 – 108. <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.8380>

RESUMEN

Contextualización: La *Tetragonisca angustula* conocida como abeja angelita y pertenece al grupo de las abejas sin aguijón, es una especie promisorio de interés económico debido a la calidad de la miel y la atribución de propiedades medicinales importantes (como regeneración de tejidos), además participan en la polinización de plantas silvestres y otras especies cultivadas por el hombre. Sin embargo, su aprovechamiento se ha realiza de forma extractiva generando daños en los núcleos al ser cosechado o capturados para formar núcleos para el aprovechamiento zootécnico.

Vacío de conocimiento: Aunque se han estudiado los contenedores de uso renovable para la abeja angelita, la formación de núcleos es algo que está aún en controversia; por lo anterior este trabajo se desarrolla de manera empírica y por observación directa, buscando una solución para implementar un protocolo que permita establecer técnicas para la formación de núcleos de *Tetragonisca angustula* y poder fortalecer la población para un meliponario de esta especie en área urbana.

Propósito: El propósito principal de este estudio fue analizar el proceso de formación de núcleos de la abeja *Tetragonisca angustula* en el contexto de la producción urbana de Villavicencio explorando factores como las características del hábitat y la adaptación de esta especie a entornos antropizados.

Metodología: el presente estudio es una investigación empírica a través del método: ensayo y error, efectuando observación directa, para establecer patrones y tomándolos como referentes para comparar núcleos y arquitectura interna, determinando un patrón biológico en la construcción arquitectónica del núcleo por parte de los meliponinos.

Resultados y conclusiones: En este estudio, se observó que las naves utilizadas para establecer el habitáculo de la colmena deben tener una estructura vertical, con dos cavidades (superior e inferior). La arquitectura genética de las abejas sin aguijón, como *Tetragonisca angustula*, está programada para adaptarse a estos espacios, y la nave actúa como una barrera protectora. Aunque carecen de aguijón, estas abejas neutralizan a los agresores a costa de sus vidas. Además, se destaca la importancia del reciclaje

y la consideración del ciclo circadiano al crear nuevos núcleos.

Palabras clave: abeja; colmena; meliponicultura; producción sostenible.

ABSTRACT

Contextualization: *Tetragonisca angustula*, commonly known as the angel bee, belongs to the group of stingless bees. It is a promising species of economic interest due to the quality of its honey and its attributed important medicinal properties (such as tissue regeneration). Additionally, these bees play a role in pollinating wild plants and other species cultivated by humans. However, their exploitation has often been extractive, causing damage to the bee colonies when harvested or captured to form new colonies for zootechnical purposes.

Knowledge gap: Although renewable containers for the angel bee have been studied, the formation of nuclei remains a topic of controversy. Therefore, this work is conducted empirically through direct observation, seeking a solution to implement a protocol that allows for the establishment of techniques for the formation of *Tetragonisca angustula* nuclei and

the strengthening of the population for an urban meliponary dedicated to this species.

Purpose: The process of nucleus formation in the *Tetragonisca angustula* bee within the context of urban production in Villavicencio. The study explored factors such as habitat characteristics and the species' adaptation to anthropized environments.

Methodology: This study is an empirical investigation using the trial-and-error method and direct observation. It aims to establish patterns by comparing nuclei and internal architecture, ultimately determining a biological pattern in the architectural construction of the nucleus by meliponines.

Results and conclusions: In this study, it was observed that the vessels used to establish the hive's habitat must have a vertical structure with two cavities (upper and lower). The genetic architecture of stingless bees, such as *Tetragonisca*

angustula, is programmed to adapt to these spaces, and the vessel acts as a protective barrier. Despite lacking a stinger, these bees neutralize aggressors at their own expense. Additionally, the importance of recycling and considering the circadian cycle

when creating new nuclei is emphasized.

Keywords: Bee; hive; meliponiculture; sustainable production.

1. INTRODUCCIÓN

La meliponicultura o cultivo de las abejas sin aguijón (meliponinos) probablemente alcanzó su máximo desarrollo en el pueblo maya, quienes cultivaban especialmente la abeja *Melipona beechi* y *Trigona angustula*, era tan importante esta actividad que se instauró toda una cultura religiosa alrededor del cultivo de las abejas sin aguijón, pero la introducción de la abeja melífera (*Apis mellifera*) en las Américas, desplazo el cultivo de los meliponinos debido a su capacidad de alta producción de miel, cera y polen; mientras una melífera puede producir 20 litros en un año, las abejas sin aguijón procesan solo un litro (Nates, 2001).

La flora apícola se ha caracterizado principalmente con base en observaciones de las visitas de la

abeja melífera, lo que ha contribuido significativamente al conocimiento de las plantas que les son útiles, pero existe un gran vacío con relación a los miles de especies de abejas silvestres que existen (Miranda et al., 2014). En Colombia y otros países de Suramérica como Brasil y Argentina, se comercializan dos tipos de miel: la producida por *Apis mellifera* y la de abejas sin aguijón (Olaya et al., 2014). En Bolivia, Colombia y Venezuela hay esfuerzos aislados de recuperar el conocimiento y divulgar los métodos y técnicas más acertadas para el cultivo de estas abejas (Nates, 2001).

La especie *Tetragonisca angustula* conocida en Colombia principalmente como “Abeja Angelita o Virgencita”, debido a su

apariencia delicada y su costumbre de mantenerse suspendida en el vuelo frente a la entrada del nido, hacen alusión a esta denominación; asimismo esta especie ha sido utilizada y apreciada por la calidad de su miel; habita regiones comprendidas entre los 1.000 a 1.500 metros sobre el nivel del mar en áreas urbanas y en regiones más o menos húmedas, su ciclo biológico desde la postura del huevo hasta la emergencia de la abeja adulta abarca en promedio 36 días, suelen hacer nidos en troncos de bambú, higuerón, guadua y calabazo, pero las celdas no son reutilizadas como sucede con la abeja melífera, sino que son destruidas una vez que la abeja angelita ha emergido; también es de las abejas más limpias que se conocen y por eso su miel es tradicional y ampliamente utilizada en el tratamiento de varias afecciones, especialmente de las

vías respiratorias y los ojos, por lo cual el costo de la miel de *Tetragonisca angustula*, es muy superior al de la *Apis mellifera* (Nates, 2001).

Actualmente, los campesinos suelen mantener nidos de abejas angelitas en las proximidades de sus viviendas para obtener miel de excelente calidad y utilizarla para aliviar algunas enfermedades (Nates, 2001). Pero el valor económico de la polinización es mayor que el de los subproductos como la miel y la cera de abejas; el Reino Unido estimó que el valor de la polinización por abejas asciende (,) por año y hay autores que afirman que la interacción ecológica entre las plantas y las abejas que las polinizan es tan estrecha, que la desaparición de unas implica la extinción de las otras especies (Miranda et al., 2014).

2. METODOLOGÍA.

El presente estudio se realizó en la ciudad de Villavicencio, a una altitud de 467 msnm, con temperatura media de 27°C, humedad relativa de 82% y precipitación anual de 3500 mm (IDEAM, 2024), es una

investigación empírica a través del método: ensayo y error, efectuando observación directa, para establecer patrones y tomándolos como referentes para comparar núcleos y arquitectura interna, determinando un patrón biológico en la

construcción arquitectónica del núcleo por parte de los meliponinos. También fueron consultadas las principales publicaciones científicas en las bases de datos Google Académico, Redalyc, Scielo, Researchgate y se utilizaron fuentes de información disponibles en internet relacionadas con la apicultura, meliponicultura y taxonomía en abejas. De acuerdo con el área de estudio se clasifico en antecedentes, apicultura y meliponicultura y taxonomía para llegar al concepto. De acuerdo con la información obtenida se realizó una reflexión sobre el concepto de la meliponicultura y su importancia en los sistemas productivos.

Se utilizó como núcleo de origen de propagación, una colmena, la cual se estableció como única fuente de formación de nuevos núcleos. Para, el núcleo inicial se instauró una arquitectura de colmena tradicional, similar a la propuesta por Pierre Jean-Prost, siendo una arquitectura de colmena tradicional de madera, con piquera cuerpo, alza de miel (Jean-Prost, P., & Conte 2007), pero sin el mismo tamaño, ni los cuadros utilizados en la apicultura tradicional. Todo esto reducido a escala para la especie *Tetragonisca*

angustula, el núcleo se dispuso de manera tal que estuviera protegido de la lluvia y el sol directo.

Para los nuevos núcleos, se establecieron diferentes materiales para la construcción de la arquitectura, tales como: madera, plástico y concreto, creando contenedores que cumplan con las condiciones de verticalidad de la estructura arquitectónica, para la construcción de su núcleo.

