

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN - LEON



Tesis para optar al título de Médico Veterinario

Evaluación de las características morfométricas y
comportamiento higiénico de las abejas (*Apis mellifera*)
de 6 municipios de Nicaragua, 2012.

Elaborado por:

Br. Engels Magdiell Ayala Álvarez.

Br. Anielka Francisca Rojas Peralta.

Tutora: MSc. Christiane Duttmann.

Asesora: Lic. Gladys Lizeth Castillo Paguaga.

RESUMEN

Este estudio evalúa las características morfométricas y el comportamiento higiénico de las abejas (*Apis mellifera*) de 6 municipios de Nicaragua en 2012. El objetivo es determinar el grado de africanización basado en el estudio de las características biométricas como la longitud del ala anterior derecha de la abeja, el peso fresco de cabeza-tórax para realizar comparación del grado de similitud que existe en las abejas entre los 6 municipios. Con los resultados obtenidos contribuimos a la información necesaria para iniciar el mejoramiento genético en la abeja *Apis mellifera* en Nicaragua. El fin de iniciar una crianza selectiva con determinadas características es lograr una mejor producción y el mejoramiento sanitario. La metodología usada es a través de mediciones de las alas en mm para identificar la africanización, como también la evaluación del comportamiento higiénico a través de la prueba del pinchazo de Rothenbuhler en las colmenas en 6 diferentes zonas de Nicaragua, en las cuales existen las abejas africanizadas. Al medir las características en casos de la realización de las pruebas de conducta higiénica, se pudo determinar que la lectura después de 6 horas de haber aplicada la prueba no es recomendable por que puede inferir sobre los resultados negativamente. Los resultados de la lectura 24 horas después de realizar la prueba indican que las abejas en el estudio, presentan un buen comportamiento higiénico. Comparando los resultados a través de la prueba *t-de student* con los resultados de Ruttner, se presentó que hay un mayor grado de africanización en Nicaragua $p=0.0001$.

DEDICATORIA

Dedico a Dios por sobre todas las cosas, por su ayuda a llegar a la meta que me había propuesto, por haberme guiado hasta donde me encuentro ahorita, regalándome sabiduría y entendimiento para alcanzar un logro más en mi vida; por ser mi fortaleza y permitir llenarnos de experiencias y sobre todo felicidad..

A mis padres Edilberto Ayala Rivera y Luisa del Carmen de Ayala, por ser quienes me han apoyado, motivado por salir a delante y no detenerme ante las adversidades de la vida, por el gran esfuerzo que han hecho en mi realización como profesional de y sobre todo por su ejemplo de superación.

A mis hermanos: Larry Abraham y Jehonatan Ayala por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. Por ser en muchos momentos mis mentores y consejeros, por su apoyo en momentos de necesidad y por los grandes momentos que hemos compartido.

A mis sobrinos: por ser personitas importantes en mi vida y quienes han sido mi motivación para ser un mejor ejemplo para ellos.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Engels Magdiell Ayala Álvarez

Dedico este trabajo investigativo a Dios y a la Santísima Virgen María, por haberme brindado el don de la sabiduría y protección a lo largo de mi vida.

A mis padres: Raúl Rojas y Julia Peralta, quienes en los momentos más difíciles de mi carrera, con muchos esfuerzos y sacrificios me brindaron su apoyo tanto moral, económico como espiritual, concluyendo con éxito mis estudios y trabajo documental.

Anielka Francisca Rojas Peralta

AGRADECIMIENTO

Agradecemos especialmente al único que tiene inmortalidad, que habita en luz inaccesible; a quien ninguno de los hombres ha visto ni puede ver, al cual sea la honra y el imperio sempiterno, a nuestro señor Jesucristo; por darnos inteligencia, paciencia, y ser nuestro principal guía en el transcurso de nuestras vidas.

A todo el gremio de docentes que de una u otra manera nos brindaron sus conocimientos en el transcurso de nuestra vida tanto moral como profesional.

Muy especialmente a la profesora Christiane Duttmann por ser nuestra tutora en este trabajo investigativo realizado, por permitir también ser sus amigos, compañeros, por su confianza apoyo y dedicación.

Al Dr. Jorge Demedio por permitirnos trabajar con él, de adquirir nuevos conocimientos y darnos la oportunidad de conocerle.

A licenciada Gladys Lizeth Castillo Paguaga por regalarnos consejos y ayuda brindada.

Agradecemos al profesor Byron Flores por la gran ayuda brindada en la realización de este trabajo y por sus consejos.

A nuestros amigos por confiar y creer en nosotros y haber hecho de nuestra etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaremos.

Engels Ayala y Anielka Rojas.

Agradezco en lo personal a Anielka Francisca Rojas Peralta por haberme dado la oportunidad de ser su compañero de tesis y por ser mí amiga, por haberme tenido la paciencia necesaria, por su comprensión y a pesar de nuestras diferencias y similitudes al trabajar juntos y por motivarme a seguir adelante en los momentos de desesperación y a pesar de las dificultades presentadas culminar este nuevo logro en nuestras vidas; gracias Ani. **Engels Ayala.**

GLOSARIO

En apicultura, como en otras actividades, se emplean unos términos específicos para nombrar útiles o situaciones, los más comunes se citan a continuación:

- **Antena:** órgano táctil de la abeja.
- **Colmena:** es el soporte material donde viven las abejas, puede ser preparada por el hombre o puede ser un hueco natural.
- **Colonia:** es el conjunto de todos los individuos que viven en un mismo lugar, están organizados para sobrevivir y defenderse de los ataques de otras especies.
- **Desoperculado:** recibe este nombre la operación de retirar o romper el opérculo que cierra las celdas de miel, cosa que se hace con varios útiles.
- **Enjambre:** es el conjunto de abejas que parte de una colonia y va a establecerse en otro lugar, se hace extensivo a los conjuntos que prepara el apicultor.
- **Manejo:** es la parte que el apicultor ejecuta sobre la colonia con el fin de mejorar alguna condición natural.
- **Núcleo:** es la denominación genérica de las mini-colmenas que se usan en el transporte de enjambres propiciados por el apicultor o para el desarrollo de nuevas colonias.
- **Operculado:** recibe este nombre el hecho de cerrar las celdillas de donde nacerán las reinas, abejas y machos y las de miel.
- **Realera:** es la celda especial que sirve de cuna a la reina.

Partes de la abeja.

- **Abdomen:** parte trasera de la abeja.
- **Ala:** miembro de locomoción que sirve para volar.
- **Cabeza:** parte de la antera de la abeja.
- **Espolón:** parte saliente de la pata delantera de la abeja.
- **Fémur:** primera parte de la pata de la abeja.
- **Ojo compuesto:** órgano complejo de la vista de la abeja.

Pata trasera: miembro posterior.

- **Pata media:** miembro central.
- **Pata delantera:** miembro anterior.
- **Piezas bucales:** partes relativas a la boca.
- **Segmento:** parte del abdomen.
- **Tarso:** cada una de las partes que contiene el segmento de la pata de la abeja situada posterior la tibia.
- **Tibia:** parte central de la pata de la abeja.
- **Tórax:** parte central de la abeja.
- **Uña:** garra puntiaguda de la abeja.

Se puede categorizar a los apicultores en:

- **Dedicación total:** tienen desde varios centenares a varios miles de colmenas y requieren inversiones, personal, especialización y dedicación como cualquier otra actividad empresarial. Los grandes apicultores del país en general han pasado primero por las dos categorías anteriores.
- **Hobbyistas:** tienen hasta 25 unidades, destinan la miel a uso familiar y venta local. Requieren muy poca dedicación y poco material de trabajo.
- **Semi-dedicación:** tienen de 25 a 300 colmenas y simultáneamente otra actividad económica. Requieren conocimientos y una moderada inversión, ambas cosas logradas gradualmente.

Abreviaciones:

- **Mm:** milímetros
- **Mg:** miligramos
- **Cm:** centímetros
- **IC:** intervalo de confianza

INDICE:

Resumen	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Glosario	V
Introducción	8
Antecedentes	12
Justificación	13
Planteamiento del problema	14
Objetivos	15
Marco teórico	
• Historia de la Apicultura	16
• El Apicultor	17
• Importancia de Apicultura en el país y el mundo	18
• Productos y subproductos	20
• Abejas	
➤ Clasificación	23
➤ Razas	25
➤ Habitantes de la Colmena	27
➤ Metamorfosis	29
• Morfología de la Abeja	30
• Tipo de Celdas	32
• Comportamiento Higiénico	33
• Comportamiento Defensivo	37
Diseño metodológico	39
Resultados	44
Discusión	53
Conclusión	55
Recomendación	56
Bibliografía	57
Anexos	62

INTRODUCCIÓN

La apicultura o el cultivo de abejas es una actividad agropecuaria orientada a la crianza de abejas (del género *Apis*) y a prestarles los cuidados necesarios con el objeto de obtener los productos que ellas son capaces de elaborar, y recolectarlos, con el fin de satisfacer las necesidades que el hombre tiene de esos productos. (Manual de apicultura, 1º año ciclo básico agrario; Dirección de educación agraria).

Tradicionalmente, la taxonomía intra-específica de la abeja melífera, se ha basado en la morfología. En el presente, están reconocidas 26 subespecies de *Apis mellifera*, teniendo en cuenta sus caracteres morfométricas. (P. Harizanis).

El sector apícola de Nicaragua, se hace presente y manifiesta desde el año 2006, cuando el MAGFOR realiza el Censo Nacional Apícola, que permitió la identificación de un sector productivo y una actividad económica agropecuaria amigable y compatible con el medio ambiente. En los últimos años, se ha observado un incremento significativo en el crecimiento y desarrollo de la actividad apícola, tanto a niveles de organización y formación de capacidades técnicas de los productores, quienes demandan atención y apoyo de parte del gobierno y de los organismos de la cooperación para hacerse visibles y reconocidos. (MAGFOR, Nicaragua, 2006).

Nicaragua tiene unos 130 mil km² y un poco más de 5 millones de habitantes. Actualmente, hay unos 2,000 apicultores de abejas melíferas, europeas y africanizadas, con unas 15,000 colmenas, tipo Langstroth, de ellas, unas 5,000 colmenas ecológicas certificadas. En Nicaragua, existen unos 980 productores apícolas activos que desarrollan su labor en 23,000 colmenas distribuidos en 1,287 apiarios en su mayoría estacionarios, ubicados a lo largo del territorio nacional, de entre colmenas productivas de dos y tres alzas, cámaras de cría y núcleos. (Sergio M. Herrera, 2012).

Por otro lado, considerando los rendimientos actuales y el potencial apícola de Nicaragua, que por ahora es aprovechado en un 5%, el potencial de la producción apícola anual podría llegar a ser superior a las 9 mil toneladas de miel, o sea más de 9 millones de kilos, equivalente a más de 30 mil barriles de 300 kilos, que al precio actual de la miel convencional a granel, mayor de US\$ 1.80 por kilo, significaría un ingreso anual superior a los US\$ 16.2 millones de dólares. De igual manera, al duplicarse el rendimiento anual de 30 kilos a 60 kilos de miel por colmena, podría llegar a generarse un ingreso anual superior a los US\$ 32.4 millones de dólares. Para poder seleccionar genéticamente el tipo productivo más conveniente para la región deberíamos conocer previamente las diferencias que guardan los ecotipos locales con respecto a los estándares de las razas africanas y europeas introducidas en la región. (Ortiz, Cowper Coles).

Las regiones muestran una gran disparidad en las colmenas, existiendo una mezcla de razas diferentes, y sabiendo que en una colmena podrían encontrar microcolonias formadas por la fecundación de diferentes zánganos, resulta importante poder contar con estudios biométricos de las abejas de nuestra zona, que las caracterice pues resulta difícil juzgarlas solamente por su producción debido a las grandes diferencias que existen hasta en una sola colmena.

