



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Comparación de colmenas cuadráticas y octagonales en la conservación de especie y la producción de miel

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Digner Román Román

ASESOR:

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Código N° 6050320

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Comparación de colmenas cuadráticas y octagonales en la conservación de especie y la producción de miel

AUTOR:

Digner Román Román

Sustentada y aprobada el 29 de setiembre del 2021, por los siguientes jurados:

.....
Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles

Presidente

.....
Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación

Secretario

.....
Psic. Mtro. Rubén Adrián Pisconte Barahona

Miembro

.....
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Digner Román Román, con DNI N° 76019966, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Comparación de colmenas cuadráticas y octagonales en la conservación de especie y la producción de miel.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 29 de setiembre del 2021.




.....
Bach. Digner Román Román

DNI N° 76019966

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Román Román Digner	
Código de alumno :	76019966	Teléfono: 964 943 804
Correo electrónico :	digner14k@gmail.com	DNI: 76019966

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	"Comparación de Colmenas Cuadráticas y octagonales en la conservación de especie y la Producción de miel."
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


Firma del Autor



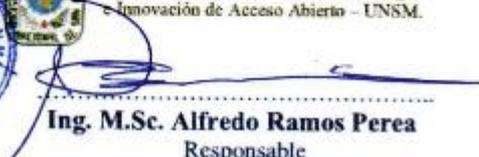
8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

18, 01, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.


Ing. M.Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

* **Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios

En primer lugar, por darme la vida y las ganas de superación.

A mis padres

Estanislao Román Ruiz y Luisa Inés Román García; por el amor, paciencia y esfuerzo que invirtieron en mí, para ser de mí una mejor persona.

A mis maestros de la vida

Por el tiempo, conocimientos, experiencia y consejos brindados en cierta etapa de mi vida; que fueron necesarios para superar dificultades, cumplir objetivos y por brindarme las herramientas necesarias en mi desarrollo profesional.

Agradecimiento

A todas las personas profesionales y no profesionales que ayudaron e hicieron posible el desarrollo de este proyecto de investigación; también a mis detractores por sus “críticas constructivas y destructivas” que hicieron durante el desarrollo del proyecto.

Índice

Índice	viii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras.....	x
Resumen	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.2. Marco teorico	5
1.3. Definición de términos	24
CAPÍTULO II MATERIAL Y METODOS	27
2.1. Materiales usados para la recolección de datos.....	27
2.2. Metodología de evaluación	29
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1. Resultados	34
3.2. Discusiones.....	45
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	54

Índice de tablas

Tabla 1: Comparación de los grupos de meliponinos.....	9
Tabla 2: División de tareas en abejas obreras.....	12
Tabla 3: Resultados en construcción de piquera.....	35
Tabla 4: Resultados en la primera medición (mes 5).	35
Tabla 5: Resultados en la segunda medición (mes 7).....	35
Tabla 6: Resultados en la tercera medición (mes 9).	35
Tabla 7: Resultados del día uno.....	37
Tabla 8: Resultados del día dos.	38
Tabla 9: Resultados del día tres.	38
Tabla 10: Resultados del día cuatro.....	38
Tabla 11: Resultados del día cinco.	40
Tabla 12: Resultados del día seis.....	40
Tabla 13: Promedios obtenidos.	40
Tabla 14: Resultados obtenidos en la temperatura interna.	41
Tabla 15: Resultados en la producción de miel.	41
Tabla 16: Estadística inferencial para la interacción caja*especie.....	44
Tabla 17: Analisis de varianza y prueba de efectos inter-sujetos de las especies	44
Tabla 18: Prueba post-hoc tipo Sidak para la comparación de las especies y cajas	45

Índice de figuras

Figura 1: <i>Distribución de meliponinos a nivel global</i>	6
Figura 2: <i>Clasificación taxonomica de meliponinos</i>	7
Figura 3: <i>Estructuras de la cabeza</i>	10
Figura 4: <i>Longitudes de onda percibidas por el ojo humano y el de las abejas</i>	10
Figura 5: <i>Huevo recién puesto en una celda de cría</i>	11
Figura 6: <i>Reina fecundada de <i>Melipona eburnea</i></i>	12
Figura 7: <i>División de colonia de abejas nativas sin aguijón (ANSA)</i>	13
Figura 8: <i>Partes de una colmena de meliponinos</i>	14
Figura 9: <i>Piqueras de colmenas de meliponinos</i>	14
Figura 10: <i>Formas de estructura de panales</i>	15
Figura 11: <i>Colmena modelo Cacui</i>	18
Figura 12: <i>Modelo de caja Pablo Nogueira Neto (PNN)</i>	19
Figura 13: <i>Modelo de camioncito de Adú</i>	20
Figura 14: <i>Geotrigona acapulconis recolectando resinas</i>	22
Figura 15: <i>El ciclo biológico de los fóridos</i>	23
Figura 16: <i>Distintos estadios de fóridos</i>	23
Figura 17: <i>Piquera de <i>Lestrimelita rufies</i></i>	24
Figura 18: <i>Proceso de trasiego de una colmena</i>	30
Figura 19: <i>Modelo de alimentador interno de la colmena</i>	30
Figura 20: <i>Construcción de piqueras en la colmena</i>	31
Figura 21: <i>Panales de cría verde y madura</i>	31
Figura 22: <i>Potes de miel en los dos modelos de cajas</i>	32
Figura 23: <i>Delimitación del área de vuelo para las abejas</i>	33
Figura 24: <i>Diametro de panales de cría entre las dos especies</i>	36
Figura 25: <i>Número de panales de cría por colmena entre dos especies</i>	37
Figura 26: <i>Flujo de entrada y salida de <i>Melipona eburnea</i> en los dos tipos de cajas</i>	40
Figura 27: <i>Flujo de entrada y salida de <i>Melipona sp.</i> en los dos tipos de cajas</i>	40
Figura 28: <i>Producción de miel entre las dos especies por tipo de caja</i>	42
Figura 29: <i>Mapa de clasificación en la cobertura vegetal</i>	43
Figura 30: <i>Comparación de las medidas marginales en dos especies, por cajas</i>	45

Resumen

La meliponicultura es la crianza de abejas sin aguijón, llamadas localmente como abejas nativas o miel de palo, en la presente investigación realizamos la comparación de dos diseños de colmenas (cuadrática y octagonal) para determinar la eficiencia y rendimiento en la conservación de especie y producción de miel en dos especies (*Melipona eburnea* y *Melipona sp.*), la cual se desarrollo en un predio rural ubicado a media hora del Caserío Las Palmeras de Oromina. Evaluando los diseños en base a los siguientes criterios: creación de piquera, flujo de abejas pecoreadoras, postura de huevos, temperatura interna de la cama de cría y el volumen de miel producido por cada colmena. Obteniendose diferencias moderadas entre los promedios de cada grupo de colmenas, pero al realizar el análisis estadístico y comparar la producción de miel resultado que no hay diferencias significativas en los resultados obtenidos, con un modelo de explicación del 51.9 %. Esto significa que los datos obtenidos en la presente investigación no son suficientes para decidir si el modelo octagonal es mejor que el modelo cuadrático convencional, falta evaluar más especies de abejas y más escenarios (zonas de vida, población de la colmena, tamaño las abejas, cobertura vegetal, transumancia).

Palabras clave: Meliponicultura, diseños de colmenas, conservación de especie, producción de miel, escenarios.

Abstract

Meliponiculture is the breeding of stingless bees, locally called as native bees or stick honey, in this research the comparison of two hive designs (quadratic and octagonal) was made to determine the efficiency and yield in the conservation of species and honey production in two species (*Melipona eburnea* and *Melipona sp.*), Wich one was developed in a rural property located half an hour from the Caserío Las Palmeras de Oromina. Evaluating the designs based on the following criteria: creation of piquera, flow of foraging bees, egg laying, internal temperature of the breeding bed and the volume of honey produced by each hive. Moderate differences were obtained between the average of each group of hives, but when performing the statistical analysis and comparing the production of honey it turned out that there are no significant differences in the results obtained, with an explanation model of 51.9 %. This means that the data obtained in this research are not enough to decide if the octagonal model is better than the conventional quadratic model, we need to evaluate more species of bees and more scenarios (life zones, hive population, size of bees, vegetation cover, transhumance).

Key words: Meliponiculture, beehive designs, species conservation, honey production, scenery.



Introducción

Las abejas constituyen uno de los grupos de insectos más abundantes y beneficiosos para el hombre. “Al buscar néctar y polen en las flores, polinizan el 35% de la producción global de alimentos y el 90% de las especies de plantas silvestres en los bosques” (Genari, 2019 p. 4). Teniendo un fuerte efecto en la reproducción y preservación de los bosques.

Las abejas nativas sin aguijón. “Representan un recurso biológico que viene siendo explotado en el continente americano desde antes de la conquista española, la miel y polen fueron importantes en la cultura Maya como alimento, edulcorante y en la elaboración de bebidas alcohólicas”. (Genari, 2019 p. 4). Tratándose de especies de gran significación desde un punto de vista ambiental, social y económico.

La crianza de abejas meliponas se realiza de diferentes maneras, en troncos naturales, cajas mortorio, cajas horizontales y colmenas verticales (cuadráticas), esto conlleva a una desuniformidad de producción de miel, El Instituto Nacional de Investigación Amazónica (INPA) por sus siglas en Portugues, se tomo en serio la estandarización de cajas para hacer más eficiente la crianza de abejas meliponas proponiendo el empleo de cajas cuadráticas verticales para meliponas mayores (Loter, 2016), pero la experiencia regional ha demostrado que el modelo cuadrático para la crianza de meliponas mayores no es el más adecuado, por el alto porcentaje de humedad al interior de la colmena y la greopropolización de la tapa y costados de las gavetas. Proponiendo investigar el siguiente problema **¿Cuál es la comparación de dos modelos de caja para la conservación de especie de abejas y producción de miel?**

El proyecto de investigación tuvo como objetivo general, evaluar dos modelos de cajas en la conservación de especies de abejas y producción de miel y objetivos específicos tales como, dimensionar las especificaciones técnicas de construcción en colmenas cuadrática y octagonal, cuantificar criterios de conservación en colmena de las especies *Melipona eburnea* y *Melipona sp*, cuantificar la eficiencia en producción de miel de *Melipona eburnea* y *Melipona sp*, se realizó esta investigación a 30 minutos del caserío Las Palmeras de Oromina con 20 colmenas de abejas, 10 de cada especie puestas en dos modelos de cajas.

Los resultados obtenidos durante el periodo de evaluación permitieron responder la afirmación hipotética planteada. Concluyendo que no existen diferencias significativas en la mayoría de parámetros evaluados con los dos modelos de colmenas.

Esta investigación esta estructurada en tres capítulos, revisión bibliográfica, material y métodos, resultados y discusión; además de contar con conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Nates y Rosso (2016), en la sección II (Estado del conocimiento sobre polinizadores abejas y polinización en Colombia) del libro “*Iniciativa Colombiana de polinizadores*”. En Colombia, los meliponicultores han adoptado y adaptado modelos de colmenas de investigadores extranjeros existiendo una gran diversidad de materiales y modelos, criando aproximadamente 34 especies de abejas sin aguijón de las cuales tienen menos de 10 colonias y crían tres especies o menos.

Rodríguez (2014), en su libro “*Caracterización física, química y microbiológica de la miel de Melipona beecheii*”. Establece diferencias en la calidad de las mieles provenientes de colonias racionales y troncos naturales y compara estos resultados con la miel de abeja de *Apis mellifera*, las muestras de miel fueron recolectadas en las aldeas Río Arriba y Las Delicias del municipio de Trojes, departamento de El Paraíso, Honduras.

Ascencio (2014), en su tesis de maestría “*Evaluación de los cambios pre y postcosecha de la miel de especies sin aguijón*”, desarrollada en Colombia, en uno de sus resultados nos muestra los meliponarios de diferentes departamentos con sus características (tipos de colmenas y modelo de colmenas utilizadas). Respecto a la producción de miel los resultados son los siguientes: *Tetragonisca angustula*: 0. 648 ltr./colmena, *Melipona eburnea*: 1.7 ltr./colmena, *Melipona favosa*: 0.885 ltr./colmena, *Melipona grandis*: 1 ltr./colmena, *Melipona spp*: 1 ltr./colmena.

Lage, et al. (2012), en el artículo “*Honey physicochemical properties of three species of the brazilian Melipona*”, publicado en la revista Anais da Academia Brasileira de Ciências, realizaron análisis fisicoquímicos de la miel de tres especies de Melipona. Evaluaron los parámetros actividad de agua (Aw), porcentaje de sólidos solubles (% Brix), pH, acidez (meq / Kg) y humedad (%). El bajo valor de pH y la alta acidez detectada en la miel de Melipona son factores potenciales para aumentar la vida útil de la miel porque brindan condiciones favorables para el desarrollo microbiano, especialmente de hongos.

Dornhaus, et al (2006), en el artículo “*Benefits of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual based model*”, publicado en la revista Behavioral Ecology, realizaron un modelo individual de búsqueda de alimento de meliponas para cuantificar los beneficios del reclutamiento en diferentes distribuciones espaciales de bosques y con diferentes tamaños de colonia. Detectaron que los beneficios de reclutamiento dependían en gran medida de la calidad, densidad y variabilidad de los recursos del parche.

A nivel nacional

Chavéz (2017), en su tesis “*Estudio socioeconómico de cuatro comunidades ubicadas en la reserva nacional Allpahuayo Mishana, en la Crianza de Abejas Nativas - río Nanay - San Juan Loreto - Perú – 2016*”. En la cual nos muestra que la actividad principal de las comunidades es la agricultura, la meliponicultura está incluida en el sistema productivo local desarrollado de forma rustica y que a futuro esperan obtener ingresos por esta actividad.

Sajami (2014), en su tesis “*Identificación y descripción de abejas nativas amazónicas con mención al hábitat ecológico en la cuenca del río Nanay. San Juan- Loreto*”, en la cual se identificó 4 géneros de abejas nativas. Fueron siete las especies más abundantes. *Melipona ebúrnea* con 51,56%, *Melipona illota* con 32,81%, *Nannotrigona testaceicornis* con 6,25%, *Tetragonisca angustula* con 4,69%, *Trigona amazonensis* con 1,56%, *Melipona fuliginosa* con 1,56% y *Scaptotrigona sp.* con 1,56%; las cuales fueron trasladadas de troncos naturales a colmenas racionales tanto verticales y horizontales.

Marroquin (2012), en su tesis “*Características biológicas de las abejas sin aguijón de las provincias de Chanchamayo y Satipo de la región – Junín*”, los resultados de la colecta registraron 21 especies de abejas sin aguijón, con características biológicas que le dan un valor excepcional, miel de alta humedad y un escaso nivel de conocimiento de la importancia y manejo técnico de estas abejas por parte de las personas que las crían.

A nivel regional

Sánchez (2015), en su “*Estudio de polinizadores en la subcuenca del Alto Mayo región San Martín, Perú*”. Menciona que se encontraron un total de 38 especies de abejas sin aguijón (Meliponini) en las tres zonas de estudio y solo ocho especies fueron las comunes:

Melipona eburnea, *Melipona nigrescens*, *Partamona epiphytophila*, *Tetragona dissecta*, *Tetragona goettei*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona amalthea* y *Trigona fuscipennis s.l.* También en uno de sus resultados nos muestra el modelo de colmena cuadrática para cada especie.

Ramos (2014), en la nota técnica N°06 Titulada “*La apicultura en la cuenca del Alto Mayo en el contexto del cambio climático*”. Este documento describe el diagnóstico y evaluación de los apiarios instalados en la cabecera de cuenca de la quebrada Rumiyacu, y explora el potencial de la apicultura como una medida de adaptación al cambio climático asociado con sistemas agroforestales del café, donde se documentó una *producción promedio de 30 kg/colmena*.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Las abejas del mundo

La denominación “abejas” tiene un sentido amplio y se refiere a miles de especies que en general pasan desapercibidas para el hombre, como también sus aportes en la polinización de cultivos y producción de alimentos; existen alrededor de veinte mil especies de abejas en todo el mundo (Genari, 2019).

Según el comportamiento de las abejas, podemos agrupar en tres grandes grupos, solitarias, sociales y parasitas:

Las abejas solitarias, representan el 90 por ciento de total de especies de abejas y son aquellas donde la hembra no tiene contacto con las crías, tampoco producen miel ni forman grandes colonias;

Las abejas sociales, construyen nidos mucho más complejos dentro de cavidades o al descubierto, existiendo una diferenciación de castas (reina, obreras y machos) que cumplen distintas funciones dentro de la colmena;

Las abejas parásitas, pueden ser solitarias o sociales, depositan sus huevos en los nidos de otras abejas para que sus larvas se alimenten del aprovisionamiento del nido hospedero o saquean las reservas de alimentos (miel y polen) y cera a otras colonias de abejas. Por ejemplo, las abejas limón o *Lestrimellita sp.* (Genari, 2019).

1.2.2. Las abejas nativas sin aguijón (ANSA)

Las abejas nativas sin aguijón son insectos eusociales. “Porque constituyen una sociedad altamente organizada, con una población que puede variar mucho entre las diferentes especies, desde menos de un centenar hasta miles de individuos por colonia” (Genari, 2019, p. 7).; cada colonia consta de una sociedad integrada por una reina o varias reinas, obreras y machos. Los nidos pueden estar al aire libre, dentro de cavidades de árboles o el suelo, variando de acuerdo a cada especie.

Tratándose de abejas con tamaños muy diferenciados desde pequeñas con tan solo 2,5 mm a medianas de entre 5 a 7 mm o grandes con 11 mm de longitud; se las encuentra a lo largo de todas las regiones tropicales y sub tropicales del mundo, principalmente entre los 30 de latitud norte a los 30 de latitud sur (Genari, 2019, p. 7).

Son abejas que poseen una gran variación en los colores de su cuerpo, desde colores oscuros, con rayas, hasta el color naranja; con un temperamento variado yendo de abejas timidas, dociles al momento de manejarlas a agrasivas o defensivas con diferentes mecanismos empleados para repeler las amenazas en las cuales es necesario usar protección para mayor comodidad o seguridad en el manejo.

Los meliponinos se distribuyen tal como se muestra en la figura 1.