Determinado el promedio de espacio requerido para la construcción de la colmena por las abejas, se estableció que los nuevos contenedores serian de diferente material, con un promedio mínimo de 350 cm³ y máximo de 2000 cm³ para la construcción de su núcleo; asimismo se instauró que el núcleo de abejas está dentro del habitáculo, que en este caso es la estructura física de protección frente a las adversidades del medio ambiente, no siendo utilizado en su totalidad el espacio suministrado para la construcción. Esto tiene una connotación a la adaptación biológica a buscar lugares estrechos para la construcción de sus núcleos, para el manejo de la temperatura interna de la colmena es necesaria para la conservación de la miel, la

incubación de las larvas de abejas; siendo esto una característica que tiene todas las especies de abejas de poder controlar la temperatura de la colmena, estableciendo que por su tamaño, más las sustitución de abejas en el transcurso de la existencia de la colmena, requiere un volumen de 350 a 950 centímetros cúbicos; como máximo y mínimo un promedio de 650 centímetros cúbicos como ideal para la construcción de un modelo de arquitectura para las colmenas, sin importa la forma geométrica, cubico o cilíndrico para la construcción de la nueva colmena para el establecimiento de habitáculo para esta especie la *Tetragonisca angustula*; de acuerdo a lo establecido por otras investigaciones, se establece que para esta especie el manejo de la temperatura de la colmena es fundamental para el bienestar y productividad para esta especie (Torres, Hoffmanna, & Lamprecht. 2007).

Arquitectura del núcleo de *Tetragonisca angustula*.

En la actualidad se afirma que hay estudios realizados en diferentes

especies de abejas sin aguijón, sin embargo, autores afirma que “*Son aún pocos los estudios realizados sobre la diversidad de abejas*” (Reyes, Ayala, & Camou. 2017); por esta razón el desarrollo de este estudio se basa en investigación empírica a través del método: ensayo y error, efectuando observación directa, para establecer patrones y tomándolos como referentes para comparar núcleos y arquitectura interna, determinando un patrón biológico en la construcción arquitectónica del núcleo por parte de los meliponinos; así se organizó el referente para la colmena construida por los humanos, con los diferentes materiales mencionados, cumpliendo con los requerimientos bilógicos necesarios para el sostenimiento del núcleo, productivo y saludable de abejas sin aguijón.

La mayoría de autores se basan en extrapolar técnicas de manejo de abejas con aguijón, existiendo una gran cantidad de información al respecto, pero en la observación empírica de los núcleos en diferentes condiciones se encuentra que la arquitectura de los nidos tiene un diseño biológico vertical,



tomado su estructura por nivel de abajo hacia arriba, de la nave principal donde se establecerán la estructura de meliponinos, siendo un nido, que está estructurado con una arquitectura constante de abajo hacia arriba, poniendo sus cimientos en las paredes, de involucro laberínticas que le dan una consistencia estructural al nido principal donde se establecerán las cubiertas de cría.

Las celdas de cría en meliponinos son diferentes a las mellíferas, ya que las primeras crean estructuras horizontales que cubren una sobre otra, y la construcción de forma ascendente ordenada, mientras que las mellíferas construyen celdas de cría en columna, similar a una pared e iniciando su construcción de arriba hacia abajo; lo cual se explica desde el punto de vista biológico, ya que los meliponinos buscan refugios que protejan el nido.

En otras investigaciones se afirma que la cavidad de alojamiento para los meliponinos, juegan un papel importante en la construcción arquitectónica de los nidos, el control del ambiente interno de la colonia y darse las condiciones biológicas necesarias para cumplir con sus funciones vitales como

unidad dinámica productiva (Peña, 2015).

En la observación empírica se encuentran que las *Apis mellíferas* tienen una arquitectura en columnas descendentes, que difiere con las cubiertas ascendentes de los meliponinos.

La arquitectura de los nidos es afectada por los flujos de aire dentro de la misma colonia, siendo las cubiertas de cría obstáculos naturales para las corrientes de aire, evitado al máximo la pérdida de calos, indicando que los meliponinos tienen deficiencias en producción de calos, por su tamaño y los individuos por población, que se limitan al tamaño de la cavidad usada como refugio, a esto se le agrega que las cubiertas de cría están sostenidas por el involucro laberíntico, que también cumple con el doble propósito de aislar térmicamente las cubiertas de cría.

En cuanto a las alzas de miel en *Apis mellíferas*, se encuentran bien definidas por estructuras en columna, formando paredes lineales que permiten el paso de aire dentro de la colonia; mientras que en meliponinos no existen este tipo de

diseño; estas para el almacenamiento y reserva de alimento, por consiguiente, lo sitúan en un lugar diferente a los nidos de cría, siendo estos almacenamientos puestos alrededor de involucro haciendo otra capa de aislamiento y almacenamiento.

Las colmenas también pueden ser horizontales, sosteniendo la misma arquitectura para el nido que alberga las cubiertas de cría, sin embargo, la antecámara de la piquera o basurero

siempre está próximo a la escotilla de la piquera, conservando el concepto de colocar lo más distante de la salida de los capullos de almacenamiento de alimentos.

Para este trabajo se define escotilla de la piquera el agujero de entrada a la colmena como lo muestra la figura 1; se define así, ya que es un lugar que puede ser cerrado o abierto por las abejas a su voluntad, para mantener aislado su habitáculo donde esta alojada la colmena.

Figura 1. Piquera de *Tetragonisca angustula*



Fuente: Farín Gómez

Otros autores nos hablan de la cámara de cría de un modo general, como estructuras horizontales (Enríquez, Yurita, & Dardon, 2006); pero en este estudio se establece que el nido de cría está conformado por el involucro que lo rodea, más las cubiertas de cría, siendo todo el conjunto de cubiertas de cría, el espacio interior de involucro, llamado cámara de cría para esta investigación.

Cuando los seres humanos proporcionamos el nido, se le llama colmena (Abejapedia, 2018). En captura se ha observado núcleos de forma horizontal, donde las abejas construyen las alza de miel en lo más profundo de la colmena, separando la miel del exterior, para evitar atraer depredadores de miel, es una posible explicación de este arquitectura, en otros casos se ha observado que, las abejas además de separar la miel de la escotilla de la piquera, realizan intercalamiento de las cubierta de cría; pero lo más observado es ver que las cubiertas de cría siempre están cerca de la escotillas de la piquera, es muy normal que las cubiertas de cría este rodeadas por el involucro, y que haya una separación del alza de miel con la de cría, sin importar que la

colmena se construida de forma vertical u horizontal.

Biología del núcleo de *Tetragonisca angustula*.

Es importante establecer que las abejas sin aguijón evolucionaron dando repuesta al medio ambiente que las rodeaba, sus colmenas están defendidas por estructuras externas sólidas, que presentan un obstáculo para sus depredadores y no permiten ninguna amenaza de sus cubiertas de cría, por esta razón la carencia de aguijón está dado como repuestas posiblemente a dos cosas, la primera se debe a que sus colmenas están fuertemente protegidas, y la segunda para ser más eficientes con respecto a peso, permitiendo mucha más capacidad de carga útil por abeja pecoreadora.

Asimismo, biológicamente la arquitectura de las colmenas está dada para permitir la conservación del calor, el aislamiento de frio, y de esta forma crear ambientes compatibles con su biología, permitiendo el sostén de la vida.

Las cubiertas de cría están protegías por la capa de involucro, generalmente el nido de cría se

puede establecer como una estructura completamente aislada del exterior y el involucro se va reubicando a medida que las necesidades de espacio se van generando dentro de la colmena; convirtiéndose en un material de reciclaje en constante traslocación de construcción dentro de la colmena.

Refugio artificial para formación de colmena.

Dentro de las observaciones empíricas de los núcleos de *Tetragonisca angustula*, se identifica que la construcción es de una arquitectura vertical, de abajo hacia arriba para la construcción del nido que contendrá las cubiertas de cría, así mismo como los meliponinas requieren una piquera que este por debajo del nido de cría, pero que tenga una estructura alta o lateral para la construcción de las ampollas de almacenamiento de la miel; que es lo más típico en los nidos silvestres y los nidos en cajas con manejo zootécnico.

La piquera ideal para esta especie debe ser un agujero de mínimo 2.5 mm y máximo 5 mm, siendo ideal una abertura de 4 milímetros para

estas piqueras, esto facilita la construcción de la escotilla.

Las abejas construyen en la pared vertical donde está el agujero, una escotilla para facilitar la salida y llegada de las abejas pecoreadoras, esta escotilla en días de lluvia y en la noche es operculada y abierta cada mañana de acuerdo con la necesidad de la colmena.

