

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS INTERNOS Y EXTERNOS DE LAS
COLONIAS DE ABEJAS *Apis mellifera* AFRICANIZADA COMO POSIBLES
INDICADORES DE BIENESTAR EN EL APIARIO DE LA UNIVERSIDAD
ANTONIO NARIÑO SEDE USME.**



Edgar Eduardo Dimate Moreno

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede (Bogotá), Colombia

2023

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS INTERNOS Y EXTERNOS DE LAS
COLONIAS DE ABEJAS *Apis mellifera* AFRICANIZADA COMO POSIBLES
INDICADORES DE BIENESTAR EN EL APIARIO DE LA UNIVERSIDAD
ANTONIO NARIÑO SEDE USME.**



Edgar Eduardo Dimate Moreno

11972124782

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de;

Maestría en Bienestar Animal

Director

Dra. Dolly Patricia Pardo Mora, Medica Veterinaria, PhD

Codirector

Jaime Fabián Cruz Uribe, Zootecnista MSc

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede (Bogotá), Colombia

2023

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS INTERNOS Y EXTERNOS DE LAS
COLONIAS DE ABEJAS *Apis mellifera* AFRICANIZADA COMO POSIBLES
INDICADORES DE BIENESTAR EN EL APIARIO DE LA UNIVERSIDAD
ANTONIO NARIÑO SEDE USME.**

Edgar Eduardo Dimate Moreno

TRABAJO DE GRADO APROBADO

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede (Bogotá), Colombia

2023

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a una especie cuyo papel dentro del ecosistema es de vital importancia para la sobrevivencia de la especie humana y para la vida misma de otros ecosistemas dentro de la naturaleza. Poder lograr el entendimiento del bienestar animal en la especie por medio de su vida natural y salud nos permitirá mejorar su calidad de vida y desarrollo en la especie.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y el universo que me permitieron seguir mis estudios con salud, perseverancia y motivación de salir adelante.

A la Universidad Antonio Nariño por permitirme su espacio para desarrollar esta investigación en el área de apicultura asignada en la finca de Usme de la facultad de medicina veterinaria.

A mi familia por el apoyo incondicional en mi desarrollo como profesional

A mi madre por la paciencia y el apoyo para salir adelante con mis estudios y crecer mi perfil profesional

A la doctora Dolly Patricia por su paciencia, apoyo, asesoría en el desarrollo de este trabajo y por involucrarme en el maravilloso mundo de las abejas y entender a importancia de ellas.

Al doctor Jaime Fabian por su dedicación y tiempo a explicarme el manejo estadístico de los datos recopilados en esta investigación.

A la doctora Melissa Ramírez una amiga que siempre estuvo allí para motivarme a seguir adelante y superarme siempre a no rendirme y tener fe hasta último momento para que las cosas se dieran.

A todos y cada una de las personas amigos y amigas que siempre estuvieron pendiente de mi durante mi desarrollo en esta maestría y su apoyo incondicional para salir adelante y continuar mis estudios.

RESUMEN

Las abejas son criaturas fascinantes que juegan un papel fundamental en la polinización de cultivos y plantas en todo el mundo. Sin embargo, en los últimos años, ha habido una creciente preocupación sobre el bienestar animal de las abejas debido a una serie de factores, como el cambio climático, la contaminación, las prácticas agrícolas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar parámetros internos y externos de las colonias de abejas *Apis mellifera* africanizada en el apiario de la Universidad Antonio Nariño sede Usme, parámetros relacionados con la salud y la nutrición en las colmenas. Además de determinar la asociación entre la infestación de varroa y edad de la reina en la colmena, comparar la variación de los parámetros internos y externos en las colmenas tales como temperatura y humedad, evaluar la asociación de los parámetros como humedad y temperatura interna relacionados con la ubicación de las colmenas. Para realizar este estudio se planteó un estudio estadístico de tipo descriptivo y prueba ETA. Para tal fin se seleccionaron 24 colmenas, 14 de ellas estuvieron ubicadas en una zona de bosque y 10 ubicadas en campo abierto, al evaluar los porcentajes de infestación de varroa, se encontró que hay una asociación entre la edad de la reina y el porcentaje de infestación de la varroa en las colmenas, no se encontró una asociación entre la ubicación y el porcentaje de infestación por varroa. No se encontró una asociación entre la ubicación y la temperatura interna de las colmenas ubicadas en espacio abierto y bosque, al igual que en el caso de la temperatura, no se detectó que la humedad externa más baja o alta coincidiera con la misma tendencia al interior de las colmenas.

Palabras clave: Bienestar animal, *Apis mellifera*, Colmena, Apiario, salud, polinización, Parámetros.

ABSTRACT

Bees are fascinating creatures that play a critical role in pollinating crops and plants around the world. However, in recent years, there has been increasing concern about the animal welfare of bees due to a number of factors, such as climate change, pollution, agricultural practices. The objective of this work was to characterize internal and external parameters of the colonies of Africanized *Apis mellifera* bees in the apiary of the Antonio Nariño University, Usme headquarters, in which parameters related to health and nutrition in the hives were identified, to determine the association between varroa infestation and age of the queen in the hive, compare the variation of internal and external parameters in the hives such as temperature and humidity, evaluate the association of parameters such as humidity and internal temperature related to the location of the hives . To carry out this study, a descriptive statistical study and ETA test were proposed. For this purpose, 24 hives were selected, 14 of them were located in a forest area and 10 located in the open field, when evaluating the percentages of varroa infestation, it was found that there is an association between the age of the queen and the percentage of varroa infestation in the hives, no association was found between the location and the percentage of varroa infestation, regarding the presence of signs associated with other diseases were not evidenced in the study period. No association was found between the location and the internal temperature of the hives located in open space and forest, as in the case of temperature, it was not detected that the lowest or highest external humidity coincided with the same trend inside the hives.

Keywords: Animal welfare, *Apis mellifera*, Beehive, Apiary, health, pollination, Parameters.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	9
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
III. OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo General	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
IV. JUSTIFICACIÓN	14
V. MARCO TEÓRICO	16
5.1 Generalidades De La Apicultura	16
5.2 Historia de las abejas en Colombia	16
5.3 Conociendo la especie <i>Apis mellifera</i>	17
5.4 Organización y taxonomía de <i>A. mellifera</i>	18
5.5 Comportamiento de la abeja <i>Apis mellifera</i>	19
5.6 Polinización.....	20
5.7 Comportamiento higiénico.....	20
5.8 Termorregulación de la colmena.....	20
5.9 Bienestar animal asociado a la termorregulación.....	21
5.10 Comportamiento de la reina en una colmena	22
5.11 Composición de la colmena	23
5.12 Condiciones de humedad y temperatura reportadas.....	23
5.13 La varroa como impulsor del deterioro de la salud en las abejas.....	24
5.14 Varroa como indicador de bienestar	28
5.15 Nutrición en <i>Apis mellifera</i> africanizadas	29
5.16 Bienestar animal.....	30
5.17 Bienestar animal y la salud	30

5.18 Evaluación del bienestar animal en invertebrados	31
5.19 Salud como indicador de bienestar en <i>A. mellifera</i>	32
5.20 Temperatura como indicador de salud y bienestar	32
5.21 Humedad como indicador de salud y bienestar	33
5.22 Edad de la reina como indicador de bienestar en una colmena	33
5.23 Desordenes del bienestar animal en <i>Apis mellifera</i>	33
VI. METODOLOGÍA	35
6.1 Evaluación del estado sanitario	38
6.2 Reserva de alimento	40
6.3 Determinación de Humedad, temperatura:	41
6.4 Análisis de datos	42
VII. RESULTADOS	43
7.1 Salud de <i>A. mellifera</i>	43
7.2 Nutrición	45
VIII. DISCUSIÓN	52
IX. CONCLUSIONES	55
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Diferenciación de una abeja africana a una abeja europea. Fotografía tomada de Julio M Rodríguez, Propark.com 2018.....	17
Figura 2. Funciones de cada individuo de la colmena. Fuente: Lauren D. Sawchyn, DVM, CMI 2014.....	21
Figura 3. Funciones de la reina dentro de la colmena. Fuente: Free 1987; Slessor et al. 2005; Bortolotti y Costa 2014.	22
Figura 4. Comportamiento de acicalamiento. (Steinhauer, 2018).....	25
Figura 5. Especies de varroa: a: V. Jacobsoni; c: V. destructor; e: V. rindereri; f: V. underwoodi; Imagen tomada de Denis Anderson; Dieteman et al.,2013.	25
Figura 6. Varroa en pupa y abeja adulta.	26
Figura 7. varroa (flecha). Imagen tomada de Rob Manning,2017	27
Figura 8. Ciclo de vida de la V. destructor en fase de dispersión y reproductiva, imagen tomada de Nazzi y le conte, 2016.....	27
Figura 9. Visualización del efecto de la varroa en la morfología de la abeja causas de ala deformadas y reducción del volumen abdominal imágenes tomadas de OIE, 2021; Fanny Mondel.	28
Figura 10. Identificación de reina en colmena. Fuente Dimate E, 2022	35
Figura 11. Colmena lado izquierdo espacio boscoso, colmena lado derecho espacio abierto. Fuente Dimate E, 2022	36

Figura 12. Identificación de varroa en estereoscopio. Fuente. Dimate E, 2022.....	38
Figura 13. Recolección de muestra para análisis de varroa. fuente. Dimate E, 2022.	39
Figura 14. Proceso de identificación de varroa en laboratorio. fuente Dimate E, 2022.....	39
Figura 15. Identificación morfológica de varroa y conteo de infestación.....	40
Figura 16. Observación de parámetros de nutrición en colmena. fuente Dimate E, 2022.	40
Figura 17. Datalogger usados para medir temperatura y humedad interna en colmenas. fuente Dimate E, 2022	41
Figura 18. Porcentaje de Infestación de Varroa respecto al estado biológico de las reinas.	44
Figura 19. Porcentaje de infestación de varroa respecto a la ubicación de las colmenas.....	44
Figura 20. Disponibilidad de alimento en las colmenas ubicadas en bosque.....	45
Figura 21. Disponibilidad de alimento en colmenas ubicadas en Espacio Abierto.....	46
Figura 22. Parámetros Temperatura de colmenas ubicadas en bosques.....	47
Figura 23. Parámetros Temperatura de colmenas ubicadas en espacios abiertos	47
Figura 24. Temperatura interna de la colmena respecto a la ubicación.	48
Figura 25. Parámetros de humedad en colmenas ubicadas en bosques.....	49
Figura 26. Parámetros de humedad en colmenas ubicadas en espacio abierto	50

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. taxonomía de la especie Fuente: (Vásquez, 2012.....	19
Tabla 2. Operacionalización de variables	37
Tabla 3. Presencia de varroa en porcentaje durante las 3 visitas.....	43

I. INTRODUCCIÓN

Las abejas son criaturas fascinantes que juegan un papel fundamental en la polinización de cultivos y plantas en todo el mundo. Sin embargo, en los últimos años, ha habido una creciente preocupación sobre el bienestar animal de las abejas debido a una serie de factores, como el cambio climático, la contaminación, las prácticas agrícolas intensivas y el uso de pesticidas. Como seres humanos, tenemos la responsabilidad de asegurarnos de que las abejas reciban el trato justo y humano que merecen, ya que su bienestar es esencial no solo para la supervivencia de la especie, sino también para el mantenimiento de la biodiversidad y la seguridad alimentaria en todo el mundo. En este estudio, exploraremos algunas de las preocupaciones clave relacionadas con el bienestar animal de las abejas y discutiremos algunas posibles soluciones para abordar este importante problema.

El bienestar animal es un tema de gran importancia y relevancia en la sociedad actual. Si bien la mayoría de las investigaciones y estrategias para mejorar el bienestar se han enfocado en animales vertebrados, es importante considerar que los invertebrados también tienen la capacidad de sentir dolor y sufrimiento, en el caso de los invertebrados, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en la protección de ciertas especies como los crustáceos, los moluscos y los insectos, que son ampliamente utilizados en la industria alimentaria, la investigación científica y en la medicina.

Para mejorar el bienestar de los invertebrados, se han desarrollado diversas estrategias, como la mejora de las condiciones de vida en los acuarios y acuicultura, la eliminación de prácticas dolorosas y crueles como el arrastre de las redes de pesca y el uso de sedantes y analgésicos en la manipulación de los invertebrados, de este modo, el bienestar animal en invertebrados es un tema complejo que requiere de mayor investigación y conciencia por parte de la sociedad en general. La implementación de medidas para mejorar su calidad de vida es necesaria para garantizar el respeto y la protección de todas las formas de vida.

El bienestar animal es una preocupación creciente en la sociedad actual, y esto incluye la protección de las abejas, insectos polinizadores esenciales para la producción de alimentos y la

conservación de la biodiversidad. A medida que la industria apícola se ha expandido, también han surgido preocupaciones sobre el bienestar de las abejas en los sistemas de producción intensiva.

Los parámetros en abejas son medidas que se utilizan para evaluar la salud y el bienestar de las colonias de abejas mellífera. Estos parámetros incluyen:

Termorregulación: la termorregulación de la colonia es vital para mantener un equilibrio y el bienestar de la población, al igual que garantiza el sostenimiento de las larvas y la salud de la reina.

Nivel de infestación de ácaros: Los ácaros son parásitos comunes en las *A. mellifera* y su nivel de infestación es un indicador importante de la salud de la colonia.

Nivel de presentación de enfermedades: Las enfermedades son una amenaza importante para las colonias de abejas, por lo que se monitorea regularmente la presencia de signos patológicos.