La clasificación taxonómica de las abejas nativas sin aguijón de manera interactiva la podemos apreciarla en la figura 2. Basandose en la investigación de (Rasmussen y Delgado, 2019). hay más de 21 generos presentes en Perú y otros más en todas las regiones tropicales de la tierra en la tribu meliponini.

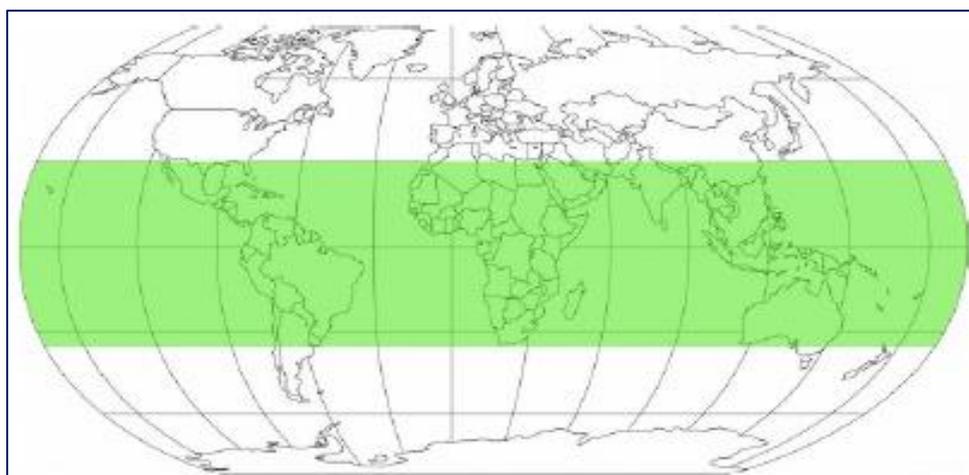


Figura 1. Distribución de meliponinos a nivel global. Fuente (Genari, 2019, p.8)

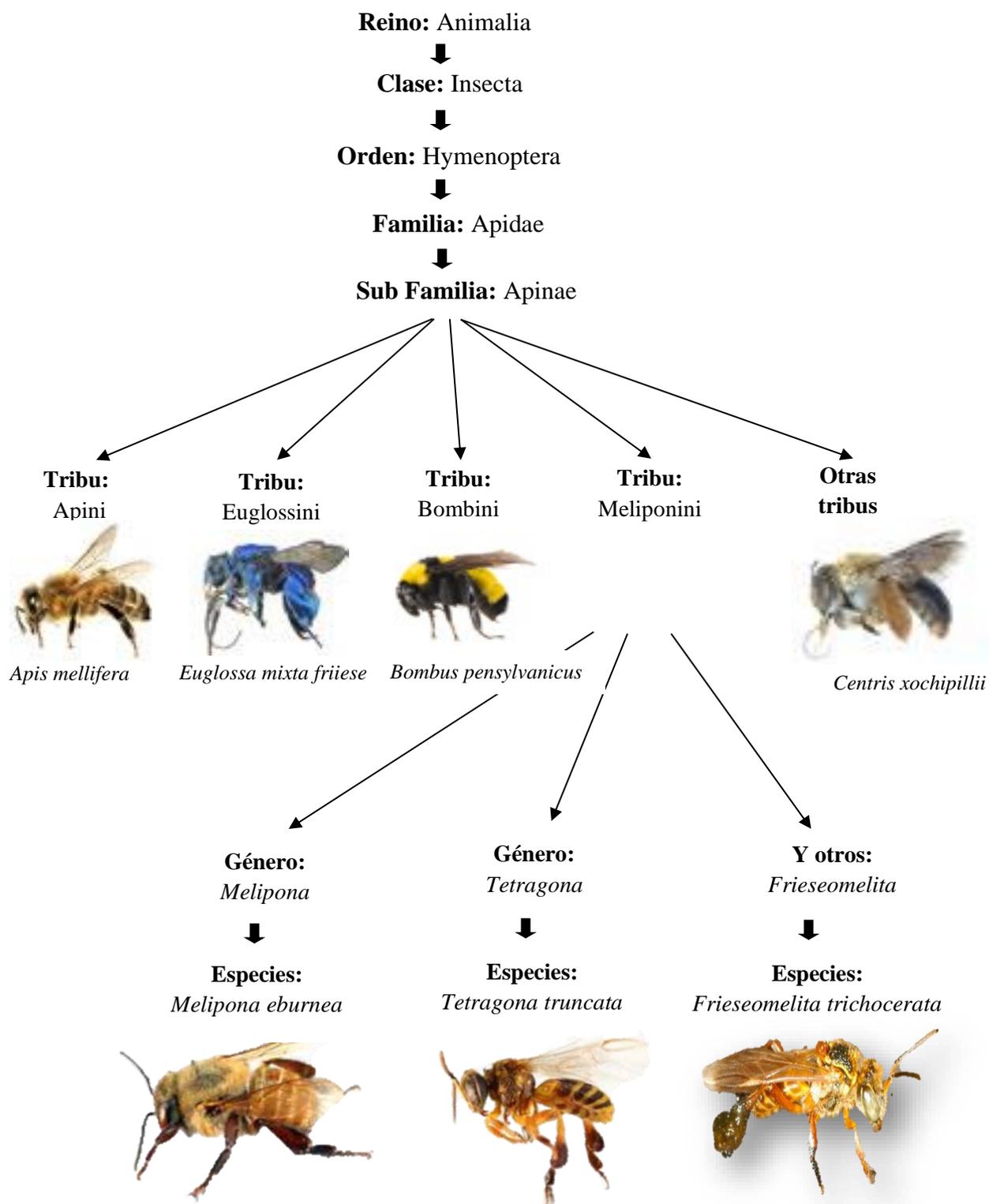


Figura 2: Clasificación taxonomica de meliponinos. Fuente: Zepeda, et al. (2018, p.13), adaptado por el autor

1.2.3. Diferencias entre *Meliponas*, *Trigonas* y *Lestrimelitas*

La mayoría de las personas engloba bajo el término de “meliponas” a todas las ANSA, pero existen diferencias muy marcadas entre ellas que determinaran el modelo y tamaño de colmena a utilizar (Genari, 2019, p.9).

Las meliponas están representadas por el único género *Melipona*, distribuidas en la región neotropical de América, son las abejas más grandes de los meliponinos donde las alas en reposo no son más grandes que su abdomen (Genari, 2019).

Las trigonas son las que tienen una distribución más amplia. “En los climas tropicales y subtropicales de todos los continentes excepto Europa, con un grupo variado de géneros como: *Tetragonisca*, *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Geotrigona*, *Paratrigona*, etc; con una gran variación de tamaños y colores de abejas” (Genari, 2019, p.9). Siendo su característica principal que sus alas en reposo son más grandes que su abdomen

Las lestrimelitas están constituidas por un solo género, *Lestrimellita* y representadas por unas 10 especies que habitan en la región tropical de América, son abejas de tamaño mediano 6 mm aproximadamente, de coloración negra brillante, al manipularlas segregan un olor similar al limón producto de secreciones donde se destacan el geranial (6-metil-5-hepten-2-ona). (Genari, 2019). Su característica principal es el ataque o invasión a otras colmenas en busca de alimento (miel y polen) comportamiento conocido como cleptobiosis.

En la tabla 1. Se muestra las principales diferencias que existen entre meliponas, trigonas y lestrimelitas, en tamaño corporal, tamaño de alas en reposo, coloración, forma de entrada, entre otras.

Tabla 1*Comparación de los grupos de meliponinos*

Características	Meliponas	Trigonas	Lestrimelitas
Tamaño corporal	Grandes	Medianas o pequeñas	Medianas
Alas en reposo con respecto al abdomen	Más cortas	Más largas	Iguales
Presencia de corbículas	Si	Si	No
Pilosidad	Abundante	Escasa	Muy escasa
Coloración	Varía con la especie	Varia con la especie	Negra
Comportamiento	Tímidas o defensivas	Tímidas o defensivas	Tímidas
Presencia de tubo de entrada o pipa	Sin	Con o sin	Con
Forma de la entrada	Estrías radiales hacia el orificio de la entrada.	Tubular, embudo o pipa	Característica
Material principal para fabricar entrada	Barro	Cera	Cera
Otros materiales para fabricar entrada	Cera, resinas	Resinas, arena	Resinas
Producción de reinas vírgenes	Sin celdas reales	Con celdas reales	Con celdas reales

Fuente: Genari, (2019, p. 11)

1.2.4. La colonia y su funcionamiento

Las colonias están constituidas por muchos individuos variando desde centenares hasta más de diez mil obreras dependiendo de la especie (García Moreno, et al, 2016).

No tienen una división de tareas tan diferenciada como es el caso de las abejas *mellíferas*, la cual está dada por castas, obreras, reinas y machos o zánganos (Genari, 2019).

El cuerpo de las abejas se divide en regiones anatómicas de cabeza, tórax y abdomen.

En la cabeza se encuentran las antenas, los ojos simples u ocelos y los ojos compuestos; en las antenas se reúnen dos funciones sensoriales, el tacto y el olfato, los cuales son órganos que detectan sustancias químicas a distancia dirigiéndose a donde la concentración es mayor y también les sirve para percibir el olor de su colonia, la forma más simple de comunicación consiste en dispensar en la colonia el olor del alimento que las pecoreadoras están trayendo (Genari, 2019, p.15).

Los ojos compuestos son dos estructuras localizadas entre la parte superior y lateral de la cabeza, teniendo una gran capacidad para detectar colores, formas y movimientos, detectando casi todas las longitudes de onda que detecta el ojo humano, diferenciándose que no ven el rojo, pero si el ultravioleta (Genari, 2019, p.16).

En la figura 3 se detallan las estructuras de la cabeza y en la figura 4 se muestra una comparación de las longitudes de onda que percibe el ojo del ser humano y las que perciben las abejas

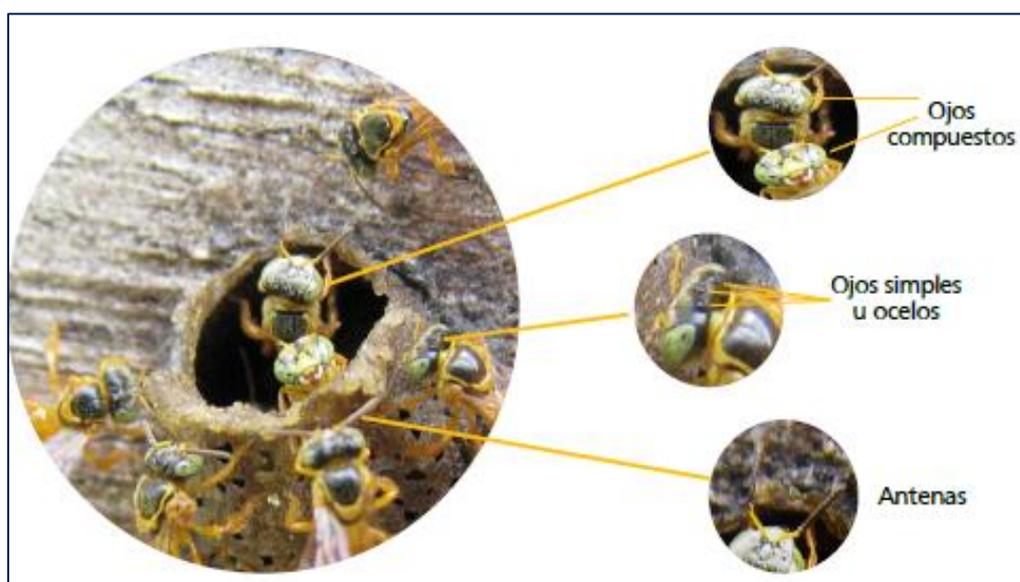


Figura 3. Estructuras de la cabeza. Fuente: (Genari, 2019, p.15)

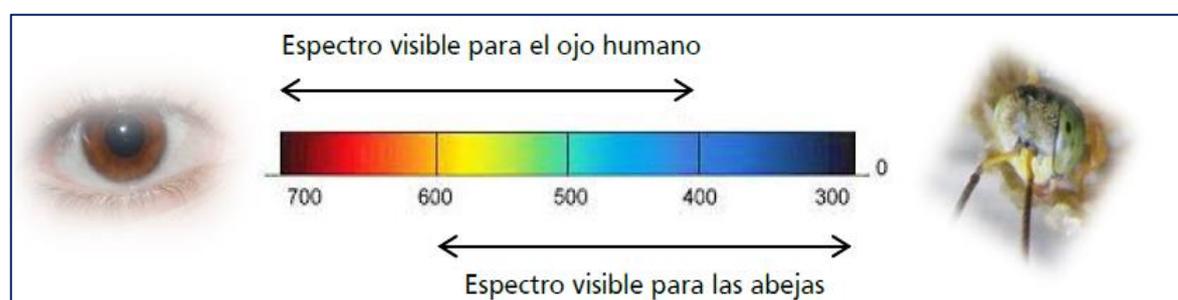


Figura 4. Longitudes de onda percibidas por el ojo humano y el de las abejas. Fuente: (Genari, 2019, p.17)

En el tórax están tres pares de patas y dos pares de alas, en las tibias de las patas traseras esta la corbícula. “Estructura en forma de cavidad o cuchara y rodeada de pelos formando una canasta que sirve para cargar polen u otras sustancias como cera o resinas” (Genari, 2019, p.18). También están presentes los espiráculos u orificios respiratorios que forman parte del sistema respiratorio cumpliendo la función de conectar las tráqueas con el exterior.

El abdomen es el último segmento del cuerpo de la abeja, formado internamente por el buche melario que es una cavidad para el transporte de agua, néctar, y otros jarabes a los que se le incorporan enzimas salivales y posteriormente son regurgitados en el interior de la colmena, el proventrículo o estómago verdadero, donde se produce la digestión y absorción de los alimentos, el tracto digestivo en la ampolla rectal y en la parte dorsal están las glándulas cereras, productoras de cera (Genari, 2019).

1.2.4.1. Grupos de individuos de la colonia

Reina: Las abejas sin aguijón tienen una reina fecundada al igual que la abeja mellífera, pero al contrario de ésta tienen varias reinas vírgenes. “La reina fecundada es más grande que el resto de los individuos, notándose por su abdomen voluminoso, es la única abeja en la colonia que puede poner huevos fertilizados, dando origen a hembras obreras y huevos no fertilizados (zánganos)” (Zepeda et al., 2018, p.21). “En todos los géneros de meliponinos, excepto en meliponas, una sobrealimentación de la larva determina que sea una abeja reina, en el caso de meliponas lo determinarían factores genéticos” (Genari, 2019, p.17). Puede esparcir feromonas que permiten mantener e identificar a los individuos de la colmena como promover la enjambrazón en la colmena.



Figura 5. Huevo recién puesto en una celda de cría. Fuente: (Zepeda et al, 2018, p.22)



Figura 6. Reina fecundada de *Melipona ebúrnea*

Las obreras. “Son las encargadas del mantenimiento de la colonia y tienen tareas que varían de acuerdo a las semanas de vida, tal y como se describen en la tabla 2.” (Zepeda et al, 2018, p.23).

Tabla 2

División de tareas en abejas obreras

FUNCIÓN	% De las obreras	Semanas
Elaboración de cera y construcción	40 - 60 %	0 - 5
Recepción y almacenamiento de polen	20 - 30 %	1 - 4
Limpieza y acarreo de residuos	5 - 20 %	2 - 5
Recepción y deshidratación de néctar	25 - 30 %	3 - 6
Guardianas	2 - 10 %	4 - 6
Recolección de alimentos y resinas	30 - 40 %	3 - 9

Fuente: (Genari, 2019)

Los zánganos “Son las abejas macho de la colmena, cuya función principal es aparearse con las reinas para formar otras colonias” (Zepeda et al, 2018, p.23). “Ayudan en la deshidratación del néctar, la salida de sus celdas a las crías, la defenza del nido, en el modelado de la cera, etc; forman congregaciones en las cercanías de la colmena por la presencia de reinas vírgenes” (Genari, 2019, p.18).

1.2.4.2. Reproducción

“La reproducción de una colonia es la división en dos colonias, siendo muy lenta y gradual, tardando dos meses hasta que las colonias resultantes sean independientes” (Zepeda et al, 2018, p.23). La reina adulta es muy voluminosa y con alas atrofiadas de manera que no puede volar, eso significa que en una división de colonias la reina adulta no se va, sino que es la reina virgen la que parte de la colonia madre para formar una nueva colonia, la colonia hija. Este proceso se puede apreciar claramente en la figura 7.

Antes de enjambrar las obreras buscan un lugar adecuado para construir un nuevo nido; al encontrarlo le almacenan miel y cerumen (mezcla de cera y resina) y empiezan a acondicionar su nuevo hogar. Cuando está preparado, una reina virgen hace su vuelo de copulación con machos de otras colonias cercanas y es llevada por un grupo de obreras a habitar el nuevo nido (Zepeda et al, 2018, p.24).

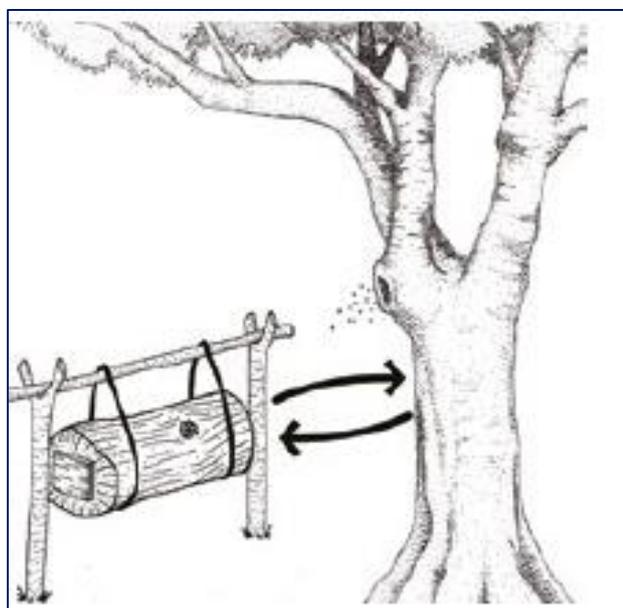


Figura 7. División de colonia de abejas nativas sin aguijón. Fuente: (Moreno et al, 2016, p.24)

1.2.4.3. Arquitectura del nido

La formación de nidos sirve para albergar y proteger la colonia, sus crías y para almacenar el alimento que recogen de las plantas. “Según la especie construyen nidos en cavidades de árboles, el suelo, en termiteros, nidos aéreos sostenidos en ramas de árboles” (Moreno et al, 2016, p.25). Los cuales están constituidos por la entrada, el batumen, el involucro, los panales de cría y los potes en donde se almacenan la miel y el polen. En la figura 8 podemos apreciar las partes con las que está constituida una colmena.