La piquera es una construcción de un tubo, que permite a las abejas pecoreadoras ingresar a ella de forma frontal con respecto a la gravedad, y su vuelo horizontal, facilitado el ingreso y salida de las abejas.

La nave o refugio para establecer la colmena puede ser articulada por varias partes, o ser una única cavidad, pero lo principal es que tenga un espacio no más de 15 cm de ancho, donde las abejas puedan colocar el involucro para poder construir la estructura del nido donde albergarán las cubiertas de cría.

Se define como nave contenedora del nido, a la estructura externa que proporcionará la protección a la colmena, esta nave puede ser una



estructura cerrada herméticamente con un único ingreso de un tamaño no más grande de medio centímetro (5 mm), con una cavidad para albergar el nido, no más grande de 950 ml y mínimo de 350 ml.

De acuerdo a lo observado en este estudio, las abejas tienen mejor eficiencia en naves que son verticales que en las horizontales, así mismo tiene mayor rendimiento en naves o colmenas donde las ampollas de miel son colocadas por encima del nido cría, lejos de la piquera, aunque los meliponinos tiene la capacidad de adaptarse a las condiciones del refugio o nave puesta a su disposición, por tener la necesidad de protección, por ser animales no agresivos y no tener la habilidad de defender su colmena, requiere de naves de protección rígida que proporcionen esta protección.

Se debe construir la colmena con dos alzas, la inferior es la de cría y la superior la de miel. Pueden ser articuladas o ser dos partes diferentes, lo importante es que el alza de miel debe tener una plataforma para que puedan construir allí las ampollas de almacenamiento de miel, de igual

forma en la unión de los dos compartimientos debe existir un agujero de 8 cm o menos, con bordes que formen la unión de las dos alzas y emerja el involucro, que sostendrá las cubiertas de cría.

El involucro crea el soporte para la construcción de las cubiertas de cría, separando el alza de miel donde se construyen las ampollas de almacenamiento de miel; las ampollas de almacenamiento de miel pueden estar colocadas en las paredes del interior, o en el mejor de caso en una superficie horizontal colocadas allí, por cuestión de física para que sostenga el peso de la miel.

Generalmente las abejas del nido donde están las cubiertas de cría no llegan hasta el suelo de la piquera, la piquera es un espacio inferior separado del nido de cría, por medio del involucro, así se define que; en el alza de cría, está el espacio de la piquera y sobre el espacio está colgado el nido cría, compuesto por cubiertas construida de abajo hacia arriba, estructurado por el involucro que le da soporte a las cubiertas de cría.

Por las paredes de aislamiento del involucro está el laberinto que

conduce al nivel superior, que está conectado al alza de miel.

Las colmenas horizontales hacen lo mismo, pero generalmente, crean una cámara anterior de piquera, colocan el nido en la mitad y el involucro como laberinto comunica con la parte posterior que sería la cámara de miel, en los dos casos, la prioridad de las abejas es colocar la cámara de miel lo más lejos de la piquera.

La antecámara de la piquera es un lugar donde otros autores la nombran como el basurero de la colmena, este tiene como fin almacenar los materiales no deseados o que son nocivos para el hábitat de la colmena (Enríquez, Yurita, & Dardón. 2006).

Sin embargo, en las observaciones, no se vio materiales de desecho, o abejas muertas en el fondo de la nave o algún otro lugar que usen como basurero dentro del habitáculo de la colmena, por tal motivo, se establece que las abejas arrojan los desecho directamente por la piquera al exterior.

Habitáculo para formación de colmenas para meloponinos.

El fundamento biológico para la construcción de nuevas colmenas es entender la arquitectura natural de la construcción de la unidad apícola para abejas sin aguijón, ya que las abejas están programadas genéticamente para construir este tipo de diseño; como se expresó en los títulos anteriores, la arquitectura de las colmenas tiene el mismo fundamento, sin embargo, los habitáculos se adaptan como modelos arquitectónicos para el hábitat dentro de una colmena funcional.

Las naves de las colmenas en este experimento fueron construidas con diferentes materiales y sus combinaciones, utilizando materiales dispuestos en esquemas urbanos, como son madera, plástico, ladrillo, eternita, cartón, entre otros. Las abejas *Tetragonisca angustula*, tiene capacidad de adaptación a la nave donde, y los materiales para construir su nido están determinado no por los materiales sino por la protección a depredadores, la capacidad de tener una temperatura estable y fresca, y que tenga una

única piquera por donde pueda ingresar la reina.

Este último parámetro se establece para este trabajo, porque al observar una reina, después de a ver realizado su vuelo nupcial su abdomen queda muy distendido, y la reina tiene la apariencia de obrera de abeja africanizada, con la característica que es un animal de vuelo lento y torpe, por tal motivo debe buscar un lugar por donde pueda pasar su abdomen distendido, y debe aprovechar su capacidad de vuelo antes de perder esta función de volar, y comenzar su función de postura.

Metodología para formación de núcleos nuevos.

Para la formación exitosa de un núcleo nuevo que posteriormente se convertirá en una colmena, se realizaron más de 10 repeticiones, divididas en cinco con cubierta de cría y cinco desprovista de cubierta de cría, de igual forma se tendrá en cuenta conceptos biológicos y medio ambientales que tienen influencia directa en el establecimiento de nuevas colmenas de abejas *Tetragonisca angustula*.

Es importante tener en cuenta su comportamiento, ya que se observó que la especie *Tetragonisca angustula*, tiene más de un vuelo nupcial por la nueva reina; en otro estudio de insectos se establece que el comportamiento de estos está regulado por condiciones medio ambientales, y en especial por “*el control circadiano interno de la relación de fase con el ciclo de luz-oscuridad*” (SMcCluskey, 1992), incidiendo a las abejas reinas en los vuelos nupciales, siendo las abejas pecoriadoras las que localizan la nueva nave hábitat para la construcción en el interior de la nueva colmena, para esto las abejas pecoreadoras buscan lugares de difícil acceso, como lugares altos o que estén extremadamente protegidos (paredes, troncos) y que además el habitáculo tenga una sola entrada, que contenga un lugar que posea los 950 cm³ de espacio y la distancia prudencial para colocar el nido de cría, adherido por las paredes del involucro, así mismo que la piquera o entrada no tenga un diámetro mayor a medio centímetro, esto en especial para la protección de la nueva colmena y la reina que esta desprotegida para depredadores, esta piquera que permita el paso de la reina como su

única entrada, porque después de esto ella no volverá a salir del nido jamás, hasta su muerte y remplazo por otra reina.

Para *Apis mellifera*, una obrera puede vivir hasta 16 semanas, en la cual la obrera cumple diferentes roles dentro de la colmena (Jean-Prost & Conte, 2007), en esta observación no fueron determinados tiempos de vida, sin embargo, se asumen que como colonia deben estar presentes estos roles para los meliponinos y con base en ello las abejas *Tetragonisca angustula* que tiene mayor edad pueden tener la disposición de ocupar roles faltantes dentro de los nuevos núcleos creados por división de la población de la colmena, siendo este el principio fundamental para la creación de un núcleo de abejas sin aguijón.

Genéticamente las abejas tienen una programación que se manifiesta a través de la edad, la obrera teóricamente puede tener una vida aproximada de 16 semanas, y su vida fuera de la colmena como pecoriadora será después del día 14, cumpliendo funciones diversas dentro de la colmena antes de estar lista para salir al medio para

colectar miel y polen. (Abejapedia. 2018).

En este trabajo empírico de observación se percibió la actividad laboral de las obreras, donde la mayoría del tiempo de vida útil de la abeja obrera está al servicio al interior de la colmena, y en actividades de pecoreo. Es importante tener en cuenta que nuestras abejas *Tetragonisca angustula* estas en un medio ecuatorial y no tropical, por lo cual la estación de lluvia es intensa, esto hace que las abejas no salgan en días de lluvia, haciendo que estos datos sean dependientes del estado meteorológico, aumentado el tiempo de abejas pecoreadoras al servicio del interior de la colmena, estableciendo que las abejas mayores de 14 días también ayudan en el interior de la colmena en otras actividades, esto es un concepto teórico por definir en próximas investigaciones.

Para la formación de un nuevo núcleo y establecer una nueva colmena de abejas *Tetragonisca angustula* es necesario, realizar en día soleado, donde las abejas pecoreadoras salgan de la colmena, las nuevas colmenas deben ser

creadas con obreras pecoreadoras, por la capacidad de traer materiales y alimento al nuevo núcleo, así mismo tener la capacidad de asumir las funciones de abejas jóvenes como limpieza, alimentación de larvas, recepción de miel, polen y materiales para construcción de la nueva colmena, como también la construcción de nuevas celdas y estructuras arquitectónicas para la funcionalidad de nuevo núcleo de *Tetragonisca angustula*.