Nivel de actividad de las abejas: El nivel de actividad de las abejas es un indicador de la salud y el bienestar de la colonia. Las colonias saludables son más activas que las colonias enfermas o débiles.

***Varroa destructor*:** Es un ácaro que parasita a las abejas y es considerado como la principal amenaza a nivel mundial para la apicultura. Se debe monitorear regularmente su nivel de infestación.

Producción de miel y polen: La producción de miel y polen es un indicador importante del éxito de la colonia y su capacidad para mantenerse saludable.

Tamaño de la población: El tamaño de la población de abejas es un indicador importante del éxito de la colonia y su capacidad para cumplir con sus funciones dentro del ecosistema.

El monitoreo regular de estos parámetros es esencial para mantener la salud y el bienestar de las colonias de abejas mellifera.

Por lo anterior, el presente trabajo busca contribuir a la evaluación y caracterización de algunos parámetros que puedan servir de base para la determinación objetiva de las condiciones de bienestar en abejas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La abeja *Apis mellifera* es una especie importante como visitante de la flora alrededor de todo el mundo, sin embargo, hay escasos estudios que evalúen de manera objetiva el bienestar en su hábitat y su relación con el medio ambiente (Hung, 2018). En ese sentido se puede decir que, a pesar de la importancia de la especie, aún se desconocen los parámetros que se pueden utilizar para valorar su nivel de bienestar. Los productores y campesinos reconocen el servicio que brinda la abeja como especie polinizadora y su percepción es más como un servicio gratuito que les ofrece la naturaleza, llegando al grado de no utilizar insumos agrícolas para estimular este proceso.

Por otro lado, según la (FAO, 2008) el proceso de polinización tiene una importancia en la producción y se habla que el 70% de los cultivos dependen de la acción polinizadora como un servicio de reproducción y ecosistémico. Así, Neyerz (2017), afirma que como especie es considerada una de las que desempeña un papel importante en la naturaleza y es de gran importancia para el hombre y el ecosistema; esto es por su alta capacidad productiva, reproductiva y polinizadora, por lo que se debe considerar el bienestar animal en *Apis mellifera* y lograr establecer los factores que amenazan la especie.

Además, se conoce por uno de los pocos estudios realizados, en este caso por la Sociedad de Investigación en abejas, que entre los años 2016 y 2018 en países latinoamericanos se reportaron pérdidas de colonias hasta en un 40% siendo Colombia, Brasil, Chile, Bolivia los países que más reportaron pérdidas de sus colonias entre un 30% y 45% respectivamente (Solatina, 2020). Y se tiene que en Colombia hay actualmente un interés gubernamental por avanzar hacia la protección y bienestar de las abejas, aunque, se encuentran pocos estudios técnicos en evaluación de bienestar animal al respecto en abejas *Apis mellifera* africanizadas. Es por ello por lo que se hace necesario determinar indicadores que sean medibles, para permitir la evaluación del bienestar en las abejas como nutrición, salud, alojamiento y entorno de las colmenas. Considerando el entorno como un factor que afecta el bienestar. Por ende, se pretende con este trabajo resolver el siguiente interrogante ¿Cuáles son los posibles indicadores que permitan evaluar el bienestar animal en *Apis mellifera* africanizadas? usando el apiario de la Universidad Antonio Nariño (UAN) Sede Usme?

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Caracterizar parámetros internos y externos de las colonias de abejas *Apis mellifera africanizada* en el apiario de la Universidad Antonio Nariño sede Usme.

3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar parámetros relacionados con salud y nutrición en colmenas ubicados en el apiario de la universidad Antonio Nariño, con el fin de aportar a futuro en mediciones y evaluación del bienestar animal en *Apis mellifera*.
2. Determinar la asociación entre la infestación de varroa, edad de la reina en la colmena y ubicación, para identificar cómo estos factores se asocian entre sí y cómo pueden influir en la salud en *Apis mellifera*.
3. Comparar la variación de los parámetros internos y externos en las colmenas tales como temperatura y humedad, para contribuir a los rangos óptimos que se deben presentar en colmenas de *Apis mellifera* ubicadas en el trópico alto.
4. Evaluar la asociación de los parámetros como humedad y temperatura interna relacionados con la ubicación de las colmenas de tal manera que permita comprender el impacto de la ubicación en el microclima de las colmenas y optimizar las condiciones para promover el bienestar y la productividad en *Apis mellifera*.

IV. JUSTIFICACIÓN

El bienestar animal es un tema complejo para varios autores y esto se ve reflejado en la dificultad para evaluar objetivamente indicadores que permitan tener datos confiables sobre el nivel de este; ahora bien, si es complejo para otras especies lo es mucho más para los invertebrados (Gonzales, 2010), de los cuales no se conocen aspectos como percepción de dolor y se conoce menos sobre su comportamiento natural (Groening, 2017). Por otro lado, Frauke Ohl (2010), afirma que el bienestar animal no es un concepto científico, sino la reacción de un sistema de valores sociales que la gente ha desarrollado para expresar su concienciación sobre el trato animal y afirma que consta de dos principios: la biología del animal y los valores de los seres humanos (Gonzales, 2010); pero para (Fraser, 2006) no es así ya que el bienestar animal puede ser evaluado desde tres componentes: el primero, del componente de la salud y el funcionamiento de la especie; el segundo desde los estados afectivos; y el tercero, desde la vida natural. respecto a lo anterior se propone trabajar con dos de estos tres componentes (salud y funcionamiento y vida natural) que pueden ser aplicados en el estudio del bienestar animal de los invertebrados y por tanto de las abejas *Apis mellifera*.

De acuerdo con lo anterior, en Colombia se ha implementado una guía para establecer el bienestar de las abejas, por medio de un manual realizado por el ICA en conjunto con Agrosavia para mejorar los sistemas de producción en la cría de abejas *Apis Mellifera* en Colombia (Ministerio de agricultura, 2022). Sin embargo, actualmente, no hay estudios para definir indicadores que permitan la evaluación directa del bienestar animal en *A. Mellifera*. Por lo tanto se propone estudiar los siguientes parámetros: Temperatura y humedad tanto interna como externa, nutrición y salud.

Con los parámetros propuestos para ser medibles se obtendrán resultados favorables que contribuyan a futuro, como aporte a ser implementado en el bienestar de las abejas *Apis mellifera*, mediante protocolos que permitan a los apicultores identificar, evaluar y mejorar el bienestar en las abejas de manera cuantificable contribuyendo a los aportes ya mencionados por el ICA. Ya que si no tiene en cuenta estos parámetros se puede llegar a que se presenten el

síndrome del colapso de la colmena y una disminución en las cualidades de la producción en la colmena; de igual modo si se hace de manera subjetiva se pueden obtener los mismos resultados.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Generalidades De La Apicultura

La terminología de la apicultura tiene sus orígenes en el latín *Apis*: abeja y cultura: (cultivo) el cual estudia a la abeja *Apis mellifera*, por medio de sus técnicas se dedica al cultivo de esta especie y la reproducción tecnificada permitiendo la explotación de sus productos y sus derivados, en el mundo se discuten el número de especies que existen entre 20.000 y 35.000 especies de abejas, en Colombia se afirma que existe un promedio de 1.000, la apicultura se dedica únicamente al trabajo en *Apis mellifera* (Nates-Parra, 2004).

5.2 Historia de las abejas en Colombia

La abeja europea, se estableció en Colombia con el arribo de los sacerdotes jesuitas quienes trabajaron la apicultura de una forma más tecnificada, teniendo en cuenta que ancestralmente ya en Colombia se trabajaba con las abejas, pero de una forma nativa con angelitas, congas entre otras especies, con el pasar del tiempo y el mejoramiento de las técnicas de cultivo de enjambres la apicultura se fue formando como negocio rentable (Sakzar, 2000).

Hacia 1971 por el sur del país, arriba proveniente de Brasil la abeja africanizada mezclándose con la abeja *Apis mellifera* europea ya establecida en Colombia, entre los años 1980 y 1984 fue un periodo de africanización en el país y desde 1984 a la actualidad se ha caracterizado por ser un periodo de recuperación de la población. Una de las principales características de adaptabilidad de la abeja domestica africanizada actualmente, es que tiene una alta adaptación a los diferentes pisos térmicos del país siendo que sobreviven mejor que las europeas por encima de los 1500 metros a nivel del mar (Sakzar, 2000).

Como podemos observar en la figura 1 existen diferencias ente una abeja africana de una europea, sin embargo, no es tan sencillo identificarlas, aunque en esta imagen podemos ver que la abeja africana es ligeramente más pequeña y negra.



Figura 1. Diferenciación de una abeja africana a una abeja europea. Fotografía tomada de Julio M Rodríguez, Propark.com 2018.

5.3 Conociendo la especie *Apis mellifera*

Existen cerca de 35.000 especies de abejas en el mundo entre las cuales varias de esas no pican, porque carecen de aguijón y otras que no producen miel o simplemente no viven en un sistema organizacional denominado colonias, se le llama abejas aquellas que están conformadas en grupos del orden *Hymenoptera* más conocidas como *Apiformes* o *Antophila*, Las abejas mellifera son conocidas por su importancia en la polinización y producción de miel, cera y otros productos derivados (Miranda, 2014).

Algunas de Sus Características Son:

1. Organización social: Las *A. mellifera* viven en colonias altamente organizadas, donde cada individuo tiene una tarea específica en función de su edad y desarrollo.
2. Comunicación: Las *A. mellifera* se comunican mediante un lenguaje de baile, donde utilizan movimientos y vibraciones para indicar la ubicación de una fuente de alimento o de una nueva ubicación de la colonia.
3. Alimentación: Las *A. mellifera* se alimentan del néctar de las flores y del polen, que convierten en miel y otros productos derivados.

4. Polinización: Las *A. mellifera* son esenciales para la polinización de plantas y árboles, lo que contribuye a la producción de alimentos y al mantenimiento de los ecosistemas naturales.
5. Sensibilidad al medio ambiente: Las *A. mellifera* son muy sensibles al medio ambiente y pueden ser afectadas por factores como la contaminación, el cambio climático y la pérdida de hábitat.
6. Ciclo de vida: Las *A. mellifera* tienen un ciclo de vida que incluye etapas de huevo, larva, pupa y adulto, y pueden vivir hasta seis semanas durante la temporada de polinización.
7. Resistencia a enfermedades: Las *A. mellifera* tienen un sistema inmunológico fuerte y pueden resistir a muchas enfermedades y parásitos, pero también son vulnerables a ciertas amenazas como el ácaro *Varroa destructor* (Hölldobler, 2014).

5.4 Organización y taxonomía de *A. mellifera*

Las *A. mellifera* no tienen castas en el mismo sentido que las hormigas o las termitas, que tienen diferentes tipos de individuos especializados en diferentes tareas. Sin embargo, las *A. mellifera* sí tienen diferentes funciones dentro de la colmena (Amaya Medina, 2021).

La abeja reina es el único individuo reproductivo de la colmena y su función principal es poner huevos para asegurar la supervivencia de la colonia. Las abejas obreras son las hembras estériles que realizan la mayoría de las tareas dentro de la colmena, como cuidar a la reina y las crías, recolectar alimento, construir y mantener la estructura de la colmena. Por último, los zánganos son los machos cuya única función es aparearse con la reina, en resumen, las "castas" en las *A. mellifera* se basan en su función dentro de la colmena y no en una diferenciación física o morfológica como ocurre en otras especies sociales de insectos (Cepeda Soria, 2012).

Además, se conoce que la abeja de mayor distribución en el mundo es *Apis mellifera* originaria de Europa, África y parte de Asia, esta especie fue clasificada por Carolus Linnaeus en el año 1758 como de gran importancia para el hombre ya que no solo cumple con la función de ayudar en las actividades agrícolas si no que ha sido observada como indicador del estado en el que se encuentra el medio ambiente (Tautz, 2010).

Su clasificación taxonómica se presenta a continuación en la tabla No. 1.

Tabla 1. taxonomía de la especie Fuente: (Vásquez, 2012

Denominación	Descripción
Reino	Animal
Rama	Artrópodos
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Familia	Apidae
Subfamilia	Apinae
Genero	Apis
Especie	<i>Apis mellifera</i>

5.5 Comportamiento de la abeja *Apis mellifera*

Se habla del comportamiento de las abejas partiendo de un factor genético de la especie como lo mencionaba Darwin en su obra el origen del hombre los rasgos del temperamento de las especies dependen de factores heredables por sus antepasados (Darwin, 1982). La genética comportamental de las abejas *Apis mellifera* aquella especie denominada abeja de miel es uno de los más estudiados, gracias a su sistema organizacional dentro de la colmena como individuos de comunidad. Principalmente se establecen en un sistema de jerarquía, cada una con una función de trabajo dentro del grupo social y este comportamiento se ha logrado gracias a los cambios fisiológicos en relación con la edad de las obreras, la variación ambiental y genotípicas (Page Age Jr Re, 1991).

De este modo, varios estudios han concluido que los comportamientos evidenciados por las obreras están relacionados genéticamente en el comportamiento defensivo, higiénico y la variabilidad genética entre las poblaciones, también la genética está relacionada con el desempeño de tareas como la colecta de recursos agua, néctar y polen (Page et al., 2000).

Siendo las técnicas moleculares modernas las que han podido determinar que el comportamiento de las abejas es producto de sus genes, ambientes ecológicos y fisiológicos, condiciones sociales de la colonia e interacción. (Nates-Parra G. , 2011).