En ello tendría gran relevancia la morfometría, que constituye una valiosa herramienta para su clasificación debido a que los tipos de abejas presentan diferencias en cuanto a sus estructuras anatómicas, y su estudio permitirá conocer la constitución de una población sobre la base de su estructura para poder posteriormente relacionarlas con la producción. Los trabajos biométricos en abejas fueron realizados en 1988 por Ruttner quien empleando un amplio grupo de variables estableció los atributos de las razas geográficas de Europa y África. Posteriormente Padilla Álvarez y col. (1998) realizan estudios morfológicos de abejas melíferas del Archipiélago Canario. (NATES-PARRA, 2011).

Según Ruttner en su investigación en 1988 los Caracteres específicos de especies del género *Apis mellifera*, la longitud de la ala posterior oscila entre 8.0 - 9.7mm. (Biometría de especies de *Apis*; Wikipedia, enciclopedia libre).

El sistema FABIS es un proceso para el rápido, sencillo decodificado, campo de grandes números de colonias de abejas. Ha sido probado con datos de otros, de colonias africanizadas y europeas, así como la precisión del método se ha verificado para las abejas europeas de los EE.UU. y las abejas africanizadas de Venezuela. Este método utiliza 25 mediciones morfométricas, sin embargo, los recientes avances en la estadística Software de análisis y reconocimiento de imágenes hizo el análisis morfométrico más preciso y práctico para la identificación de especies. (Sylvester Allen, 1987)

Schröder et al. En 1995 desarrollaron un sistema de semi-automáticas TEM para el reconocimiento de especies de abejas, basado en características extraídas de las alas anteriores; este sistema fue nombrado ABIS (Automatic Bee Sistem of identification). La identificación de individuos fue bastante rápido. Varios mejoramientos se realizaron con posterioridad al original sistema FABIS, y tiene mayor precisión que la versión original (Steinhage et al., 2001).

Muchos autores han demostrado que el comportamiento higienico es un mecanismo natural de resistencia a la loque americana (enfermedad bacteriana que afecta larvas de abejas; Rothenbuhler, 1964; Spivak y Reuter, 1998) y a las enfermedades micóticas como ascosferosis (Milne, 1983; Gilliam *et al.*, 1989; Spivak y Gilliam, 1993) o de origen parasitario como es el caso de *Varroa destructor* (Rath y Drescher, 1990; Guerra et al., 2000)

Rothenbuhler, 1964 demostró que el comportamiento higiénico de las abejas es controlado por dos genes recesivos independientes: uno responsable de desopercular la cría enferma (gene u) y el otro responsable de remover la cría enferma fuera del nido de cría (gene r). Se ha determinado que las abejas

higiénicas poseen mayor sensibilidad olfatoria y son capaces de discriminar entre crías normales y anormales a una baja intensidad de estímulo, detectando y removiendo crías enfermas, muertas o parasitadas de una manera rápida y eficiente; concluyendo que él está controlado por dos pares de genes recesivos, u (desoperculador) y r (removedor).

Por lo antes expuesto, el propósito de este trabajo fue evaluar el comportamiento higiénico de las abejas (*A. mellifera*) en apiarios de 6 municipios de Nicaragua, y las características morfométricas para determinar si existe alguna correlación entre la localidad y el grado de africanización con respecto a la manifestación del comportamiento higiénico.

ANTECEDENTES

La taxonomía intraespecífica de la abeja mellífera, se ha basado en la morfología. (P. Harazanis.)

Miguel Arrechavala, 2001; Universidad de Minnessota llevó a cabo un estudio sobre los Loci de rasgos binarios que influyen en la expresión el comportamiento higiénico de las abejas melíferas; estudiando la remoción del opérculo de cera de las celdas que contenían a las pupas muertas y la remoción de cría muerta de la celda; obteniendo un porcentaje promedio de celdas que limpiaron las colonias de alto comportamiento higiénico fue de 95.32 ± 1.00 , mientras que el de las colonias de bajo comportamiento higiénico fue de 68.4 ± 1.06 .

F. Ruttner, 1988; Universidad de Minnessota realizó un estudio de análisis estadístico biométrico la variabilidad geográfica de *Apis mellifera* obteniendo como resultado una total dentro de las especies, incluidas todas las razas, es considerable. Para la longitud de la probóscide que oscila entre 5,31 y 7,39 mm (media de la muestra), por la longitud del ala entre 7,98 y 9,69 mm, la longitud del pelo del cuerpo de las abejas entre 0.158 y 0.477 mm y para el índice cubital entre 1, 8 y 3,62.

Padilla Álvarez, 2011. Departamento de Biología de la Universidad de Córdoba, elaboró un estudio sobre la discriminación entre poblaciones de abejas (*Apis Mellifera L.*) del sur de España, Centro de Portugal, y Madeira; obteniendo como resultado las medidas de los caracteres estudiados, la longitud del ala anterior fue de $9,460 \pm 0,0099$ mm y la longitud del ala posterior fue de $6,618 \pm 0,0084$ mm.

JUSTIFICACIÓN

En Nicaragua no existe un estudio que describa las características morfométricas, comportamiento higiénico, ni el grado de africanización de las abejas *Apis mellifera* de este país. El conocimiento obtenido contribuirá a la crianza selectiva y al mejoramiento genético en las abejas y por ende al desarrollo del sector apícola que es una importante actividad económica

Esta investigación presenta información del tipo de abejas que se está trabajando en Nicaragua, para tener un mejoramiento en la apicultura, la producción, y mejoramiento sanitario.

Este estudio descriptivo se desarrolló para evaluar las características morfométricas y comportamiento higiénico en 6 municipios de Nicaragua utilizando el sistema ABIS y las pruebas de Rothenbuhler, para mejorar al campo de la apicultura, principalmente en Nicaragua y convertirse en un país competitivo con producción intensiva en el área apícola.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo son las características morfométricas y el comportamiento higiénico de las abejas *Apis mellifera* de 6 municipios en Nicaragua?

OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar las características morfométricas y comportamiento higiénico de las abejas de 6 municipios en Nicaragua (*Apis mellifera*).

Objetivos específicos:

Determinar las características biométricas de las abejas *Apis mellifera* de 6 municipios en Nicaragua determinando la longitud del ala anterior derecha utilizando el sistema ABIS, y el método del pesaje fresco.

Comparar el grado de similitud de las características morfométricas de las poblaciones de abejas *Apis mellifera* de 6 municipios en Nicaragua.

Evaluar el comportamiento higiénico de las abejas *Apis mellifera* de 6 municipios en Nicaragua.

MARCO TEÓRICO

HISTORIA DE LA APICULTURA

Existen datos históricos que señalan la existencia de prácticas apícolas a través de distintos períodos, es así que se observan pinturas rupestres que datan de 7.000 y 8000 años de antigüedad donde muestran escenas de recolección de miel de colmenas silvestres. Hay papiros que datan del año 2400 a.C. donde se puede observar que los egipcios trasladaban sus colmenas en embarcaciones a lo largo del río Nilo. Los griegos, veneraron la apicultura y representaron en su moneda, con el cuño de una abeja en los años 480 a.C. Los poetas geórgicos dedicaron obras a la descripción de las costumbres e inteligencia de las abejas.

La apicultura alcanzó su apogeo cuando el único elemento conocido para endulzar, era la miel. Esto cambió después del descubrimiento de América y la caña de azúcar. Con ello la importancia de la apicultura decreció; sin embargo su práctica no se interrumpió en ningún momento. La apicultura moderna comienza con la creación de los panales y los cuadros móviles, en virtud que no destruyen los mismos al realizar la cosecha de miel, las hojas de cera estampada y los extractores mecánicos, alcanzando su auge a fines del siglo IXX ya principios del siglo XX gracias a los trabajos de múltiples estudiosos en el tema. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Si analizamos etimológicamente Apicultura observamos que la palabra proviene del latín *Apis* (abeja) y *Cultura* (cultivo), es decir, la ciencia que se dedica al cultivo de las abejas o a la cría de las abejas, ya que se trata de animales. Una definición completa sería la que la define como “la ciencia aplicada que estudia la abeja melífera y mediante la tecnología se obtienen beneficios económicos”. Se distinguen dos tipos:

- **Directos:** como consecuencia de la venta de los productos apícolas (miel, polen y cera).
- **Indirectos:** debida a la acción que realiza como vector de polen en los cultivos. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

➤ **EL APICULTOR**



Imagen 1. Apicultores trabajando en la colmena

El apicultor es la persona que practica la apicultura.

Son diversas las actividades que desarrolla el apicultor. Durante el verano normalmente trabaja con las abejas, pero durante el invierno o estación de receso, el trabajo consiste en:

- Preparación del material para la próxima temporada en donde alojará a las nuevas familias.
- Alimentación de la colonia.
- Control sanitario de la colmena. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010).

Actualmente existen dos tipos de apicultura:

- **Apicultura Sedentaria.** Es aquella en la que la ubicación de la colmena no varía y precisa de un aporte de alimento artificial.
- **Apicultura Trashumante.** Consiste en ir cambiando la situación del apiario siguiendo la localización de la zona geográfica con el fin de obtener un máximo de producción. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Importancia de la apicultura en el país y en el mundo

La región tropical de Centroamérica tiene un gran número y variedad de flores endémicas propicias para la apicultura, por lo cual esta actividad es ampliamente practicada en nuestros países. Nicaragua es uno de los países con menor producción de la región, aunque por su potencial podría estar a la cabeza en la producción de este rubro.

Tabla 1 Producción Centroamericana de Miel. (En Toneladas Métricas)

Países	2003	2004	2005	2006*	2007
El Salvador	1,660	2,362	1,823	2,100	2,100
Costa Rica	1,270	1,311	1,335	1,335	1,335
Guatemala*	s/d	1,700	1,680	1,283	1,283
Nicaragua	390	390	400	388	300
Honduras	119	118	117	189	200
Fuente: FAO, Ministerio División Estadística					

*: Para el 2006 se utilizaron de fuente los Ministerios de Agricultura de CA

La apicultura es una actividad generadora de desarrollo económico, social, y ambiental debido a que:

- Promueve importantes encadenamientos y relación con otras industrias (envases, materiales de madera, alimentos, entre otras).
- Genera divisas por exportaciones por su alta demanda en el mercado internacional, lo cual permite sostener el tipo de cambio y generar competitividad a nivel país.
- Incrementa la producción de algunos cultivos agrícolas gracias al servicio de polinización, aumentando la oferta de bienes en el mercado nacional e internacional.
- Crea ingresos adicionales a las familias rurales debido a que su realización es compatible con otras actividades, principalmente agricultura y ganadería.
- Realiza un importante aporte a la biodiversidad a través de la polinización,

ya que permite la fecundación de las flores de las plantas para que nazcan los frutos.

- Las abejas permiten que se realice la polinización cuando factores externos no permiten que ciertos tipos de plantas lo hagan por si solas a través de mecanismos naturales. Lo que permite frutos de calidad, tamaño ideal para la exportación y un rendimiento por arriba del promedio.
- Las abejas polinizan las plantas que dan origen a la mayoría de los aceites comestibles e industriales, así como la fibra para la obtención del vestido de la humanidad.

Nada de esto existiría sin la acción de las abejas. Es por esto que el fomento de la apicultura está totalmente alineado con el objetivo de reducción de la pobreza. Desde el punto de vista gubernamental, es una herramienta importante debido a la posibilidad de incidir en familias de bajos recursos y mejorar su calidad de vida a través del trabajo digno.

Muchos países de América tienen los rindes apícolas más altos y una de las mieles de mejor calidad en el mundo. Esto se debe a la amplitud del territorio, rico en néctares, que permite la instalación de apiarios en variados lugares.