Básicamente en esta investigación por observación se establece dos tipos de trabajo para las obreras: dentro de la colmena y fuera de la colmena; con estos parámetros se establecen la división para la formación de dos colmenas.

Las abejas jóvenes que se quedan, en el viejo núcleo con el tiempo serán pecoreadoras, no afectado al núcleo, ya que serán remplazadas por la reina, con nueva postura.

Metodología para formación de núcleo para el establecimiento de colmena nueva.

Para la creación de una nueva colmena de abejas sin aguijón *Tetragonisca angustula* es

necesario tener en cuenta su ciclo circadiano, que se presenta como un factor de influencia sobre la actividad de muchos insectos como las abejas, incluyendo las del pecoreo de las obreras en todas las especies de abejas, influenciado el comportamiento de vuelo y hábitos del ritmo circadiano de las abejas (Murillo, Astaiza, & Fajardo, 1988); aunque otros autores afirman que las abejas tiene la capacidad de crear mapas mentales de los lugares donde habitan y realizan su vuelo de recolección de materiales para su colmena (Cheeseman & Menzel, 2014).

Seleccionar una colmena fuerte, que tenga una actividad constante de salida y entrada en la piquera de pecoreadoras, que muestre a la población del núcleo fuerte y que está en el punto máximo de individuos que puede soportar la colmena en población, esto también es indicador que las alzas de cría y de miel están ocupadas al máximo habitáculo de abejas.

Para este trabajo se determina que la población de una colmena está determinada por la capacidad del habitáculo, en consecuencia, a su tamaño máximo de expansión de la

colmena compuesta por las cubiertas de cría, el involucro, y la cámara de miel con alas ampollas de miel, se supone que la colmena al alcanzar su cantidad de población, la reina detiene la postura, acorde a las necesidades de abejas obreras.

Esta colmena fuerte debe tener en el mismo lugar muchos días para que las abejas, tengan una orientación a ese mismo lugar; se debe tener el nuevo habitáculo listo, que posea las especificaciones de tener una piquera no mayor de 5 mm, un volumen espacial de aproximado de 950 cm³ divididos en dos compartimientos inferior y superior, poseer una cubierta o tapa, los materiales del que este hecho no son importantes porque las abejas buscan solo protección del medio ambiente.

Para hacer el procedimiento de trasplante, es importante hacerlo en una mañana soledad desde muy temprano, y así poder asegurar que el 80% de las abejas pecoreadoras salgan a hacer su trabajo de recolección de materias primas y alimento para la colmena, luego en horas del mediodía, en el mismo lugar donde está el núcleo donante

de abejas obreras pecoreadoras se realizará el procedimiento.

Para iniciar se arranca el tubo de la piquera y se coloca en la parte inferior o alrededor de orificio de la nueva piquera del habitáculo nuevo, esto para indicar a las abejas pecoreadoras la entrada a la piquera de la nueva colmena, enmascarando con el olor de esta cera al nuevo núcleo.

Se abre la colmena donante, en este proceso se extrae batumen de esta colmena, y se va acomodando en las paredes de la nueva colmena, tanto en el alza de cría y de miel, con el fin de crear un rastro de olor dentro del habitáculo, se debe colocar lo más posible de este batumen, después con un objeto se debe separar el involucro, sacando trozos de este, ya que estos son sobrantes de la colmena donante y que servirá como material de reciclaje para hacer nuevas celdas en el nuevo núcleo.

Se realizó como experimento la extracción de cubiertas de cría, las cubiertas de cría deben ser colocadas sobre bolitas hechas con el involucro, acomodadas en la plataforma de separación de las



alzas de cría y miel, con el fin de dejar un espacio por donde puedan pasar las abejas nodrizas y atender la cubierta de cría trasplantada; esta cubierta no debe quedar por ningún motivo en el suelo de la piquera, sino en la zona intermedia de toda la nave de la colmena, simulando la arquitectura en localización del nido de cría, las bolitas de involucro, nos sirve además para fijar la cubierta a esta zona del nuevo núcleo.

Al nuevo núcleo con la cuchara se extraer a criterio del zootecnista, ampollas con alimento y miel, estas deben quedar puestas en el suelo de la piquera de la nueva colmena, es importante dejar esta miel dentro de nuevo núcleo, pero deben quedar ampollas que no se hayan dañado, se establece que habrá en cierto grado derrame de miel, por eso es importante dejarla en la parte inferior del alza de cría.

Es importante utilizar batumen adhiriéndolo alrededor de la piquera en el interior del alzar de cría. Para fortalecer las feromonas de las abejas; después de este procedimiento, se debe agregar todo material que sea sobrante en la colmena donante y colocarlo dentro del núcleo nuevo que se está

creando, con el fin de dar material de reciclaje a las abejas para construcción de estructuras dentro del nuevo núcleo.

Finalmente, se cierra los dos núcleos, tanto el donante como el nuevo; se toma el núcleo donante y se retira del lugar, colocándolo en otro sitio distante de donde estaba originalmente, y el núcleo recién creado se coloca en el lugar donde estaba el donante. La colmena donante se colocará a una distancia de 10 m al de su lugar de origen.

En este primer experimento, que es el método tradicional que realizan todos para trasplante de cubiertas de cría.

En la metodología dos se realizó captura de la reina después de vuelo nupcial, se cambió la colmena de origen de la reina por una nueva vacía, capturando la reina mediante una maya.

En la metodología tres se creó un núcleo de abejas zanganearas, las cuales consiste en cambiar la caja con un núcleo de abejas con una comunidad con sobrepoblación de abejas, con esto se hace el cambio, solo colocándoles como guía la

piquera del núcleo anterior, estas abejas ingresarán allí a esta caja, obligadas a no estar en la intemperie, y por protección construirán dentro almacenes de polen, ampollas de miel, pero no construirán una cámara de cría, sino

en su lugar construirán un gran involucro, laberintico sin que este presentes las cubiertas de cría, estos núcleos con el tiempo las abejas mueren de vejez y el núcleo con el tiempo estará desierto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el experimento uno se encontró en la mayoría de los casos, que hacen las personas del común al realizar una recuperación de un núcleo, extraído de la nave. Para este caso pueden suceder varias cosas, algunas veces son experiencias exitosas y en otras suceden eventos adversos, que provocan la muerte del núcleo de *Tetragonisca angustula*, en los casos de experiencia exitosa los núcleos se adaptan a la nueva caja o nave contenedora del nido, esto sucede porque no suceden los siguientes eventos adversos en recuperación de núcleos de sus naves.

Caso de recuperación de núcleos que están en contenedores transversales; en paredes o ladrillos huecos no bien definidos los espacios de cría y alza de miel, en

estos casos las abejas construyen los núcleos de forma irregular, mezclando las cubiertas de cría con ampollas de miel; estableciendo que la miel es algo difícil de manejar o limpiar por las abejas, por esta razón ellas separan el alza de miel de la cría, además la miel atrae depredadores de la cría, en los caso que la miel de las misma abeja contaminan las cubiertas de cría, por estar de forma horizontal mata a las crías.

Los depredadores más comunes son un tipo de mosca sp. (figura 2); que hace postura de larvas de mosca que consumen la cría de las abejas aprovechando la proteína y los azúcares para su desarrollo larvario, las larvas de la mosca son voraces con las cubiertas de cría después empupan dentro del mismo nido, y el resultado es la muerte de la

colmena, las abejas no pueden luchar contra las larvas de mosca.

Figura 2. Mosca sp.



Fuente: Farín Gómez

En la figura 3 se ve un ataque de mosca y el aprovechamiento de los recursos de las abejas por parte de la

mosca, en la pared se puede ver las pupas y larvas, como en las cubiertas e involucros.

Figura 3. Larvas y pupas de mosca.



Fuente: Farín Gómez

Otro de los eventos adversos recurrentes para este tipo de recuperación de núcleos, estos al estar debilitados de población de obreras, en especial de pecoreadoras y también de abejas de jóvenes que hacen sus primeras labores eusociales; cabe aclarar que estos núcleos las cubiertas de cría no ha sido contaminados por miel, y son núcleos que tienen la arquitectura característica de ser verticales y haber sido contruidos por las abejas de abajo hacia arriba, que su involucro está intacto y permite ser extraído con él para proteger las cubiertas de cría.