(Nates-Parra, 2004) Afirma que la sociogenómica, es una disciplina reciente que se enfoca en determinar los genes que regulan el comportamiento social, su función particular, su interacción con el ambiente y de esta manera estudia la evolución de la diversidad del comportamiento.

5.6 Polinización

A. mellifera hace parte de la lista de las especies más importantes en función de polinizadores de cultivos y floración dentro del ecosistema de tal manera que millones en población son manejadas con el propósito de polinizar a nivel mundial (Baena-Díaz, 2002).

5.7 Comportamiento higiénico

El comportamiento higiénico de *A. Mellifera*—aporta a la salud de la colmena y contribuye a fortalecer el sistema inmune social de la colonia, aquellas abejas obreras cuyo papel es de realizar la detección y eliminación de larvas o crías enfermas o muertas, previenen la transmisión de enfermedades (Leclercq, 2017).

5.8 Termorregulación de la colmena

La termorregulación en las colmenas de *A. mellifera* ha sido últimamente muy estudiada, se considera como uno de los factores estresantes que pueden experimentar las colmenas y sus efectos que son ya conocidos y que se están logrando cuantificar para evaluar la calidad de vida de la especie y su continuidad como especie (Colin, 2019).

De acuerdo con lo anterior se habla que en las abejas tienen un ciclo de vida que comienza con huevos pasa a convertirse en larvas que a su vez se convierten en pupas. Los huevos, larvas y pupas juntos se conocen como cría. Las pupas son cubiertas por abejas adultas y experimentan cambios para convertirse en una abeja adulta. El éxito para que esta cría se desarrolle con normalidad depende de una temperatura estable que a su vez debe ser regulada por las abejas adultas para asegurar el desarrollo óptimo de la cría operculada (Zeaiter, 2019).

En la figura 2 se observa la vida dentro de una colmena de abejas, la cual es compleja, con varias actividades laborales, comportamientos y funciones que ocurren entre las diversas abejas obreras, zánganos y reinas. Tal vida social exige una comunicación efectiva para la supervivencia. Muchas de las actividades de la colmena y la capacidad de una colonia para adaptarse a las condiciones cambiantes están determinada por el lenguaje químico de las abejas mellifera.

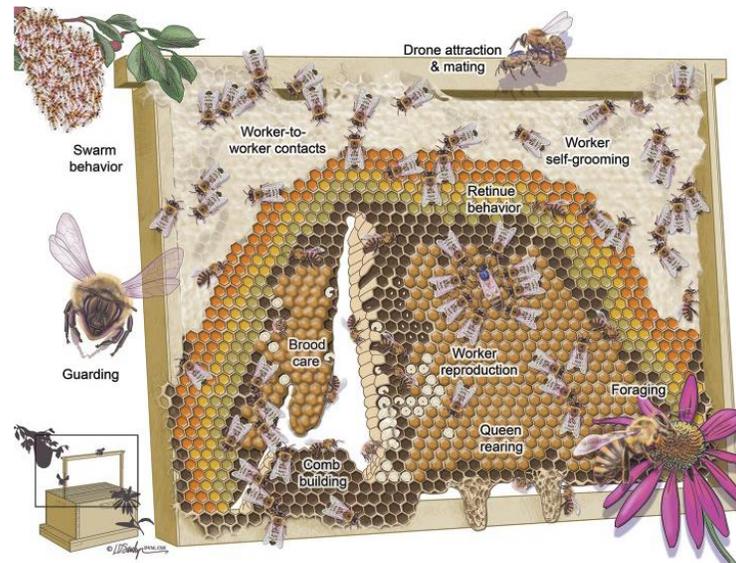


Figura 2. Funciones de cada individuo de la colmena. Fuente: Lauren D. Sawchyn, DVM, CMI 2014.

5.9 Bienestar animal asociado a la termorregulación

La termorregulación es un aspecto importante del bienestar animal de las abejas. Las abejas son insectos ectotermos, lo que significa que no pueden generar calor internamente y dependen del ambiente para regular su temperatura corporal. La capacidad de las abejas para mantener una temperatura corporal adecuada tiene un impacto significativo en su salud y bienestar. Hay algunas formas en las que la termorregulación está asociada con el bienestar animal de las abejas: mantenimiento de la temperatura de la colonia, Control de la temperatura de las crías, regulación de la temperatura corporal, Adaptación al clima (Orjuela Parrado, 2019).

5.10 Comportamiento de la reina en una colmena

La reina tiene la función de regula en gran medida las actividades de la colmena, produciendo una variedad de feromonas, conocidas colectivamente como la señal de la reina, para apoyar muchas funciones de colmena como limpieza, cuidados de las crías, construcción de cuadros, vigilancia y forrajeo (Free 1987; Sensor et al. 2005; Bortolotti y Costa 2014).

Estas feromonas también influyen en el apareamiento, la agrupación de enjambres y suprime la función de ovario de abeja obrera y el huevo puesto, sustitución de reina y limitación del potencial de cría de reinas. Cuando una reina se quita de una colonia o muere, su ausencia se descubre con inmediatez ya que se genera un estado de orfandad debido a la pérdida de feromonas que emula esta reina, por lo que la colonia inicia rápidamente la cría de reinas (Free 1987; Slessor et al. 2005; Bortolotti y Costa 2014).

Después de un prolongado tiempo sin reina, las abejas obreras de la colmena se detienen completando sus tareas de colmena, comienzan a poner huevos no fertilizados que maduran en abejas zánganos, y la colonia declina hacia el colapso.

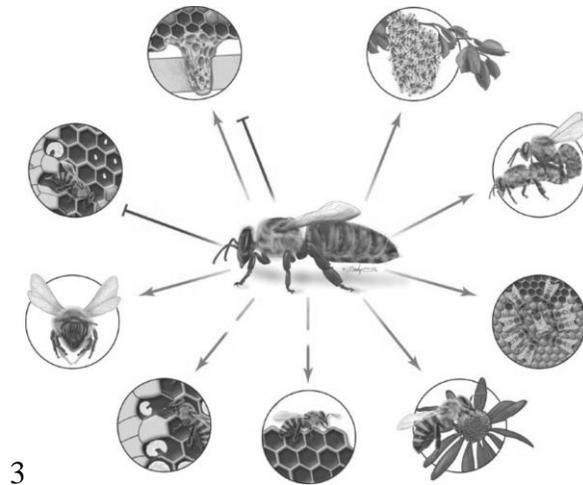


Figura 3. Funciones de la reina dentro de la colmena. Fuente: Free 1987; Slessor et al. 2005; Bortolotti y Costa 2014.

En la figura 3 se demuestra el papel importante de la reina dentro de la colonia y como esta regula las funciones de toda la colmena y su población.

5.11 Composición de la colmena

Una colmena es una estructura creada por las abejas para vivir y reproducirse, pueden encontrarse en el campo de manera natural o corresponder a colmenas dentro de un sistema productivo manejadas por apicultores. Algunas de las características más comunes de una colmena son (Mazuera, 2021):

Forma estructural: Las colmenas pueden tener diferentes formas, pero la más común a nivel productivo es la de una caja rectangular tipo Lanstrong con marcos móviles para los cuadros.

Materiales: Las colmenas pueden estar hechas de diferentes materiales, como madera, plástico o arcilla. La mayoría de las colmenas modernas están hechas de madera.

Panales: Las abejas construyen los cuadros dentro de la colmena estos están hechos de cera y son utilizados para almacenar miel, polen y cría de abejas.

Entrada: Las colmenas tienen una entrada por la que las abejas entran y salen. Esta entrada puede tener diferentes tamaños y formas.

Comunidad: La colmena es una comunidad organizada de abejas que trabajan juntas para mantener la colonia funcionando. La reina es la única abeja fértil y es responsable de poner huevos. Las abejas obreras son las encargadas de recolectar alimentos y mantener la colmena limpia y segura.

5.12 Condiciones de humedad y temperatura reportadas

Las abejas son muy sensibles a las temperaturas y mantienen la temperatura de la colmena dentro de un rango estrecho y específico para mantener la cría y la miel en buenas condiciones. El rango de temperatura de una colmena puede variar según la estación del año y la ubicación geográfica, pero en general se mantiene entre los 32 y los 36 grados Celsius durante todo el año (Paredes Álvarez, 2020).

Durante el invierno, las abejas se agrupan alrededor de la reina para mantenerla caliente y proteger la cría. Para mantener la colmena caliente, las abejas generan calor a través del movimiento de sus músculos y producen calor adicional al consumir miel almacenada. La

temperatura dentro de la colmena puede caer ligeramente en los días más fríos, pero las abejas trabajan duro para mantenerla dentro del rango adecuado (Mut, 2016).

Durante el verano, las abejas se encargan de enfriar la colmena a través de la ventilación y la evaporación del agua. Las abejas recogen agua y la llevan a la colmena, donde las abejas ventiladoras mueven el aire alrededor de la colmena para enfriarla. La evaporación del agua también ayuda a mantener la temperatura bajo control. El rango de humedad óptimo para una colmena se encuentra entre el 50 y el 70 por ciento de humedad relativa (Paredes Álvarez, 2020).

5.13 La varroa como impulsor del deterioro de la salud en las abejas

Las condiciones de salud dependen en gran parte de las buenas prácticas de manejo, esto implica que se realice un buen manejo de las colmenas en cuanto a la ubicación de la colonia, la selección de la reina, la elección de material para generar óptimas condiciones físicas donde se hospedan las abejas, realizar una gestión de visita rutinaria sanitaria el cual permiten minimizar su impacto negativo en el bienestar y poder aplicar soluciones correctivas a tiempo, para sostener una buena salud de colmena (Claro Carrascal, 2020).

Un factor categorizado como impulsor en la pérdida de colonias es la Varroa (*Varroa destructor*). La abeja por instinto natural tiende a morder el acaro para eliminarlo al igual que el comportamiento de acicalamiento contribuye a la eliminación de este acaro, tal como se puede observar en la figura 4. No es claro aún el riesgo a nivel de colonia que tiene este parasito y aún no está bien claro cómo se pueden definir las consecuencias y cuantificar las afectaciones en colonia (Steinhauer, 2018). La varroa como ectoparásito está clasificada como un agente que causa un efecto sinérgico negativo en la cadena de *Apis mellifera* de tal manera que llega afectar el sistema inmunológico favoreciendo otras enfermedades oportunistas, proliferando en la colmena bacterias, hongos y virus (Oddie, 2019).

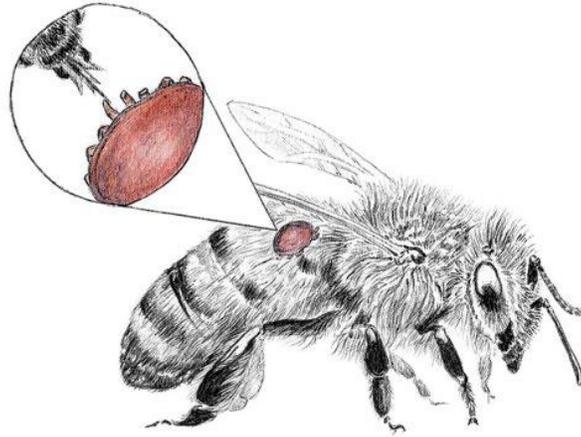


Figura 4. Comportamiento de acicalamiento. (Steinhauer, 2018)

En la actualidad se han logrado identificar 4 especies ectoparásitos obligadas (ver figura 5): *Varroa Jacobsoni*, *V. underwoodi*, *V. rindereri* y *V. destructor*; 2 haplotipos de la especie de *Varroa destructor* (coreano) y el japonés / tailandés son los que parasitan la especie *Apis mellifera*, el haploide coreano es el de mayor distribución mundial mientras que el japonés / tailandés es más restringido sólo se ha identificado en Japón (OIE, 2021).

Este acaro presenta actualmente alto nivel de resistencia a acaricidas principalmente por el uso inadecuado de productos químicos (Fernández-León1, 2020).



Figura 5. Especies de varroa: a: *V. Jacobsoni*; c: *V. destructor*; e: *V. rindereri*; f: *V. underwoodi*; Imagen tomada de Denis Anderson; Dieteman et al.,2013.

La *Varroa destructor* se ha extendido más allá de su zona de distribución nativa desde los años 1960 colonizando otras áreas, logrando pasar a otras especies desde su hospedador original la abeja cerana dando un salto al *Apis mellifera* europea y años más adelante en américa a la *Apis mellifera* africana (Rosenkranz P. , 2010). La *V. destructor* se encuentra presente en la mayoría de los países que se dedican a la cría y aprovechamiento de sus productos del *Apis mellifera* y en todo el mundo quedan muy pocas poblaciones de abejas mellifera resistentes a los ácaros (Locke, 2016). Una vez se establece el ácaro destructor (*Varroa destructor*) o también llamado anteriormente *Jacobsoni* en el huésped; obsérvese la figura 6 la distribución del acaro en el cuerpo de la abeja, este hace se ubica en la esclerótica abdominal de las abejas adultas, el cual se alimenta de la hemolinfa y los tejidos grasos del cuerpo (OIE, 2021). Respecto a la *V. destructor* se ha identificado que tiene la capacidad de transmitir virus en las abejas, algunos de los principales son el virus de las alas deformadas obsérvese la figura 7 como se ve a simple vista la varroa, el virus de la parálisis aguda de las abejas, virus de la parálisis aguda israelí y el virus cachemira, si no se realiza un programa de control y visitas cotidianas a las colonias este parásito puede aumentar en población junto con el crecimiento de la colonia y como consecuencias llevar al colapso de la misma al cabo de 1 a 4 años aproximadamente (Rosenkranz P., 2010).