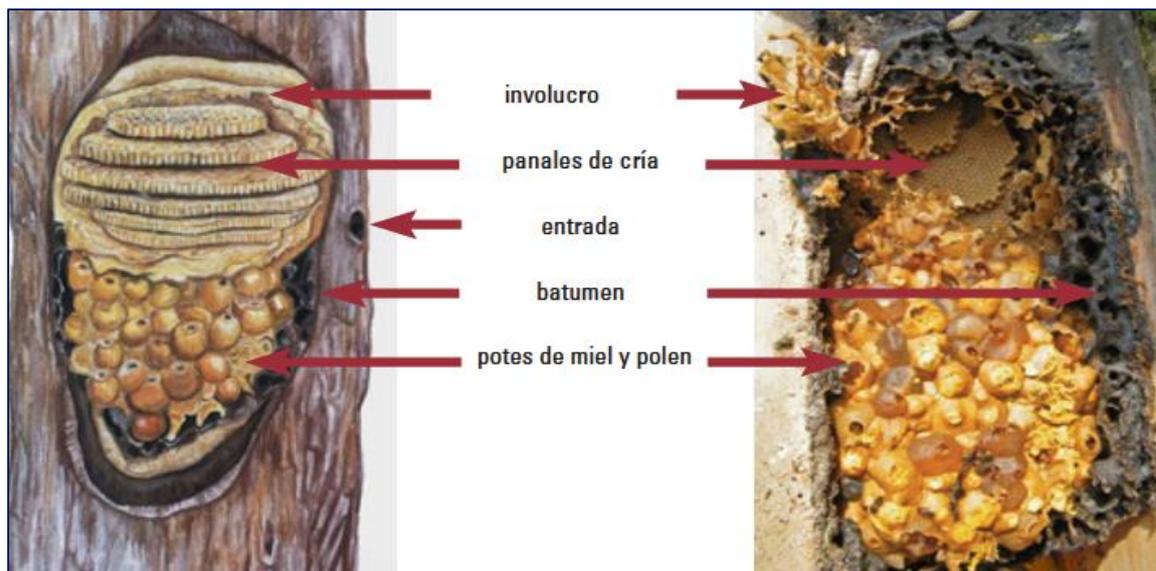


Figura 8. Partes de una colmena de meliponinos. Fuente: (Zepeda et al, 2018)

La entrada de la colmena tiene una piquera, que funciona como plataforma, construida de diversas formas y materiales dependiendo de la especie, ayudando en la identificación de la especie de meliponino. “Entre sus formas se incluyen a tubos proyectados, largos o cortos, tubos en forma de trompeta, con apertura ancha o angosta con agregación de cera formando una estrella, o una entrada simple sin ninguna agregación” (Zepeda et al, 2018, p.25). La entrada siempre es controlada por una o varias abejas guardianas para evitar el ingreso de depredadores o enemigos, en la figura 9 vemos algunos ejemplos de las formas de piqueras.



Figura 9. Piqueras de colmenas de meliponinos.

El batumen, es una capa endurecida, negra o parda, que cubre el nido. “Está hecho de una mezcla de cerumen con barro, arena e incluso fibras de plantas; sirviendo para sellar grietas, delimitar y fijar el nido en la cavidad del árbol” (Zepeda et al, 2018, p.28). Ayuda a mantener estable la temperatura dentro del nido.

El involucro está constituido por varias láminas que envuelven a la cámara de cría. “Su función principal es proteger a la cría y la reina de enemigos, de cambios de temperatura y humedad, esta construido en cerumen puro” (Zepeda et al, 2018, p.28) por sus componentes es una estructura muy blanda.

“Los panales de cría están ordenados uno sobre otro y separados por pilares para que las abejas circulen entre ellos, agrupados de forma horizontal, espiral o racimos. Las celdas se utilizan una sola vez” (Zepeda et al, 2018, p.28). Cuando la abeja emerge la celda es destruida y el material es reciclado dentro de la colmena.

Los potes de almacenamiento. “También llamados ollitas o cantaros, son estructuras esféricas u ovaladas que sirven para almacenar polen y miel, construidos con cerumen y se sitúan alrededor del involucro y la cámara de cría” (Zepeda et al, 2018, p.28). en la figura 10 se muestra graficamente a modo de ejemplo todas las estructuras internas de una colonia de meliponinos.

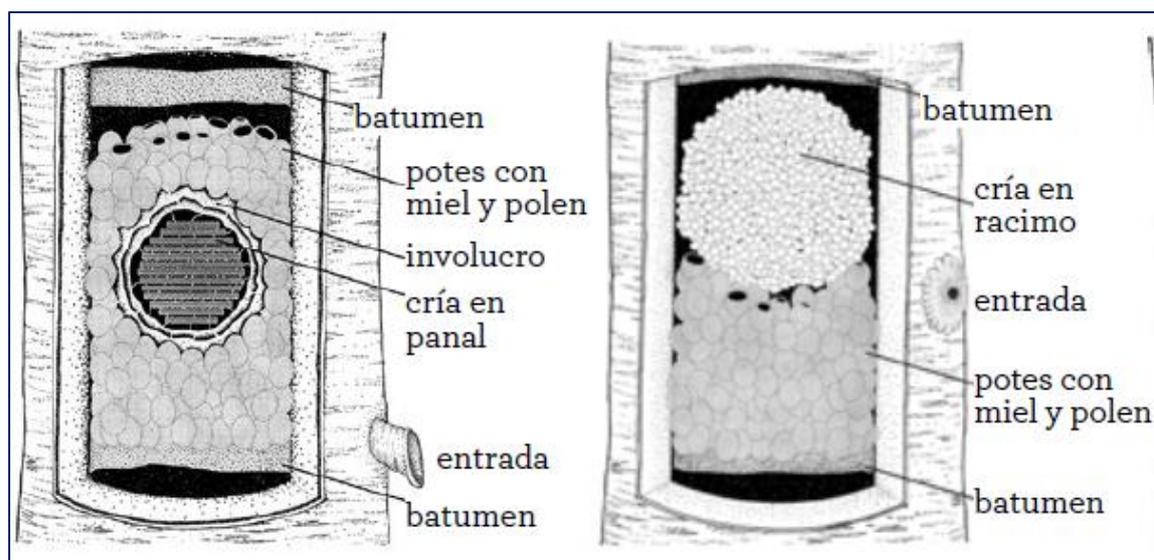


Figura 10. Formas de estructuras en colonias de meliponinos. Fuente: (Zepeda et al, 2018, p.29)

1.2.5. ¿Por qué son importantes los meliponinos?

El mayor beneficio que aportan las abejas meliponas proviene de la polinización. “Permitiendo la producción de alimentos y plantas silvestres, estrechamente relacionadas

con la seguridad alimentaria de la especie humana y con el equilibrio ecológico” (Zepeda et al, 2018, p.30). Con la polinización esta garantizada la diversidad de plantas y la existencia de los animales.

1.2.6.Meliponicultura

La meliponicultura es la crianza de meliponinos, el lugar donde se encuentran las colmenas se llama meliponario, pudiendo ser de soporte colectivo o individual y la persona que las cuida es conocido como meliponicultor (Genari, 2019).

La meliponicultura es una forma de preservar las abejas sin aguijón, a través de la explotación planificada y sostenida de un recurso natural renovable. “Para aumentar su productividad se ha estudiado y creado diferentes tipos de cajas o colmenas que imitan la forma natural del nido y al mismo tiempo brindan un manejo simple y barato, que permite extraer miel, polen y panales de cría” (Genari, 2019, p.20-21). Causando la mínima perturbación a la colonia.

Para la construcción de las cajas es preferible una madera resistente a la humedad, que no sea apetecible al ataque de termitas, y no sea una madera aromática, pero hay que evaluar la diversidad de materiales en relación costo/beneficio.

Las abejas nativas sin aguijón están disminuyendo de acuerdo al aumento de deforestación para habilitar tierras a las actividades agrícolas, y la extracción de colonias del bosque por parte del hombre.

1.2.6.1. Tipos de modelos en cajas o colmenas para el manejo de meliponinos

Son diseñadas y creadas para facilitar del manejo de las abejas por los criadores, tales como la revisión de plagas y enfermedades, la colecta de miel, polen y la división de colonias. Al mismo tiempo que proporcionan confort a la colonia de abejas sin aguijón (de Oliveira et al, 2013).

Modelo Cacuí (familia Schwade): “Es una caja vertical con módulos cuadrados, inspirada por el modelo de Caixa Fernando Olivera/INPA y adaptada por la familia Schwade, está compuesta de cuatro módulos de las mismas dimensiones, las mismas que varían de acuerdo al tamaño del nido” (de Oliveira et al, 2013, p.50).

Los módulos de las cajas siguen un orden y son montados unos sobre otros: Fondo, es la base de la caja, con un agujero para facilitar la circulación de masas de aire o la regulación térmica de las abejas; nido, es la caja que va encima del fondo, es el lugar donde las abejas construyen sus discos de cría, con un agujero lateral para la entrada de la colonia; sobre nido, va encima del nido y permite el crecimiento vertical del nido, facilitando la multiplicación del nido; mielera, esta caja es empleada para el almacenamiento de los potes de miel y polen, contiene palos en la parte inferior separados entre si para facilitar la circulación de las abejas y darle soporte a los potes de miel; tapa, va en la parte superior de la colmena, posee una abertura que facilita la vaporización del agua dentro de la colmena (de Oliveira et al, 2013), ver la figura 11.

Modelo Paulo Nogueira Neto (PNN): Caja vertical, con módulos rectangulares, desarrollado por Pablo Nogueira Neto en la década de los 90. Su diseño permite que los panales de cría no se desarrollen en el centro, sino que se expanda en los costados de la caja, entre los dos módulos, con potes de alimento alrededor. Para colonias grandes se sugiere utilizar 3 gavetas o módulos, para colonias medianas y pequeñas es conveniente reducir el tamaño de la caja. Las medidas recomendadas son: P, 20 cm x 11 cm x 7 cm; M, 31 cm x 15 cm x 7 cm; G, 43 cm x 19 cm x 10 cm, dependiendo del tamaño de la colmena que vamos a trabajar (Freitas de Oliveira et al, 2013), ver figura 12.

Modelo camioncito de adú: es un modelo desarrollado por la familia Schwade, “Compuesto por dos módulos cuadrados unidos horizontalmente, siendo uno más alto que otro, en el módulo más grande se desarrollan los huevos de cría y en el bajo es donde almacenan los potes de alimento (miel y polen)” (de Oliveira et al, 2013, p.56). Exclusivo para criar abejas del género *Frieseomelitta* porque sus crías están agrupadas en forma de racimo, permitiéndonos cosechar la miel y polen sin generar perturbaciones en la cama de cría, en la base tiene un pequeño tunel por donde las abejas ingresan a su colmena, ver figura 13.

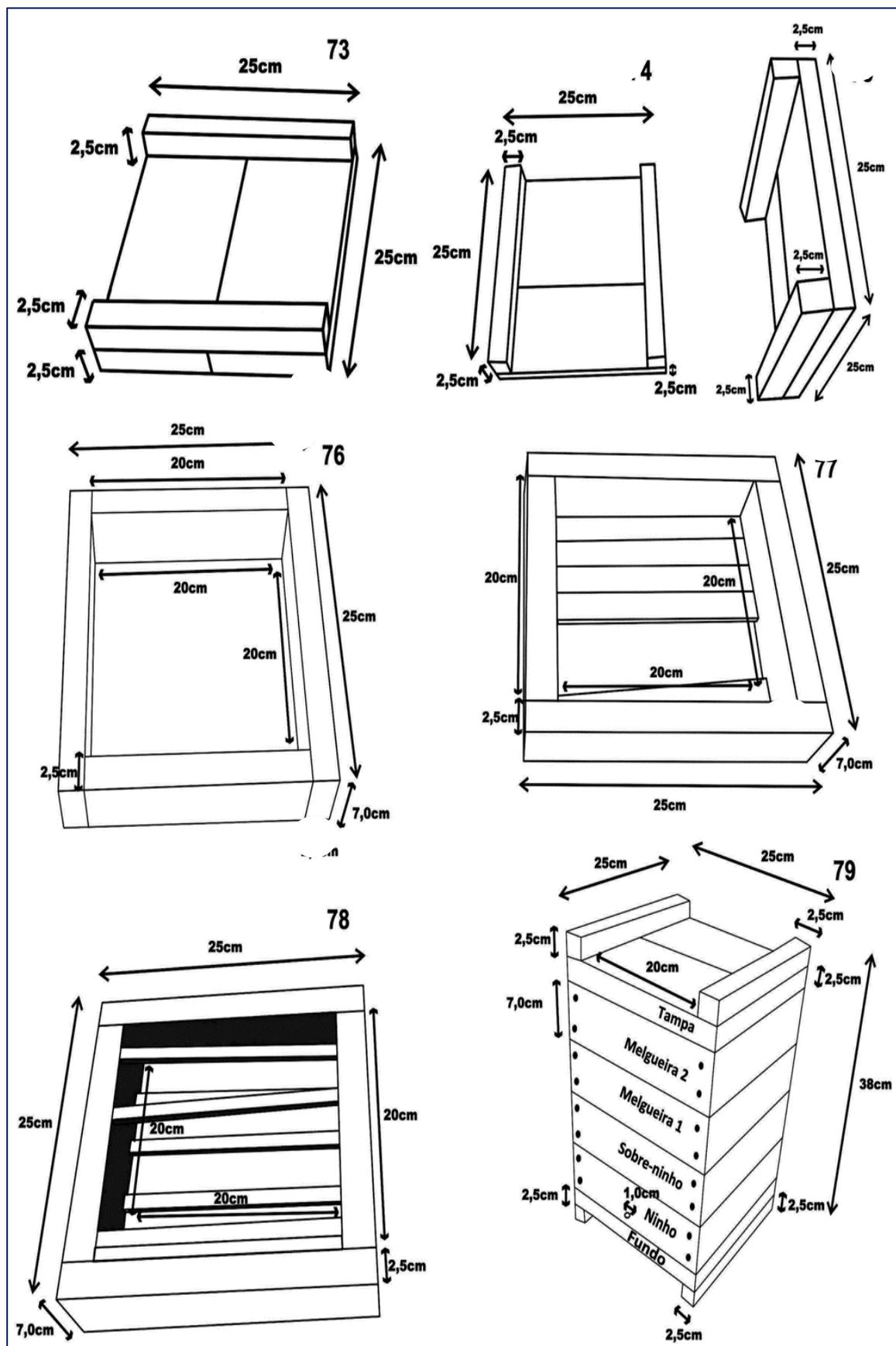


Figura 11. Colmena modelo Cacui. Fuente: (de Oliveira et al, 2013, p.52)

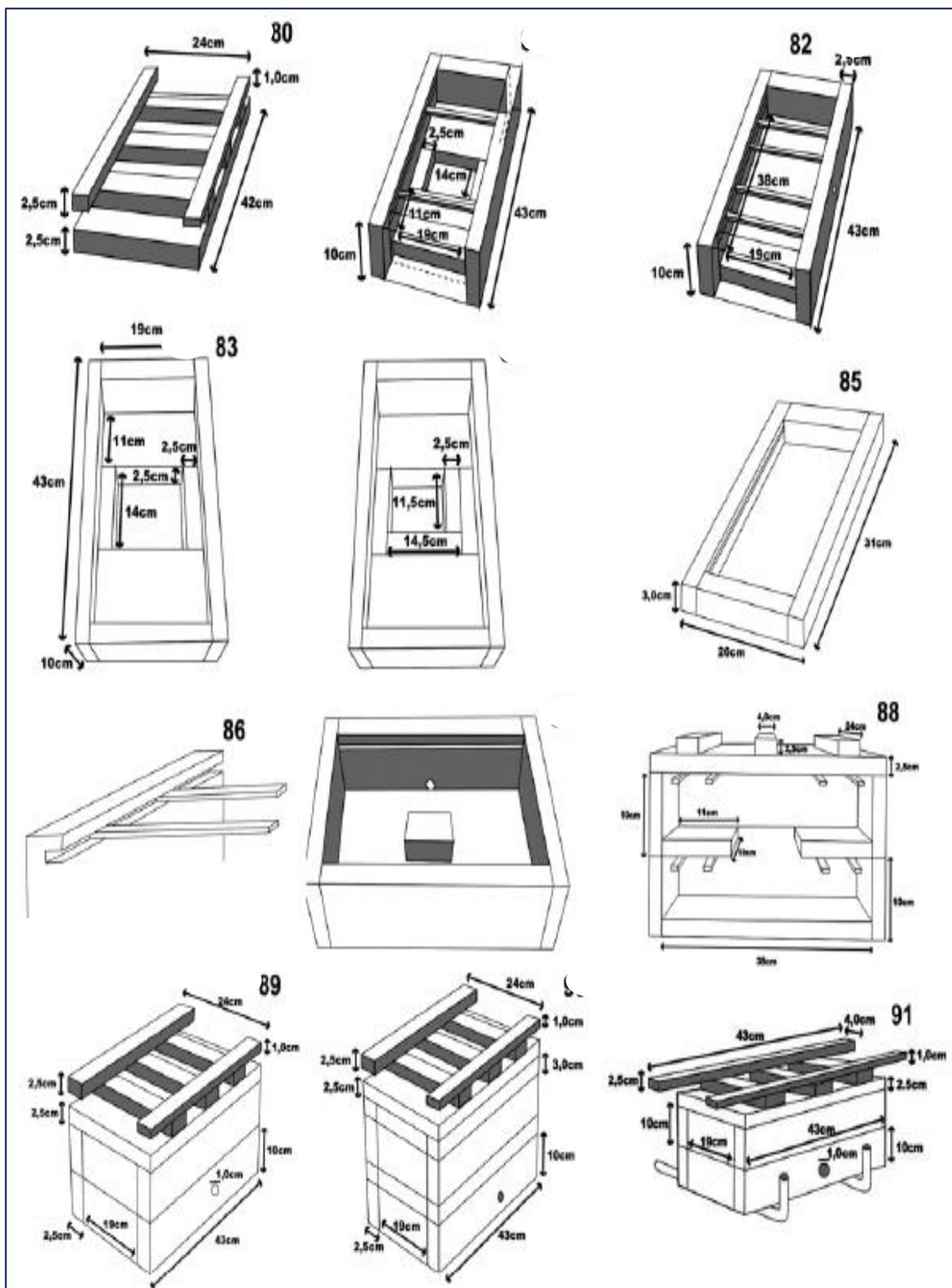


Figura 12. Modelo de caja Pablo Nogueira Neto (PNN). Fuente: (de Oliveira et al, 2013, p.54)