Estos núcleos son recuperados casi intactos en su arquitectura estructural, pero son deficientes en población de obreras por tal motivo estos núcleos son vulnerables al

Al permitir estos ataques para observar el desarrollo de la invasión por parte de estas *Meliponini sp.* de color negro (figura 4), se observó que lo que buscan esta especie es el pillaje de las cubiertas de cría, donde consumen a las crías totalmente, también busca material de construcción y miel, abandonado del núcleo de *Tetragonisca angustula* después que son

ataque de otras abejas sin aguijón sp. (figura 4); que tiene de forma similar, un comportamiento etológico parecidos al avispon gigante japonés (*Vespa mandarinia japónica*), teniendo un característico aparato masticador y gran tamaño, con respecto al de *Tetragonisca angustula*, provocando la muerte de todas las obreras tanto pecoriadoras como obreras eusociales del interior del nido de *Tetragonisca angustula*, estos ataques son frecuentes en núcleos que están siendo débiles en población por tener reinas zanganera, o por estar débiles; por consiguiente las abejas al tener memoria fotográficas, siempre regresan a la ubicación de su antigua colmena y luego se pierden de la nueva ubicación de la colmena recuperada y reubicada.

asimilados sus recursos, por la especie de *Meliponini sp.*, llevándose todo recurso que sea de utilidad en el pillaje, estos ataques ocurre en el transcurso de 2 a 4 horas con la matanza de toda la colmena de *Tetragonisca angustula* por parte de la *Meliponini sp.*, el pillaje se realiza en un periodo de una semana aproximadamente, después de la asimilación de los

recursos para reciclado, son transportados y abandonada la nave

o nido, al no tener más recursos que asimilar.

Figura 4. Ataque de las abejas limón



Fuente: Farín Gómez

Como se evidencio, las abejas sin aguijón tienen enemigos naturales interesados en obtener los alimentos almacenados y depredar las crías tienen varios métodos de defensa que van desde la huida hasta la cerrada de los nidos hasta ataque de las obreras por medio de mordiscos, resinas; sin embargo, también enfrenta problemas causados por la deforestación, la agricultura intensiva, los monocultivos, la urbanización, la aplicación descontrolada de agroquímicos. (Brochero, 2021).

En el caso de recuperación de núcleos de naves o habitáculos, puede ser de un cincuenta por ciento de éxito, y un cincuenta por ciento de fracaso, acorde a las condiciones de la recuperación y al tipo de núcleo recuperado; por lo que se ha observado en estos ataques y asimilación de recursos de las *Tetragonisca angustula* por parte de los *Meliponini sp.*, los núcleos que son invadidos no son aceptados nuevamente por las *Tetragonisca*

angustula para volver a crear un nuevo núcleo allí en es naves.

En el caso del experimento dos, se intentó hacer trasplante, de un núcleo a otro, de material biológico pretendiendo iniciar un nuevo núcleo, para lo cual se trasplantaron a una caja nueva, estos materiales como precursor de un nuevo núcleo de *Tetragonisca angustula* en teoría.

El primer trasplante es de cubiertas cría del nivel superior donde están las posturas más recientes, con involucro para sostén y como material de reciclaje para el nuevo núcleo, a estas se le proporciono ampollas con miel, también se dispuso abejas obreras eusociales jóvenes para que fueran nodrizas, de esta cubierta de postura. El resultado de este ensayo fue que las abejas *Meliponini sp.* atacaron estos núcleos (figura 4) asimilaron los recursos de estos nuevos núcleos de *Tetragonisca angustula*, sucedió varias veces estos resultados, también ocurrió ataque por hormigas las cuales ingresaban por lugares diferentes a la piquera, ya que estas naves no fueron protegidas y cerradas herméticamente por batumen. El

experimento se cambió a colocar cubiertas de cría, de nuevo se ponen crías próximas a desopercular, con las mismas condiciones del ensayo anterior, el resultado, ataque de hormigas, por consiguiente, se pensó que era la miel que causaba la atracción de hormigas, y se procedió a realizar sin miel presente, el resultado fue el mismo, las hormigas atacaron a las crías y a las abejas recién nacidas, eliminando el nuevo núcleo.

Se realizó el ensayo de trasladar una reina en postura -que ya no tenía la capacidad de volar- con involucro como material para reciclado; se proporcionó unas bolas de batumen, más abejas obreras eusociales jóvenes para atención de la reina, el resultado fue, que los dos núcleos murieron, tanto el que estaba en formación como el nido donante de la reina *Tetragonisca angustula*; en teoría se diría que en el núcleo dónante se debería a ver criado una nueva reina, como sucede en las *Apis mellifera*, pero en la *Tetragonisca angustula* no sucedió, y tendría que ser caso de más estudios y observaciones para poder determinar si es posible esto; en este caso no sucedió.

La captura de una reina (figura 5); no es garantía de implantación de un nuevo núcleo de *Tetragonisca angustula* donde nosotros la coloquemos, porque ellas tienen más de tres vuelos nupciales (figura 6); por tal motivo esta estrategia le permite estar en movimiento, aunque la reina no tiene la

capacidad de volar grandes distancias como *Apis mellifera*, la capacidad de tener varios vuelos nupciales le permite ir recorriendo diariamente distancias en busca de un lugar y orientada por las abejas obreras pecoreadoras un habitáculo apropiado para la nueva colmena.

Figura 5. Reina capturada en vuelo nupcial



Fuente: Farín Gómez

Figura 6. Vuelo nupcial de *Tetragonisca angustula*



Fuente: Farín Gómez

Se establece un tercer método que es el trasplante de obreras pecoriadoras, conciten en usar los sentidos de las abejas, estableciendo estos principios basados en investigaciones que se ha realizado de forma empírica, y en algún caso especulativo, de literatura no indexada académica, y de los mitos y malas observaciones de aficionados realizada por aficionados a las abejas sin aguijón, quedan una interpretación sin rigurosidad científica ni biológica.

En varios estudios se han observado que las abejas utilizan la luz solar, la polarización de los rayos de luz (Dyer y Neumeyer, 2005) y el campo magnético de la Tierra para orientarse (Walker & Bitterman, 1989). También aborda su memoria visual del paisaje (Collet & Collet, 2002) y la danza de la waggle (Riley et al., 2005) como forma de comunicación; no obstante, para este trabajo nos parece más coherente la memoria fotográfica que es memorización de lugares; para este caso desecharán los primeros y se tomará el último,

porque no se tiene la tecnología para hacer la comprobación, pero si se con la memoria del lugar de su colmena.

Para este experimento se toman una colmena que ha estado en el mismo lugar por mucho tiempo, se cambia de lugar esta colmena y en su lugar

se coloca otro habitáculo o caja de abejas; los resultados de este experimento nos dan que las abejas pecoriadoras regresan al lugar donde está ubicado su colmena si ya no está su colmena de origen, continúa trabajando normal (figura 7).

Figura 7. Pecoriadores trasplantadas a nuevo habitáculo



Fuente: Farín Gómez

Con esto se comprueba la memoria fotográfica de las abejas, este experimento se realizó con otra variante, donde se cambia la caja del habitáculo en la noche, y se colocó otra caja vacía en su lugar donde estuvo mucho tiempo, las abejas salían en la mañana del nuevo lugar, pero regresaban al antiguo lugar, donde siempre había estado su colmena.

Como se ve en la figura 7, las abejas continúan con su vida normal, realizando sus trabajos normales, recolectado polen, y trayendo materiales diferentes para la fabricación del batumen, de nuevo las abejas construyen un lugar con la seguridad y el hermetismo de su colmena, con ampollas de miel y demás, solo que empiezan a crear una colmena de involucro, sin reina, con ausencia de cubiertas de cría (figura 10).

Las abejas siempre regresan al lugar donde tiene la memoria fotográfica

de llegada como su hogar, así se les cambie el habitáculo, lo que necesita es un agujero de medio centímetro para entrar (figura 8), donde además de cambiar de lugar se les cambio el tipo de nave para el albergue de las abejas y su protección, trasplante de abejas obreras se realizan aprovechando su capacidad de memoria fotográfica de su lugar de origen.

Las abejas después que se hace el cambio del habitáculo (figura 8), ese día vuela frente al mismo habitáculo (figura 7), lo único que requieren es la orientación de poner la antigua piquera indicando el agujero de entrada, que sea no mayor de medio centímetro, para que las abejas por cambio de la luz solar, entre 5:00 pm y 5:30 pm ingresan a este nuevo habitáculo, así este desocupado, lo que buscan esta abeja es abrigo y protección, para ese día las abejas operculan la escotilla sin construir una piquera (figura 9).