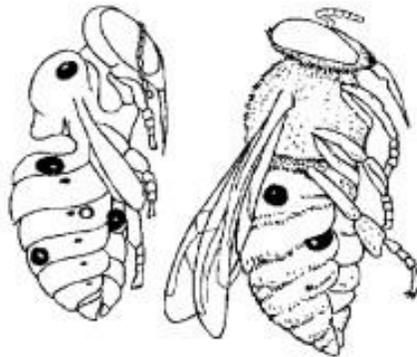


Figura 6. Varroa en pupa y abeja adulta.



Figura 7. varroa (flecha). Imagen tomada de Rob Manning,2017

La hembra ácaro realiza dos fases, la primera es de desplazamiento el cual utiliza a la abeja para tal fin en uso como vehículo de transporte y parasitar a más colonias, la Segunda: fase reproductiva en el cual la varroa parasita las larvas de zánganos; este tiene un ciclo larvario acorde al ciclo de vida del acaro de 24 días (ver figura 8), el acaro también parasita las larvas de las obreras antes del cierre de la celdilla o cría operculada y se reproduce dentro de la celdilla (Rosenkranz P., 2010).

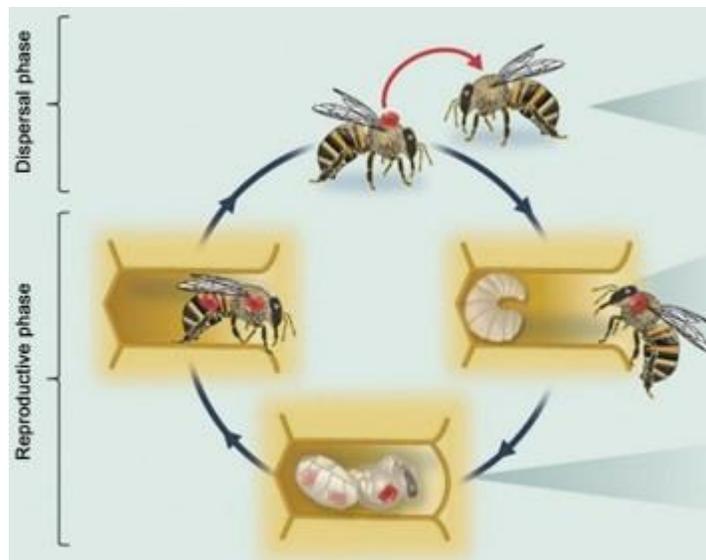


Figura 8. Ciclo de vida de la V. destructor en fase de dispersión y reproductiva, imagen tomada de Nazzi y le conte, 2016.

A nivel individual: Los efectos patógenos directos de las actividades de alimentación del ácaro son: lesiones en la cutícula, agotamiento sustancial de la grasa y la hemolinfa corporal, deterioro del sistema inmunitario, siendo la cría la etapa más sensible del hospedador. Las abejas parasitadas en la etapa adulta solo resultan dañadas si la infestación es severa (ver figura 9) (OIE, 2021)

A nivel de la colonia: Los signos clínicos por la infestación de Varroa varía de acuerdo al grado de parasitosis, sin embargo, los signos que podemos observar en una colonia en declive a causa de la infestación del acaro es alta mortalidad a simple vista o en la piquera, reducción de abejas adultas y crías, crías dispersas, celdas de cría con cubierta agrietada, larvas muertas descubiertas, reemplazo de la colonia de la reina, deformación en el desarrollo larvario del *Apis mellifera* (Rosenkranz P. , 2010).

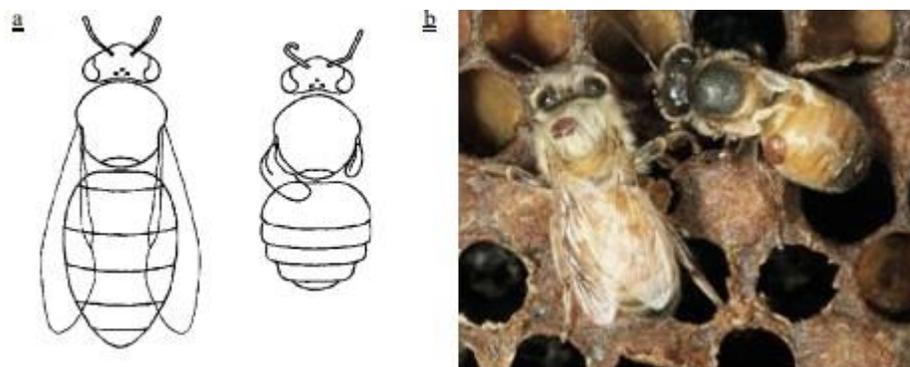


Figura 9. Visualización del efecto de la varroa en la morfología de la abeja causas de ala deformadas y reducción del volumen abdominal imágenes tomadas de OIE, 2021; Fanny Mondel.

5.14 Varroa como indicador de bienestar

La presencia de Varroa en las colonias de *A. mellifera* puede considerarse como un indicador del bienestar animal de las abejas. Si bien la Varroa es una plaga común en las colmenas de abejas, una infestación grave puede causar daño a la salud de las abejas y reducir su capacidad

para recolectar néctar y polen, lo que a su vez puede disminuir la producción de miel (Ardanáz, 2018).

La varroa no es necesariamente un indicador directo del bienestar animal de las abejas, pero su control regular y efectivo puede ser un indicador de una buena gestión de la salud y bienestar de las colonias. El monitoreo constante de la presencia de Varroa y la implementación de medidas para prevenir y tratar las infestaciones pueden ayudar a mantener la salud y el bienestar de las *A. mellifera* en las colmenas.

Por ello el bienestar animal de las abejas se ve gravemente afectado por la varroasis. Los ácaros Varroa se adhieren al cuerpo de las abejas, se alimentan de su hemolinfa (similar a la sangre) y transmiten enfermedades virales, debilitando el sistema inmunológico de las abejas y reduciendo su esperanza de vida. Como resultado, las colonias de abejas pueden experimentar una disminución en el número de abejas adultas, un deterioro de la calidad de vida y una mayor susceptibilidad a otras enfermedades y plagas (Rodríguez, 2016).

5.15 Nutrición en *Apis mellifera* africanizadas

La nutrición en las *A. mellifera* es esencial para mantener su salud y bienestar, así como para la producción de miel. La alimentación de las abejas se compone de dos tipos de nutrientes principales: los carbohidratos y las proteínas (Haón Ramírez, 2022).

Los carbohidratos: se encuentran en el néctar de las flores y proporcionan la energía necesaria para que las abejas vuelen y realicen su trabajo diario. Los carbohidratos se convierten en glucosa y luego en energía para el cuerpo de las abejas (Corby-Harris, 2018).

Las proteínas: se encuentran en el polen y son necesarias para el desarrollo y crecimiento de las abejas jóvenes, así como para la producción de la jalea real que se utiliza para alimentar a las larvas y a la reina (Corby-Harris, 2018)

Es importante que las abejas tengan acceso a una dieta equilibrada que incluya una variedad de fuentes de carbohidratos y proteínas. Las abejas suelen recolectar néctar y polen de una amplia variedad de plantas y flores para asegurarse de obtener una dieta equilibrada. Sin embargo, durante los períodos de escasez de alimentos, puede ser necesario que los apicultores

proporcionen suplementos nutricionales para mantener la salud y bienestar de las abejas (Blettler, 2020)

5.16 Bienestar animal

En los últimos años ha habido un creciente interés en el mundo por establecer indicadores objetivos que permitan la evaluación del bienestar animal en distintas especies, que brinden información sobre la calidad de vida de una especie u animal y que estos sean científicamente confiables y puedan ser aplicados por los profesionales en el campo del bienestar (F Wemelsfelder, 2014)

La observación del bienestar animal a nivel grupal es una práctica que se ha desarrollado como disciplina y de manera rápida, el interés por evaluar los parámetros de bienestar se basa en una creciente preocupación ética por brindar garantías de una salud y un bienestar en los animales, la comunidad dedicada al bienestar animal juega un papel importante para diseñar y realizar un marco o protocolos apropiados, repetibles y viables para las evaluaciones (Main, 2023).

Las consideraciones de las posibles aplicaciones de las técnicas son importantes para decidir sobre los métodos de sistemas de evaluación del bienestar y cuan específicos pueden ser, la descripción de los diferentes tipos de aplicaciones se puede clasificar en líneas de investigación, requisitos legislativos, sistemas de certificación, herramientas de gestión/asesoramiento (Main, 2023).

Estas aplicaciones pueden tener varios objetivos: cuantificación del bienestar, provisión de aseguramiento del bienestar o gestión del bienestar. Los sistemas de evaluación varían en muchas características, como si se basan en animales o recursos, y si se basan en puntajes únicos o integrados. Diferentes aplicaciones requerirán diferentes elementos de estas características (Turner, 2007).

5.17 Bienestar animal y la salud

El bienestar animal y la salud están estrechamente relacionados y son conceptos interdependientes. El bienestar animal se refiere al estado general de un animal en términos de su salud física, mental y emocional, así como su capacidad de mantener un comportamiento

natural. Por otro lado, la salud animal se centra específicamente en el estado de salud física de los animales (Caselli et al, 2021).

El bienestar animal es esencial para mantener una buena salud animal. Cuando los animales experimentan un buen bienestar, están más propensos a estar sanos y viceversa. Algunos aspectos clave del bienestar animal que influyen en la salud incluyen: Nutrición adecuada, alojamiento adecuado, prevención y control de enfermedades, manejo y cuidados adecuados y comportamiento natural (Guerrero et al, 2019)

5.18 Evaluación del bienestar animal en invertebrados

Cuando se habla de bienestar animal se habla de un enfoque multidisciplinario, multicultural, multidimensional y un carácter complejo el cual fusiona aspectos científicos, éticos, políticos y económicos, de tal manera se ha considerado en un ámbito de competencia particular y que toma fuerza en el campo de la medicina veterinaria (Organizacion Mundial de Sanidad Animal, 2015).

Se sabe que los invertebrados conforman la mayor parte de animales en el mundo natural, el bienestar en ellos se pasa por alto en comparación con los animales vertebrados, esto porque se tiene una percepción del público en general que se justifica que ellos no sienten dolor ni estrés porque carecen de funciones cognitivas (Horvath, 2013).

La visión negativa de los invertebrados por parte del público, lo cual los consideran plagas sin personalidad propia, entidades gastronómicas o individuos para la experimentación científica sin reglas, los últimos estudios han revelado que los invertebrados poseen cualidades individuales comparables a las personalidades que se encuentran en los vertebrados y el impacto económico de los invertebrados, el desarrollo de ciertos cambios de actitud en el bienestar de los invertebrados puede ser beneficioso para los productores al tiempo que proporciona mejores condiciones de bienestar de estos animales (Horvath, 2013).

Debido a la gran presencia de la especie *A. mellifera* en todos los continentes esta distribución los hizo enfrentar nuevos factores estresantes, como entornos y prácticas de manejo inadecuados o nuevas enfermedades y plagas. Estos factores destruyen ampliamente la población de *A. Mellifera* en muchas áreas del mundo, donde la especie sobrevive solo gracias a la

domesticación. Gran parte del conocimiento actual sobre las *A Mellifera* se basa en colonias gestionadas. Como especies tiene una alta capacidad de resiliencia frente a los desafíos anteriormente mencionados, lo que pudo llevar a los apicultores a pasar por alto el bienestar de la colonia durante mucho tiempo (Carere, 2019).

Se ha de aplicar el bienestar animal no de la misma manera como se realizan en animales vertebrados, que están científicamente comprobado como seres de sintiencia y con rangos altos cognitivos para entender su entorno y los desafíos, si no como parámetros cualitativos del entorno medibles que permitan mejorar la vida de estos animales invertebrados (Browning, 2020).

5.19 Salud como indicador de bienestar en *A. mellifera*

La salud es un indicador fundamental del bienestar de las abejas mellifera. Las abejas pueden verse afectadas por una variedad de enfermedades y parásitos que pueden reducir su capacidad para realizar sus tareas dentro de la colmena y, en algunos casos, incluso generar el llamado síndrome del colapso de la colmena (Huera Ipial, 2022).

La presencia de enfermedades y parásitos puede manifestarse de diversas formas, tales como la reducción de la población de abejas, la disminución de la producción de miel y polen, la falta de vigor en las abejas y la presencia de abejas muertas en la entrada de la colmena (Téllez Novoa, 2015).

5.20 Temperatura como indicador de salud y bienestar

La temperatura es un factor clave en el bienestar de las abejas mellifera, ya que estas son insectos de sangre fría y su temperatura corporal está directamente relacionada con su capacidad para realizar tareas dentro de la colmena (Bragulat Souto, 2019).

El monitoreo regular de la temperatura dentro de la colmena puede ser un indicador importante del bienestar de las abejas. Si la temperatura está fuera del rango normal, puede indicar un problema de salud en la colonia, como la presencia de enfermedades o parásitos. Además, la temperatura corporal de las abejas individuales también puede ser un indicador de su salud y bienestar, ya que las abejas enfermas o debilitadas pueden tener una temperatura corporal más baja que las abejas saludables (Álvarez-Ramírez, 2017).

5.21 Humedad como indicador de salud y bienestar

La humedad es un factor importante en el bienestar de las abejas mellifera, ya que la humedad excesiva dentro de la colmena puede tener efectos negativos en la salud y productividad de las abejas (Galvani, 2022).