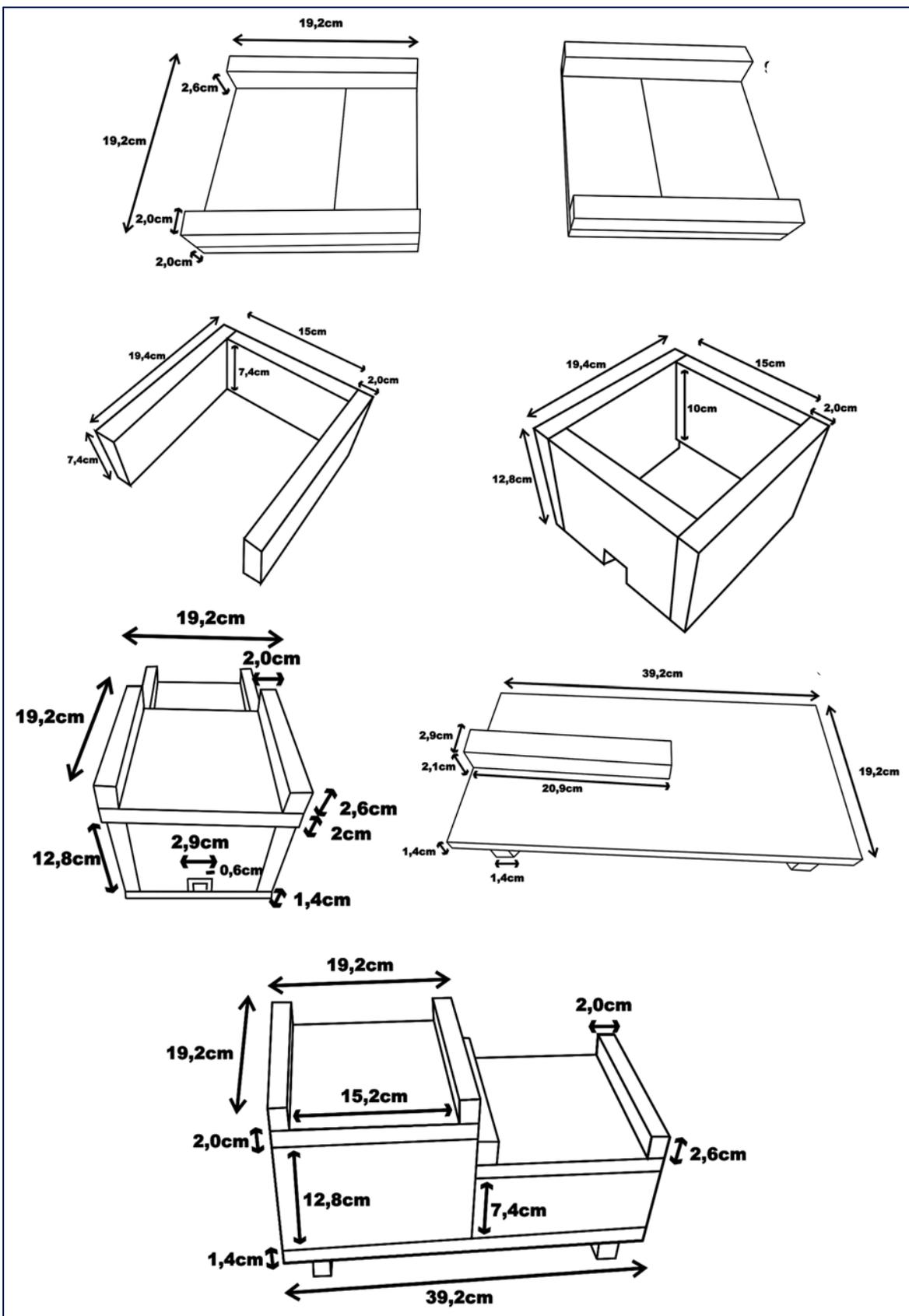


Figura 13. Modelo de camioncito de Adú. Fuente: (de Oliveira et al, 2013, p.58)

1.2.7. Productos de la colmena

La miel es una sustancia elaborada a partir del néctar de las flores.

Su transformación de néctar a miel sucede en el estómago de las abejas en donde enzimas rompen los azúcares del néctar, para evaporar el agua de la miel lo regurgitan y pasan el néctar a otras obreras de manera repetitiva antes de almacenarlo en los cantaros de miel, durante el proceso segregan enzimas que permanecen en la miel. (Zepeda et al, 2018, p.51)

La miel proporciona 326 calorías por cada 100 gramos, el sabor y la composición de la miel varía según las condiciones geográficas en las cuales se ha producido la miel, la especie de abejas y el tipo de flores que han proporcionado el néctar, es por eso que encontramos mieles con colores blancos transparentes hasta colores ámbar oscuro (Zepeda et al, 2018); cuanto más oscura es la miel más concentración de fosfato de calcio y en hierro contiene siendo la recomendada para satisfacer las necesidades de organismos en crecimiento, de individuos anémicos y de intelectuales sometidos a esfuerzos mentales (Cauich, et al, 2015)

Se usa para hacer remedios caseros que ayudan en: la reducción y curación de cataratas oculares y carnosidad en los ojos, en el tratamiento de conjuntivitis infecciosa y traumática, heridas y úlceras oculares, enrojecimiento de los ojos, tratamiento de úlceras, llagas en la piel y heridas de difícil cicatrización, bronquitis, laringitis, sinusitis y tos (Cauich, et al, 2015).

Cera o cerumen “La cera es secretada por las obreras jóvenes a través de unas glándulas localizadas en el abdomen, producida como una pequeña placa blanca la que es mezclada con resinas antes de utilizarla en la construcción” (Zepeda et al, 2018, p.55).

El polen “Es el alimento proteico de las abejas, recolectado por las obreras de las flores y transportado con sus corbículas a la colmena donde se le añaden enzimas y es almacenado en la mielera dentro de los cantaros de cerumen” (Zepeda et al, 2018, p.58).

El propóleo es un término usado para denominar al material resinoso y balsámico colectado y procesado por las abejas. “Para su elaboración las abejas colectan diferentes resinas de cortes en las cortezas de árboles y yemas florales; son usados para sellar grietas y proteger la colmena de la humedad y de agentes patógenos por su acción antimicrobiana y antioxidante” (Zepeda et al, 2018, p.58), un ejemplo claro de esto podemos observarlo en la figura 14.



Figura 14. *Geotrigona acapulconis* recolectando resinas. Fuente: (Zepeda et al, 2018, p.59)

1.2.8. Plagas y predadores

Fóridos o moscas de la colmena (*Pseudohyocera kerteszi*) consideradas como la principal plaga de las abejas nativas sin aguijón, afectando a las abejas mal manejadas en los trasiegos o la división de colonias (de Oliveira et al, 2013, p.58). “Los adultos aprovechan la desorganización o falta de defensa de la colmena para ingresar a depositar sus huevos en los potes de miel, polen y cría verde, produciendo grandes daños e incluso la pérdida de la colmena” (Genari, 2019, p.31). Son atraídas por la fermentación de potes rotos de polen y las larvas muertas por aplastamiento de los discos de cría, su presencia es mayor en temporadas lluviosas que en épocas de verano.

En la figura 15 se ilustra el ciclo biológico de los fóridos y en la figura 16 se muestran 04 estadios cuando hay ataque de fóridos, A. huevos depositados sobre potes de polen, B. larvas alimentándose de los potes de alimento fermentados, C. pupas de diferentes edades sobre los restos de un disco de cría, D. fórido adulto circulando por el interior de una colmena afectada.

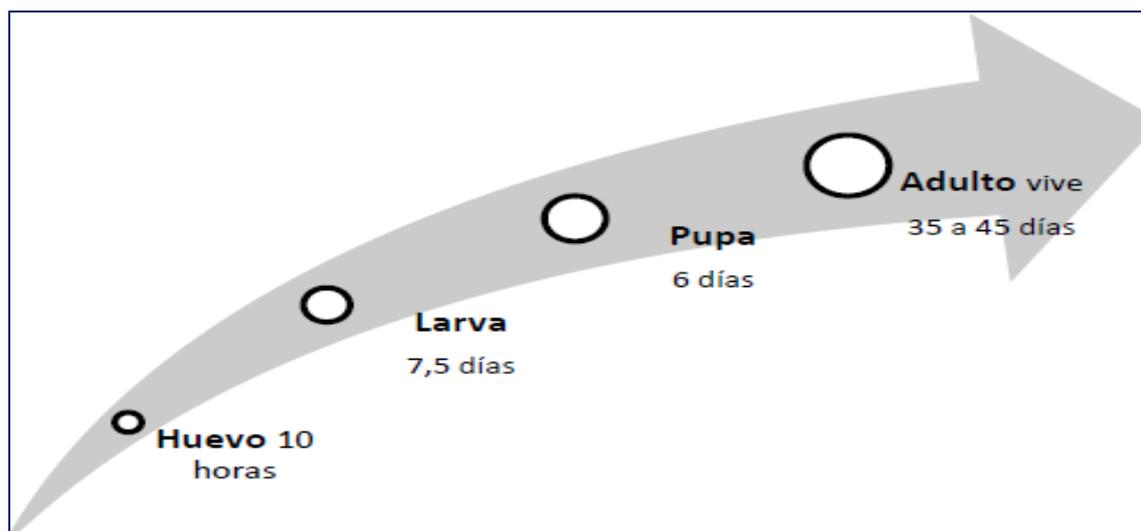


Figura 15. El ciclo biológico de los fóridos. Fuente: (Genari, 2019, p.31)



Figura 16. Distintos estadios de fóridos. Fuente: (Genari, 2019 pág. 34)

Hormigas son insectos sociales muy estudiadas por investigadores, omnívoras, obtienen sus alimentos de diversas fuentes azucaradas como la miel, jugos de frutas, azúcar, néctar de flores, secreciones de pulgones, etc. “Al ingresar a saquear una colmena las hormigas invasoras pueden acarrear patógenos que adquieren al alimentarse de cadáveres, sino son controladas a tiempo pueden acabar con toda la colonia” (Genari, 2019, p.36).

Lestrimelita: abeja limón o limoncillo, presentan un comportamiento cleptobiótico (ladronas o pilladoras) destruyen las colmenas en busca de alimento y probablemente un hongo cuando la humedad es muy alta. (INPA, 2015).



Figura 17. Piquera de *Lestrimelita* sp.

1.3. Definición de términos

Abejas pecoreadoras: es la cantidad de abejas obreras adultas que salen de la colmena con la única finalidad de buscar fuentes de alimento que puedan recolectar (flores y brotes de hojas tiernas), llevar parte del alimento y en el trayecto de regreso trazar el camino de feromonas para que todas las abejas obreras se dirijan hacia la fuente de alimento y recolecten la mayor cantidad de miel o polen.

Batumen: conocido también como canturron por los colombianos, es un material hecho de cera, resinas, barro y otros ingredientes que se utiliza para sellar la colmena y al mismo tiempo que sea como un filtro de aire que permite la evaporación de la humedad y el ingreso constante de aire al interior de la colmena.

Cleptobiosis: el robo o pilaje de comida por una especie a otra de la misma familia taxonómica.

Cria madura: conjunto de huevos en los que el color de los discos de cria tienen un color más claro, donde la larva ya se ha desarrollado y esta lista para el nacimiento de una nueva larva, es la parte de la cama de cría ideal para hacer desdobles.

Cria verde: conjunto de huevos en los que el color de los discos de cria tienen un color más oscuro debido a la nueva cera con la que esta hecha, donde la reina los deposita con una anterioridad menor a una semana, siendo depositados en los opérculos que hay en los discos de cria con una mezcla de miel y polen para su alimento mientras se desarrolla la larva.

Espiráculos: Orificio respiratorio en todos los animales pertenecientes al grupo de los artrópodos, presenta una forma oval y están encargados de conectar las traqueas con el exterior.

Flujo de abejas: es la cantidad de abejas que ingresan y salen en un tiempo determinado (abejas/minutos), permite evaluar las actividades en las colmenas tales como: tiempo de limpieza, tiempo de recolección de miel y polen y capacidad de respuesta ante un ataque de otras abejas.

Fundo: termino coloquial dado por los brasileños para referirse a la base de las cajas tecnificadas en la crianza de meliponinos.

Involucro: es la capa o capas de cera que cubren el nido cuya función principal es mantener la temperatura interna dentro de los discos de cria.

Miel madura: miel con un contenido de humedad estable, es utilizada en el alimento de la colmena, reina, zánganos, obreras y larvas, se encuentra en potes completamente cerrados.

Miel verde: miel con un alto contenido de humedad y muy propensa a fermentarse, por lo cual las abejas aumentan la temperatura en la colmena para evaporar el exedente de humedad, se encuentra depositada en los potes abiertos.

Miel virgen: termino usado para referirse a la miel producida por la especie *Tetragonisca angustula* la cual es una abeja de tamaño pequeño y que por sus propiedades medicinales tiene una característica especial.

Modulos o gavetas: son las unidades de cuadros, rectángulos, hexágonos, octágonos o círculos que componen una caja tecnificada estas pueden también llamarse camas de cria y/o melarios (mieleras).

Nido y sobre nido: terminos utilizados por los brasileños para referirse a las camas de cria dentro de una colmena tecnicada de meliponinos, el nido va abajo y el sobre nido encima, y de esta forma se hace más fácil la división de la colmena al separar una de las dos cajas.

Piquera: es la entrada hacia la colonia, puede estar formado por una mezcla de barro, y cera (geopropoleo) o estar formado por cerumen.

Postura de huevos: es la cantidad de huevos que la abeja reina deposita en las celdas de los discos de cria pasados dos días la larva eclosiona del huevo y continua su desarrollo hasta convertirse en en una abeja sea esta una princesa, obrera o zángano.

Potes: estructuras hechas mezclando cera y resinas, de forma ovalada, que sirven para almacenar miel y polen.

Princesa: es una abeja reina que no ha sido fecundada, puede reemplazar a la reina en caso esté enferma o muerta y es la que acompaña al grupo de obreras cuando en la colonia deciden formar un enjambre, encargándose de la supervivencia y continuidad de la colmena.

Soportes de colectivos: hace referencia a las estructuras donde están ubicadas las colmenas de abejas, siendo utilizados para varios fines en común y no solo para poner abejas, o también estructuras donde agrupados nos permita colocar colmenas de abejas.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y METODOS

2.1. Materiales usados para la recolección de datos

2.1.1. De campo

Equipos y herramientas:

01 navegador GPS: empleado para georreferenciar el meliponario donde se trabajo el presente estudio de investigación.

01 calibrador vernier: empleado para medir el diámetro de orificios de las cajas y tamaño de los discos de cría.

01 termómetro infrarrojo: utilizado para medir la temperatura existente dentro de la cama de cría en las colmenas.

01 filtro de acero inoxidable: empleado para filtrar la miel recolectada en las colmenas.

01 cámara fotográfica: utilizado para tomar fotos y contar con registros en el desarrollo del proyecto de investigación.

01 cronometro: utilizado para medir los tiempos en la evaluación de del flujo de abejas que entran y salen en la colmena.

02 recipientes de plástico de 5L: utilizados para almacenar la miel de las mieleras cuando la miel caia por gravedad.

02 baldes de 18L: empleados para almacenar la miel que fue cosechada y filtrada.

01 metro cuadrado de tela organza: utilizado para refiltrar la miel cosechada, la cual estuvo colocada junto con el filtro de acero inoxidable.

01 cuchillo: empleado en casi todas las etapas de la investigación, para el trasiego de las colonias de troncos naturales a las cajas racionales y para separar las cajas de las colmenas al momento de realizar las evaluaciones.

01 témpera: empleada para marcar y darles un orden numérico a las cajas de las colonias evaluadas.

01 tijera: empleada para cortar la mala metálica y la cinta masqueting cuando fue necesario.

01 martillo: empleado para clavar las tablas en el armado de las colmenas, las tablas unidas al poste de huacapu y para hacer presión con el escoplo al momento de extraer la colonia de abejas de los troncos naturales.

01 barreta: empleada para hacer los huecos respectivos y colocar los postes de madera.

01 escoplo: utilizado al momento del trasiego, para abrir los troncos naturales y extraer las colonias de abejas.

Materiales:

06 rollos de cinta masqueting: empleada para juntar las gavetas de las cajas de abejas y reforzar su unión para evitar que se despeguen.

06 hojas de calamina grande: empleada como techo en las abejas ubicadas sobre los postes de madera.

10 postes de madera: sirvieron de soporte para las cajas ubicadas en soportes individuales.

20 tablillas en madera Tornillo de 40x50x2 cm: sirvieron de soporte inferior y superior de la colmenas.

10 cajas cuadradas: utilizadas para colocar las colonias de abejas y desarrollar la investigación.

10 cajas octagonales: utilizadas para colocar las colonias de abejas y desarrollar la investigación.

01 tablero: empleado como soporte de las hojas de papel al momento de realizar las anotaciones.

01 lapicero: para apuntar los datos obtenidos en cada una de las evaluaciones.

2.1.2. De gabinete

01 laptop Lenovo Z470 core i5, donde utilice programas para diseño y calculo como:

AutoCad: para el diseño en 2D de los planos de las cajas.