Figura 8. Trasplante de obreras



Fuente: Farín Gómez

Figura 9. Opercular entrada y Construcción de escotilla



Fuente: Farín Gómez

Las abejas en esta situación lo que buscan es protección, del medio ambiente, continúan su vida de trabajo en su comportamiento eusocial, reemprenden con el pecoreo, y construyen un nido de involuco (figura 10), el cual como lo dijimos antes no tiene cubierta de cría porque no hay una reina en postura.

La población de abejas obreras pecoriadora trasplantado al nuevo

habitáculo, como se indicó anteriormente continúan con su vida eusocial, cumpliendo su rol y tareas para lo cual están programadas genéticamente, al revisar los avances de su trabajo en el interior del nuevo habitáculo, luego de esta traumática experiencia ellas intentan crear un sistema de protección y abrigo construyendo un nido de involuco (figura 10).

Figura 10. Nido de involuco.



Fuente: Farín Gómez



Los nidos de involucro son muy importantes para la propagación de nuevas colmenas de *Tetragonisca angustula*, ya que estos nidos tienen un atractivo para la enjambración de reinas jóvenes que están búsqueda de una nave de protección para establecer la nueva colmena.

En la figura 10 vemos en el lado 1, un nido de involucro con un volumen aproximado de 200 ml cúbicos, al realizar el experimento varias veces los resultados fueron los mismo, como se muestra en otro ensayo de la figura 10 lado 2; por encima de todo es importante tener en cuenta estas variables necesarias para el trasplante de obreras y que estas nos construyan un nido de involucro, de la misma manera esta abejas construirán en este nuevo a habitáculo, con ampollas con polen y con miel, en el orden de la arquitectura vertical de colmena,

atendiendo a su rol y función dentro de su organización eusocial, esto ocurre con el trasplante de obreras a un nuevo habitáculo, de igual importancia es también hacer el seguimiento de la colmena donante.

Para la colmena donantes de obreras pecoriadora, ellas quedan con capacidad de recuperación; estableciendo un inventario de lo que posee esta colmena que han donado la totalidad de sus obreras pecoreadoras, lo principal es que poseen una reina con capacidad de postura y cubiertas de cría en todas sus etapas (figura 11), destacando que están acompañadas de nuevas obreras que no han comenzado su rol de pecoreadoras, pero están realizando las tareas internas de nodrizas, limpiadoras, y constructoras reciclando los materiales existente en el núcleo.

Figura 11. Núcleo donante de Obreras



Fuente: Dayro Cortes

Prosigamos con el inventario, también este material de involucro, batumen, ampollas de polen y ampollas de miel; ahora bien, tienen todos los materiales y abejas requeridas para remplazo de las abejas que suministrar el material gracias al pecoreo. Llegando a este punto podemos hacer una observación de cómo se adapta las nuevas abejas, para entender el primer vuelo de las abejas para pecorear que van, avanzando en la observación la abeja en ese día hace vuelo frente a su colmena de forma localizado en los 2 metros cúbicos de aire, se supone que en este momento está desarrollado su

memoria fotográfica del lugar de su colmena, como también agudiza sus sentidos de orientación para el regreso allí en el mismo lugar, y tomar como lugar de partida el lugar donde está su piquera. En esto podemos ser especulativos en la observación, y las características son parecidas a las mostradas en las figuras 6 y 7.

Es así como podemos afirmar que la colmena donante tiene más recursos que el núcleo de abejas pecoreados trasplantado, ahora bien, cada núcleo tiene ventajas comparativas. Estableciendo diferencias entre el

núcleo de abejas de rol pecoreo y a abejas en sus roles eusociales (limpiadoras, nodrizas, constructoras recicladoras).

No se trata tan solo de establecer diferencia destinadas para ver las fortalezas y oportunidades en la formación de una nueva colmena (figura 13), sino de mantener la colmena que va a dar origen a otra colmena. Como se ha venido insistiendo y se observa en la figura 12, podemos ver abejas eusociales, que son abejas recién nacidas y que

tiene una inmadurez morfológica, donde se nota la fragilidad en su exoesquelto de quina, mostrando estos ejemplares de color blando o un amarillo pálido, estas abejas con inmadures para pecorear, realizan otras tareas dentro de la colmena, mientras alcanzan la madures para asumir el rol de pecorear, manteniendo el potencial futuro de suplir estas tareas de la colmena, estado en constante incorporación de obreras operarias de colmena y promoción al rol de pecoreo (figura 11).

Figura 13. Nido con abejas trasplantada



Fuente: Farín Gómez

Llegando a este punto del tercer método que es el trasplante de

obreras, de ahí que es la base fundamental de trasplantar también

una reina; pero esta reina debe tener unas condiciones, ya al trasplantar de una reina directamente tiene consecuencia para los dos núcleos, o el núcleo no tiene las condiciones para recibir la reina, o la reina no ha completado el total de vuelos nupciales para escoger una nueva nave, para considerarla un habitáculo seguro y formar allí una colmena de *Tetragonisca angustula*; como es en la biología todo es improbable, pero todo puede suceder, debemos seguir los comportamientos biológicos observados y emularlos.

Ya se analizó el trasplante de abejas obreras en rol de pecorear, ahora haremos el análisis de las condiciones morfofisiológicas de la reina *Tetragonisca angustula* a trasplantar para ello tendremos en cuenta la figura 14, donde para la comparación se toma en cuenta el tamaño de la cabeza, que tenga el mismo diámetro, para poder hacer las diferencias morfológicas y fisiológicas de las dos reinas, la reina uno es una reina que está en vuelo nupcial, la reina dos es una reina en postura. Una reina de *Tetragonisca angustula* en vuelo nupcial tiene la apariencia de una

obrero de *Apis Mellifera*, se ven muy similares en el vuelo, solo que a diferencia de las *Apis Mellifera* tiene un vuelo rápido preciso, en contraste con la reina *Tetragonisca angustula* el vuelo de esta es lento y estacionario, esta característica se va acentuando más, cada vez que va realizado más vuelos nupciales llenando su saco de almacenamiento de esperma (espermáteca), estableciendo que al inicio de la vida de una reina los ovarios de la reina no están desarrollados, esto le permite a la reina almacenar mucha más cantidad de semen en su espermática. A medida que almacena semen aumenta su abdomen y su peso haciendo que su vuelo sea cada vez más lento, y que sus alas no puedan sostener un vuelo largo; se puede decir que sus alas se hacen corta para morfología de la reina y el abdomen grande abultado y largo le quitan la disposición de volar como se evidencia en la figura 14 lado 2, mientras que una reina joven con capacidad de vuelo tiene las alas igual de largas que su abdomen, para poder realizar su vuelo nupcial (figura 14 lado 1).

Figura 14. Comparación Reinas



Fuente: Farín Gómez & Dayro Cortez

Se hace aclaración que, para fines de este documento, a nivel morfológico, se desconoce si la reina de *Tetragonisca angustula* posea aguijón, de forma teórica suponemos que no, pero eso lo acararemos más adelante.

Desde otro punto de vista hay que ver el comportamiento de los dos metros cubitos de aire delante de la piquera, para establecer cuando se realizara un vuelo nupcial de una reina *Tetragonisca angustula*, consideremos ahora el principal indicio es el vuelo estacionario de zánganos delante de la piquera haciendo guardia, esto ocurre en horas de la mañana, generalmente este vuelo estacionario lo realizan los zánganos quedando totalmente inmóvil en el lugar de su vuelo,

pueden estar presentes más de diez zánganos en este comportamiento de vigilancia de la piquera y al mismo tiempo de esto, continúan la salida y entrada de obreras en labor de pecoreo, por esta razón se diferencia las obreras de los zánganos.

Ahora bien, el primer vuelo nupcial ocurre entre 9 am y 3 pm, en la mayoría de los casos observados, donde la reina solo lo hace con los zánganos, empezando a llenar la espermática, este vuelo nupcial es realizado delante de la piquera de la colmena madre o donante, terminado el vuelo nupcial de ese día, aproximadamente a las 5 pm el vuelo nupcial termina y la reina joven, (figura 14 lado 1) regresa a su colmena madre, en los

consiguientes días en el transcurso de una semana la reina joven, realizará varios vuelos nupciales delante de la colmena madre (donante), y mientras realiza los vuelos nupciales para llenar su espermateca, se van adhiriendo a este vuelo nupcial abejas pecoreadoras iniciando un enjambramiento (figura 6), para este trabajo se observó hasta cuatro vuelos nupciales como máximo (en diferentes colmenas; diferentes épocas; diferentes lugares; diferentes naves o habitáculos y diferentes tiempos), esto no quiere decir que se presenten más o menos vuelos nupciales, para ser más precisos es cuando la reina se va con su enjambre después del tercer o cuarto vuelo nupcial.