Las abejas utilizan la humedad para regular la temperatura dentro de la colmena y mantener una humedad relativa adecuada para el desarrollo de las larvas. Si la humedad es demasiado alta, puede provocar problemas respiratorios y aumentar la probabilidad de infecciones fúngicas y bacterianas en las abejas y en los panales (Jiang, 2019).

El monitoreo regular de la humedad dentro de la colmena puede ser un indicador importante del bienestar de las abejas. Si la humedad está fuera del rango normal, puede indicar un problema de salud en la colonia, como la presencia de enfermedades o problemas de ventilación en la colmena (Nazzi, 2016).

5.22 Edad de la reina como indicador de bienestar en una colmena

La edad de las reinas en las colonias de *Apis mellifera* se ve influenciado por varios factores como las condiciones del ciclo de vida: a medida que la reina envejece, su capacidad de poner huevos puede disminuir, lo que es un indicador de su edad, estado de salud y bienestar de una colonia. Productividad de la reina: su capacidad para poner huevos y mantener una población de abejas fuerte y saludable, es un indicador clave de su edad. Y, por último, calidad de la cría: el estado y la vitalidad de las larvas y las pupas en la colmena, puede ser un indicador indirecto de la edad de la reina. Una reina joven en si suele poner huevos de alta calidad, lo que resulta en una cría sana y robusta (Abraham Castro, 2018).

5.23 Desórdenes del bienestar animal en *Apis mellifera*

Los desórdenes del bienestar animal en las abejas, específicamente en la especie *Apis mellifera*, pueden estar asociados con diversos factores relacionados con la dieta, la radiación, los pesticidas y los plaguicidas (Alvarez, 2021)

Dieta inadecuada: Las abejas necesitan una dieta equilibrada que incluya fuentes de néctar y polen de diversas plantas. Si bien las abejas tienen acceso ilimitado a una variedad de fuentes de alimento, pueden experimentar deficiencias nutricionales por baja floración o disponibilidad

de la flora del lugar. Esto puede debilitar su sistema inmunológico, afectar su capacidad de reproducción y disminuir su resistencia a enfermedades, estas alteraciones se pueden corregir con dietas artificiales pueden ser enriquecidas con aditivos y suplementos específicos, como vitaminas, minerales y otros nutrientes esenciales (Norando, 2016).

Aunque en la actualidad se estudia los efectos de las dietas artificiales sobre el sistema digestivo de las abejas todavía hay muchas incógnitas sobre sus efectos a largo plazo en la salud y el bienestar de las abejas. Algunos estudios sugieren que las dietas artificiales pueden tener efectos negativos en el microbiota intestinal de las abejas y en su capacidad para resistir patógenos (Powell et al, 2023).

Radiación: La exposición a la radiación electromagnética, como la generada por torres de comunicación y otros dispositivos electrónicos, ha sido objeto de preocupación en relación con el bienestar de las abejas. Algunos autores sugieren que la radiación electromagnética puede afectar el comportamiento de las abejas y la capacidad de navegación, lo que podría influir en su capacidad para encontrar alimento y regresar a la colmena y contribuir al síndrome del colapso de la colmena (Ramírez et al, 2021).

Los insectos están expuestos a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF) ambientales, esta absorción es actualmente desconocida para la mayoría de los tipos de insectos, se sabe que estos RF-EMF pueden ser absorbidos por insectos, y pueden provocar un calentamiento dieléctrico dentro de ellos, pueden traer consecuencias morfológicas, desarrollo anormal, un cambio en la capacidad reproductiva y en el comportamiento (Herrensens, 2022)

Pesticidas y plaguicidas: La exposición a pesticidas y plaguicidas es uno de los mayores riesgos para el bienestar animal de las abejas. Estas sustancias químicas se utilizan para controlar plagas y enfermedades en cultivos, pero también pueden ser tóxicas para las abejas. La exposición a dosis subletales de pesticidas puede debilitar el sistema inmunológico de las abejas, afectar su capacidad de navegación, reducir su reproducción y aumentar su susceptibilidad a enfermedades favoreciendo la aparición del síndrome del colapso de la colmena (Hashimi et al, 2020)

VI. METODOLOGÍA

Se tuvieron en cuenta las variables de temperatura, humedad tanto interna de la colmena como externa, porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas, edad de las reinas, disponibilidad de alimento en cuadros, se realizó el estudio en dos puntos dentro de la finca de la universidad, uno en espacio boscoso y otro en espacio abierto.

Se realizó un análisis de tipo descriptivo y prueba ETA (Eta Test of Association) es una prueba estadística utilizada para determinar si hay una asociación entre dos variables categóricas. También conocida como "prueba de asociación", la prueba ETA se basa en el coeficiente de contingencia (eta), que mide la fuerza de la asociación entre las variables (Matamoros et al, 2020)

El estudio se realizó en el apiario de la Universidad Antonio Nariño Sede Usme ubicada en la localidad número 5 de la ciudad de Bogotá, la finca san pedro se encuentra a una altura de 2800 m.s.n.m, con un clima promedio de 10.4 °C a 20.1 °C, cuenta con espacios de zonas boscosas de gran extensión y otras áreas destinadas a funcionamiento propias de la facultad de medicina veterinaria de la universidad. Para tal fin se seleccionaron 24 colmenas de abejas *Apis mellifera* que cumplieron con los siguientes criterios inclusión:

- Las colonias tenían reina fecundada y estaba en postura: 24 colmenas
- Colmenas con buena población y actividad: 24 Colmenas



Figura 10. Identificación de reina en colmena. Fuente Dimate E, 2022

Los datos recopilados de cada una de las 24 colmenas en campo fueron después organizados en una matriz con ayuda del programa Excel, diseñada de forma en el cual permitió establecer de manera organizada por fecha y hora de la toma de los datos.

Cada colmena tuvo un registro donde se reportó: Edad de la reina, composición de la colonia (porta núcleo, cámara de cría, alza de media adicional, trampa de polen, etc.), información sobre población (abejas adultas, cría abierta y operculada) y reservas de alimento (néctar y pan de abejas).

Se evaluaron las variables presentadas en la tabla de operacionalización, el estado de salud y de infestación por varroa, así como características de la colonia: Temperatura interna, humedad interna y temperatura externa, humedad externa.



Figura 11. Colmena lado izquierdo espacio boscoso, colmena lado derecho espacio abierto.

Fuente Dimate E, 2022

Tabla 2. Operacionalización de variables

Categoría	Nombre de la variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Instrumento de medición	Frecuencia de medición
Salud	Presencia de mortalidad	Cualitativa	Si / no	Registro por colmena	1 vez a la semana
Salud	Anormalidades en larvas	Cualitativas	Si/no	Registro por colmena	1 vez a la semana
Salud	Presencia de ectoparásitos	Cuantitativa	%	conteo de muestras en laboratorio	1 vez a la semana
Salud	Alteraciones morfológicas	Cualitativa	Si/no	Registro por colmena	1 vez por semana
Nutrición	Presencia de néctar y pan de polen	Cualitativa	Baja/ media / alta	Observación directa sobre cuadros	1 vez por semana
Nutrición	Presencia de Miel	Cualitativa	Baja/ media / alta	Observación y Registro por colmena	1 vez a la semana
Ambiental Interno	Temperatura	Cuantitativa	°C	Datalogger	3 tomas con datalogger
Ambiental interno	Humedad	Cuantitativa	%	Datalogger	3 tomas con datalogger
Ambiental Externo	Temperatura	Cuantitativa	°C	Termómetro	3 tomas con punto meteorológico
Ambiental Externo	Humedad relativa	Cuantitativa	%	Higrómetro	3 tomas con punto meteorológico

6.1 Evaluación del estado sanitario

Por medio del estereoscopio se realizó la observación del acaro varroa, se llevó un registro de infestación de varroa por cada una de las colmenas en estudio incluyendo información sobre evidencia de cambios, lesiones o alteraciones en abejas adultas asociadas con la varroasis.



Figura 12. Identificación de varroa en estereoscopio. Fuente. Dimate E, 2022.

Durante las visitas que se realizaron al apiario con una frecuencia semanal, se observaron detenidamente cada una de las colonias seleccionadas previamente para el estudio para identificar y tomar registros de alteraciones evidentes en su morfología y deformación de alas.



Figura 13. Recolección de muestra para análisis de varroa. fuente. Dimate E, 2022.

Se realizó un muestreo para determinar el nivel de infestación por varroa siguiendo los lineamientos de protocolo establecidos en la guía publicada por el ICA, **guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura código PRA-SPA-G-014 V.2** (ICA, 2022): se seleccionaron cuadros con abejas adultas, se colectaron en promedio 100 abejas en un frasco con contenido de alcohol, luego se pasaron por un filtro para permitir la colecta del acaro, esto permitió realizar un conteo de parasito para luego sacar un porcentaje de infestación de la colmena en general, utilizando la fórmula de numero de abejas por el número de ácaros contados divididos en 100 (Díaz-Monroy, 2019).



Figura 14. Proceso de identificación de varroa en laboratorio. fuente Dimate E, 2022.



Figura 15. Identificación morfológica de varroa y conteo de infestación

6.2 Reserva de alimento

Se observó la proporción de reserva de alimento en cada una de las colmenas y se evaluó de acuerdo con la cantidad de cuadros conteniendo pan de abeja, néctar o miel, se clasificó como baja (menos de un cuadro con alimento) / media (entre 1 y 2 cuadros) / alta (mayor a 2 cuadros). Para determinar la reserva de alimento se hizo referencia a la cantidad de alimento y distribución dentro de los alveolos de los cuadros, la suplementación externa no fue planteado para el estudio desde el inicio, por ende no se estableció como criterio de inclusión.



Figura 16. Observación de parámetros de nutrición en colmena. fuente Dimate E, 2022.

6.3 Determinación de Humedad, temperatura:

Para la medición de evaluar humedad y temperatura interna de las colmenas se implementó el uso de dos datalogger dentro de cada colonia durante 48 horas (2 días), se realizó la evaluación en 3 repeticiones para cada colmena, el horario de medición para las repeticiones fue el mismo, con intervalos de 7 semanas y media para cada repetición, una vez tomado los datos con ayuda de los dispositivos estos pasaron por el programa Uni-Trend Technology de lectura de los datalogger para ser descargados y se organizaron con fecha de tomas a la matriz para luego realizar la correlación de los datos obtenidos.



Figura 17. Datalogger usados para medir temperatura y humedad interna en colmenas.

fuentes Dimate E, 2022

Se llevó un registro de temperatura ambiental y humedad relativa del exterior durante el período de estudio en el que las colmenas tienen en su interior los dispositivos datalogger para hacer una comparación de variables climáticas tanto internas como externas, esto gracias a un punto meteorológico ubicado dentro de la misma finca por IDIGER nombre de la estación: Estación UAN Usme, código CNE: 21202230, estado: Activa.

6.4 Análisis de datos

Los datos recopilados se organizaron y depuraron en un formato Excel. Con ellos se realiza un análisis de descripción estadística usando medidas de tendencia central y de dispersión tales como media, desviación estándar y coeficiente de variación para el caso de variables continuas y porcentaje para el caso de variables nominales con ayuda de gráficas y tablas, para la medida de asociación entre dos variables categóricas y analizar si es estadísticamente significativa se usa especialmente la prueba ETA.

VII. RESULTADOS

Se realizó la evaluación de las 24 colmenas seleccionadas, 14 de ellas estuvieron ubicadas en una zona de bosque y 10 ubicadas en campo abierto, la distancia de los dos grupos de estudios fue de 100 metros aproximadamente, con respecto a la edad de la reina, 14 tenían reina joven (menor a 6 meses) mientras que 10 presentaban reinas mayores a 6 meses.

7.1 Salud de *A. mellifera*

La presencia y nivel de infestación de los ácaros *Varroa destructor* es uno de los principales factores que afectan la salud y el bienestar de las colonias de abejas. Una alta carga de Varroa puede debilitar a las abejas y transmitir enfermedades virales, lo que puede llevar a la disminución de la población y el colapso de la colonia (Guevara et al, 2016). En la tabla 3 se observa el porcentaje de infestación de varroa respecto a la edad de las reinas en colmenas ubicadas en espacios boscosos y abiertos.

Tabla 3. Presencia de varroa en porcentaje durante las 3 visitas.