También se puede observar que el consumo de miel se halla en continuo crecimiento y probablemente se acentúe en el futuro porque está demostrado que la mieles, todavía, un alimento no contaminado por los residuos de plaguicidas (industriales o radiactivos) que actualmente existen. Al conocer la flora apícola se pueden hacer cálculos sobre la cantidad de colmenas a instalar y estimar su rendimiento. Las especies preferidas por las Abejas son: alfalfa, trébol, girasol, cardo silvestre, eucaliptus, acacias, paraísos frutales en general, malva silvestre, hortalizas, etc. En la pampa húmeda y algunas zonas marginales a ella se cultivan grandes extensiones de estos, para alimento del ganado, que las convierten en fuentes de néctar y polen. (Goslino, 2010)

Productos y subproductos.



Imagen II: Productos y subproductos obtenidos de la colmena

Polen, miel y panal, algunos de los saludables productos de las abejas

Son variados los productos que se obtienen del infatigable trabajo de las abejas, no sólo la producción de un endulzante, sino que el papel que desempeñó la producción de cera fue quizás mayor, debido a su uso en la fabricación de candiles o velas de cera y otras importantes aplicaciones, como la impermeabilización de maderas, cuerdas, cueros, telas, etc.

Más tarde con el desarrollo de nuevas técnicas de conservación, manipulación y mecanismos para su recolección se comenzó a coleccionar el polen, propóleo, jalea real y veneno de abejas (apitoxina).

Cuando se mencionan los productos de las colmenas inmediatamente se hace referencia a la:

La **miel** que es la fuente de energía que necesitan las abejas en todas las etapas de su vida. Este producto lo elaboran a partir del néctar que ellas liberan en las flores.

El **polen** se recolecta a partir de los estambres de las flores por las abejas pecoreadoras. Estas lo trasladan a las colmenas en canastillas de polen sobre su tercer par de patas traseras, para depositarlo en la colmena, dentro de celdas que rodean el nido de crías. Posteriormente, las nodrizas lo apisonan y preparan una papilla con miel y saliva, que da origen al PAN de ABEJAS. Este producto necesario para el crecimiento de las larvas, por fuente principal de proteínas, vitaminas y minerales. Una colmena fuerte necesita entre 10 y 20 kilos de polen al año.

Propóleo quiere decir algo así como defensa de la ciudad. El propóleo es una sustancia resinosa, de distintos colores: amarillo, verdoso o rojizo oscuro que las abejas obtienen a partir de las yemas de las plantas o exudados de algunos árboles resinosos como por ejemplo el eucalipto, el pino y el ciprés. En Cuba se ha observado su recolección del tronco y ramas del mango y el aguacate, especialmente sobre partes dañadas, por ejemplo el punto donde una rama se ha quebrado. Las abejas lo desprenden y se lo llevan en la corbícula (esta es la misma cestilla en el tercer par de patas donde aglutinan los granos de polen). Lo descargan con ayuda de otras abejas dentro de la colmena y lo procesan mezclándolo con enzimas, polen, cera, y a veces algo de tierra o cenizas, para darle mayor consistencia. Las abejas lo usan para cerrar los espacios entre cuadros, entre tapas y rendijas de las colmenas, reducir la piquera y embalsamar objetos o animales que no pueden sacar de las colmenas (ratones, culebras).

La **cera** se usa mayormente como vehículo en cremas y pomadas. Tiene un gran contenido en vitamina A que ayuda a la formación y el mantenimiento de los dientes, los huesos, la piel y una buena visión.

La **apitoxina** es el veneno del aguijón de las abejas. Este nombre viene del latín Apis = abeja y del griego toxikón = veneno. Este producto de las abejas es segregado por dos glándulas, una ácida y otra alcalina, ubicadas en el interior del abdomen de las obreras. Este es el único producto de las colmenas que tiene que ser usado con consejo médico. Puede tener contraindicaciones (hipersensibilidad, diabetes, etc.)

La **Jalea Real** es un producto segregado por las abejas «nodrizas» para alimentar a las larvas durante los 3 primeros días de su vida y a la reina a lo largo de toda su vida. (Dussart, 2007)

Subproductos

- **Propóleo:** Propiedades antibióticas y de activación del sistema inmunológico en general
- **Jabón de miel**
- **Caramelos**
- **El vinagre de miel.**
- **La mascarilla para el pelo**
- **La mascarilla facial de miel**
- **La hidromiel** es un vino de miel.
- **Levantamuertos** (complejo multivitamínico energizante)
- **Crema hidratante** para las manos
- **Champú** (Productos derivados de la miel, Sabor Artesano)

ABEJAS

Las abejas melíferas de la especie *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) son insectos eusociales, pertenecientes al orden Himenópteros, al género *Apis* y especie *mellifera*. Estas especies están compuestas por tres castas o categorías de abejas: una reina, miles de obreras, y un número variable de zánganos, que dependen de la disponibilidad de alimento y la época del año. Las abejas habitan nuestro planeta desde hace más de 40,000 años, en perfecta armonía con la naturaleza. Recolectan néctar y polen para el mantenimiento de sus crías y su propia alimentación y, a través de la polinización, garantizan la perpetuación de la especie vegetal.

Las abejas viven en grandes sociedades llamadas colonias, perfectamente organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su edad y desarrollo físico. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Clasificación de la abeja *melífera*.

La abeja de la miel *Apis mellifera* L. es un insecto que pertenece, dentro del orden de los Himenópteros a la familia *Apidae* y al género *Apis*; este género comprende 4 especies todas ellas sociales:

- ***Apis mellifera Ligústica***. Es la abeja doméstica y se encuentra en zonas tropicales de Europa (Zona Mediterránea) y África, de la que se extendió al resto del mundo (Asia y América).
- ***Apis cerana***. Es esta especie la que se encuentra en Asia. Tiene como parásito a la varroa pero no causa graves problemas a esta especie, aunque si a *Apis mellifera*. Se trata de un arácnido que se alimenta de estados inmaduros y adultos (hemolinfa). Existen en esta especie referencias tan antiguas como de *Apis mellifera*.

Ambas viven en nidos cerrados (rocas, huecos de árboles). Cabe en este momento hacer la distinción entre nido y colmena. Un nido es el albergue natural de un enjambre, siendo la colmena el albergue artificial, construido por el hombre.

Además de estas existen otras especies:

➤ ***Apis dorsata* y *Apis florea*.** Se encuentra en las zonas tropicales de Asia. Viven en nidos abiertos al igual que las avispas. Su recolección es de forma natural. Al presentarse un único panal y ser poco productivas se realiza poco apicultura.

Si nos centramos en *Apis mellifera* hay 23 razas o subespecies distribuidas en 7 zonas: Sur y Este de Europa, Norte y Oeste de Europa (*Apis mellifera* ibérica), Islas Mediterráneas, Norte de África, Sur de África, Este de África y Oeste de África. En Europa las 4 principales variedades de abejas más conocidas son:

➤ ***Mellifera-mellifera*.** Originaria de Europa del Norte y del centro-oeste de Rusia hasta la península Ibérica. Es de color marrón oscuro, tirando a negro.

➤ ***Mellifera ligústica*.** Que es de origen italiana es una abeja muy popular en todas partes del mundo. Es de color clara y tiene largos segmentos amarillos sobre el abdomen. Es una abeja muy dócil.

➤ ***Mellifera cárnica*.** Esta abeja originaria de los Alpes del Sur de Austria es de color marrón o gris. Es muy popular para muchos apicultores en razón de su docilidad.

➤ ***Mellifera caucásica*.** Esta abeja de color un poco gris plomo es originaria de los altos valles del centro del Cáucaso.

La *Apis mellifera* es la más grande de todas, seguida por la *Apis caucasiana* y la *Apis cárnica* que son más pequeñas

Con el arribo en 1984 de las primeras *abejas africanizadas* del sur, la apicultura en el país sufre una transformación de métodos y hábitos de trabajo. Los apiarios tuvieron que ser movidos a distancias más seguras, y el tamaño de las fumarolas se agrandó. El número de apicultores disminuyó, mientras el número de enjambres creció. Estas abejas son más pequeñas que las europeas, pero se adaptan bien a las colmenas con marcos y a las distancias más pequeñas de las celdas para las trabajadoras. Sin embargo, el tamaño de la Reina y sus celdas son idénticos para ambas especies. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Razas:

Desde el punto de vista del aprovechamiento de la miel y de la cera para comercializar, resulta de interés la abeja doméstica *Apis mellifera*, que se subdivide en dos variedades: razas negras y razas amarillas.

Raza negra: Las abejas de raza negra son originarias de la parte norte del continente europeo, son poco productivas, enjambran fácilmente. El color de su cuerpo es oscuro hasta llegar al negro, se pueden considerar como de carácter irritable. Entre las abejas de esta raza las más conocidas son:

- *Caucásica:* pequeñas, de color negro, prolíficas. Son poco enjambradoras y bastantes buenas productoras de miel y cera.
- *Carniola:* la característica principal de esta raza son los panales que construyen de color claro y muy organizados, administran muy bien el consumo de sus reservas durante el invierno. El inconveniente es que no son buenas productoras.
- *Alemanas:* de color gris oscuro, con excepción de la reina y los zánganos que presentan un gris casi negro. Se irritan con mucha facilidad y agreden tanto al hombre como a los animales; tienen la ventaja que son prolíficas. En el país no se conocen.
- *Smirna y china:* el color de estas razas es el gris en variadas tonalidades. En el período de floración se las nota bastante activas, pero no son grandes productoras de miel.
- *Melliponas:* Está muy difundida y adaptada a Cuba; se cree que es de origen europeo. Se caracteriza por ser de cuerpo pequeño, de color gris pardo y con rayas amarillas en el abdomen.

Razas amarillas: Las abejas de raza amarilla son las que predominan en los apiarios con alta productividad, las más conocidas son:

- *Chipriotas:* su abdomen es completamente amarillo por debajo, son sumamente activas, buenas productoras, con el inconveniente que se irritan fácilmente y hacen muy difícil el trabajo en el apiario.
- *Siria:* Su color es uniforme, está bastante difundida en los países árabes,

son activas, prolíficas y buenas productoras.

- *Egipcias*: Su abdomen es amarillo y con rayas negras. Son las que más se irritan y enjambran, poco productoras. Es una raza desconocida y poco difundida en el país.
- *Italianas*: Las abejas de esta raza, también llamada Liguria comenzó a difundirse en el país hace algunos años por iniciativa del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación y se crían en América. Tienen tres bandas de color negro. Los zánganos y las obreras son de color más oscuro y pueden presentar bandas o no. La principal característica de esta raza, es su docilidad y mansedumbre, condición muy importante en el manejo del apiario, son laboriosas, de buena productividad. Se consideran como muy resistentes a las enfermedades. Como todas las razas de abejas, se irritan ante la presencia de personas ajenas al manejo del apiario, o cuando se está cerca de ellas con perfumes penetrantes. Son las más difundidas en todo el país. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Habitantes de la colmena

Colmena es el lugar donde viven las abejas en comunidad. Se entiende por colonia, el enjambre constituido, con todos sus componentes y en actividad productiva.

El conjunto de colmenas se denomina apiario y cada colmena con sus respectivas colonias integradas, son organizadas, mejoradas y cuidadas por el hombre con fines comerciales: venta de miel, cera, núcleos, reinas, etc.

Los habitantes de la colonia son:

- Abeja madre o reina; una sola.
- Zánganos, 500 a 1000 machos cuya única función es fecundar a la reina.
- Obreras, de 30 a 50 mil hembras inaptas para la fecundación por tener atrofiados los órganos de reproducción.

Cada una de ellas con una labor determinada:

La Reina. Es la madre de la colonia, la única hembra perfecta, con un desarrollo sexual completo, encargada de producir los nuevos seres de la colonia. Se distingue por su apariencia larga y delgada causada por el desarrollo completo de los ovarios en el abdomen. Tiene un agujijón sin puyas. En la colonia se encuentra en el área del nicho de cría. Su principal tarea es la de poner huevos y son las obreras las encargadas de alimentarla con jalea real lo que hace que sea fértil y se diferencie de las obreras normales. Sólo subsiste una reina por cada colmena. Una reina buena puede poner entre 1500 a 3000 huevos por día. El número de huevos puestos varía según los factores que afectan el ovario, como por ejemplo el clima, el néctar y el polen disponibles, el tamaño de la reina, las condiciones de la colonia.