SkechUp: para hacer el levantamiento en 3D y ediciones finales en los planos de las cajas previo, durante y después de la construcción.

ArGis: para ubicar geográficamente el meliponario y hacer la clasificación de usos de suelos dentro del área de influencia o área de pecoreo.

Excel 2019: para poner las tablas resultantes de la ficha de registros producto de las evaluaciones de campo.

SPSS v.25: para procesar toda la información de las tablas Excel, obtener los promedios de cada parámetro, generar graficos, hacer un análisis de varianza y la prueba de hipótesis.

2.2. Metodología de evaluación

2.2.1. Generalidades

Ubicación: la presente investigación se realizó en las coordenadas geográficas proyectadas UTM-WGS84-18S (X: 276552 ; Y: 9322379 ; Z: 923 m.s.n.m.), ubicado a media hora a pie del caserío Las Palmeras de Oromina, distrito y provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Duración: La presente investigación se realizó en 01/02/2020 hasta el 20/10/2020.

2.2.2. Métodos de campo para el levantamiento de información

Fase de campo:

Se georeferenció el meliponario con un navegador GPS, procediendo a instalar los postes de huacapu, el trasiego de las colmenas de tronco natural a cajas racionales (cuadrática y octagonal), para luego pasar a realizar las observaciones y evaluaciones planificadas (construcción de piquera, postura de huevos, número de abejas pecoreadoras y temperatura interna de la cama de cría) utilizando la observación y la medición directa como método de estudio y evaluación.

La distribución de colmenas se realizó de manera aleatoria para uniformizar los datos y para el trasiego de la colmena se cuidó de no dañar la cama de cría, tomando en cuenta las consideraciones y aportes de (Loteró, 2016), (Genari, 2019), (Zepeda, et al, 2018), en sus investigaciones.



Figura 18. Proceso de trasiego de una colmena.

El trasiego se realizó en temporada de invierno y por lo tanto se alimento a todas las colmenas después de una semana del trasiego, el jarabe consistía en una mezcla de miel y polen en proporción de (5:1); de esta manera les proveíamos carbohidratos y proteínas para incentivar el desarrollo de la colmena ya que la floración en invierno es escasa y por ende no hay néctar ni polen en el campo para su alimentación.



Figura 19. Modelo de alimentador interno de la colmena.

La creación de piquera se evaluó desde el siguiente día del trasiego de la colmena hasta la construcción total, esto permite medir que tan adaptable y rápida en reconstrucción es una colmena. Lotero, (2016).



Figura 20. Construcción de piqueras en la colmena.

El diámetro y número de discos de cría dentro de la colmena nos van a mostrar las condiciones de la cama de cría y como esto influye en la población de individuos de la colmena; para estimar este parámetro se monitoreo tres veces, cada dos meses después del quinto mes de trasiego. Los dos meses se toma teniendo en cuenta el ciclo biológico de las abejas. Zepeda, et al, (2018).

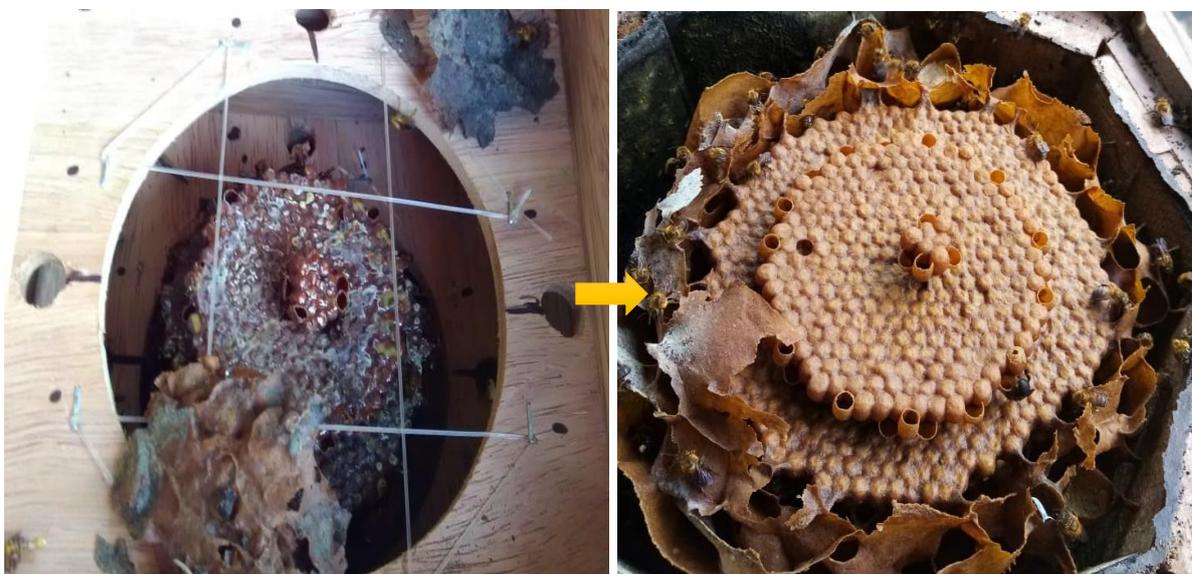


Figura 21: Paneles de cría verde y madura.

La temperatura interna de la cama de cría se midió con un termómetro infrarrojo, desplegando los melarios hasta la cama de cría y midiendo directamente la temperatura en

el disco de cría superior. Se monitoreo por los tres últimos meses este parámetro de manera aleatoria en horas de la mañana de 8 am – hasta las 12 pm, donde los valores de temperatura aumentaban de acuerdo al avance de las horas de la mañana.

La producción de miel se detérmino al noveno mes de haber realizado el trasiego, en plena floración. Su cosecha se realizó rompiendo los pots de miel con un cuchillo de acero inoxidable y haciendo que esta caíga por gravedad en un recipiente, para luego filtrarla mediante un filtro de acero inoxidable conjuntamente con la tela organza y almacenarla en un balde de 20 litros, teniendo en cuenta las pautas desarrolladas por (Loter, 2016)., al momento de explicar la forma sugerida para cosechar miel por gravedad y manteniendo la higiene durante todo el proceso de cosecha.



Figura 22. Pots de miel en los dos modelos de cajas.

Fase de gabinete:

Para evaluar la variable interviniente se realizó una clasificación de usos de suelo en un radio de 1 km desde el meliponario, a mano alzada (porque el área de estudio es pequeña) de acuerdo a las fotografías satelitales existentes en la plataforma del ArcMap 10.5.



Figura 23: Delimitación del área de vuelo para las abejas.

Análisis de datos

Previa verificación de homogeneidad de varianza de las variables, se calcularon los descriptivos estadísticos (media y desviación estándar) de los indicadores de la variable dependiente. Se realizó una prueba de T-Student para determinar la diferencia entre las cajas y las especies en la postura de huevos. La prueba de hipótesis se realizó mediante el análisis de varianza (ANAVA) con el fin de testear la hipótesis nula y la del investigador con el indicador producción de miel entre las especies y tipos de cajas. Todos los análisis fueron realizados en el software SPSS v.25.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Construcción de piquera

El tiempo empleado por las dos especies de abejas, instaladas en los dos modelos de cajas nos mostró una variación considerable entre ellos. Siendo su construcción más rápida en un modelo cuadrático que en un octagonal, esto es porque el respiradero inferior es más pequeño, permitiendo termoregularizar temporalmente la cama de cría y construir su piquera o entrada más rápido, a diferencia del modelo octagonal donde se tiene que sellar el respirador inferior y construir la piquera.

Tabla 3

Datos obtenidos en construcción de piquera.

N°	Melipona eburnea		Melipona sp	
	Octagonal	Cuadrático	Octagonal	Cuadrático
1	5	3	15	4
2	7	4	8	5
3	19	3	8	5
4	12	5	6	6
5	10	3	7	4
Promedio ± SD	10.60 ± 5.41	3.60 ± 0.89	8.80 ± 3.56	4.80 ± 0.84

3.1.2. Postura de huevos

La postura de huevos nos mostró una similitud en la primera medición, que fue cambiando en la segunda y en la tercera evaluación se observó una diferencia significativa en el diámetro y número de panales de cría. Teniendo mejores resultados en *Melipona eburnea* que en *Melipona sp*.

Tabla 4*Resultados en la primera medición (mes 5).*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	D	N°	D	N°	D	N°	D	N°
1	11.5	6	11.2	7	11.4	4	8	8
2	10	5	12.3	7	10	6	11	6
3	11.4	6	14	5	12.2	3	11	5
4	13.9	7	11	5	11.8	7	10.4	5
5	10.8	8	11.4	6	12	6	9.4	6
Promedio	11.52	6.4	11.98	6 ± 1	11.48	5.2	9.96	6
±	±	±	±		±	±	±	±
SD	1.46	1.14	1.23		0.88	1.64	1.28	1.22

Tabla 5*Resultados en la segunda medición (mes 7).*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	D	Nds°	D	Nds°	D	Nds°	D	Nds°
1	13	7	11.8	7	13.4	6	8.9	5
2	12.6	7	12.7	6	10.2	8	12.2	5
3	12	7	16	5	11.5	6	10.8	4
4	14.4	7	11.8	5	12.4	6	10.8	5
5	12.1	6	12.5	6	10.4	6	11.3	5
Promedio	12.82	6.8	12.96	5.8	11.58	6.4	10.8	4.8
±	±	±	±	±	±	±	±	±
SD	0.97	0.45	1.75	0.84	1.35	0.89	1.21	0.45

Tabla 6*Resultados en la tercera medición (mes 9).*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	D	Nds°	D	Nds°	D	Nds°	D	Nds°
1	16	7	12.5	6	13.3	6	7.4	5
2	14.2	7	14	6	10.5	6	13	6
3	13.5	6	16	6	11.4	5	12.5	5
4	15	7	13.4	5	11.5	6	11.5	4
5	14	7	15	5	12.8	6	11.1	6
Promedio	14.54	6.8	14.18	5.6	11.9	5.8	11.1	5.2
±	±	±	±	±	±	±	±	±
SD	0.98	0.45	1.36	0.55	1.13	0.45	2.20	0.84

Donde:

D: diámetro de panales de cría (cm/colmena).

Nds°: número de panales de cría por colmena.

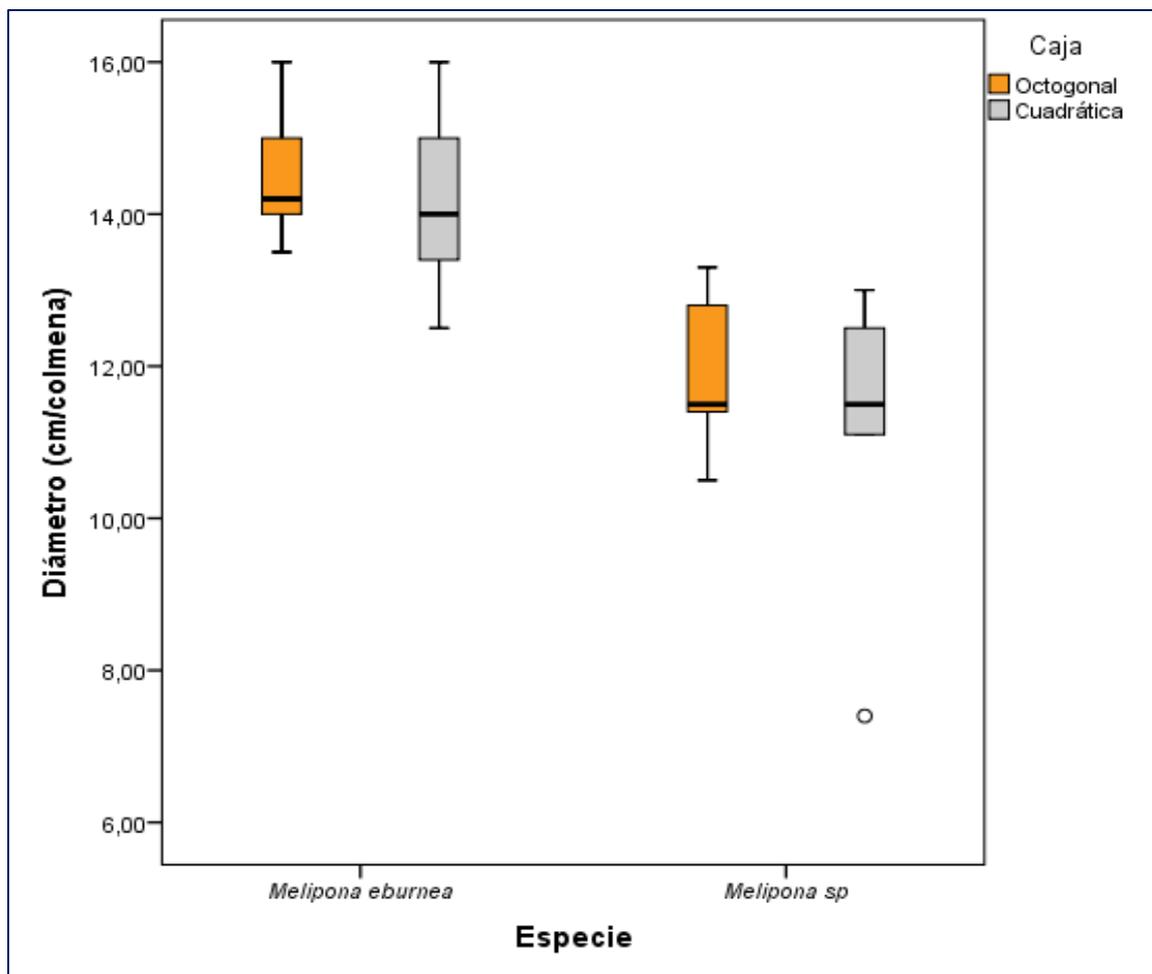


Figura 24. Diametro de panales de cría entre las dos especies.

Así mismo, se cuantificó el número de panales de cría por colmena, para *Melipona eburnea* en caja octagonal, presenta en promedio 6.8 discos/colmena \pm 0.45 y en caja cuadrada un promedio de 5.6 discos/colmena \pm 0.55, es decir, hubo una diferencia significativa entre el uso de las cajas para esta especie ($t = 3.794$; $gl = 8$; $p = 0.002$). Para *Melipona sp.* se registró que en caja octagonal, presenta en promedio un diámetro de panel de 5.8 cm/colmena \pm 0.45 y en caja cuadrada 5.2 cm/colmena \pm 0.84, es decir, no hubo diferencias entre el uso de las cajas para esta especie ($t = 1.414$; $gl = 8$; $p = 0.098$). Además, hubo diferencia del número de panales de cría por colmena entre las especies en cajas octagonales ($t = 3.536$; $gl = 8$; $p = 0.004$) pero no en cajas cuadradas ($t = 0.896$; $gl = 8$; $p = 0.199$).

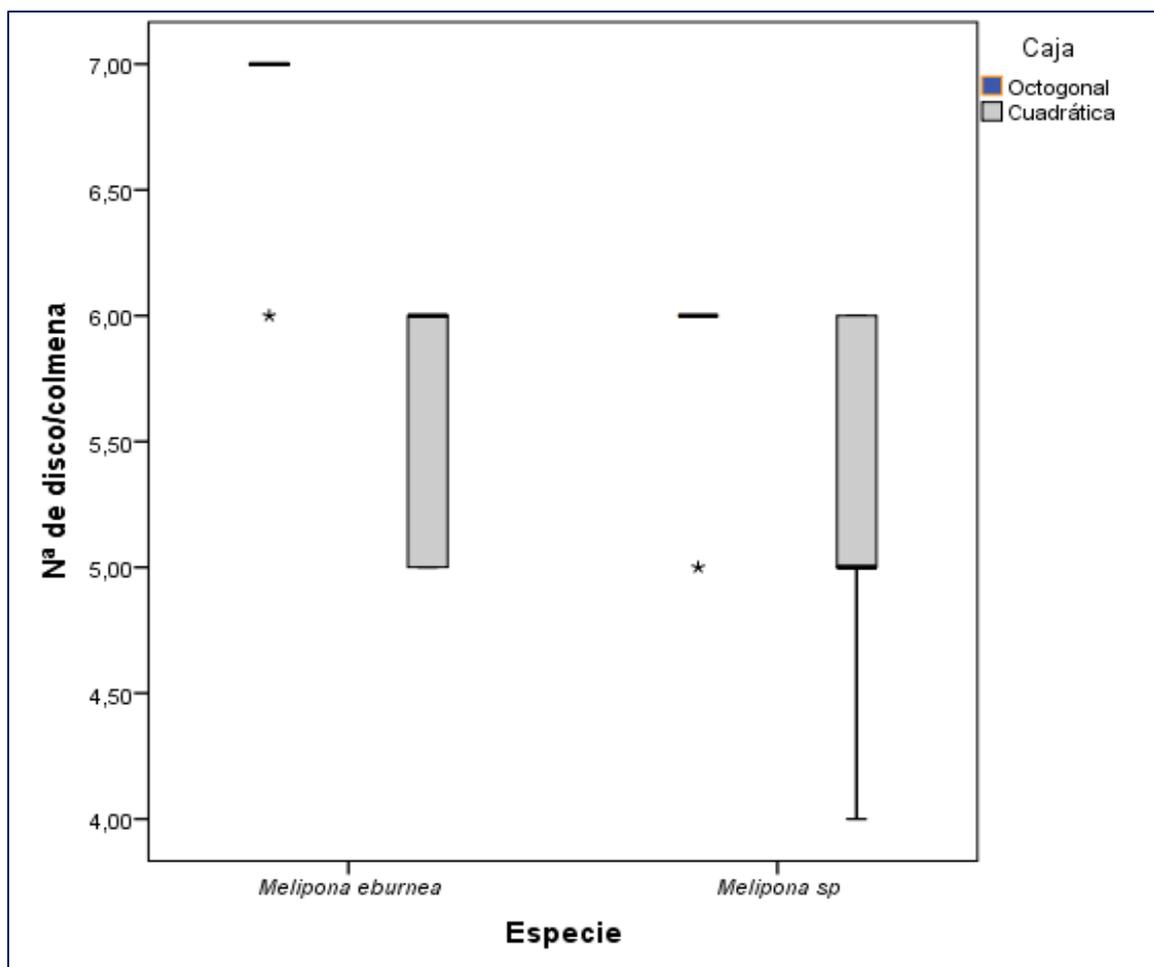


Figura 25. Número de panales de cría por colmena entre dos especies.