Ubicación	Edad	Infestación de varroa X %	SD ±
Bosque	menor a 6 meses	2,5	0,9
	mayor a 6 meses	5,7	2,1
	Total	4,31	2,3
E. Abierto	menor a 6 meses	2,3	1,5
	mayor a 6 meses	4,3	1,1
	Total	2,72	1,6

Gráficamente, se observa en la figura 18, un menor nivel de porcentaje infestación en las colmenas con reina más jóvenes. El mayor nivel de infestación lo obtuvieron las colmenas ubicadas en bosque con una media de infestación en un 4.3 % y el más bajo fue en las colmenas de espacio abierto con una media del 2.7 %

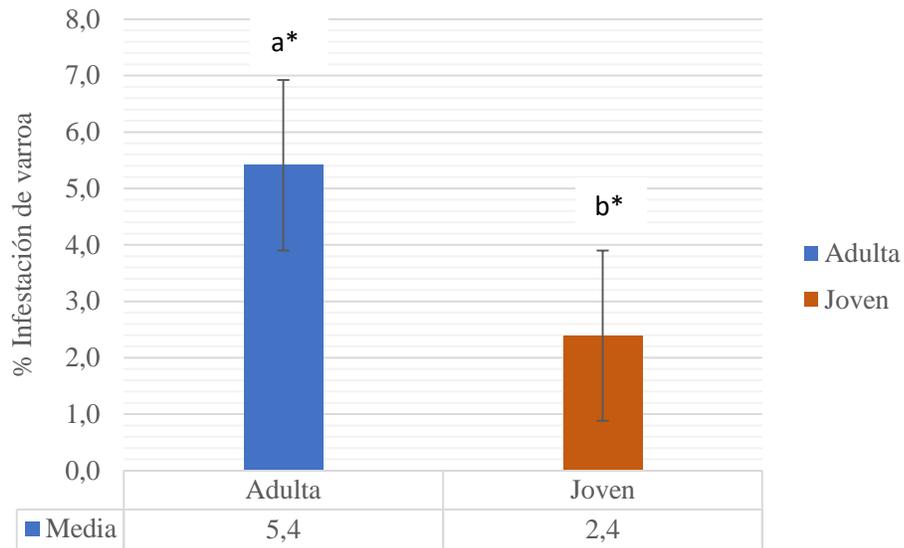


Figura 18. Porcentaje de Infestación de Varroa respecto al estado biológico de las reinas.

*Letras diferentes: Asociación entre variables. Prueba ETA ($P=0,835$)

La figura 18 muestra que hay una asociación entre la edad de la reina y el porcentaje de infestación de la varroa en las colmenas.

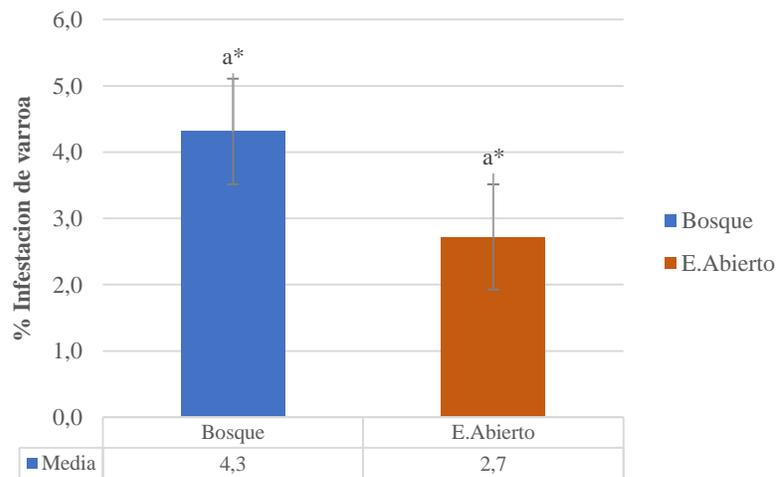


Figura 19. Porcentaje de infestación de varroa respecto a la ubicación de las colmenas.

*Letra a: Asociación entre variables. Prueba ETA ($P=0,440$)

Figura 19 muestra que no se encontró una asociación entre la ubicación y el porcentaje de infestación por varroa.

Con respecto a la presencia de signos asociados a otras enfermedades no fueron evidenciados en el período de estudio.

7.2 Nutrición

Se realizó la evaluación de la cantidad de reserva de alimento (pan de abeja, néctar y miel) encontrada dentro de las colmenas. Al momento de realizar las 3 visitas se evidencio que aquellas colmenas que tenían una reina < 6 meses y con buena postura, visualmente contenían mayor porcentaje de alimento almacenado en los cuadros.

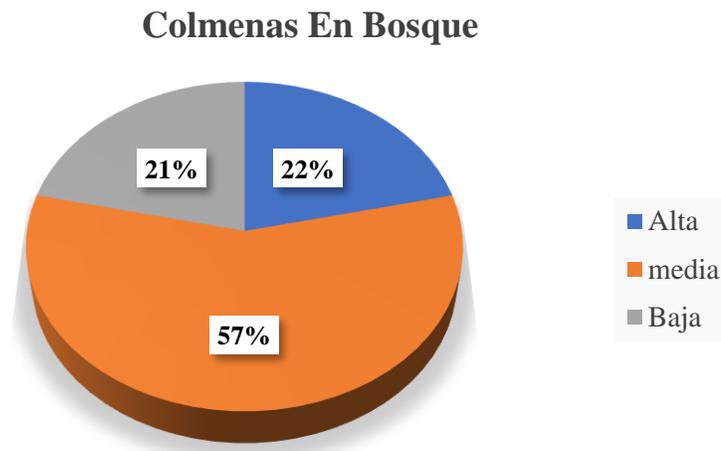


Figura 20. Disponibilidad de alimento en las colmenas ubicadas en bosque.

El 57 % de las colmenas ubicadas en bosque presentaron un nivel medio de disponibilidad de alimento, es decir 8 de las 14 colmenas evaluadas. Así, 3 de estas colmenas reportaron un grado bajo con un 21 % y 3 con un grado alto representando el 22%.

Espacio Abierto

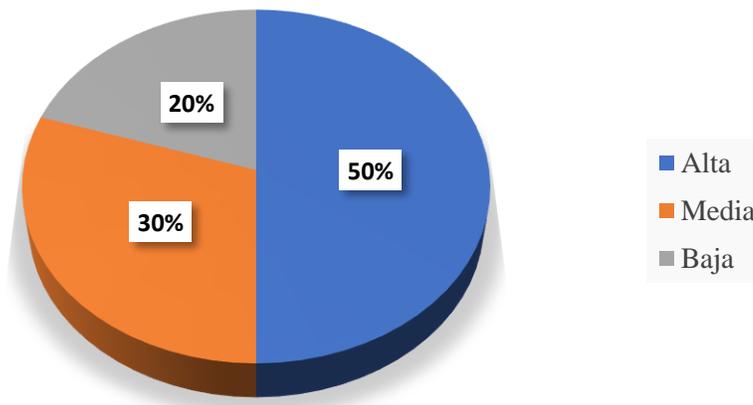


Figura 21. Disponibilidad de alimento en colmenas ubicadas en Espacio Abierto.

Las colmenas ubicadas en espacio abierto presentaron alta reserva de alimento en un 50%, en nivel medio un 30 % y bajo en un 20%.

7.4 Parámetros de Temperatura y Humedad

Con respecto a las mediciones de temperatura interna de las 24 colmenas se encontró un promedio de 31.6°C, (SD± 2,4 %) (CV 8%), la temperatura más baja correspondió a 19.2°C y fue reportada cerca de las 8 de la mañana, mientras que la temperatura más alta fue de 35.9 °C y fue reportada sobre el medio día, cerca de la 1pm.

En cuanto a la temperatura externa se encontró un promedio de 16.2°C con una (SD± 8.2 %) (CV 51%), la temperatura más baja correspondió a 8.4°C y fue reportada a las 2:14 am, mientras que la temperatura más alta fue de 33.4 °C fue reportada a las 12:14 pm.

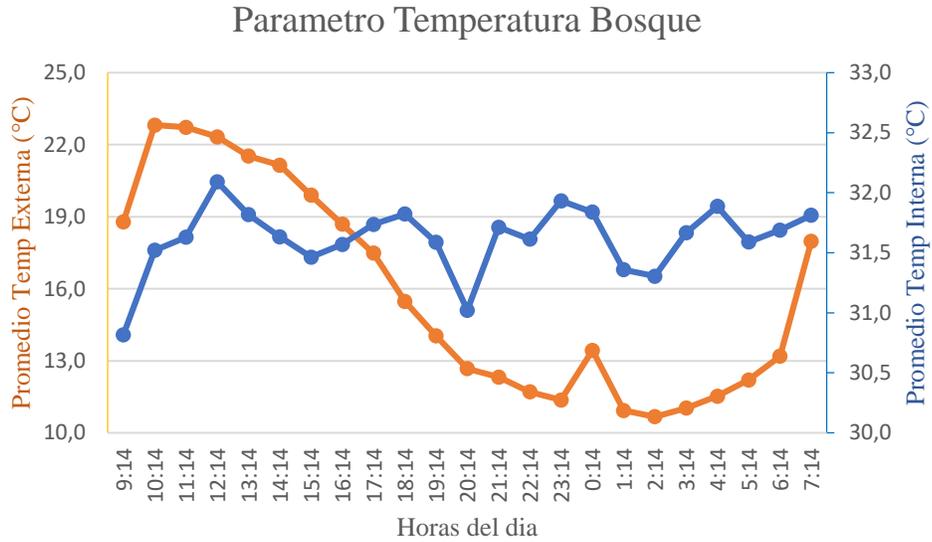


Figura 22. Parámetros Temperatura de colmenas ubicadas en bosques

Se identificó en las colmenas de bosque, que la temperatura externa durante el día fue en promedio de 16,5°C (SD ± 8,7%) (CV 53%). En la noche se observó una disminución marcada por debajo de los 13°C, se encontró que la temperatura interna presentó un promedio de 31,3°C (SD ± 2.3%) (CV 7%).

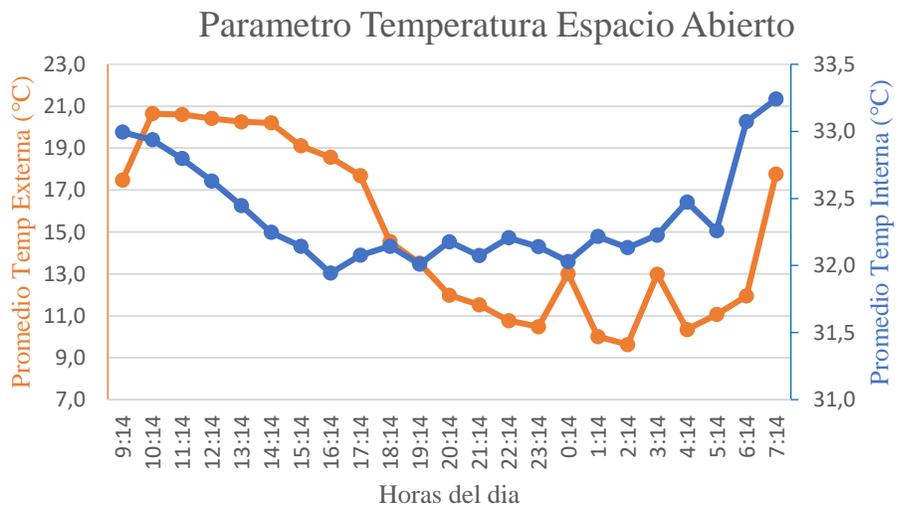


Figura 23. Parámetros Temperatura de colmenas ubicadas en espacios abiertos

Se identificó en las colmenas ubicadas en espacio abierto, que la temperatura externa tuvo una mayor variación frente a la temperatura reportada en bosque con un promedio de 15,7 °C (SD \pm 7,6 %) (CV 48%). A medida que iniciaba la tarde - noche la temperatura descendió paulatinamente desde los 19°C llegando hasta los 9,6 °C, la temperatura interna tuvo una disminución conforme bajaba la temperatura externa, descendiendo de 33°C hasta los 31,9°C, se encontró que la temperatura interna presentó un promedio de 32,1 °C (SD \pm 20,6 %) (CV 7%).

No se detectó que las temperaturas externas más bajas o altas coincidieran con la misma tendencia al interior de las colmenas.

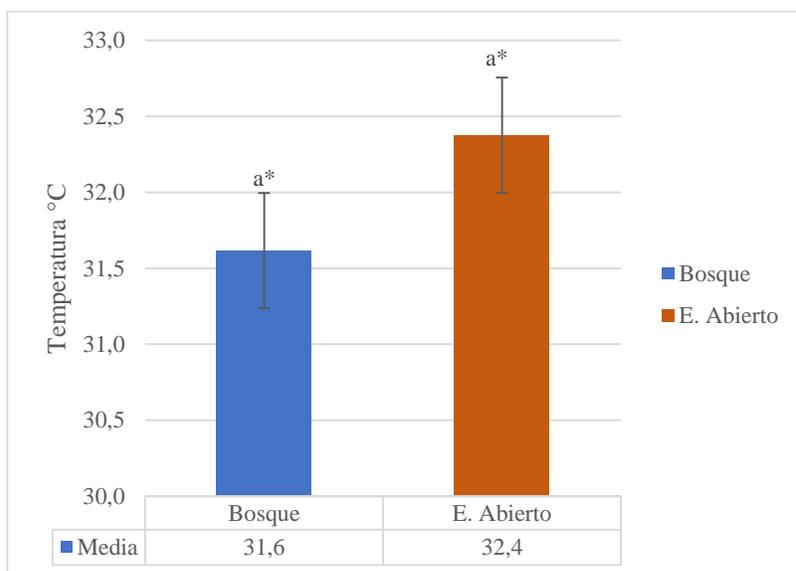


Figura 24. Temperatura interna de la colmena respecto a la ubicación.

*Letra a: Asociación entre variables. Prueba ETA (P=0.197)

La figura 24 muestra que no se encontró una asociación entre la ubicación y la temperatura interna de las colmenas ubicadas en espacio abierto y bosque.

Con respecto a las mediciones de humedad interna de las 24 colmenas se encontró un promedio de 71.1 % (SD± 4.1 %) (CV 6%), la humedad más baja correspondió a 52.3 % y fue reportada cerca de las 7 de la noche, mientras que la humedad más alta fue de 81.8 % y fue reportada sobre el medio día, cerca de la 4 pm.

En cuanto a la humedad externa se encontró un promedio de 67.0 % (SD± 11.0 %) (CV 16%), la humedad más baja correspondió a 60.1 % y fue reportada a las 12 am, mientras que la humedad más alta fue de 79.7.4 % fue reportada a las 3 pm.