Los tipos de huevos que pone la reina son:

- **Fecundados:** en celdas pequeñas que dan origen a las obreras, y si las celdas se agrandan y las larvas se alimentan especialmente, dan origen a reinas.
- **Infecundos:** producen únicamente zánganos, las celdas son de mayor tamaño.

La vida de una reina puede ser de hasta 5 años, aunque normalmente se sustituyen de forma natural a los dos o tres años.



Imagen III: Abeja Reina

Las Obreras: Son abejas hembras que no están desarrolladas sexualmente. Las obreras son las trabajadoras de la colmena, desde que nace una obrera va pasando por distintas tareas dentro de la colmena: Las cereras, hacen y retocan las celdillas; las alimentadoras dan de comer a las larvas y a la reina, las limpiadoras libran de restos la colmena, las guardianas son las encargadas de la protección, y las pecoreadoras las que salen a recoger néctar y polen de las flores, y agua.

Una obrera puede volar a unos 3 km de distancia, aunque normalmente no se alejan más de 1 km en busca de flores. Cuando una abeja encuentra un buen lugar para pecorear, vuelve a la colmena y mediante una danza avisa a las demás de la posición y distancia a la que se encuentra.

La vida de una obrera varía, las nacidas en Enero-Febrero viven unos 3 meses, las nacidas en Abril-Mayo de 28-40 días, en Julio-Agosto unos 80 días, en Octubre sobre mes y medio, y en noviembre sobre 140 días. En invierno viven más tiempo ya que el número de abejas que nacen es casi nulo ya que la reina no ponen huevos en esta época y por lo tanto han de sobrevivir hasta que empiecen a nacer nuevas abejas para que la colonia sobreviva.

Los **zánganos** nacen de huevos sin fecundar, son de mayores dimensiones que la obreras, abdomen más cuadrado, ojos grandes y contiguos. Sus funciones aparte de fecundar a la reina son bastante discutidas, pero se piensa que ayudan a mantener el calor en la colmena y también reparten el néctar.

Los zánganos no pueden picar. Como el aguijón es una modificación de la genitalia de la hembra, los zánganos no tienen aguijón. Tampoco tiene estructuras necesarias para la recolección del néctar y el polen. Una colonia fuerte puede contener 300 o más zánganos, pero durante períodos de escasez, las obreras seleccionan a los zánganos de la colonia, produciéndose así la muerte y a que estos insectos no tiene la capacidad de salir a procurarse el alimento. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Metamorfosis:

Es el proceso por el cual, las larvas atraviesan distintas etapas o estadios, que llevan consigo cambios de forma, estructura y funciones.

Las etapas de la metamorfosis son tres: larva, pupa o ninfa y adulto.

Huevo: El huevo es anterior al comienzo del proceso de metamorfosis. A partir de él se produce el desarrollo del embrión, con el aporte de la reina (célula reproductora femenina, óvulo); y del zángano (célula reproductora masculina, espermatozoide). Este huevo puede dar origen a reinas u obreras.

Óvulo: Procede de la reina (célula reproductora hembra). El desarrollo del embrión sin el aporte del zángano (espermatozoide) es un proceso llamado parte no génesis. Este óvulo da origen a zánganos.

Larva: Al tercer día, el huevo eclosiona, para crecer, muda su cutícula (cubierta). Se producen cinco mudas en la etapa larval sin diferenciación entre tórax y abdomen. Posee cabeza y trece segmentos similares.

Los tres primeros días, las larvas se alimentan a base de Jalea Real; luego las obreras y zánganos consumen una papilla a base de miel, polen y agua. Solamente las reinas continúan su alimentación con Jalea Real.

Pupa o ninfa: Se llaman así en la última muda larval. En esta etapa sus órganos sufren una reestructuración. Ya se distinguen cabeza, tórax y abdomen.

Adulto: Es el resultado final de la metamorfosis, es el individuo completo, capaz de ejercer sus funciones vitales. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

MORFOLOGÍA DE LA ABEJA

La abeja es ovípara. Sólo la reina desarrolla ovarios y segrega varias feromonas una de las cuales elimina a sus rivales en potencia, al inhibir el desarrollo reproductivo en las demás hembras.

La morfometría de la abeja *Apis mellifera* (L), es importante para el estudio de razas o subespecies y de los híbridos, permitiendo su clasificación e identificación. (Foti, 1965; Rüttner, 1965-1975; Velichkov, 1967; Avetiisian, 1975; Díaz, 1981; Herbert, 1983)

En la Morfometria de la abeja existen unos cincuenta caracteres que permiten, según su grado de complejidad, desde la diferenciación de razas, hasta estudios de las diversas especies del género *Apis*. A principios del siglo, la descripción de razas geográficas se basaba en la apreciación del color y la talla. La situación se ha modificado gracias a Alpatov y Goetze quienes entre 1925 y 1940 introdujeron la morfometría en la determinación precisa de las subespecies. El método consiste en medir caracteres perfectamente definidos, como por ejemplo la longitud de ciertas venas alares, de ciertas bandas pilosas o la de la glosa, en muestras de abejas recogidas directamente en las colmenas.

Entre los caracteres utilizados por Alpatov (1948), se encuentran los siguientes; la glosa, la longitud del tercer par de patas, la anchura del metatarso, el diámetro longitudinal y transversal de los espejos de la cera, la longitud y anchura del primer par de alas y las venas A y B de la tercera celdilla cubital. Otros caracteres fueron introducidos por Goetze (1963) en sus estudios morfométricos son; la

pilosidad del tergito V, la longitud de la banda de tomento del IV y la pigmentación de los tergitos II-IV.

Ruttner ha contribuido en gran medida a un mejor conocimiento de las subespecies de abejas, por los importantes estudios morfométricos que ha realizado (Ruttner, 1975, Ruttner 1978). Actualmente ninguna subespecie que ocupe un área importante es desconocida. Debido a que las abejas africanizadas presentan un alto grado de hibridación con las abejas europeas existentes en la naturaleza, es prácticamente imposible reconocerlas únicamente por el aspecto externo. Muchas características fenotípicas, Morfológicas, bioquímicas, fisiológicas y de comportamiento deben tenerse en cuenta para una identificación correcta.

Partes de la abeja

El cuerpo de la abeja está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. Libres las tres y con movimiento. La primera parte y la tercera se unen al tórax, por un delgado punto de articulación.

La forma de la cabeza es diferente según se trate de:

- La reina: con forma de óvalo.
- La obrera: es triangular.
- El zángano: es redonda.

El tórax está formado por tres anillos. De la parte inferior de cada uno de los anillos, sale un par de patas. De la parte superior, en el segundo anillo, sale un par de alas y, en el tercer anillo, otro par de alas más chicas.

Las patas delanteras son las más cortas; en la parte media, presentan una cavidad que forma un peine.

El segundo par de patas es un poco más largo y llevan una cerda donde las delanteras llevan el peine.

En el tercer par de patas hay una cavidad llamada cestillo y una línea de pelillos que forman la espátula.

Las patas de la reina y de los zánganos no tienen cestillos y espátulas. La abeja tiene dos pares de alas.

La tercera parte del cuerpo de la abeja se llama abdomen, el cual está

compuesto por nueve segmentos unidos entre sí que le permite gran movilidad. En él se encuentra las glándulas que producen cera (la reina y el zángano no tienen glándulas cereras). (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)

Tipos de celdas

Las diferentes especies del género *Apis* construyen diferentes tamaños de celdas adecuados a sus respectivas castas, lo que es muy útil para distinguir las especies y las razas del género *Apis*.

Celdas de obreras: miden 11 mm de profundidad y 6,137 mm de diámetro.

Celdas de zánganos: miden 13 mm de profundidad y 7,619 mm de diámetro.

Celdas de reinas: miden 2,5 cm de largo y 8 mm de diámetro. (Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. 2010)



Imagen IV: colmena con celdillas hexagonales

COMPORTAMIENTO HIGIÉNICO

Comportamiento higiénico consiste en la habilidad de las obreras de desopercular las celdas, limpiarlas y remover la cría muerta de su interior. Fue descrito por Walter C. Rothenbuhler en (1964) cuando observó que líneas de abejas resistentes a Loque americana removían la cría muerta. Por otra parte, la cría muerta permanecía en el interior de las celdas de aquellas colonias que eran susceptibles a esta enfermedad. De acuerdo a estas diferencias en la capacidad de remoción de la cría se consideró que las diferencias en el comportamiento higiénico de las colonias tenían una base genética. Luego del estudio de este comportamiento se concluyó que estaba controlado por dos pares de genes recesivos, *u* (desoperculador) que es el que controla la apertura de las celdas de cría y *r* (removedor) que controla el retiro de la cría afectada o muerta (Rothenbuhler, 1964). Otros autores consideran que son más de dos los genes involucrados en este comportamiento (Message, 1979; Moritz, 1988, Gramacho, 1999).

Moritz en 1988 sugirió que la determinación genética del comportamiento higiénico sea probablemente más compleja, porque el quitar o remover la cría muerta de las celdas estaría controlado por más de dos genes, quizás por tres.

Gramacho (1999) presentó una nueva hipótesis por la cual el control de este comportamiento se podría explicar por tres genes recesivos ($d1/d1$, $d2/d2$ = destapando y r/r = retiro). Sin embargo, no se ha probado ninguna de las dos hipótesis. Recientemente, Lapidge y otros en el 2002, con técnicas moleculares, han sugerido que son siete genes los que están implicados en comportamiento higiénico.

La mayoría de la investigación sobre comportamiento higiénico ha registrado el porcentaje de la cría muerta desoperculada y removida por las abejas después de cierto tiempo. Los análisis para este comportamiento se prueban a menudo en

colonias del mismo tamaño y los resultados se evalúan después de uno o dos días.

Dos métodos principales se han utilizado para seleccionar comportamiento higiénico:

- ❖ *Muerte de la cría por congelamiento* (Gonçalves y Kerr, 1970; Spivak y Reuter, 1998)
- ❖ *Muerte de la cría matada por un pinchazo con una aguja o alfiler* (Newton y Ostasiewski, 1986; Gonçalves y Gramacho, 1999; Palacio y otros., 2000).

Ambos métodos han sido probados por Gramacho (1995) y Palacio y otros. (1996) y se han considerado eficientes para probar el comportamiento higiénico. Sin embargo, el pinchazo con aguja o alfiler es el más práctico y más económico.

Gramacho (1999) estudió las diversas etapas del comportamiento higiénico en colonias del mismo tamaño en intervalos de 2 horas, después de matar la cría por medio del pinchazo, evaluándolas 48 horas después, registrando las siguientes variables:

- número de celdas operculadas
- número de celdas vacías
- número de celdas pinchadas
- número de celdas desoperculadas o destapadas,
- número de celdas con cría removida

Muerte de la cría por congelamiento: El Test de comportamiento higiénico, en inglés se lo conoce por la sigla HB es un test creado por Rothenbuhler en 1958. En este, se exponen las abejas de una colmena al proceso de limpieza de un trozo de panal con cría muerta, lo que permite verificar con qué rapidez las abejas son capaces de remover la cría muerta de ese panal. Este trozo de panal puede tener diferentes tamaños por ejemplo 5x5 cm o 10x10 cm y debe ser sometido antes de

incorporarlo a la colmena, a un periodo de frío por 24 horas dentro de un freezer o el congelador de una heladera (esto mata la cría). Posteriormente se inserta el panal para observar la capacidad de reconocimiento y limpieza que tiene una determinada colmena, frente a la cría muerta.