3.1.3. Número de abejas pecoreadoras por cinco minutos

Este parámetro fue evaluado al noveno mes de trasiego durante seis días consecutivos, mostrando una diferencia moderada entre especies y modelos de caja, tal como lo ilustra la tabla 13.

Tabla 7

Resultados del día uno.

Nº	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octogonal		Cuadrático		Octogonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
1	42	49	47	54	37	25	3	4
2	8	6	21	25	5	15	22	20
3	47	61	40	43	11	24	20	21
4	56	45	25	20	27	27	14	17
5	18	25	29	54	23	15	1	0

Tabla 8*Resultados del día dos.*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
1	53	43	16	22	32	35	6	3
2	11	14	17	39	6	11	13	7
3	53	35	36	39	7	3	8	20
4	34	40	16	15	9	11	9	12
5	16	22	37	38	23	18	1	3

Tabla 9*Resultados del día tres.*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
1	210	237	56	41	7	9	34	19
2	23	21	30	28	49	27	15	20
3	96	101	41	37	21	15	15	7
4	90	77	7	6	0	1	10	8
5	25	29	37	38	12	9	4	8

Tabla 10*Resultados del día cuatro.*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
1	65	54	43	40	18	18	6	3
2	28	25	19	24	24	21	32	37
3	53	62	33	38	17	22	28	16
4	86	94	27	4	15	20	36	41
5	23	24	39	40	24	19	7	6

Tabla 11*Resultados del día cinco.*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
1	50	58	37	36	20	26	10	0
2	20	29	7	19	32	26	7	8
3	27	41	54	37	7	9	8	7
4	64	68	50	49	11	13	14	17
5	33	44	65	41	11	7	3	5

Tabla 12*Resultados del día seis.*

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
1	63	69	114	100	37	40	1	3
2	35	54	20	24	40	54	85	78
3	41	59	130	132	83	91	67	71
4	68	61	51	65	7	19	77	96
5	109	92	117	122	84	121	22	29

Tabla 13*Promedios obtenidos.*

	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	E	S	E	S	E	S	E	S
Promedio	51.57	54.63	42.03	42.33	23.3	25.03	19.27	19.53
±	±	±	±	±	±	±	±	±
SD	39.56	41.84	30.23	29.3	20.26	24.88	21.78	23.65

Donde:

E: abejas que ingresan en la colmena.

S: abejas que salen de la colmena

A continuación, se muestran en promedio el flujo de entrada y salida para cada especie durante la semana de muestreo en cada tipo de caja.

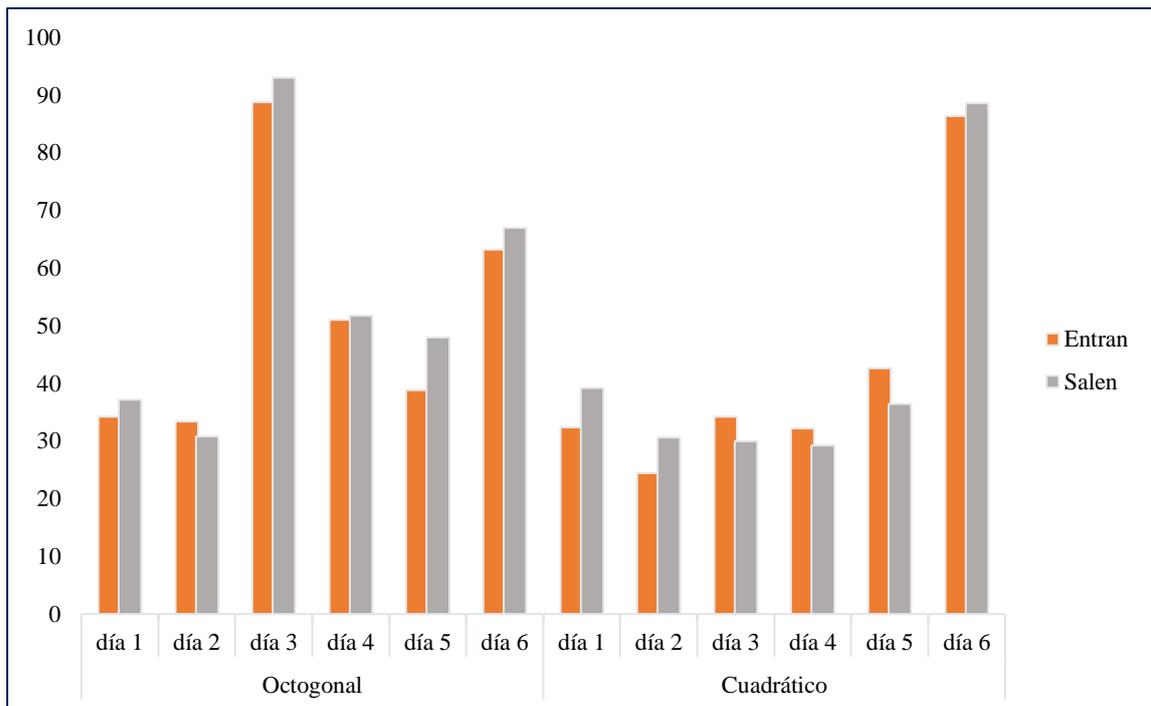


Figura 26. Flujo de entrada y salida de *Melipona eburnea* en los dos tipos de cajas.

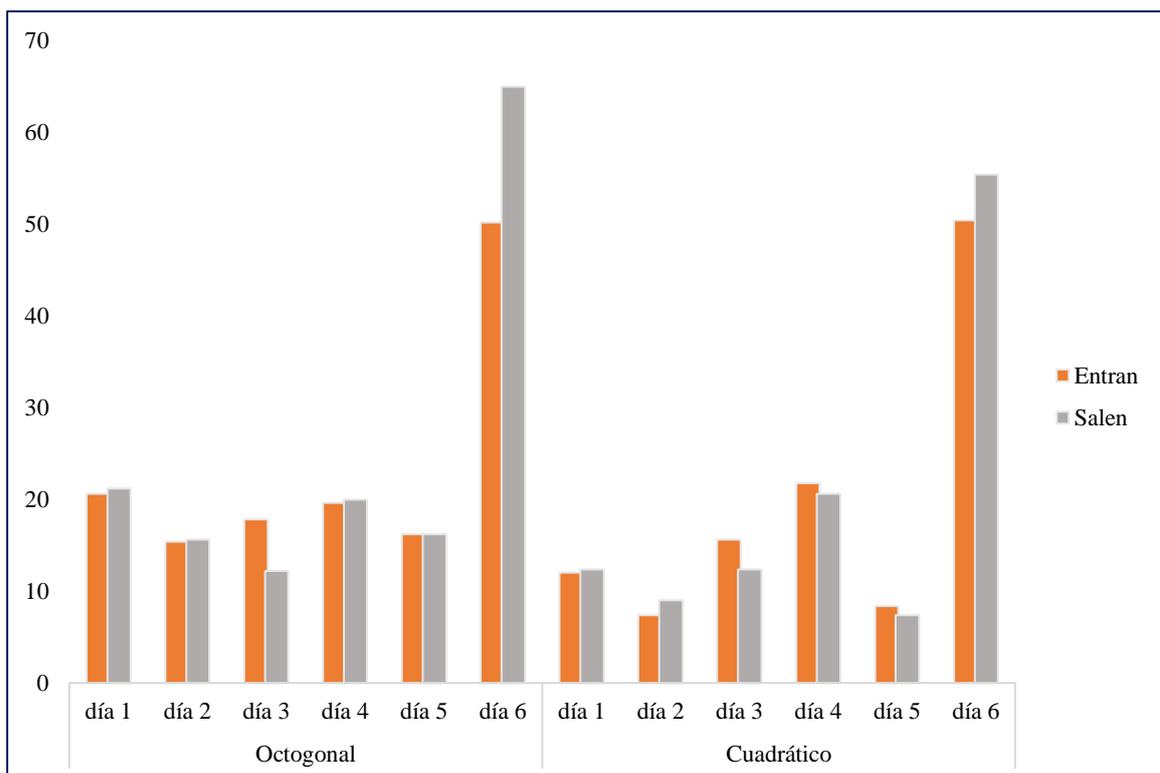


Figura 27. Flujo de entrada y salida de *Melipona*. sp. en los dos tipos de cajas.

3.1.4. Temperatura interna en la cama de cría (°C)

La temperatura dentro de la cama de cría evaluada en grados centígrados (°C), nos muestra una diferencia moderada; puntualizando que la toma de datos fue en horas de mañana (8:00 am – 12:00 pm).

Tabla 14

Resultados obtenidos en la temperatura interna.

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	M ₇	M ₉	M ₇	M ₉	M ₇	M ₉	M ₇	M ₉
1	31.6	30.2	31.5	31	28.6	30	30.6	30.2
2	31.2	32.3	32.4	32.4	30.2	30	30.3	30.5
3	31.4	31.9	33.9	34.5	31.9	32.4	31.1	30
4	31.3	30.8	31.4	31.2	31.3	31.8	30.5	30.9
5	30.8	30.5	31.6	31.6	30.9	32.1	30.2	32.2
Promedio ± SD	31.2 ± 0.64		32.15 ± 1.18		30.92 ± 1.20		30.65 ± 0.64	

Donde:

M₇: medición de temperatura en la cama de cría en el mes 7.

M₉: medición de temperatura en la cama de cría en el mes 9.

3.1.5. Producción de miel

Para determinar la producción de miel, se contaron las gavetas o melarios que estaban llenos de miel y el volumen de miel que contenían; no mostrando una diferencia entre los modelos de cajas para cada especie.

Tabla 15

Resultados en la producción de miel.

N°	Melipona eburnea				Melipona sp			
	Octagonal		Cuadrático		Octagonal		Cuadrático	
	G	V	G	V	G	V	G	V
1	2	2	1	1.2	1	0.75	0	0.5
2	2	1.75	2	1.6	1	0.75	2	1.25
3	2	1.8	2	1.9	2	1.5	2	1.4
4	2	1.3	2	1.4	1	0.85	1	0.6
5	1	1.5	1	1.25	2	1.3	1	0.9
Total	8.35		7.35		5.15		4.65	
Promedio ± SD	1.67 ± 0.27		1.47 ± 0.29		1.03 ± 0.35		0.93 ± 0.39	

Donde:

G: número de gavetas por colmena.

V: volumen de miel producida en litros.

Cuántique la producción de miel por colmena, *Melipona eburnea* produce en caja octagonal en promedio 1.67 ± 0.27 litros y en caja cuadrada 1.47 ± 0.29 litros ($t = 1.1305$; $gl = 8$; $p = 0.146$), y *Melipona sp.* produce en caja octagonal de $1.03 \text{ litros} \pm 0.35$ y en caja cuadrada de 0.93 ± 0.39 litros ($t = 0.426$; $gl = 8$; $p = 0.340$), es decir, no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de cajas para cada especie. Sin embargo, hubo diferencia de producción de miel entre las especies, en caja octagonales ($t = 3.328$; $gl = 8$; $p = 0.001$) y cajas cuadradas ($t = 2.483$; $gl = 8$; $p = 0.019$).

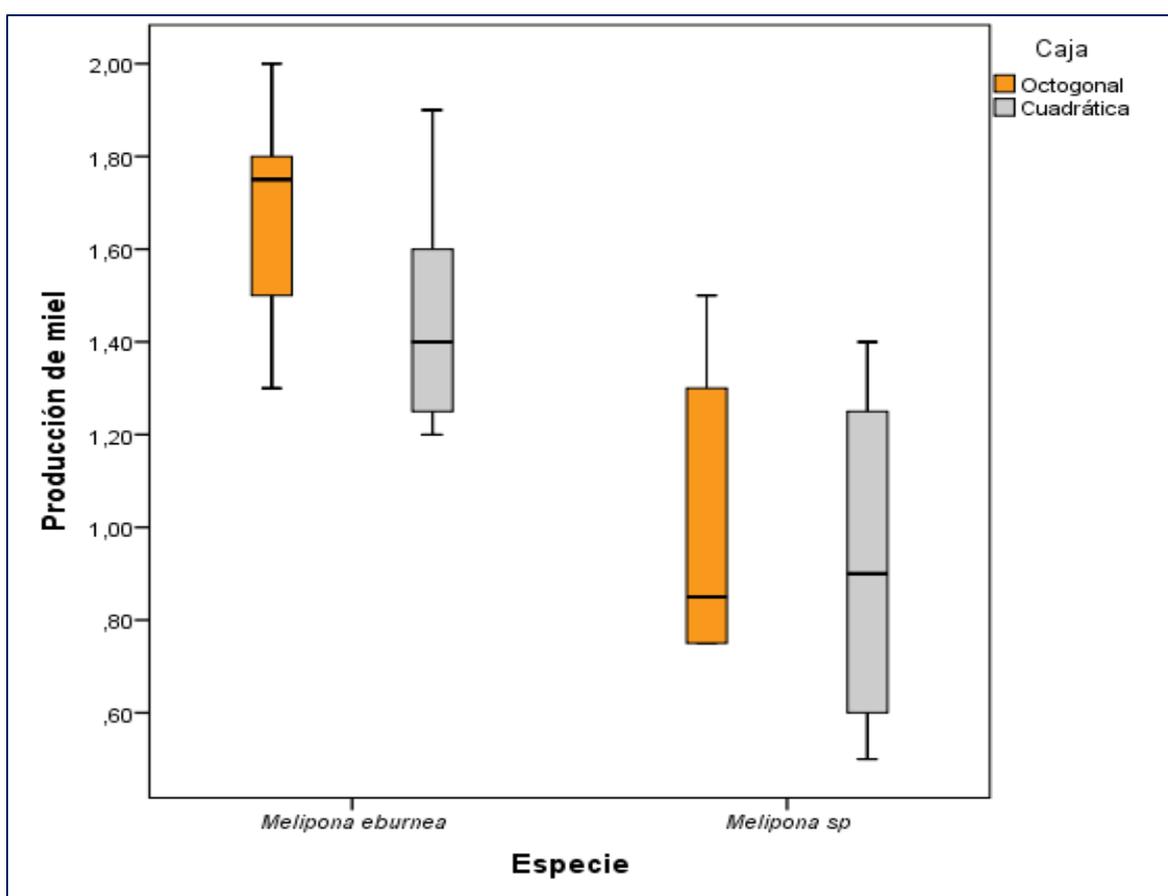


Figura 28. Comparación de la producción de miel entre las dos especies por tipo de caja.

3.1.6. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal clasificándola de acuerdo a su uso de suelo y tipo de bosque, en un área circular de 312.05 ha alrededor del meliponario, nos dio un resultado de:

Bosque primario: 4.92%

Cultivo permanente: 24.33%

Bosque secundario: 20.88%

Pastizal: 48.01%

Cultivo en limpio: 1.85%

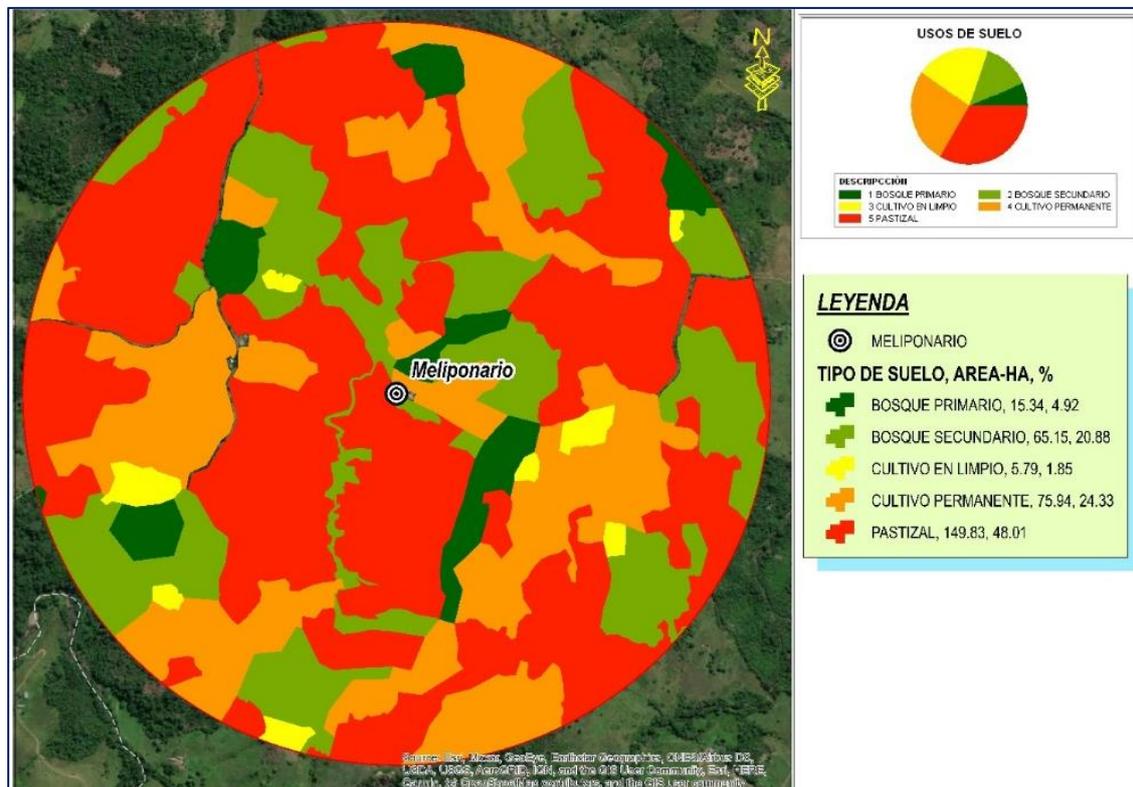


Figura 29. Mapa de clasificación en la cobertura vegetal.

3.1.7. Prueba de hipótesis

Teniendo en cuenta las hipótesis planteadas de esta investigación:

H₁: Existen diferencias relevantes entre los dos modelos de caja para la conservación de especies de abejas y producción de miel.