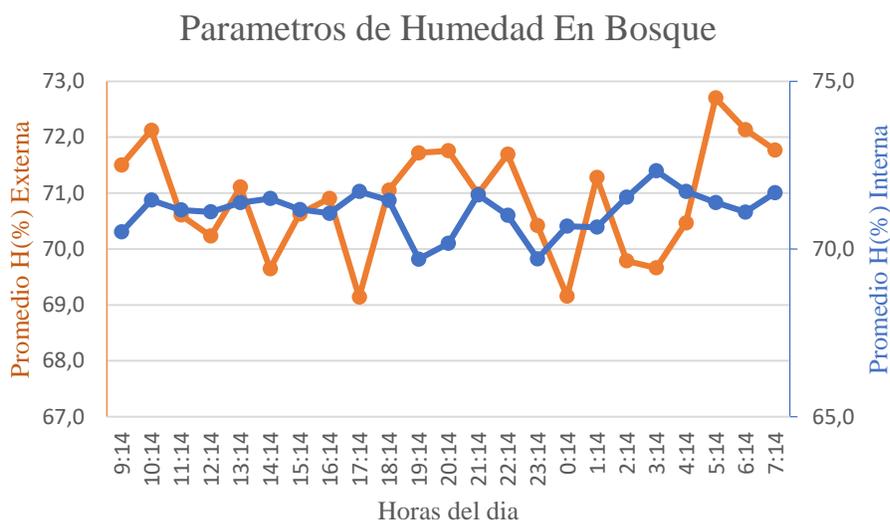


Figura 25. Parámetros de humedad en colmenas ubicadas en bosques

Se observó en las colmenas de bosque que la humedad externa tuvo una mayor variación con un promedio de 70,8% HR (SD ± 3,0 %) (CV4%). Mientras que la humedad interna presentó un promedio de 71,2% HR (SD ± 4,0 %) (CV6%).

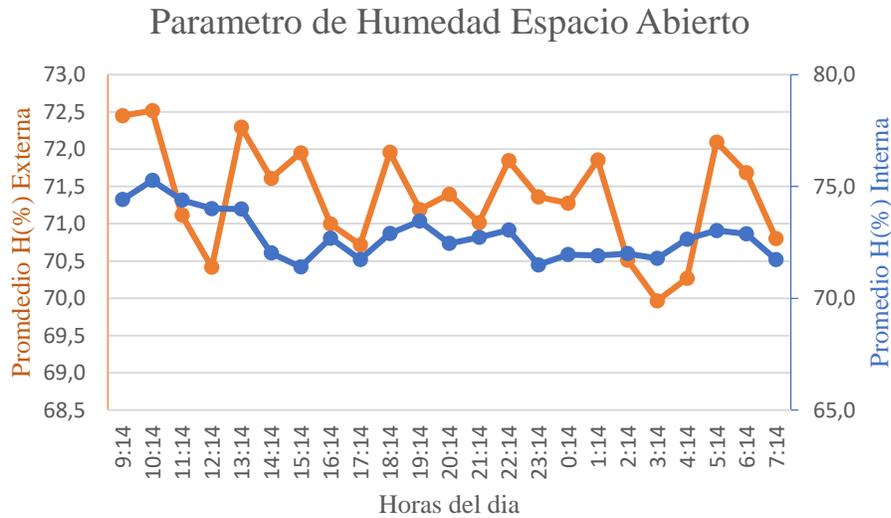


Figura 26. Parámetros de humedad en colmenas ubicadas en espacio abierto

Se contempló en las colmenas ubicadas en espacio abierto que la humedad externa tuvo una variación notable similar a la humedad ubicada en bosque con un promedio de 71,3% HR (SD $\pm 2,9$ %) (CV 4%). Se identificó que la humedad interna mantuvo un promedio de 72,9 HR (SD $\pm 3,4$ %) (CV 5 %). La humedad externa fue fluctuante a lo largo del día siendo 72,5% el pico máximo reportado en las 24 horas y un mínimo reportado de 70,0%. En comparación con las colmenas de bosque, se observaron que sostenían una estabilidad en el rango de humedad interna durante el día, entre 71,4% y 75,3%.

Al igual que en el caso de la temperatura, no se observó que la humedad externa más baja o alta coincidiera con la misma tendencia al interior de las colmenas.

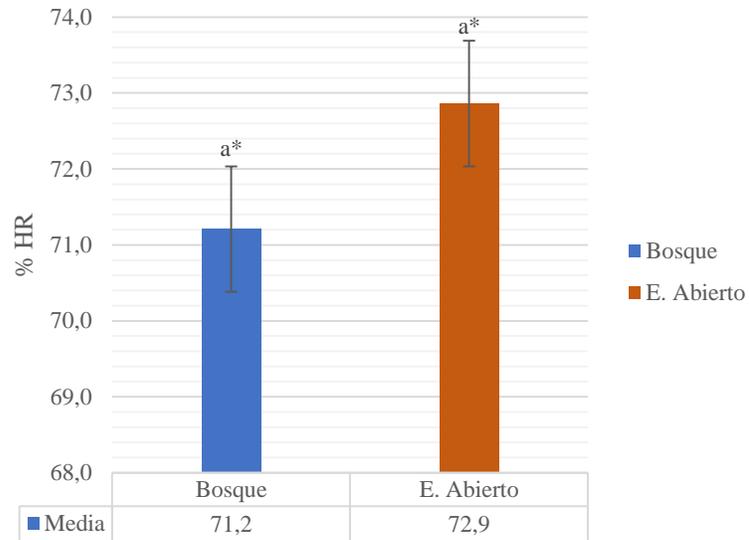


Figura 27. Humedad relativa interna respecto a la ubicación de las colmenas.

*Letra a: Asociación entre variables. Prueba ETA ($P=0.213$)

Figura 27 muestra que no se observa una asociación entre la ubicación y la humedad relativa interna de las colmenas ubicadas en espacio abierto y bosque.

VIII. DISCUSIÓN

En el presente trabajo fue posible establecer los porcentajes de infestación por varroa, la temperatura y humedad internas y externas, además de considerar la reserva de alimento en 24 colmenas que estuvieron ubicadas en dos grupos, uno de ellos contando con un espacio abierto amplio y otro con una barrera natural a menos de 10m correspondiente a bosque con alta presencia de eucalipto, pino y ciprés. También se tuvieron en cuenta los registros de edad de la reina haciendo la distinción entre aquellas menores o mayores de 6 meses.

Por medio de la prueba ETA, se obtuvieron resultados de asociación en el cual el mayor nivel de infestación lo registraron las colmenas ubicadas en bosque con una media de infestación de un 4.3 % y el más bajo fue en las colmenas de espacio abierto con una media del 2.7 % son resultados similares con los obtenidos por (Sanabria, 2015) y (Salamanca Grosso, 2012), quienes en su investigación el promedio de infestación por varroa fue entre 2.1% y 4.4 % respectivamente en *Apis Mellifera*. Por otro lado, (Sato, 2001) encontró que las colonias de abejas con reinas jóvenes mantienen niveles de infestación más bajos que las colonias con reinas viejas, debido al decaimiento en la capacidad de ovipostura de estas últimas, y su consecuente impacto en el tamaño de la población; lo que impide que se mantenga la relación varroa/abejas. Siendo así, en este trabajo se observó que la presencia de una reina menor a 6 meses se asocia sobre la disminución del acaro en la población de la colonia.

Por otro lado, respecto a la disponibilidad de alimento en las colmenas se identificó que aquellas colmenas que contenían más alimento presentaban condiciones óptimas para su desarrollo, teoría que se confirma por Dietz, 2001, quien en su informe explica que hay relación estrecha en el crecimiento poblacional de la colonia, cuando se evidencia recursos estables de alimento dentro de la colmena.

Los resultados obtenidos en este trabajo evidencian un rango de temperatura y humedad ideal para la supervivencia de la especie, los cuales son corroborados por autores como

(Abou-Shaara, 2017), el cual afirma que el rango normal de temperatura dentro de una colonia de abejas mellifera oscila entre 33 y 36 °C, la humedad del aire entre el 60% a 75 %. Rangos que fueron muy similares a los resultados vistos en este estudio. De lo anterior, se analiza que de manera general, las colmenas controlan su propio microclima interno, independientemente de la variación climática externa.

Es necesario discutir algunos aspectos de gran importancia respecto a los parámetros que se plantean en esta investigación. En primer lugar, el diseño implementado implica que es posible estudiar distintos parámetros que permitan ser medibles. Además, como los resultados permitieron llegar a estimaciones para identificar variables y poder, como ya se mencionó analizarlos, comparar y finalmente ver como estos parámetros influyen sobre el bienestar de la especie.

Con la información obtenida de parámetros como la salud, la nutrición, la temperatura y la humedad, se obtiene un aporte para el proceso de identificación de factores que evalúen el bienestar animal y el estado en el que se encuentran las colmenas.

En relación con la implementación del bienestar animal en un invertebrado, es importante mencionar que todos los animales deben tener la oportunidad de ser valorados, bajo las condiciones de vida natural, salud y funcionamiento propia de la especie, como lo afirma el autor (Fraser, 2006). En su publicación (Broom DM, 2009) afirman que la evaluación del bienestar debe llevarse a cabo de manera objetiva, sin tener en cuenta las preguntas éticas acerca de los sistemas, prácticas o condiciones para los individuos que están siendo comparados. Una vez se ha obtenido la evidencia científica sobre sus condiciones de vida, se pueden tomar las decisiones éticas para mejorar el bienestar en la especie.

Durante la realización de este estudio, se evidenció que se puede contar con otros parámetros para enriquecer la investigación como lo son la intensidad de luz, el sonido y tipos de frecuencias emitidas, presencia de varroa en cría, comportamiento dentro de

la colmena y durante el manejo. Parámetros que pueden ser estudiados a futuro para aportar a los resultados obteniendo mayor sustento de la evaluación del bienestar.

Respecto a los parámetros identificados y medidos, como lo son temperatura, humedad, infestación por varroa y disponibilidad de alimento dentro de la colmena, se sugieren que pueden influir sobre los dominios del bienestar animal ya que se pueden acoplar a 3 de los dominios como los son nutrición, medio ambiente y salud (Mellor & Beausoleil, 2015). Estos parámetros, facilitan la consideración de experiencias que pueden mejorar las aplicaciones en cuanto a cuantificación del bienestar (Turner, 2007), y aportan a configurar un modelo o método sistemático para la identificación en este caso de los 3 dominios, que reflejan el estado de bienestar general de la especie.

Finalmente, acorde a la tendencia de los datos, un buen o mal bienestar se puede deber a la edad de una reina y a la termorregulación al interior de la colmena; ya que una reina joven evidencia que la presencia de infestación de varroa es baja, lo que puede conllevar a un buen bienestar, en caso contrario se tiene que una reina adulta reporta una mayor presencia de infestación por varroa presentando probablemente un mal bienestar, y, además si al interior de la colmena se presentan microclimas estables independientemente de las fluctuaciones externas se puede hablar de que posiblemente existe un buen bienestar en la colmena. Así, si la colmena no regula su microclima interno podemos deducir que existe un mal bienestar en las abejas. Sin embargo se recomienda que hayan futuros estudios en el que se abarquen estos últimos temas y que el tiempo de toma de temperatura y humedad sea más extenso para abarcar más datos en cuanto a las condiciones climática del año, evaluando el efecto de la variación climática, aumentar el número de colmenas en estudio para tener un mayor alcance de los datos obtenidos, respecto a los análisis de los resultados y, contar con colmenas ubicadas en distintas zonas geográficas para poder realizar una correlación entre ellos y poderlos comparar.

IX. CONCLUSIONES

- Se determinaron los porcentajes de infestación por varroa, la temperatura y humedad internas y externas, además de considerar la reserva de alimento en 24 colmenas que estuvieron ubicadas en dos grupos en los apiarios de la Universidad Antonio Nariño de la sede Usme, uno de ellos contando con un espacio abierto amplio y otro con una barrera natural cercana. También se tuvo en cuenta la edad de la reina haciendo la distinción entre aquellas menores o mayores de 6 meses.
- Se identificó la varroa como componente relacionado a la salud y la disponibilidad de alimento dentro de las colmenas como componente nutricional. De lo cual, se obtuvo que si existe la presencia de una reina joven hay un menor porcentaje de varroa dentro de la colmena y si la reina es adulta existe un mayor porcentaje de varroa en el interior de la colmena. Por otra parte, se identificó que aquellas con reinas jóvenes presentaron una mayor disponibilidad de alimento dentro de los cuadros de las colmenas, que aquellas que tenían reina adulta.
- Se evaluaron parámetros internos tales como temperatura y humedad, hallándose que los valores coinciden con los reportados previamente para la especie, sin embargo mediante la prueba ETA se determinó que su fluctuación no fue asociada de manera coincidente con los cambios de los mismos factores en el exterior de la colmena, por ello se propone que las abejas son capaces de regular estas dos condiciones al interior independiente de la variación climática al exterior de estas.
- Los datos obtenidos de las colmenas evaluadas, si bien no determinan los parámetros ideales para establecer las condiciones de bienestar de las abejas, si contribuyen al conocimiento de los rangos y variaciones que presentan colmenas de abejas *Apis mellifera* africanizada con un manejo convencional en las condiciones de trópico alto, información poco estudiada y que puede servir de base para evaluaciones posteriores

sobre la regulación interna de temperatura y humedad en los sistemas de producción apícola.