En este procedimiento son dos los genes, de la abeja, que actúan; uno le otorga la capacidad de abrir opérculo (desopercular) y el segundo gen el de extraer la cría muerta. De esta manera se puede observar la profilaxis que presentan las abejas de la colmena y la capacidad de reducir los posibles problemas sanitarios, como podría ser el caso de enfermedades en las crías y/o varroasis. Las reinas de las colonias que limpian la cría muerta en el menor tiempo posible son utilizadas en la selección en programas de crianza de nuevas reinas.

THB es igual a Test Hygienic Behaviour, en castellano CH es Comportamiento Higiénico, o TCH que es Test Comportamiento Higiénico.

Muerte de la cría por pinchadura: En forma sintética, consiste en saber qué capacidad que tienen las abejas de remover cría enferma o muerta de las celdas de los panales de cría. Indicando su capacidad para defenderse de las enfermedades. Con un alfiler entomológico (alfiler muy fino) se pincha o punza hasta el fondo de la celda, en el centro del opérculo las celdas de cría preferiblemente de larvas en estadio con ojos rojos o morados, garantizando la muerte de la misma, posteriormente se cuentan la cantidad de celdas desoperculadas por la abeja, donde ha sido removida la cría y donde no fue removida. Es conveniente perforar $10 \times 10 = 100$ celdas. Pudiendo calcularse luego el porcentaje de cría removida, al cabo de 24 horas. Se debe diferenciar abejas removidas, celdas abiertas en proceso de remoción, y celdas no removidas. Se habla de buen comportamiento de limpieza, cuando son mayores al 80 % las celdas removidas.

Los parámetros de selección a seguir en un buen programa de reproducción de reinas son:

- Las colonias más productoras
- Las colonias con mejores genes higiénicos
- Las colonias con mayor mansedumbre
- Las colonias con menor índice de varroa

Factores ambientales que estimulan la limpieza de celdas.

- ❖ La velocidad con que se eliminan los síntomas de infección tanto en ascosferosis como loque americana, están vinculados a la incidencia de dos factores ambientales.
- ❖ El gran flujo de néctar presente estimula a las abejas a limpiar las celdas. Al respecto, Thompson (1964) y Momot & Rothenbuhler (1971) encontraron que el comportamiento higiénico de una colonia aumenta cuando hay ingreso de néctar a la colmena, seguramente debido a la necesidad de celdas limpias para almacenarlo.
- ❖ Es la falta de enfriamiento de la cría. Para Flores et al. (1996) es muy difícil que la cría se enferme si no sufre un enfriamiento en el momento en que es operculada su celda.

En ciertas épocas del calendario apícola se observa una mayor manifestación de este comportamiento; especialmente, cuando las abejas están colectando grandes cantidades de néctar en campo. Algunos factores como la fortaleza y desarrollo de la colonia, composición de la población de obreras y estado sanitario, entre otros, pueden también influenciar la manifestación de este comportamiento en mayor o menor grado. (Thompson, 1964; Momot y Rothenbuhler, 1971).

COMPORTAMIENTO DEFENSIVO

Las abejas *Apis mellifera* se han caracterizado por presentar un relevante comportamiento defensivo considerado como una manifestación fenotípica relacionada con la defensa individual o de la población que es estimulada mediante fenómenos físicos, químicos o biológicos. Sin embargo, esta manifestación presenta una serie de variantes como morfología, medio ambiente y disponibilidad de alimento, entre otras, que no permiten denotar al comportamiento como una sola característica (Mantilla, 1991).

Para el óptimo desarrollo de la apicultura resulta fundamental reducir este comportamiento a través de una selección genética con el objetivo de facilitar el manejo de los individuos.

La abeja africanizada presenta un comportamiento altamente defensivo comparado con las abejas europeas. Las abejas obreras son estimuladas, alertadas y orientadas a aguijonear por todo tipo de golpe o vibración, olores extraños, feromonas, objetos en movimiento y materiales oscuros, pilosos o afelpados. Se ha podido demostrar que estos insectos responden más rápido, más activamente y con mayor persistencia ante cualquier agente perturbador, persiguiendo largas distancias, demorando su calma mucho más tiempo que otros tipos de abejas, pudiendo pasar hasta algunos días para lograrlo.

El medio ambiente es de gran importancia en el comportamiento de las abejas, aumentando la defensividad con la elevación de la temperatura, con la influencia de vientos y tempestades, con el número de abejas en la colmena, los cambios en las condiciones del tiempo y la formación de nubes producen cambios en las cargas eléctricas de cada abeja y también de la colonia, lo cual influye en el comportamiento, cuando hay flujos de néctar la defensividad de las abejas europeas es menor porque, en ese periodo, no hay abejas guardianas en la piquera de la colmena, mientras que en el caso de las abejas africanizadas son más defensivas cuando hay gran cantidad de néctar. En situaciones donde el hombre y la naturaleza son crueles con las abejas, estas son más defensivas.

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio: es un estudio piloto de tipo descriptivo de las características morfométricas y la conducta higiénica de las abejas para determinar el grado de la africanización.

Lugar de estudio: 6 municipios de Nicaragua, de la zona del pacifico y central del país con un clima trópico seco, en las cuales se presentan 2 estaciones muy marcadas, invierno y verano.

Tamaño de Población: la población estaba distribuida en 15 apiarios ubicados 10 comarcas de los 6 diferentes municipios, de los cuales se extrajo una muestra representativa de 46 colmenas para el estudio.

Tamaño y Selección de la Muestra: El estudio se realizó en 46 colmenas de 6 municipios de Nicaragua (León, El Sauce, Achuapa, Tipitapa, Boaco y Masaya), en las cuales se estudiaron las características morfométricas de 50 abejas por colmena. Además se evaluó el comportamiento higiénico de estas colmenas. La selección de la muestra fue por conveniencia debido a la actividad de crianza selectiva de los apicultores en sus apiarios, la disponibilidad de los apiarios y de los productores como también la facilidad de transporte.

Procedimiento de recolección de datos: los datos fueron recolectados a través de encuesta realizada a cada apicultor que participó en el estudio. (Ver anexos: ficha estudio genético)

Definición y selección de variables:

1. longitud del ala anterior derecha.
2. peso fresco de abejas.
3. conducta higiénica (después de las 6 y 24 horas).
4. grado de defensividad.
5. factores asociados.

Análisis de las variables:

V(x)	DEFINICION	INDICADOR	VALOR
Longitud de la ala anterior derecha	Tamaño del ala desde los dos extremos a lo largo. Utilizando solo la ala anterior derecha.	mm	numérico
Peso Fresco de abeja	Peso que tiene una abeja con humedad, lo cual se utiliza la cabeza y tórax eliminando abdomen por la variación que proporciona. Guardadas en alcohol y secado en el momento de pesar.	mg	numérico
Defensividad de la colmena	Acción o efecto para proteger o defender la colmena.	Conducta de ataque	Alta Media Baja
Conducta higiénica	Conducta que se ocupa del estado de la salud individual o colectiva y de las técnicas adecuadas a su mantenimiento. Aseo en sentido general.	Limpieza de las celdas	Total Parcial
Cambio de reina	Las obreras o el apicultor cambian a la reina debido a método de buenas prácticas de apicultura realizada anualmente.	Cambio de reina realizado	Si No
Localización del apiario - Municipios	Entidad administrativa que puede agrupar una sola localidad o varias, que puede hacer referencia a una ciudad, pueblo o aldea por donde se realizó el muestreo.	Municipios muestreados	León, El Sauce, Achuapa, Tipitapa, Boaco y Masaya

Descripción de la técnica de ensayos utilizados

Para el análisis morfométricos se usaron diferentes caracteres para la determinación de las abejas heterogéneas en la especie *Apis mellifera*:

➤ **Ala Anterior derecha:** se mide la longitud del ala anterior en milímetros, se determinan la longitud de 50 abejas y se calcula el promedio de los resultados.

Para hacer más sencilla la toma de medidas se realizaron las siguientes operaciones:

1. Recolectar las muestras en los apiarios y trasladarlas al laboratorio
2. Seleccionar 50 alas perfectamente formadas.
3. Separación de las alas anterior derecha de modo manual.
4. Marcar el porta objeto donde se colocaran.
5. Aplicar esmalte en el porta objeto para pegar las alas.
6. Colocar las alas en el porta objeto sellándolas con esmalte
7. Dejar secar las alas.
8. Posteriormente medir cada una de las alas anteriormente escogidas haciendo uso de un pie de rey y un estereoscopio.

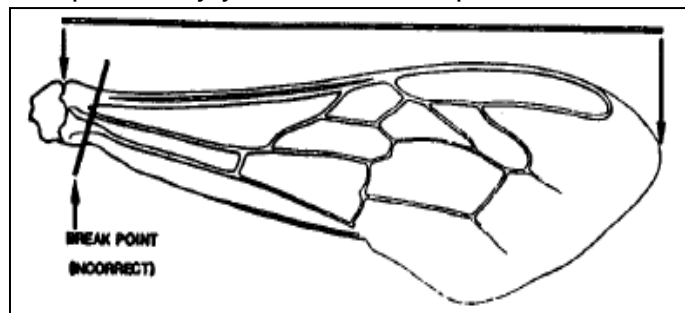


Imagen V: Método de medición de la longitud del ala anterior derecha.

➤ **Peso Fresco:** se pesa la cabeza y el tórax de las abejas en miligramos, se pesan las cabezas y los tórax de 30 abejas y se divide entre 3 para obtener el promedio de 10 abejas.

Luego se pasó a las medidas de peso de un grupo de 30 individuos por colmena realizándola de la siguiente manera:

- 1) Después que vinieron las muestras conservadas en alcohol se sacaron y se dejaron secar por 24 horas en un paño. (ver anexos, imagen XII)
- 2) Se separó el abdomen del resto del cuerpo de las abejas.(ver anexos, imagen XIII)
- 3) Se procedió a contar y pesar 30 abejas para luego obtener los resultados (ver imagen XIV)

➤ **Comportamiento higiénico:** se realiza el test de pinchazo de Rothenbuhler que consiste en la Muerte de la cría por pinchadura: Con un alfiler entomológico (alfiler muy fino) se pincha celdas hasta el fondo, 10x10 = 100 celdas, dándole posterior lectura a las 24 horas de realizada la prueba

➤ **El grado de defensividad:** se determina en escala cualitativa (bajo, medio, alto), siendo el mismo investigador que determina la colmena. El nivel de fortaleza se determina en escala numérica (del 1 al 4) siendo 4 el valor más alto de fortaleza.

➤ **Análisis Conductual:** para determinar el comportamiento higiénico se realiza escogiendo una cría de panal de obrera que están en la misma fase de desarrollo en celdas operculadas y que sea homogéneo aplicando el test de Rothenbuhler de Muerte de la cría por pinchadura. Se seleccionan áreas y se aplica el pinchazo de 10 por 10 celdas, contando y apuntando las celdas vacías. Además se marca un área de control con 10 celdas horizontales (arriba y abajo) y 10 verticales (de izquierda a derecha) para obtener un rombo, las celdas dentro del área marcada del grupo control no se pinchan.

Material

1. Papel.
2. Lápiz.
3. Plato Petri.
4. Porta objetos.
5. Pinza roma.
6. Esmalte de uña.
7. Pie de rey.
8. Estereoscopio.
9. Pesa.
10. Paños.
11. Alfiler entomológico.
12. Materiales para la toma de muestra:
 - Traje adecuado para protección.
 - Bazos con tapa.
 - Alcohol al 75%.

RESULTADOS

Durante el estudio se tomaron 46 muestras en 6 diferentes zonas del país; las zonas muestreadas fueron por conveniencias siendo un estudio piloto para obtener un primer perfil sobre biometría y las características de *Apis mellifera* en Nicaragua.