La reina joven no se queda en la colmena madre o donante, ella provoca la enjambrazón y se muda a un nuevo lugar, se piensa, es así como las reinas no tienen aguijón, a pesar de que la reina joven esta la colmena madre, y esta es reina madre no mata su hija, ni la hija mata a su madre, ninguna de las reinas mata a la otra, como ocurre en *Apis Mellifera*, que una mata a la otra para asimilar el enjambre, y dar continuidad a la colmena.

Desde otro punto de vista, en medio de la enjambración, hay un comportamiento eusociales de las obreras pecoriadoras, las cuales comienzan una búsqueda de nuevo habitáculo, en el mismo momento que está pasando la enjambrazón con los últimos vuelos nupciales.

De donde resulta que se presentaron dos comportamientos, que son válidos para formación de nuevos núcleos de *Tetragonisca angustula*; donde en su medio natural, y en comportamiento natural las obreras pecoreadoras buscan un nuevo habitáculo y con una reina con su espermateca llena de semen, se instalan en un nuevo habitáculo, y este para la reina es su último vuelo nupcial, para el productor es algo que se pierde ese enjambre de *Tetragonisca angustula*; se ha observado que obreras pecoreadoras en los vuelos nupciales, mientras se está realizando ellas están de exploradoras buscando nuevo habitáculo, al encontrar uno vacío, o que con antelación haya sido usado por la misma especie, acabado los vuelos nupciales llevan a la reina a ese nuevo habitáculo.

Para hacer la captura de ese nuevo núcleo, por el tercer método el cual



es el trasplante de obreras, que ha tenido su proceso de construir nido de involucro con antelación (figura 10) que es un nido excelente para captura, y en su mínima expresión de construcción de nido de

involucro (figura 13); se realizó haciendo el cambio de habitáculo en el segundo o tercer vuelo nupcial.

Con esto se observan varios hallazgos:

- El primero es que la reina joven en este vuelo nupcial ha provocado el enjambramiento de las obreras pecoriadoras en el núcleo madre.
- Cuando se realiza el cambio de habitáculo de lugar, la reina joven en vuelo nupcial esta con las abejas pecoriadoras, por tal motivo las abejas en proceso de enjambración no se percatan del cambio.
- Al instalar el nido de involucro la reina joven, es abrigada por el mismo, y acepta la nave nueva con el habitáculo.
- Las abejas obreras pecoreadoras no notan el cambio, y no buscan a la reina madre sino, continúan acompañando a su nueva reina que la asimilo en la emjambración.
- Las pocas abejas obreras que estaban marginadas en el nido de involucro son recepcionadas y asimiladas nuevamente por el núcleo de la reina madre.
- El núcleo madre o donador continua con su reina madre; las demás abejas inmaduras y jóvenes en sus actividades eusocial no abandonaron el núcleo, hasta que adquieren el rol de pecorear, el núcleo madre no es afectado de ninguna manera.
- Las abejas obreras que se enjambraron con la reina joven realizan todas las tareas eusociales del enjambre, como es pecorear para traer el polen, el néctar, y los materiales necesarios para construir y asegurar la colmena.

- Proporcionar miel en esta estancia, al nido de involucro con las obreras pecoreadoras no es recomendable, de ahí que esta miel se fermenta o solo es miel, y la nueva reina necesita jalea real, que solo es producida del pecoreo de néctar fresco.
- El núcleo madre o donante de obreras se ve su recuperación al siguiente día del cambio de lugar, con la salida de nuevas abejas a iniciar la actividad de pecorear.
- En el nido con el involucro, las obreras continúan con sus actividades de pecorear al servicio de la nueva reina que las asimila, continuando su vida con regularidad, alimentando a la nueva reina con jalea real y empezando a construir la cubierta de cría.
- El involucro es reciclado para construcción de las necesidades eusociales del habitáculo, para la formación de la nueva colmena.
- La reina joven después de terminar sus vuelos nupciales necesarios para llenado de la espermateca; de forma sucesiva, vemos el agrandamiento del abdomen, por el desarrollo y maduración de sus ovarios, gracias a la alimentación de la jalea real, proporcionada por las abejas pecoreadoras.
- Las obreras pecoreadoras son las únicas capaces de producir la jalea real, las abejas jóvenes eusociales, no tiene la capacidad de producir jalea real, ya que la jalea real es producida únicamente de néctar fresco.
- Los núcleos nuevos requieren más jalea real, tanto para la reina como para el inicio de las primeras larvas, las larvas jóvenes no pueden ser alimentadas con miel, por esa razón no se debe dejar miel en un núcleo nuevo, las pecoreadoras son capaces de suplir las necesidades de la colmena.
- En un nido de involucro como se ve en la figura 10, antes examinado las abejas no ha construido ampollas de miel, o polen, y si las hay son muy pequeños, la miel en estas etapas iniciales es un contaminante para el núcleo, abeja que no se puede limpiar la miel, se muere por desecación o porque se ahogan por tapado de sus espiráculos.

- La colmena nueva que alberga a la reina joven, con la emjambración, se instala en este lugar por no tener presencia de la reina madre, la ausencia de feromonas de la reina madre hace que la reina joven asimile el habitáculo con el involucro que construyeron las abejas trasplantadas en inicio, solo está la feromona de estas abejas que quedaron marginadas en este habitáculo, por su memoria fotográfica y su memoria de olor, cabe aclarar que estas marginadas no están en nido de involucro, estas continuaran regresando a su antiguo lugar.
- Las abejas al quitar o destruir su lugar o habitáculo, por su memoria fotográfica seguirán regresando al sitio donde estaba su piquera, pero al quedar marginadas ellas morarían por la inclemencia del medio ambiente.
- Los nuevos núcleos formados no deben ser abiertos antes del mes para no dañar el trabajo de hermetización del habitáculo de la colmena, ya que hay que tener en cuenta que estas abejas comenzaran a morir, porque son insectos viejos, y hay que darle tiempo para el nacimiento de nuevas abejas hijas de la nueva reina.
- El método del trasplante de obreras solo es utilizado para que estas abejas queden marginadas, y por necesidad construyan un nido de involucro (figuras 10 y 13), que será utilizado para que sea un habitáculo atractivo por protección y material de reciclaje por el nuevo enjambre.
- Las abejas marginadas (figura 15) continúan su ciclo de vida y realizando su rol de pecorear como también sus funciones en la colonia eusocial hasta su muerte; en el caso que el núcleo donante de donde se realizó la emjambrazón se ubique nuevamente en el mismo lugar donde estas abejas marginadas construyeron el nido de involucro, serán asimiladas por este núcleo, para que continúen realizando su rol de pecoreadora en esta colmena, estas pruebas se realizaron entre colmenas establecidas, y el resultado fue el mismo, las abejas en ambos lugares fueron asimiladas.

Figura 15. Abejas marginadas



Fuente: Farín Gómez

El establecer núcleos nuevos de *Tetragonisca angustula*; como se muestra en la figura 16 se debe sostener la biología de la colmena, el balance de población y rol vital de los organismos que integran la colmena, como se muestra en la figura 16 y sus interrelaciones de dependencia obligatoria; consideremos que la colmena funciona como un solo organismo, al desbalancear la colmena de alguna de sus funciones o roles, la colmena tendera a morir su población, y desaparecer o quedar vulnerable a amenazas como otras *Meliponini sp.*, hormigas, arañas,