- Se evaluó la asociación de los parámetros como humedad y temperatura interna relacionados con la ubicación de las colmenas, encontrándose que no existe una influencia de la ubicación de la colmena respecto a la variación de la temperatura y humedad interna de la colonia, por esta razón no se puede dar a conocer las ventajas o desventajas de posicionar una colmena tanto en espacio abierto como de bosque.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou-Shaara, H. F. (2017). *A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees*. Insectes sociaux.
- Abraham Castro, A. (2018). *Influencia del cambio de la abeja Reina, (Apis mellifera L.) en los rendimientos de la colmena*. Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias).
- Alvarez, T. M. (2021). *Evaluación del efecto de dos alternativas ecológicas en la mortalidad de insectos benéficos, abejas (Apis mellifera) y mariquitas (Coccinellidae) en el cultivo de Chocho (Lupinus mutabilis), cantón Salcedo provincia de Cotopaxi*. Ecuador.
- Álvarez-Ramírez, A. J.-G. (2017). *Influencia de las condiciones ambientales en la presentación de Ascosperosis (Ascosphaera apis) o cría de cal en Apis mellifera (abeja)*. Abanico veterinario.
- Amaya Medina, J. D. (2021). *Especies vegetales utilizadas por las abejas nativas sin aguijón (apidae: meliponini)*. Costa rica.
- Ardanáz, I. (2018). *Evaluación de la eficacia de la Flumetrina en el control de Varroa destructor (Acari: Varroidae) en poscosecha en colmenas de Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en un colmenar en la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina*. Buenos aires.
- Baena-Díaz, F. C.-B. (2002). *Apis mellifera: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 525-548*.
- Blettler, D. C. (2020). *Forrajeo de abejas sobre cultivos de soja, una aproximación mediante análisis de cargas corbiculares en Apis mellifera*. Arica.
- Botías, C. (2017). *Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores*. Sevilla, España: Aeat, asociación española de ecología terrestre.
- Bragulat Souto, T. (2019). *Nivel de competitividad y eficiencia de la apicultura en La Pampa*. Argentina.
- Broom DM, R. N. (2009). *Bienestar de los animales de producción: evaluación y gestión de riesgos. Garantía de inocuidad de los alimentos y salud pública veterinaria*. Editores académicos de Wageningen.
- Browning, H. y. (2020). *Improving invertebrate welfare*. Sydney, Australia: Animal sentience.
- Carere, C. &. (2019). *The welfare of invertebrate animals*. Biomedical and Life Sciences.
- Caselli et al. (2021). *Consideraciones sobre la formación basada en competencias y el enfoque Una Salud*. Buenos Aires. Argentina: Revista FAVE. Sección Ciencias veterinarias.

- Cepeda Soria, Á. D. (2012). *Reproducción de abejas (Apis mellífera) reinas utilizando cuatro tipos de traslarve*. Bachelor's thesis.
- Chafuelán, M. (2020). *Evaluación de la adaptabilidad de abejas (Apis mellifera) para la producción de miel orgánica en el centro experimental "Alonso Tadeo" de la UPEC*. Ecuador.
- Claro Carrascal, R. A. (2020). *Síntesis de las buenas prácticas de salud apícola requeridas para el mantenimiento y buen funcionamiento de colonias de Apis mellifera y abejas nativas en Colombia del grupo de las Meliponas*. Bogota, Colombia : Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- Colin, T. M. (2019). Long-term dynamics of honey bee colonies following exposure to chemical stress. *Science of the Total Environment*, 660-670.
- Corby-Harris, V. S. (2018). *Honey bee (Apis mellifera) nurses do not consume pollens based on their nutritional quality*. PLoS one.
- Darwin, C. &. (1982). El origen del hombre. En D. Charles. Edaf No .2.
- Díaz-Monroy, B. M.-M.-T. (2019). *Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (Varroa destructor) en apiarios ecuatorianos*. Ecuador: Ciencia y agricultura.
- Dietz, A. &. (2001). *Caste determination in honey bees. I. The significance of moisture in larval food*. Journal of Experimental Zoology.
- F Wemelsfelder, S. M. (2014). *Applying ethological and health indicators to practical animal welfare assessment*. Reino Unido: OIE Scientific and Technical Review.
- FAO. (2008). *Economic valuation of pollination services*. Roma: FAO (Ed.).
- Fernández-León¹, K. J. (2020). *Tasas de infestación por varroa destructor en abejas apis*. Cuba: Margenes, revista multitemática de desarrollo local y sostenibilidad.
- Fraser, D. (2006). *A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns*. Animal Welfare.
- Galvani, G. (2022). *Monitoreo continuo de las condiciones internas en la colmena de Apis mellifera y su relación con la presencia de Varroa*. Argentina.
- Garrido, P. (2018). *Síndrome de colapso de las colonias de abejas*. Chile: UDLA Universidad de las Américas.
- Gonzales, B. (2010). *¿Es realmente una ciencia el bienestar animal?* Argentina : Producción animal.
- Groening, J. V. (2017). *In search of evidence for the experience of pain in honeybees: A self-administration study*. Scientific reports. pubmed.

- Guerrero et al. (2019). *One health: Cambio climático, contaminación ambiental y el impacto sobre la salud humana y animal*. Zaragoza. España: Amazing Books.
- Guevara et al. (2016). *Diagnóstico del Virus de la Celda Real Negra, el Virus de Alas Deformes y el Virus de la Parálisis Aguda en abejas africanizadas (Apis mellifera scutellata), sintomáticas de Costa Rica, utilizando RT-PCR en tiempo real*. Costa Rica.
- Haón Ramírez, J. D. (2022). *Evaluación de efectos letales de insumos agrícolas en abejas melíferas (Apis mellifera)*. Ecuador.
- Hashimi et al. (2020). *Toxic effects of pesticides on humans, plants, animals, pollinators and beneficial organisms*.
- Herssens, H. T. (2022). *Whole-Body Averaged Absorbed Power in Insects Exposed to Far-Field Radio Frequency Electromagnetic Fields*. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*,. Belguin. Alemania.
- Hölldobler, B. &. (2014). *El superorganismo: belleza y elegancia de las asombrosas sociedades de insectos*. Katz Editores y Capital Intelectual.
- Horvath, K. A. (2013). *Invertebrate welfare: an overlooked issue*. Italia: Annali dell'Istituto superiore di sanità.
- Huera Ipial, J. D. (2022). *Análisis de la distribución biogeográfica de himenópteros: Apidae en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura*. Bachelor's thesis.
- Hung, K. L. (2018). *The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats*. the Royal Society B: Biological Scienc.
- ICA. (2022). *GUIA SANITARIA PARA EL MANEJO, PRESERVACIÓN, PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA APICULTURACODIGO:PRA-SPA-G-014 V.2*.
- Jiang, Y. (2019). *Transcriptomic analysis reveals Apis mellifera adaptations to high temperature and high humidity*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*.
- Leclercq, G. P. (2017). Drawbacks and benefits of hygienic behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Research*, 366-375.
- Locke, B. (2016). *Natural Varroa mite-surviving Apis mellifera honey bee populations*. *Apidologie*.
- Main, D. K. (2023). Applications for Methods of On-Farm Welfare Assessment. *Animal Welfare*, 523-528.
- Martinez, j. (2018). *La importancia de los estudios epidemiológicos en las colonias de abeja melíferas (Apis mellifera) en la penisula de Yucatan* . Mexico: Selva andina .
- Matamoros et al. (2020). *Técnicas estadísticas para identificar posibles relaciones bivariadas*. Cuba.

- Mazuera, R. &. (2021). *Sistema de monitoreo para colmenas como herramienta de ayuda en el control de la calidad y la producción de la miel de los apiarios de la Asociación Colombiana-Apromiel*.
- Medina-Flores. (2014). *Producción de miel e infestación con Varroa destructor de abejas africanizadas (Apis mellifera) con alto y bajo comportamiento higiénico*. Merida, Mexico: Revista mexicana de ciencias pecuarias.
- Mellor & Beausoleil. (2015). Extending the ‘Five Domains’ model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. *Animal Welfare*, 241-253.
- Ministerio de agricultura. (2022). *Por la cual se adopta el manual de condiciones de bienestar animal en la cría de abejas (Apis melliferas) en el sector agripecuario*. Bogota, colombia: Minagricultura.
- Miranda, K. F. (2014). *Abejas*. Infozoa boletín de zoología.
- Mut, J. A. (2016). *Abejas, flores y miel*. Ediciones Digitales.
- Nates-Parra. (2004). *Cría y manejo de abejas sin aguijón. Curso-taller de Meliponicultura*. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Ciencias. Departamento.
- Nates-Parra, G. (2011). *Genética del comportamiento: abejas como modelo*. Bogota: Acta Biologica Colombiana.
- Nazzi, F. y. (2016). *Ecology of Varroa destructor, the major ectoparasite of the western honey bee, Apis mellifera*. Annual review of entomology.
- Norando, C. (2016). *Una aproximación al estudio de la comunidad microbiana de las abejas melíferas*. Montevideo. Uruguay .
- Oddie, M. A. (2019). *Cell size and Varroa destructor mite infestations in*. Apidologie.
- OIE. (16 de 03 de 2011). *Enfermedades de las abejas*. Obtenido de OIE organizacion mundial de sanidad animal : <https://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/enfermedades-de-los-animales/enfermedades-de-las-abejas>
- OIE. (2021). *Varrosis de las abejas melíferas (infestacion de las abejas mellíferas por varroa spp.)*. Manual terrestre de la OIE.
- OIE. (2021). *Varrosis de las abejas melíferas (infestacion de las abejas melíferas por varroa spp.)*. Manual terrestre .
- Olate-Olave, V. R. (2021). *Bee Health and Productivity in Apis mellifera, a Consequence of Multiple Factors*. Veterinary Sciences.
- Olinda carmen, R. V. (2016). *Características morfológicas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas Apis Mellíferas sp*. Lambayeque, peru: Revista de investigación y cultura.

- Organizacion Mundial de Sanidad Animal. (2015). *Un Mundo Multicultural, Bienestar animal/hojas inforamtivas*. Obtenido de Retrieved from http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Fact_sheets/AW_ES.pdf
- Orjuela Parrado, R. L. (2019). *Variación morfométrica de abejas africanizadas en un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia)*. Bogota.Colombia.
- Page Age Jr Re, R. G. (1991). *The Gnetics of Division of Labor in Honey Bee*. Adv insect physio.
- Paredes Álvarez, O. G. (2020). *Estudio de parámetros de calidad y perfil sensorial de la apis mellifera (miel de abeja) y subproductos (Propóleo, polen y cera) para su posterior aplicación en procesos agroindustriales*. Ecuador: Bachelor's thesis.
- Powell et al. (2023). *The microbiome and gene expression of honey bee workers are affected by a diet containing pollen substitutes*. Texas.Estados Unidos: PlosUno.
- Punina Gallegos, A. F. (2022). *Prevalencia de parásitos externos en abejas (Apis mellifera) (Bachelor's thesis)*. Cuenca, Ecuador : Politecnica salesiana.
- Ramírez et al. (2021). *Incidencia de la contaminación electromagnética a partir de un modelo biológico vivo*. Manizales. Colombia.
- Rodriguez, A. C. (2016). *Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detección de alertas y riesgos sanitarios*. Madrid.España.
- Rosenkranz P., A. P. (2010). *Biology and control of Varroa destructor*. J. Invert. Path.
- Rosenkranz, P. (2010). *Biology and control of Varroa destructos*. alemania: Journal of invertebrate pathology.
- Rosenkranz, P. A. (2010). *Biology and control of Varroa destructor*. Journal of invertebrate pathology.
- Rosero, T. (2006). *Selección de colmenas segun características de alta producción de miel en los departamentos de copan*. El paraiso . la paz : Digital zamorano.
- Sakzar, Y. A. (2000). *Cartilla de Apicultura*. Cauca, Colombia: Cooperativa de Apicultores del cauca.
- Salamanca Grosso, G. O. (2012). *Presencia e incidencia forética de Varroa destructor A.(Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae), en Colombia*. Zootecnia Tropical.
- Sanabria, J. L. (2015). *Índices de infestación por Varroa destructor en colmenas sin medidas de control*. colombia: Revista de salud animal.
- Sato, J. S. (2001). *Seleccion para la tolerancia a Varroa jacobsoniOud, en una poblacion de abjeas euroafricana*. Agrocienacia.

- Sebastian Eslava G., G. B. (2012). *Sistema de Telemetría Apícola*. Colombia.
- Smith Pardo, A. &. (2007). *Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque humedo tropical*. Acta Biológica .
- Solatina. (2020). *Cientificos alertan sobre la muerte de abejas en latinoamerica*. Montevideo, Uruguay: Gacetilla de prensa .
- Steinhauer, N. K. (2018). *Drivers of colony losses*. . Current opinion in insect science.
- Tautz, J. (2010). *Abejas un mundo biologicamente extraordinario*. España.
- Téllez Novoa, D. A. (2015). *Evaluación del comportamiento higiénico de Apis mellifera en relación a los niveles de infestación de Varroa destructor en León*. Doctoral dissertation.
- Turner, S. P. (2007). Welfare assessment in extensive animal production systems: challenges and opportunities. *Animal Welfare*, 189-192.
- Vasquez, R. M. (2012). *Manual tecnico de apicultura*. Colombia: Produmedios .
- Zeaiter, Z. (2019). *The Effect of Thermoregulatory Stress on Honey Bee Hives*. Australia .