Se evaluaron las siguientes características de las colmenas muestreadas:

- Ubicación del apiario (municipio)
- Cambio de reinas
- Grado de defensividad
- Promedio del diámetro de la celda
- Promedio de las alas anteriores derechas (en mm)
- Promedio del peso fresco
- Comportamiento higiénico

La toma de muestras se realizó en 6 municipios de Nicaragua, siendo la mayor parte del departamento de León (16/46).

Tabla 1
Frecuencia de la ubicación de los apiarios

Municipios	Frecuencia
León	16
El Sauce	10
Boaco	8
Achuapa	6
Masaya	4
Tipitapa	2
Total	46

La trashumancia es una práctica fundamental de la producción apícola de nuestro país. En principio, y con el objetivo de aprovechar el inicio de las temporadas productivas con algunos días de anticipación, los apicultores migran sus colmenas hacia zonas con floración temprana para multiplicar el material. Al terminar la floración, las trasladan nuevamente hacia otras regiones nectaríferas para tener colonias desarrolladas y potencial productivo constantemente.

Otra de las razones por la cual se realizan movimientos, son los servicios de polinización que ofrecen algunos apicultores a semilleros y productores frutícolas. Brindar servicios de polinización obliga a las abejas a atravesar situaciones anormales de convivencia, provocando mayor estrés en la población. Esto último provoca un aumento en la susceptibilidad de las abejas a los pesticidas, enfermedades bacterianas y parasitarias, obligando a los apicultores a intensificar los controles y prácticas sanitarias.

Tabla 2
Realización de trashumancia

Realización de trashumancia	Frecuencia
Si	15
No	29
Total	44

El cambio de reina es una técnica en la apicultura que evita la disminución de la ovoposición por haberse vuelto menos prolífica en avanzada edad y así reaccionando tarde al inicio del periodo de la floración provocando pérdidas para una buena cosecha de miel. Se busca una reina joven que no tenga postura despareja "cría salteada", ni haya posibilidad de enjambrazón, además que no presenta una conducta poca higiénica. La nueva reina debería que ser seleccionado de una colmena pie de cría distinta a la colmena por donde se va introduciendo para que no se vuelva consanguínea.

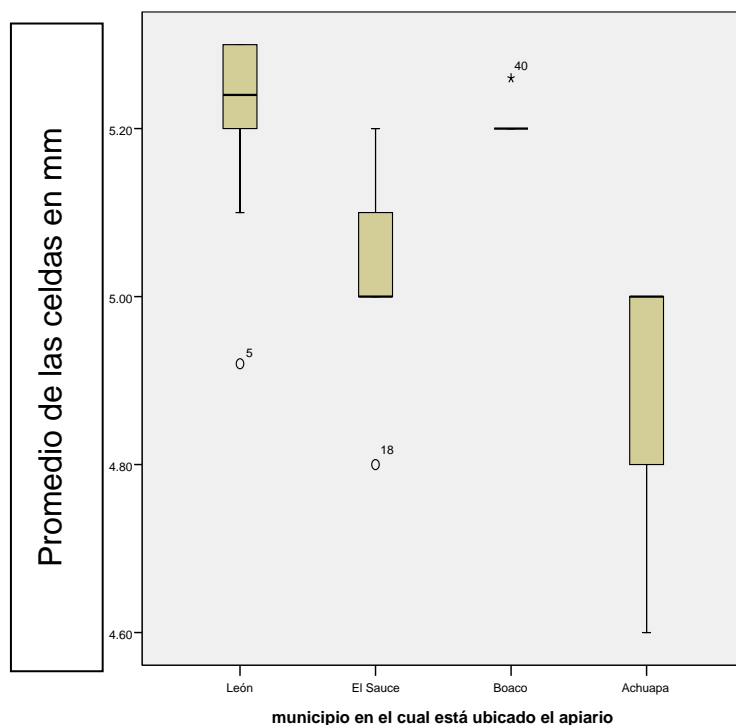
Tabla 3
Cambio de reina

Realización del cambio de las reinas	Frecuencia
Si	31
No	15
Total	46

Al evaluar las características biométricas, se observó que en el municipio de León las celdas en los panales son de mayor tamaño, a diferencia del municipio de Achuapa que presentó el menor diámetro de celdas del panal.

Grafica 1

Promedio del diámetro (mm) de las celdas de las colmenas muestreadas



En El Sauce la mayoría de la distribución de los valores a partir de la media son mayores, pero León presenta una media mayor en cuanto al promedio de la longitud de las alas aunque su distribución alrededor de la media es menor.

La característica morfométrica más usada para determinar el grado de africanización, es la longitud del ala anterior derecha de la abeja obrera; obteniendo en este trabajo un resultado de la media de 8,717 mm (IC_{95%}: 8,664 - 8,770 mm) con una desviación estándar de 0,179mm.

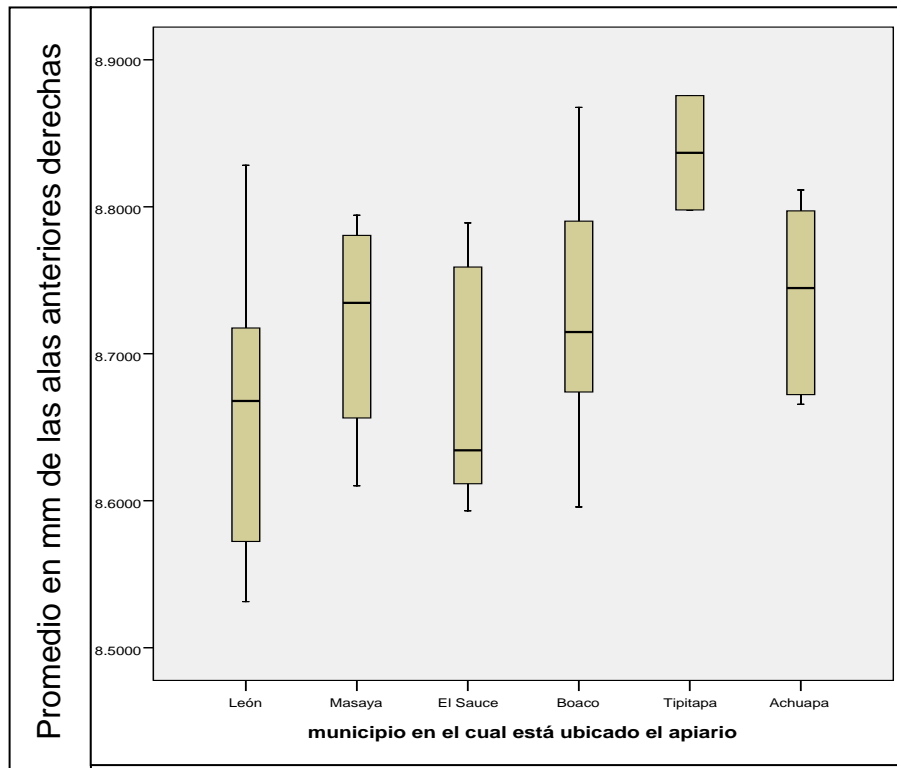
En el municipio de Tipitapa, el tamaño de las alas es mayor que en los demás; en contraste con el municipio de El Sauce que presentó el promedio de alas anteriores derechas más bajo de todos.

Los datos obtenidos de la longitud de las alas de este estudio, fueron sometidos a la *prueba de t student* para ser contrastados con los resultados obtenidos por Ruttner (1968). El valor de $p= 0,0001$ determina una diferencia significativa,

indicando que las abejas en nuestro estudio poseen un mayor grado de africanización que en el estudio de Ruttner.

Grafica 2

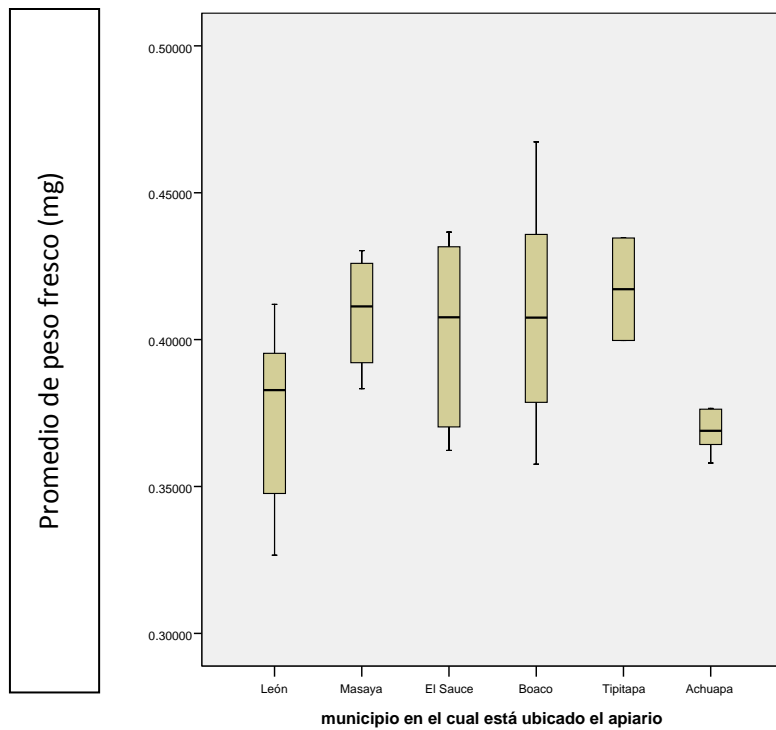
Promedio (mm) de la longitud de las alas anteriores derechas de las abejas de las colmenas muestreadas



Se analizó también el promedio del peso fresco de las abejas como característica morfométrica de la abeja, obteniendo como resultado un peso medio de 0,390 mg (IC_{95%}: 0,358 -0,422 mg) con una desviación estándar de 0,032 mg. En el municipio de Tipitapa se presenta el promedio de mayor peso, siendo las abejas de Achuapa de menor peso.

Grafica 3

Promedio del peso fresco (mg) de las abejas de las colmenas muestreadas



Una de las características importantes para la productividad de las abejas es la conducta higiénica. Se realizó la prueba de la conducta higiénica del pinchazo según el método de Rothenbuhler, evaluando el resultado a través de la lectura después de 24 horas (14 colmenas); algunas colmenas se evaluaron después de 6 horas (16 colmenas), debido a la larga distancia del apiario y la no posibilidad de realizar la lectura el día siguiente.

Tabla 4
Evaluación de la conducta higiénica

Celdas vacías y limpias en categorías	Lectura de la prueba del pinchazo de Rothenbuhler,	
	Lectura a las 6 horas	Lectura a las 24 horas
0-25%	14	2
26-50%	2	3
51-75%	-	2
76-100%	-	7
Totales	16	14

Con la realización de los dos tiempos de lecturas, se pudo observar que no es muy recomendable realizar la lectura después de 6 horas, porque podría influir erróneamente sobre los resultados, indicando un menor comportamiento higiénico. Y se observó que solo 7 colmenas tienen una excelente conducta higiénica al realizar la lectura en 24 horas.

Tabla 5
Lectura en después de 6 horas al haber aplicado la prueba del pinchazo de Rothenbuhler

	Celdas operculadas	Celdas abiertas parcialmente	celdas totalmente abiertas	celdas vacías y limpias
Promedio	60.54%	3.34%	22.63%	13.48%
Mediana	60.36%	2.70%	23.43%	7.48%

La mediana de las celdas vacías y limpias después de las 6 horas de haber aplicados las pruebas es de 7 presentando 4 valores (18, 22, 26 50) muy alejados de la media lo que nos indica que tienen un buen comportamiento higienico, en los que pudimos haber tenido mejores resultados si se hubiere realizado una lectura a las 24 horas.

Otra de las variables estudiadas es el grado de defensividad de las colmenas muestreadas, obteniendo como resultado que 24 colmenas de 46 poseen un grado defensivo bajo y solo 3 colmenas tienen una defensividad alta, según la observación de los propietarios.