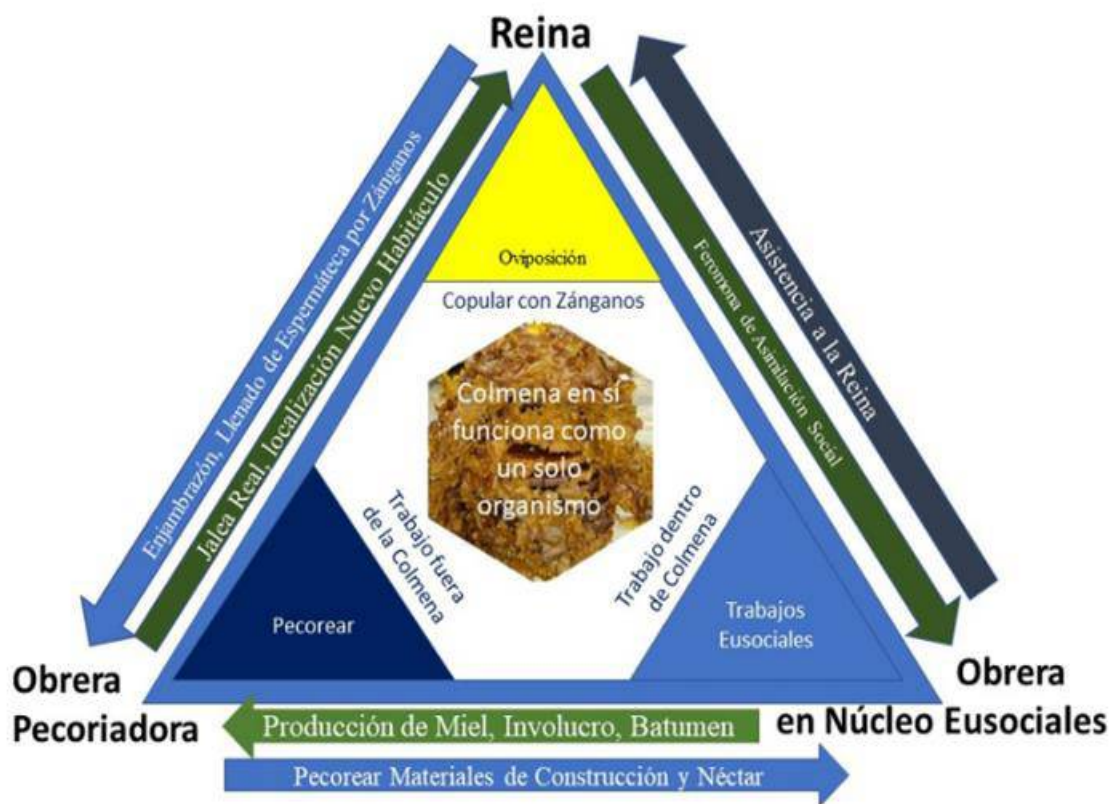
parásitosis de larva de mosca, infecciones por hongos, que pueden afectar la producción de cría nueva de *Tetragonisca angustula*, y otras amenazas medio ambientales. La fragilidad de la colmena más la falta de aguijón hacen que las colmenas tengan una fragilidad para su manejo y en especial la propagación de colmenas.

En este trabajo no se tuvieron en cuenta los zánganos, si bien tiene una importancia para la colonia, su función es de llenar la espermatéca de la reina hasta que ella pierda las facultades de volar, estos machos de

la colonia se producen por partenogenesis nacidos de un huevo no fecundado, y las obreras como la reina son nacidas de huevos fecundados. En consideración para colmena son de importancia para el inicio de la enjambrazón, ahora vemos que hace parte fundamental de la enjambrazón, sin ellos no se producirían el vuelo nupcial, ni se daría origen a las obreras. El vuelo estático de muchos de ellos delante de la colmena nos indica que hay

una reina inmadura en la colmena próxima a completar su maduración para iniciar sus vuelos nupciales. Los primeros vuelos nupciales ocurren sin que las obreras pecoreadoras se enjambren, como lo indicamos siempre y cuando la nueva reina comience a llenar su espermateca, esto podría ser lo que dispara la asimilación de las obreras pecoreadoras para enjambrar con esta nueva reina.

Figura 16. Balance de Población y Rol vital para la Colmena



Fuente: Farín Gómez

4. CONCLUSIONES

En este estudio, se observó que las naves utilizadas para establecer el habitáculo de la colmena deben tener una estructura vertical, la forma (cúbica o cilíndrica) no es relevante, pero es esencial que tengan dos cavidades (superior e inferior). En vida silvestre y urbano, el habitáculo debe tener un espacio máximo de aproximadamente 1000 centímetros cúbicos. La arquitectura genética de las abejas sin aguijón, como *Tetragonisca angustula*, está programada para

adaptarse a estos espacios, y la nave actúa como una barrera protectora. Aunque carecen de aguijón, estas abejas neutralizan a los agresores a costa de sus vidas. Además, todo material producto de las abejas (incolucro, batumen, cera y miel) es reciclado y reutilizado al máximo por las abejas. Se debe considerar el ciclo circadiano y el traslado de naves o cajas de producción debe incluir la piquera de la colmena donante para crear nuevos núcleos.

REFERENCIAS

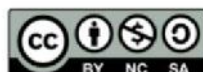
- Abejapedia. (17 de junio de 2018). abejapedia.com. Ciclo de vida de las abejas melíferas. <https://www.abejapedia.com>
- Brochero. H. L. (2021). *Tetragonisca angustula en Cundinamarca: biología, ecología y potencial mercado de su miel*. Universidad Nacional de Colombia.
[file:///C:/Users/milena.torres/Downloads/Tetragoniscaangustula_e-book%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/milena.torres/Downloads/Tetragoniscaangustula_e-book%20(1).pdf)
- Cheeseman, J., & Menzel, R. (2018). Las abejas también crean sus propios mapas mentales para viajar. *La Vanguardia*.
<https://www.lavanguardia.com/natural/20140603/54408635035/abejas-crean-mapas-mentales-viajar.html>

- Collett, T. S., & Collett, M. (2002). Memory use in insect visual navigation. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(7), 542–552.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12094210/>
- Dyer, A. G., & Neumeyer, C. (2005). Simultaneous and successive colour discrimination in the honeybee (*Apis mellifera*). *Journal of Comparative Physiology A*, 191(12), 1083–1092.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15871026/>
- Enríquez, M., Yurita, C., & Dardón, M. (2006). *Manual Biología y reproducción de abejas nativas sin aguijón*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
https://issuu.com/marcoacuna/docs/manual_de_meliponicultura_usac_2006
- Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales. (2024).
<https://bart.ideam.gov.co/cliciu/villao/tabla.htm>
- Miranda, F. K., Palmera, J. K., Sepúlveda, A. P. (2014). Abejas. *InfoZOA Boletín de Zoología*, Universidad del Magdalena. (6).
https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adjunto_1029-20181004104847_528.pdf
- Murillo, C., Astaiza, R., & Fajardo., P. (1988). Biology of Anopheles (Kerteszia) neivai H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) on the Pacific Coast of Colombia. III. Light intensity measurements and biting behavior. *Revista de Saúde Pública*, 22(2), 109-112.
<https://www.scielo.br/j/rsp/a/JrBV5SpHCP5VfTB3C7BVt9C/?format=pdf&lang=es>
- Nates, P. G. (2001). *Guía para la cría y manejo de la abeja angelita o virginita Tetragonisca angustula Illiger*, Bogotá, D.C.: Convenio Andres Bello, (Ciencia y Tecnología N° 84).
- Olaya, P., Gutiérrez, C., & Hernández, C. (2014). Comparación entre la Calidad Microbiológica de Miel de Tetragonisca Angustula y de Aapis Mellifera. II Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 67(2), Supl. 2, 754 – 756.

[https://www.researchgate.net/publication/264348081 Comparacion entre la calidad microbiologica de miel de *Tetragonisca angustula* y de *Apis mellifera*](https://www.researchgate.net/publication/264348081_Comparacion_entre_la_calidad_microbiologica_de_miel_de_Tetragonisca_angustula_y_de_Apis_mellifera)

- Peña, W. L. (2015). *Caracterización de las abejas, colmenas, sistema de manejo y estado de salud de Melipona Beecheii Bennett (Apidae, Meliponini) en áreas del Occidente de Cuba*. Editorial Universitaria. <https://library.unac.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=479378>
- Prost, P. J., & Conte, Y. L. (2007). *Apicultura: conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena* (4a. ed.). Mundi-Prensa. <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484762041/apicultura--conocimiento-de-la-abeja--manejo-de-la-colmena--4%C2%AA-edicion>
- Reyes, A. G., Ayala, R., & Camou, A. G. (2017). New record of the stingless bee genus *Plebeia* (Apidae: Meliponini) in the alto Balsas, Michoacán, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 464-466. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v88n2/2007-8706-rmbiodiv-88-02-00464.pdf>
- Riley, J. R., Greggers, U., Smith, A. D., Reynolds, D. R., & Menzel, R. (2005). The flight paths of honeybees recruited by the waggle dance. *Nature*, 435(7039), 205–207. <https://www.nature.com/articles/nature03526>
- SMcCluskey, E. (1992). Periodicity and diversity in ant mating flights. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 103(2), 241-243. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030096299290574A?via%3Dihub>
- Torres, A., Hoffmanna, W., & Lamprecht, I. (2007). Thermal investigations of a nest of the stingless bee *Tetragonisca angustula* Illiger in Colombia. *Thermochimica Acta*, 458(1-2), 118-123. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040603107000494>

Walker, M. M., Bitterman, M. E. (1989). Honeybees can be trained to respond to very small changes in geomagnetic field intensity. Journal of Experimental Biology, 145(1), 489-494.
<https://journals.biologists.com/jeb/article/145/1/489/5658/Honeybees-can-be-Trained-to-Respond-to-very-Small>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.