H₀: No existen diferencias relevantes entre los dos modelos de caja para la conservación de especies de abejas y producción de miel.

El análisis para la prueba de hipótesis se realizó en base al indicador de producción en miel, ya que los resultados de los demás indicadores se verán reflejados en este indicador; tanto para las especies, los tipos de cajas y la interacción entre ellas.

Tabla 16

Estadística inferencial para la interacción caja*especie.

Variable dependiente: Producción de miel					
Caja	Especie	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Octogonal	<i>Melipona eburnea</i>	1,670	0,147	1,359	1,981
	<i>Melipona sp</i>	1,030	0,147	0,719	1,341
Cuadrática	<i>Melipona eburnea</i>	1,470	0,147	1,159	1,781
	<i>Melipona sp</i>	0,930	0,147	0,619	1,241

Tabla 17

Análisis de varianza y prueba de efectos inter-sujetos de las especies.

Variable dependiente: Producción de miel					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,866 ^a	3	0,622	5,761	0,007
Especies	1,741	1	1,741	16,125	0,001
Caja	0,113	1	0,113	1,042	0,322
Especies * Caja	0,013	1	0,013	0,116	0,738
Error	1,727	16	0,108		
Total	36,105	20			

a. R al cuadrado = 0,519 (R al cuadrado ajustada = 0,429)

Tabla 18

Prueba post-hoc tipo Sidak para la comparación de las especies y las cajas.

Comparaciones por parejas						
Variable dependiente: Producción de miel						
(I) Caja	(J) Caja	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^a	95% de intervalo de confianza para diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
Octogonal	Cuadrática	0,150	0,147	0,322	-0,161	0,461
<i>Melipona eburnea</i>	<i>Melipona sp</i>	0,590*	0,147	0,001	0,279	0,901

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

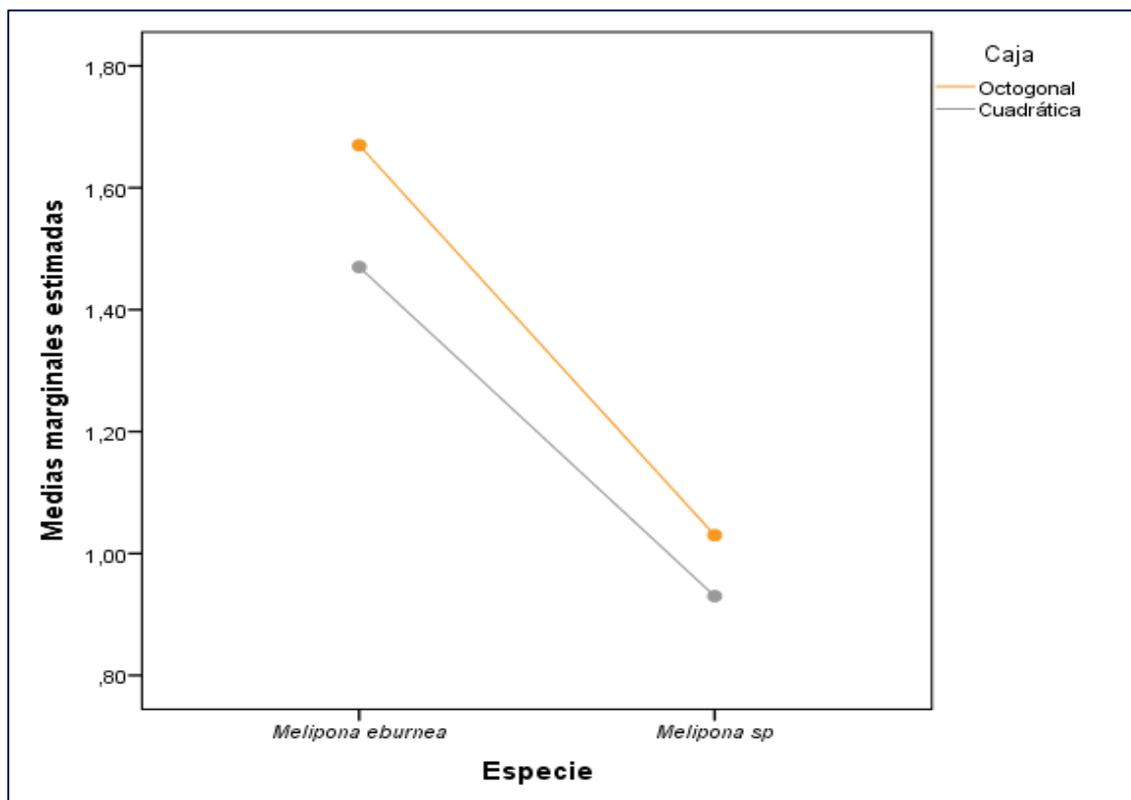


Figura 30. Comparación de las medidas marginales estimadas entre las dos especies, por cajas.

Basado en los resultados obtenidos en la prueba de análisis de varianza (ANAVA) y la prueba inter sujetos, el modelo presenta una explicación de 51.9 %, **aceptando la hipótesis nula** ($F = 0.116$, $gl = 1$, $p = 0.738$), es decir, no hubo preferencia en el uso del tipo de caja entre las especies para la producción de miel, esto puede deberse a distintos factores no abordados en el presente estudio, tales como: historia natural de cada especie, estacionalidad de las plantas, tamaño poblacional de cada especie y tamaño de los individuos, distancia de recorrido entre las diferentes coberturas vegetales, entre otros factores, además de la comparación con otras especies del mismo tamaño.

3.2. Discusiones

La crianza de abejas, tales como las meliponas, trae beneficios económicos y mejores condiciones de vida para los criadores (Nates y Rosso, 2016). En las zonas rurales existe un interés en criar este tipo de abejas nativas, pero muchas veces los pobladores desconocen los métodos de crianza y recolecta de colmenas (Marroquin, 2012). Por ese motivo, diversos modelos de colmenas artesanales han sido creados para facilitar la crianza, manejo

y preservación de las colonias de abejas. Estas colmenas deben poseer espacio y condiciones para la buena producción de miel.

Según (Sánchez, 2015) el modelo de colmena cuadrática recomendando para *Melipona eburnea*, es una caja grande de 43x24x10 cm y un espesor de 2.5 cm (con dos compartimientos: una cama de cría y un melario), contrastando al diseño cuadrático propuesto en esta investigación. Sin embargo, *Melipona eburnea* fue registrado con mayor frecuencia en el modelo octagonal (patentado por el autor de esta tesis, con resolución N° 000342-2021/DIN-INDECOPI, **ver anexo 04**). Estas cajas proveen una mejor higiene en la producción de miel a diferencia de sitios naturales, en donde existe mayor cantidad de aerobios mesófilos procedentes de colonias extraídas en troncos naturales que en colonias racionales (Rodríguez, 2014), es decir, la higiene presente en cajas racionales permite una mayor inocuidad en la extracción de miel. Esta observación fue corroborada en el presente estudio y también el contenido de humedad, ya que al momento de la cosecha la miel, esta caía por gravedad sin ninguna dificultad y sin fermentación posterior.

En cuanto a la temperatura interna en la cama cría, nuestros resultados no mostraron diferencias en el uso del tipo de caja en ambas especies. Las dimensiones de las cajas deben proveer temperatura y humedad óptimas, con el fin de evitar la aparición de hongos que afecten las características fisicoquímicas de la miel (Rodríguez, 2014). En ese sentido, es necesario considerar esta variable para otras especies, en un experimento con mayor repetición a diferentes temperaturas (según el tamaño de las cajas), enfocadas en explicar la presencia de estrategias reproductivas que permitan la supervivencia y la presencia de machos para fecundar nuevas reinas, además de su influencia en la calidad y cantidad miel producida (Lage et al 2012).

Por otro lado, según la historia natural de cada especie, existe mayor flujo de abejas en horas de la mañana que en horas de la tarde entre las (6-7 am y 1-2 pm) (Sajami, 2014). Basado en nuestros resultados, lo recomendable es muestrear en horas intermedias (9-3 pm), porque el néctar de las flores fue recolectado en horas de la mañana y en el atardecer entre (5-9 am y 4-6 pm) respectivamente.

En cuanto a la producción de miel, la forma de las cajas no influyó en la cantidad de miel producida en cada especie, esta actividad puede ser explicada por diversos factores no abordados en el presente estudio, tales como el néctar de flores específicas, tamaño de la colmena y la diferencia intraespecífica en tamaño. Por ejemplo, (Ramos, 2014) mostró

diferencias en la producción en miel entre especies de *Meliponinos* y *Apis mellifera mellifera* (abeja africana) reportando una producción de 30 kg/colmena comparando a los 1.67 - 0.93 litros/colmena que se registro en el presente estudio, esta diferencia fue debido a que la abeja africana presenta un gran número de individuos por colmenas (80 mil a 100 mil por colmena) y recolectan néctar de diversas flores, mientras que, los meliponinos no superan los 5 mil individuos por colmena y solo recolectan néctar de un grupo específico de flores.

Asimismo, según (Ascencio, 2014) la producción de miel en *Melipona eburnea* es de 1.7 litros, similar al promedio registrado en esta investigación (entre 1.47 litros y 1.67 litros, en caja cuadrática y octagonal respectivamente). Cabe recalcar, que los datos de (Ascencio Tuso, 2014) fueron recolectados mediante encuestas y no con un muestreo de colmenas, como lo reportado en el presente estudio.

Es necesario tener en cuenta que muchas especies son recolectoras de néctar y viajan varios kilómetros dependiendo la densidad alimentaria estacional y del gasto energético de la especie (Dornhaus et al 2006), surgiendo la hipótesis de que la fragmentación del paisaje en el área de estudio (según la cobertura vegetal, ver figura 29) podría estar influyendo en la dificultad de encontrar recursos florales para la producción de miel en *Melipona eburnea* y *Melipona* sp.

A todo esto, la crianza rústica es una costumbre ancestral de las comunidades nativas y campesinas de nuestra selva. La producción de miel tiene un uso medicinal, la cual es vista como una oportunidad de comercialización a futuro, y esto se lograría con un producto de calidad, extraído de buenas prácticas higiénicas y difusión de sus propiedades (Chavéz, 2017), ya que no existen parámetros de calidad y legislación que permita su comercialización. Es por eso que los comuneros sugieren una mejor organización, crear asociaciones y buscar capacitación permanente, con el fin de conservar áreas boscosas para la preservación de flores cercanas, obteniendo, nuevas y mejores fuentes de ingresos mediante el valor agregado de sus productos.

CONCLUSIONES

De los dos modelos de cajas evaluados en conservación de especie y producción de miel con las especies *Melipona ebúrnea* y *Melipona sp.*, empíricamente se notó una diferencia moderada en los promedios obtenidos en cada parámetro evaluado: postura de huevos, número de abejas pecoreadoras por cinco minutos, temperatura interna de la cama de cría y producción de miel; pero al testear con el análisis estadístico con un modelo de explicación del 51.90 % resultó que los datos no presentaban diferencias significativas. Revelando que los datos obtenidos en la presente investigación no son suficientes para decidir si el modelo octagonal es mejor que el modelo cuadrático convencional, falta investigar aún más en este tema, evaluando variables como: distintas especies de abejas de meliponinos, tamaño de las abejas y el diámetro de la cama de cría, zonas de vida, población de una colmena, escenarios con porcentajes distintos o similares en cobertura vegetal y trashumancia.

Se determinaron las especificaciones técnicas para la construcción de una colmena cuadrática y octagonal, para su construcción es mejor una madera que presente mayor durabilidad ante la humedad, que no sea blanco de ataque de las termitas y que no emita aromas (cedro, moenas), en esta tesis, las cajas se trabajaron con 3 cm de espesor en madera de *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo) y de *Hyeronima alchorneoides* (piñaquiro). (**ver anexos N° 02 y 03**).

Se logró cuantificar los criterios propuestos de conservación en colmena, siendo estos: sellado y creación de piquera donde tuvimos un promedio de, *Melipona ebúrnea* en caja octagonal 10.60, en caja cuadrática 3.60; para *Melipona sp* en caja octagonal 8.80, en caja cuadrática 4.80. En postura de huevos se obtuvo un promedio de, *Melipona ebúrnea*, en caja octagonal un diámetro de 14.54 y 6.8 nidos de cría, en caja cuadrática un diámetro de 14.18 y 5.6 nidos de cría; en *Melipona sp*, en caja octagonal un diámetro de 11.90 y 5.8 nidos de cría, en caja cuadrática un diámetro de 11.10 y 5.2 discos de cría. En el número de abejas pecoreadoras se obtuvo un promedio de abejas, *Melipona ebúrnea* en caja octagonal entraban 51.57 y salían 54.63, en caja cuadrática entraban 42.03 y salían 42.33; *Melipona sp*. en caja octagonal entraban 23.30 y salían 25.03, en caja cuadrática entraban 19.27 y salían 19.53. En temperatura interna de la cama de cría se obtuvo un promedio de,

Melipona ebúrnea en caja octagonal 31.20 °C, en caja cuadrática 32.15 °C; *Melipona sp.* en caja octagonal 30.92 °C, en caja cuadrática 30.65 °C. Existiendo mejores resultados en ambas especies *Meliponas ebúrnea* y *Melipona sp.* puestas dentro de una caja octagonal, que las colmenas de abejas puestas dentro de una caja cuadrática.

Se logro cuantificar la producción de miel en las colmenas estudiadas obteniendo un promedio de, *Melipona ebúrnea* en caja octagonal 1.67 litros, en caja cuadrática 1.47 litros; para *Melipona sp.* en caja octagonal 1.03 litros, en caja cuadrática 0.93 litros. Obteniendo una diferencia moderada entre estos datos, los mismos que al realizar una prueba de varianza resultaron para *Melipona ebúrnea* ($t = 1.1305$; $gl = 8$; $p = 0.146$), y para *Melipona sp.* ($t = 0.426$; $gl = 8$; $p = 0.340$) en los cuales no hay diferencias significativas entre los dos tipos de cajas para cada especie; por lo que podemos concluir que falta realizar más estudios en meliponicultura.

RECOMENDACIONES

El poblador rural, debe cuidar y conservar las colmenas de abejas meliponas que encuentren en sus predios, reforestando con árboles maderables endémicos del lugar para tener más fuentes de néctar y polen.

Al meliponicultor, debe estar en constante actualización con la información producida en la crianza de estas abejas y trabajar asociadamente con: otros colegas meliponicultores, municipalidades provinciales, distritales y población civil en general, para incentivar y desarrollar una meliponicultura tecnificada. También a tener en cuenta que económicamente por si sola la producción de miel no es viable, por su baja producción de miel y por la falta de una estandarización en parámetros de calidad para su comercialización. Por lo que su crianza debe ser enfocada en la creación de turismo comunitario, polinización de cultivos al aire libre e invernaderos y, producción de miel para consumo familiar dada la facilidad de manejo.

A profesionales, estudiantes e investigadores interesados en el área de conocimiento, a tener en cuenta para futuros trabajos de tesis o investigación con abejas: las estaciones de año, la cobertura vegetal, épocas de floración en la vegetación, zonas de vida, los hábitos de la especie(s) a estudiar y el tiempo de muestreo que se evaluará; todo esto influiría en trabajos mas firmes y deducciones de otras hipótesis surgidas durante la realización de este trabajo.

Incentivar a los estudiantes de la Facultad de Ecología UNSM, a desarrollar conocimientos y experiencia en todas las áreas de la crianza de abejas: apicultura y meliponicultura como parte de su formación profesional, ya que en esto se adquieren nuevos conocimientos ligados a su biología y crianza de las abejas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ RÁZURI, Ángel. 2017.** *Manual de buenas prácticas apícolas.* Lima : Ymagino Publicidad S.A.C., ISBN 2016-17951.
- ASCENCIO TUSO, Doris Jannet. 2014.** *Evaluación de los Cambios Pre y Postcosecha de la Miel de Especies sin Aguijón.* Bogota : Universidad Nacional de Colombia.
- CAUICH KUMUL, Roger., RUIZ RUIZ, Jorge Carlos, ORTÍZ VÁZQUEZ, Elizabeth, & SEGURA CAMPOS, Maira Rubi. 2015.** *Potencial antioxidante de la miel de Melipona beecheii y su relación con la salud.* Yucatán : Universidad Autonoma de Yucatán, 2015. ISSN 0212-1611.
- CHAVÉZ CARBAJAL, Jorge Fernando. 2017.** *Estudio Socioeconomico de Cuatro Comunidades Ubicadas en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, en la Crianza de Abejas Nativas - Rio Nanay - San Juan Loreto - Perú - 2016.* Iquitos : UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.
- DORNHAUS, A., KLÜGL F., OECHSLEIN C., PUPPE F., CHITTKA L. 2006.** *Benefits of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual based model.* Behavioral Ecology, págs. 17, 336-344.
- FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN. 2013.** *Analisis de Varianza.* Mexico : Universidad Nacional Autonoma de Mexico. PE: 302709.
- FREITAS DE OLIVEIRA, Favízia; TRAUMAN RICHERS, Bárbara Tadzia; RODRIGUES DA SILVA, Jacson; CUNHA FARIAS, Rinéias; ALVES DE LIMA MATOS, Tércio. 2013.** *Guia Ilustrado das abelhas "Sem-Ferrão" das reservas Amaná e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini).* Brasilia: Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovacao - MCTI. ISBN: 978-85-88758-27-8.
- GARCIA MORENO, Raquel Zepeda y PERRONI VENTURA, Yareni. 2016.** *Meliponicultura para la Conservación, criar para preservar, aprender para criar.* [ed.] El Jarocho Cuántico. Mexico: El Jarocho Cuántico. pág. 4. Vol. 6.
- GENARI, Gerardo Pablo. 2019.** *Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón.* Tucumán : INTA. ISBN: 978-987-521-974-8.