Tabla 6

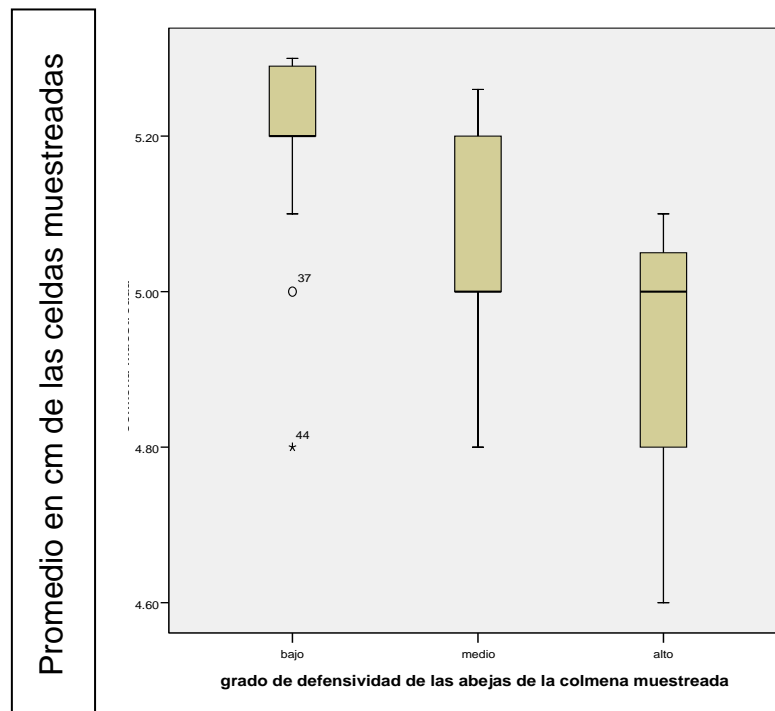
Grado de defensividad de las abejas de la colmena muestreada

Grado de defensividad	Frecuencia
bajo	24
medio	19
alto	3
Total	46

Al estudiar si existe una asociación entre el grado de defensividad con el promedio del diámetro de las celdas de los panales de las colmenas de nuestro estudio obtuvimos que es bajo.

Grafica 4

Promedio del diámetro en mm de las celdas medidas en las colmenas muestreadas relacionado a la defensividad.

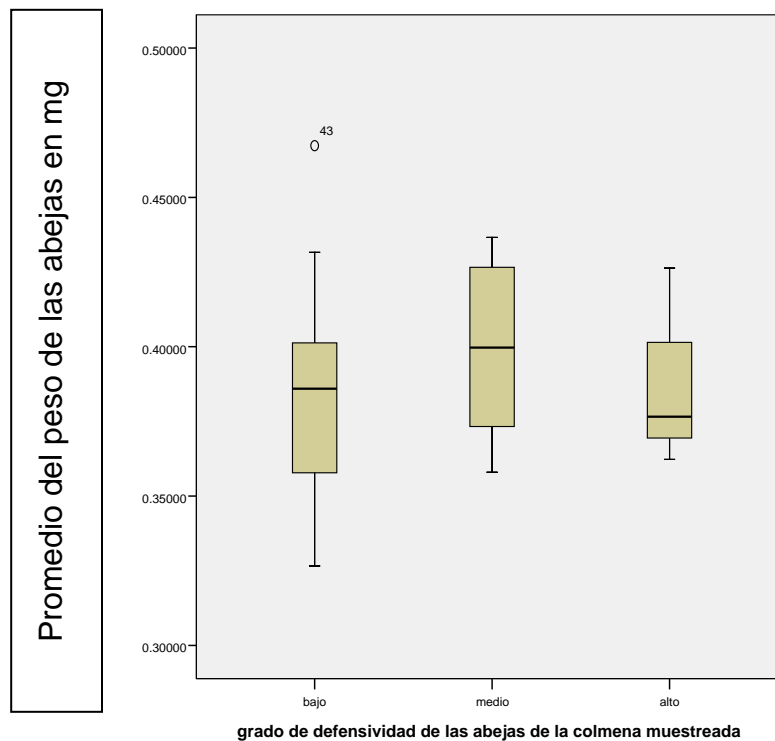


A través de la gráfica se observó la distribución dos valores a partir de la media en tres categorías. En la categoría media observamos que presentan un grado de defensividad media y los valores en esta categoría están por encima de la media. En la categoría alta se observó que la media es mayor pero la distribución de la dispersión de los valores es menor y presenta valores atípicos (muy alejados de la media)

En la presente investigación al asociar el grado de defensividad la población muestreada con el promedio del peso fresco de 30 abejas (solo cabeza y tórax, no se incluye abdomen), se observa que el promedio del peso fresco, medido de la presente manera, no es una característica fundamental o principal para considerarlo una medida indispensable para determinar el grado de africanización.

Grafica 5

Promedio del peso en mg de las abejas de las colmenas muestreadas en comparación con el grado de defensividad de las colmenas



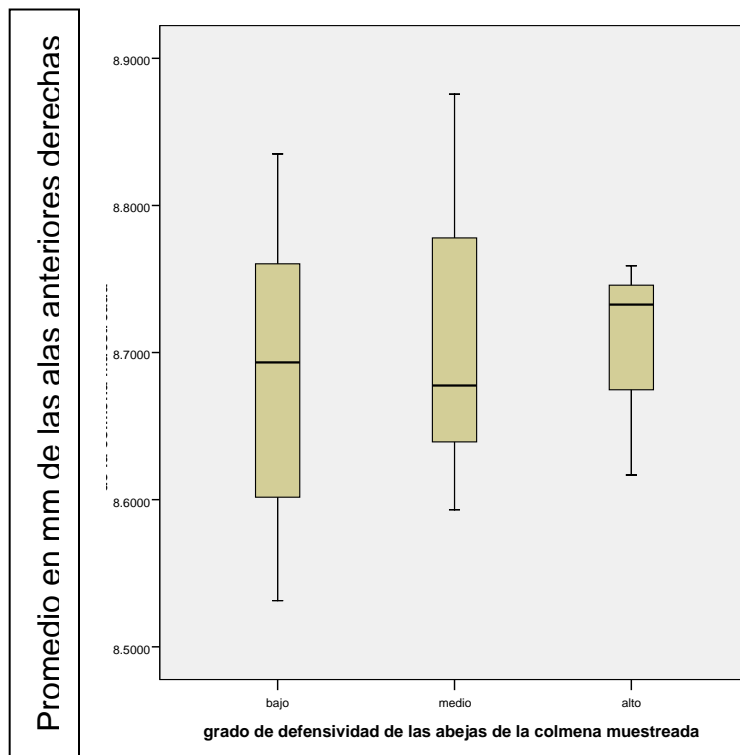
En esta investigación pudimos observar que la correlación del grado de defensividad con el promedio del tamaño de las alas anteriores de la abeja si está

relacionado ya que entre más grande en diámetro del tamaño del ala anterior derecha más alto es el grado de africanización

Al asociar la longitud del ala anterior derecha de la abeja obrera con el grado de africanización, se obtuvo que el grado de africanización es alto basado en los parámetros establecido en el estudio de Ruttner.

Grafica 6

Promedio en mm de las alas anteriores derechas de las abejas de las colmenas muestreadas con el grado de defensividad de la colmena.



DISCUSIÓN

En la presente tesis se realizó una evaluación de características morfométricas y conductivas de las abejas, *Apis mellifera*, en 6 municipios de Nicaragua, para determinar si existe asociación entre la ubicación de los apiarios y el grado de africanización determinado por las características morfométricas estudiadas.

De acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación se puede decir, que existe una asociación entre el tamaño de las alas anteriores derechas con el grado de defensividad de la colmena, lo que muestra que entre más pequeña es el tamaño de la ala (índice del grado de africanización), más alto es el grado de la defensividad de la colmena.

En comparación con resultados de otros estudios se puede observar que el uso de la variable del promedio de las alas anteriores derechas es útil, primordial y necesario para medir el grado de africanización de una colmena. Así como Ruttner (1987) obtuvo buenos resultados para determinar el grado de africanización de una colmena por este método. Se puede decir en relación con los resultados obtenidos en nuestro estudio que las abejas de las zonas estudiadas tienen una probabilidad de ser africanizadas de un 0.999.

El comportamiento higiénico en el presente estudio fue verificado en 2 tiempos de lectura (a las 6 y a las 24 horas), influyendo sobre los resultados con un error, la lectura de 6 horas. Se obtuvo que solo 7 de 14 colmenas tienen un buen comportamiento higiénico (75-100%), al realizar la lectura a las 24 horas, al igual que Arrechavala (2001) en su trabajo sobre la expresión del comportamiento higiénico de abejas obreras para una mejora genética, donde determinó que la conducta higiénica está relacionado con el cambio de la abeja reina obteniendo un promedio alto del comportamiento higiénico de 95.32 ± 1.00 ; demostrando así que las colonias a las que se le realizan cambios de reinas tienen un mejor comportamiento higiénico y que la lectura de la prueba tiene que realizarse en las 24 horas después de haber aplicado la prueba del pinchazo de Rothenbuhler.

Al comparar los resultados obtenidos en el estudio con los de Padilla Álvarez (2011) en su estudio de la discriminación entre poblaciones de abejas, se observó que la longitud del ala anterior derecha es una característica morfométrica indispensable para determinar el grado de africanización.

CONCLUSIÓN

El objetivo de ésta investigación era evaluar las características morfométrica, el comportamiento higienico de las abejas (*Apis mellifera*) de 6 municipios de Nicaragua. Con este objetivo se quería lograr en primera instancia tener un análisis de *Apis mellifera* en Nicaragua para contribuir al mejoramiento genético del sector apícola como innovador e importante sector pecuario en el país.

Según los resultados obtenidos en este trabajo investigativo, y basados en parámetros establecidos por Ruttner para medir el grado de africanización, podemos indicar que en Nicaragua existen abejas con alto grado de africanización.

A través del trabajo realizado en los apiarios de los 6 municipios de Nicaragua en las cuales evaluamos el comportamiento higienico en las colmenas muestreadas con realización de lectura en dos tiempos de 6 y de 24 horas después de haber realizado la prueba del pinchazo de Rothenbuhler pudimos determinar que: (1) la realización de la lectura después de 6 horas de aplicada la prueba no es recomendable por que puede inferir sobre los resultados negativamente (2) basados en la lectura de 24 horas después de realizar la prueba, podemos asegurar que el comportamiento higienico de las abejas presentes en Nicaragua es bueno.

En este estudio se determinó que en Nicaragua hay colmenas con una excelente conducta higiénica, para comprobar estos resultados es necesario ampliar las zonas de estudios y el tamaño poblacional de la muestra.

RECOMENDACIONES.

Dentro de esta investigación pionera en Nicaragua en el sector apícola, se desea que se le dé continuidad a la investigación tomando en cuenta las recomendaciones expuestas, por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes e investigadores que tengan interés en el área, la inclusión de nuevas variables morfométricas y ampliar las zonas de estudios para poder establecer características morfométricas de la abeja *Apis mellifera* en el país.

Es necesario realizar mejoras en la investigación con inclusión de variables morfométricas, asociándolas con la conducta higiénica, grado de defensividad y estructura genética molecular, para promover junto con MAGFOR y el sector apícola una mejora y selección del material genética para incrementar la sanidad, la productividad y un buen manejo.

Otra recomendación sería para los apicultores que tengan un buen registro de manejo para tener un mejor control sobre las conductas de las abejas y realizar periódicamente la prueba de la conducta higiénica en las colmenas tomando en cuenta el parámetro de tiempo de lectura para tener de esta manera un mejor control sobre enfermedades, productividad y un mejor manejo de manera preventiva, y que haya en Nicaragua una buena trazabilidad apícola.