- GONZÁLES ACERETO, Jorje. 2013.** La Meliponicultura en el Mexico Antiguo y Moderno, Riqueza Cultural de Mesoamerica. [aut. libro] Ingrid Aguilar M. *VIII Congreso Mesoamericano de Abejas Nativas*. San Jose: Resolucion estudio S.A.
- LAGE, L. G.; COELHO, L. L.; RESENDE, H. C.; TAVARES, M. G.; CAMPOS, L. A.; FERNANDES SALOMAO, T. M. 2012.** *Honey physicochemical properties of three species of the brazilian Melipona*. Anais de Academia Brasileira de Ciencias, págs. 84, 605-608.
- INPA. 2015.** *Manual de abejas nativas sin aguijón*. [trad.] Karol Josep Pérez Alvarado. Tarapoto : s.n.
- LÓPEZ, Pedro Luis. 2004.** *Población muestra y muestreo*. Cochabamba : Creative Commons, 2004. ISSN: 1815-0276.
- LOTERO, Germán. 2016.** *Captura de colmenas de abejas sin aguijón*. Camino Al Agro.
- LOTERO, Germán. 2016.** *Como producir miel de abejas "MELIPONICULTURA"*. Camino al Agro.
- LOTERO, German. 2016.** *Crianza de abejas sin agujon*. Camino al Agro.
- MARROQUIN NAVARRO, Tatiana Aracely. 2012.** *Características biológicas de las abejas sin aguijón de las provincias de Chanchamayo y Satipo de la región – Junín*. Junin : Universidad Nacional del Centro del Perú.
- NATES PARRA, Guiomar y ROSSO LONDOÑO, Juan Manuel. 2016.** Estado del Conocimiento Sobre Polinizadores Abejas y Polinización en Colombia. [aut. libro] Universidad Nacional de Colombia. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores*. Bogotá : Guiomar Nates Parra, págs. 101-126.
- RAMOS CHÁVARRI, Máximo David. 2014.** *La Apicultura en la Cuenca del Alto Mayo en el Contexto de Cambio Climático*. Moyobamba : Corporación globalmark.
- RASMUSSEN, Claus y DELGADO, Cesar. 2019.** *Abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en Loreto, Perú*. Iquitos : MHN-UNMSM; IIAP, 2019.
- RAQUEL ZEPEDA, Noemi Arnold, ALDASORO MAYA, Mirian y VÁSQUEZ DÁVILA, Marco. 2018.** *Las Abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, Mexico*.

Mexico : Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,
ISBN 978-607-8429-53-0.

RODRÍGUEZ SUAZO, Gabriela Elisa. 2014. *Caracterización física, química y microbiológica de la miel de Melipona beecheii*. Zamorano : Escuela Agrícola Panamericana.

SAJAMI RODRÍGUEZ, Osman. 2014. *Identificación y descripción de abejas nativas amazónicas con mención al hábitat ecológico en la cuenca del río Nanay*. San Juan-Loreto. Iquitos : Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

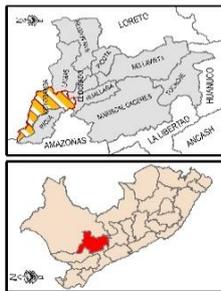
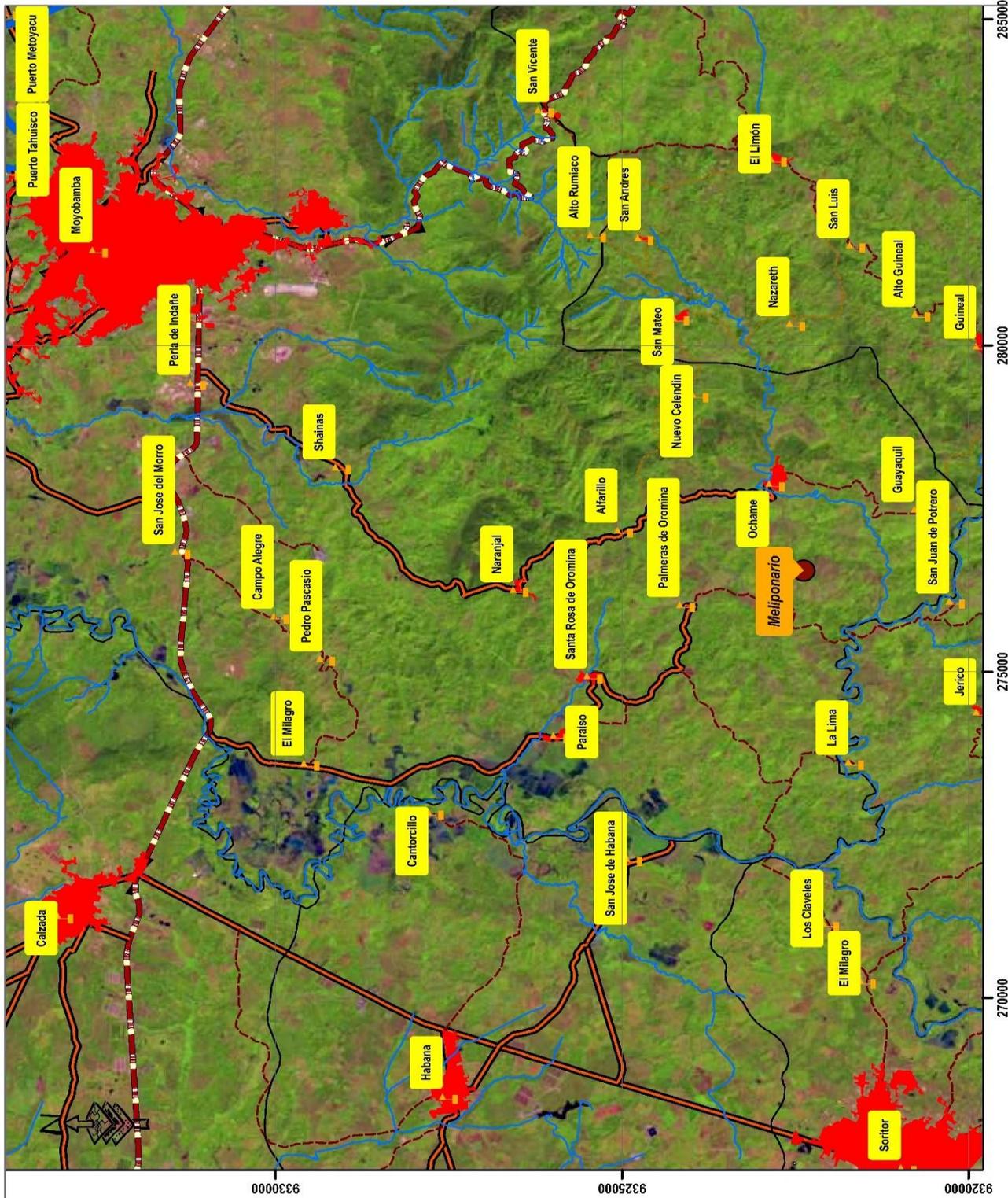
SÁNCHEZ SANDOVAL, Evelyn Yuliana . 2015. *Estudio de Polinizadores en la Subcuenca del Alto Mayo, Región San Martín*. Moyobamba : Departamento de Entomología, Museo de Historia Natural.

VARGAS CANO, E. 2015. *Medición de la potencia de pruebas de comparación múltiple de medidas paara experimentos desbalanceados en el uso de simulación de muestras*.

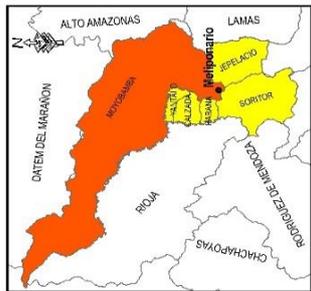
VÁSQUEZ DÁVILA, Marco Antonio. 2013. Conocimiento y manejo de Melipona beecheii Bennet (Meliponini, Apidae) entre los chontales de. [aut. libro] Ingrid Aguilar M. *VIII Congreso Mesoamericano de abejas nativas*. San Jose : Resolucion estudio S.A.

ANEXOS

Anexo N° 01: MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS



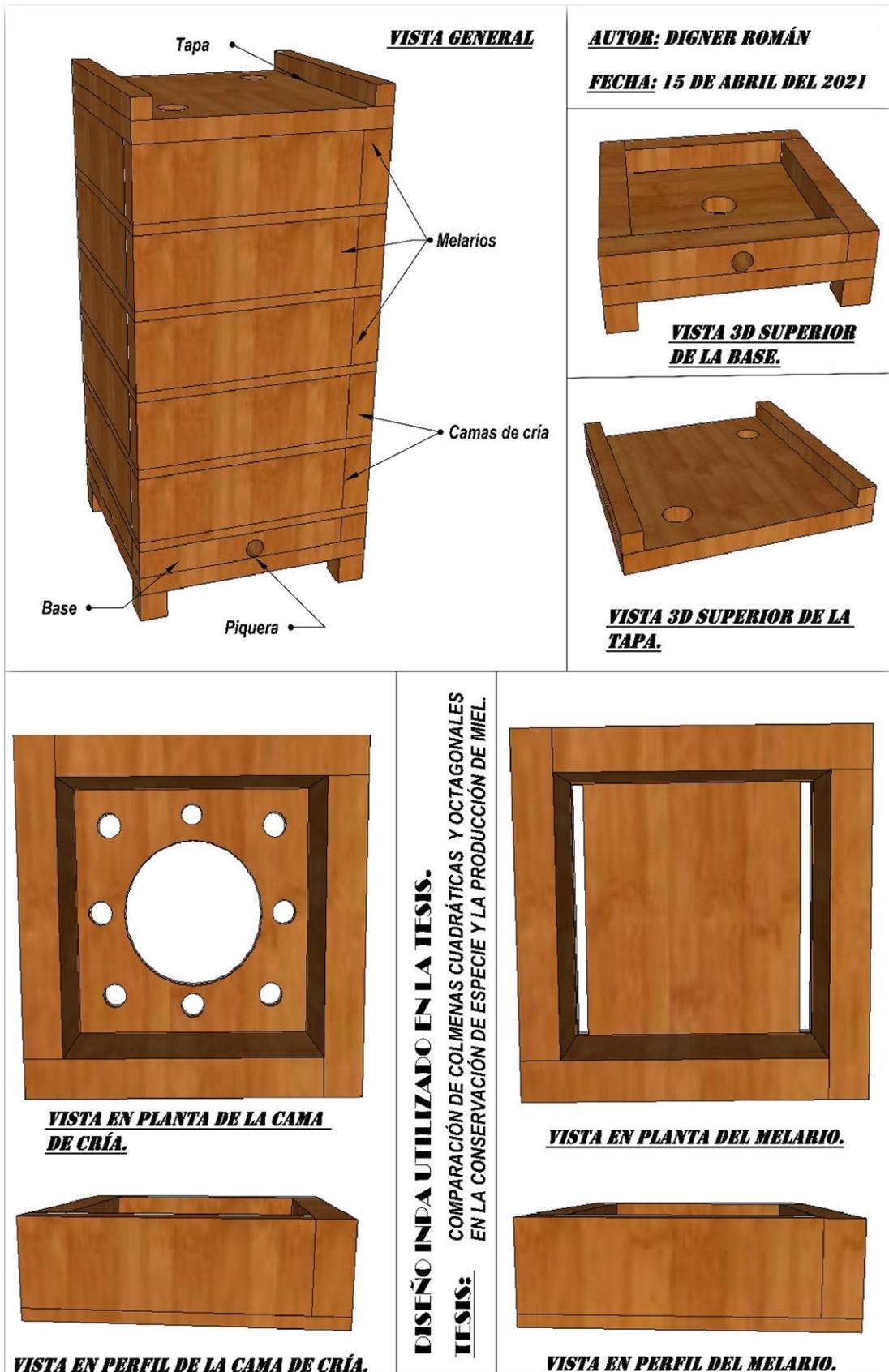
MAPA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL Y PROVINCIAL



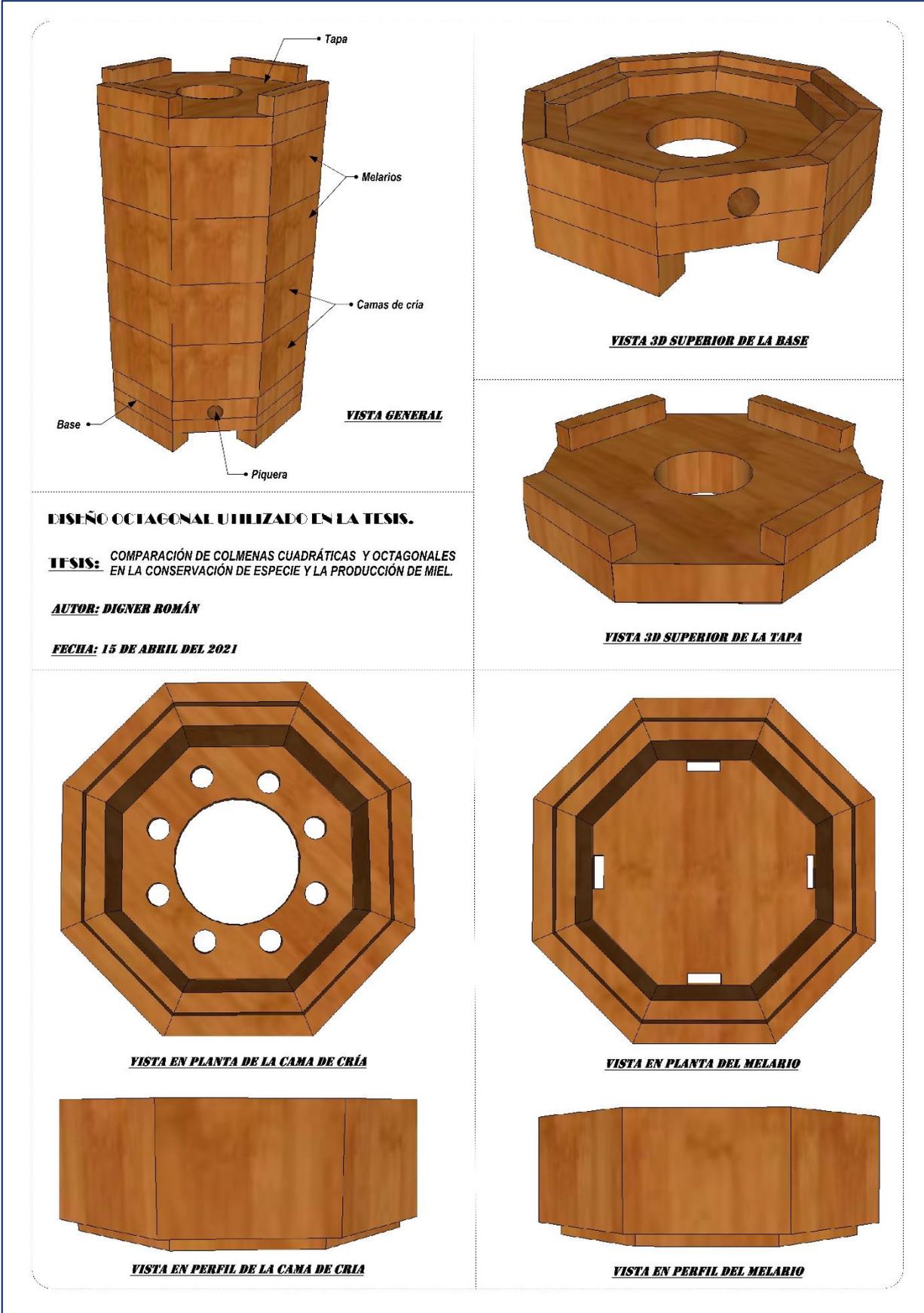
MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS	
UBICACIÓN:	DATOS TÉCNICOS:
PAIS: PERU	PROYECCIÓN: TRANSVERSAL DE MERCATOR
DEPARTAMENTO: SAN MARTIN	DATUM: WGS 1984
PROVINCIA Y DISTRITO: MOYOBAMBA	ZONA: 18S
CASERO: Las Palmeras de Oromina	HEMISFERIO: SUR
COORDENADAS: X: 276302 Y: 932379	ESCALA: 1:75,000
NOMBRE DEL PROYECTO: "Eficiencia de dos modelos de cajas en la conservación de espere y la producción de miel"	

Anexo 2. Caja cuadrática modelo INPA



Anexo 3: Caja Octagonal.



Anexo 4: Resolución N°342-2021/DIN-INDECOPI, de la concesión para la patente de utilidad



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

DIRECCIÓN DE INVENCIONES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

EXPEDIENTE N° 002147-2019/DIN

RESOLUCIÓN N° 000342-2021/DIN-INDECOPI

Lima, 10 de marzo de 2021

Patente de modelo de utilidad: Concedida

Mediante expediente N° 002147-2019/DIN, iniciado el 29 de octubre de 2019, Digner ROMÁN ROMÁN de Perú, solicita patente de modelo de utilidad para "CAJA OCTAGONAL PARA LA CRIANZA DE ABEJAS MELIPONAS", C.I.P.8 A01K 47/02; A01K 47/04, cuyo inventor es el mismo solicitante.

1. EXAMEN DE PATENTABILIDAD

El modelo de utilidad solicitado reúne los requisitos establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina que aprueba el Régimen Común sobre Propiedad Industrial, conforme aparece en el examen de patentabilidad que corre de fojas 25 a 27 del expediente.

La presente Resolución se emite en aplicación de la norma legal antes mencionada y en uso de las facultades conferidas por los artículos 37 y 40 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordado con el artículo 4 del Decreto Legislativo 1075 que aprueba las disposiciones complementarias a la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

2. RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN DE INVENCIONES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

OTORGAR patente de modelo de utilidad para "CAJA OCTAGONAL PARA LA CRIANZA DE ABEJAS MELIPONAS", C.I.P.8 A01K 47/02; A01K 47/04, a favor de Digner ROMÁN ROMÁN de Perú, por un plazo de diez (10) años, contados desde el 29 de octubre de 2019, fecha de presentación de la solicitud, aprobándose las 5 reivindicaciones que corren a foja 07 del expediente.

Regístrese y Comuníquese



Firma Digital

Firmado digitalmente por CASTRO
CALDERÓN Manuel Javier FAU
20133840533 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10.03.2021 21:17:09 -05:00

MANUEL CASTRO CALDERÓN
Director de Inventiones y
Nuevas Tecnologías
INDECOPI



INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú Telf: 224 7800 / Fax: 224 0348
E-mail: postmaster@indecopi.gob.pe / Web: www.indecopi.gob.pe

Anexo 5: Caja hexagonal diseñada y construida por meliponicultores regionales