Para futuras investigaciones se recomienda, que se realice un análisis con variables morfométricas como el diámetro de la probóscide, del ala anterior, el fémur derecho, longitud del ala posterior, ángulos formado por las venas de las alas, longitud de la tibia, distancia de la vena cubital del ala anterior, anchura del ala anterior, entre otras; incluyendo como variable importante e indispensable el estudio de la estructura genética basados en la secuencia de los segmentos del ADNm para determinar el grado de africanización de la *Apis mellifera* no solo en 6 municipios de Nicaragua, sino en todo el país.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Abrahamovich Alberto H., Atela Osvaldo E., Galián José y De la Rúa Pilar impulso ganadero: caracterización molecular de la abeja melífera utilizada en las diferentes regiones productoras de la provincia de buenos aires. ABRIL DE 2006. EXP. N° 63830701 .buenos aires - CFI

- ✓ Allen Silvester, Rinderer Thomas E. Fast Africanized Bee Identification System (FABIS) Manual (Rápido sistema de identificación manual de la abeja africanizada). Louisiana

- ✓ Apicultura. Programa de mejoramiento genético (MeGA)
<http://www.apinetla.com.ar/ar/genetica/mega.htm>

- ✓ Apicultura. Wikipedia, enciclopedia libre.
<http://es.m.wikipedia.org/wiki/apicultura>

- ✓ Información agropecuaria. Apicultura. (1° parte). infoAgro.com
www.infoagro.com/agricultura_ecologica/apicultura.htm

- ✓ Arrechavala Velascoa, Miguel E.; Huntb, Greg; Camacho, Carmen. Loci de rasgos binarios que influyen en la expresión del comportamiento higiénico de las abejas melíferas. Rev Mex Cienc Pecu 2011;2(3):283-298

- ✓ Biometría de especies de Apis; Wikipedia, enciclopedia libre.
http://apicultura.wikia.com/wiki/Biometr%C3%ADa_de_especies_de_Api

- ✓ Braunstein, Martin. Nuevos paradigmas en la cría de reinas. Vida apícola No 143, Mayo – Junio 2007

- ✓ Carrillo Largaespada, Whitman. La Apicultura Convencional y la Apicultura Ecológica Certificada en Nicaragua. Aproximaciones sobre la producción del sub-sector apícola en Nicaragua. Guía de la Apicultura en Nicaragua (Primera edición: SIMAS, 2002) whitmangel@yahoo.com. <http://www.beekeeping.com/articulos/nicaragua.htm>
- ✓ Collins Anita M. Howell V Daly, Rinderer E. Thomas, Harbo John R. Correlations between morphology and colony defense in *Apis mellifera* L. Journal of Apicultural Research 33 (1): 3-10. 1994
- ✓ De la Rúa, P., Galián, J., Serrano, J. 1998. Mitochondrial variability of honeybees populations from the Canary Islands. Molecular Ecology, 7: 1543-1547.
- ✓ De Santis, L. et. al. 1983. Estudio taxonómico de dos subespecies de *Apis mellifera* (*A. m. mellifera* y *Apis m. ligustica* Spinola) en proceso de hibridación mediante el empleo de técnicas numéricas. Revista del Museo de La Plata, 12 (134): 45-63.
- ✓ Dirección de educación agraria, dirección provincial de educación técnico profesional. Manual de apicultura, 1º año ciclo básico agrario versión preliminar. la provincia, Buenos Aire.
- ✓ Dussart, Esteban. Taller elaboración de subproductos de la miel y las colmenas. *Managua, Nicaragua del 24 al 27 de octubre del 2007.*
- ✓ Escuela Agrotécnica Salesiana Don Bosco. Argentina. Manual de Apicultura. 1 Junio del 2010

- ✓ Estado de Avance Proyecto Apicultura en el Noroeste de Corrientes: Una Alternativa Productiva. Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2139. C.P. 3400 Corrientes, Argentina. Fax: 0783-25753. E-mail:genetica@vet.unne.edu.ar. Resume V-59
- ✓ Goalino, Martín. Unidos por el desarrollo del sector apícola de Nicaragua. Nicaragua, noviembre, 2010.
- ✓ Herrera, Sergio, M. Nicaragua: MAGFOR realiza censo apícola 2012 a nivel del país. PYME rural- Honduras, Nicaragua, Centroamérica. MAGFOR-DGPSA/ PSAN. <http://www.pymerural.org/?art=1513&lang=es>
- ✓ Ho Well V. Daly. Variation in worker brood cell widths and comb orientation in an exposed honey bee nest in Berkley, California. Department of entomological Sciences, University of California. Pan-Pacific Entomologist 66 (3): 208 – 211; 1990
- ✓ Momot J. P., Rothenbuhler W. C. 1971. Behavior genetics of nest-cleaning in honeybees. VI. Interactions of age and genotype of bees and nectar flow. J. Apic. Res., 10: 11-21
- ✓ Mantilla. A, C. Principios de Apicultura africanizada. Universidad Nacional de Medellín. 1991.
- ✓ NATES-PARRA, GUIOMAR. Genética del comportamiento: abejas como modelo. Laboratorio de Investigaciones en Abejas, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. mgnatesp@unal.edu.co9 de junio de 2011

- ✓ Ministerio Agropecuario y forestal Nicaragua: MAGFOR Implementa Registro Nacional de Apicultores de Nicaragua (RENAPIN). Ministerio Agroforestal. <http://www.pymerural.org/?art=1183&lang=es>
- ✓ Montiel, Pedro. Tesis Sobre Instalación de Granja de Productos Orgánicos, Sabor Artesano. Productos derivados de la miel,. F:\apicultura\tesis\Marco teórico\productos y sub\Productos elaborados con miel.htm
- ✓ Ortiz, María.-Cowper Coles, Francisco- Olivera, Griselda M. Caracterización morfométrica de Apis Mellifera (Hymenoptera, Apidae) procedentes de San Cosme, Provincia de Corrientes.
- ✓ Oldroyd B. Rinderer T. Bucu S. Heritability of morphological characters used to distinguish European and Africanized honeybees. Theor Appl Genet 82: 499-504. 1991
- ✓ P. Harizanis, María Bouga. Estructura genética de las abejas dela isla de Creta (Grecia). Laboratorio de sericultura–apicultura, Universidad agrícola de Atenas, 75, Iera Odos, 11855, Atenas, GRECIAE-mail: mbouga@aua.gr
- ✓ Padilla Álvarez; Valerio Da Silva, M.J; Campano Cabanes, F; Flores Serrano, F. discriminación entre poblaciones de abejas (Apis melliferal.) del sur de España, centro de Portugal y madeira. 2001.
- ✓ Rinderer, Thomas E. Sylvester A. Collins M. Identification of Africanized and European honey bees: effects of nurse-bee genotype and comb size.
- ✓ Rinderer, Thomas E. The identification of Africanized honey bees: an assessment of morphometric, biochemical, and molecular approaches.

USDA-ARS honey-bee breeding, genetics y physiology laboratory 117 Ben Hur road, baton rouge, Louisiana 70820,USA.

- ✓ Rinderer, Thomas E., Sylvester, Allen; Brown, Michael; Villa, Jose; Kleinpeter, Sandra. Field and simplified techniques for identifying Africanized and European honey bees. Agricultural Research service honey bee breeding, genetics y physiology research 1157 ben HurRD, baton rouge, LA 70820, USA
- ✓ Rinderer, Thomas; Howell V; Sylvester Allen; Collins M., Bucu, Steven. Morphometric differences among Africanized and European honey bees and their F1 hybrids (hymenoptera: apidae). Ann entomology, Soc Am.83 (3):346-351 Entomological society of America. (1990)
- ✓ Rinderer, Thomas; Sylvester, Allen; Bucu, M; Lancaster, Cicki A.; Herdert, Elton; Hellmich, Richard. Improved simple techniques for identifying Africanized and European honey bees. Apidologie, 18 (2), 179-196; 1987.
- ✓ Rothenbuhler, Walter C. Behaviour genetics of nest cleaning in honeybees. I. Responses of four inbred lines to disease killed brood. Anim. Behav.12: 578-583.1920-2002. Apicultura Wiki. Rothenbuhler, W.C. 1964a. 1920-2002 http://apicultura.wikia.com/wiki/Walter_C._Rothenbuhlerh
- ✓ Ruttner F. Biometrical – statistical analysis of the geographic variability of Apis Mellifera L. Apidologie , 1978, 9 (4), 363-381
- ✓ Salamanca G. Vargas, E .Pérez F.C Estudio morfométrico y sistemático del Grado de Africanización de la Abeja Apis mellifera en algunas zonas del departamento de Boyacá. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

- ✓ Tassencourt, Lucienne; Louveaux, J. Biometrical- statical analysis of the geographic variability of *apis mellifera* L. *Apidologie*, 1978, 9 (4), 363-381

- ✓ Thompson V.C. 1964. Behavior genetics of nest-cleaning in honeybees. III. Effect of age of bees of a resistant line on their response to disease-killed brood. *J. Apic. Res.*, 3(1): 25-30

ANEXOS

\bar{X}	PE	PA	\bar{X}	PE	PA
8.770	.001	.999	9.035	.500	.500
8.775	.002	.998	9.040	.531	.469
8.780	.002	.998	9.045	.561	.439
8.785	.002	.998	9.050	.591	.409
8.790	.002	.998	9.055	.621	.379
8.795	.003	.997	9.060	.649	.351
8.800	.003	.997	9.065	.677	.323
8.805	.003	.997	9.070	.703	.297
8.810	.004	.996	9.075	.728	.272
8.815	.004	.996	9.080	.752	.248
8.820	.005	.995	9.085	.774	.226
8.825	.006	.994	9.090	.795	.205
8.830	.006	.994	9.095	.814	.186
8.835	.007	.993	9.100	.832	.168
8.840	.008	.992	9.105	.848	.152
8.845	.009	.991	9.110	.863	.137
8.850	.010	.990	9.115	.877	.123
8.855	.012	.988	9.120	.890	.110
8.860	.013	.987	9.125	.901	.099
8.865	.015	.985	9.130	.912	.088
8.870	.017	.983	9.135	.921	.079
8.875	.019	.981	9.140	.930	.070
8.880	.022	.978	9.145	.937	.063
8.885	.024	.976	9.150	.944	.056
8.890	.027	.973	9.155	.950	.050
8.895	.031	.969	9.160	.956	.044
8.900	.035	.965	9.165	.961	.039
8.905	.039	.961	9.170	.965	.035
8.910	.044	.956	9.175	.969	.031
8.915	.050	.950	9.180	.975	.027
8.920	.056	.944	9.185	.976	.024
8.925	.063	.937	9.190	.978	.023
8.930	.070	.923	9.195	.981	.019
8.935	.079	.921	9.200	.983	.017
8.940	.088	.912	9.205	.985	.015
8.945	.099	.901	9.210	.987	.013
8.950	.110	.890	9.215	.988	.012
8.955	.123	.877	9.220	.990	.010
8.960	.137	.863	9.225	.991	.009
8.965	.152	.848	9.230	.992	.008
8.970	.168	.832	9.235	.993	.007
8.975	.186	.814	9.240	.994	.006
8.980	.205	.795	9.245	.994	.006
8.985	.226	.778	9.250	.995	.005
8.990	.248	.752	9.255	.996	.004
8.995	.272	.728	9.260	.996	.004
9.000	.297	.703	9.265	.997	.003
9.005	.323	.677	9.270	.997	.003
9.010	.351	.649	9.275	.997	.003
9.015	.379	.621	9.280	.998	.002
9.020	.409	.591	9.285	.998	.002
9.025	.439	.561	9.290	.998	.002
9.030	.469	.531	9.295	.998	.002
			9.300	.999	.001

Tabla 7. Significancia del promedio (\bar{X}) la longitud del ala anterior de 10 abejas y la probabilidad correspondiente de ser africanizadas (PA) y europeas (PE)

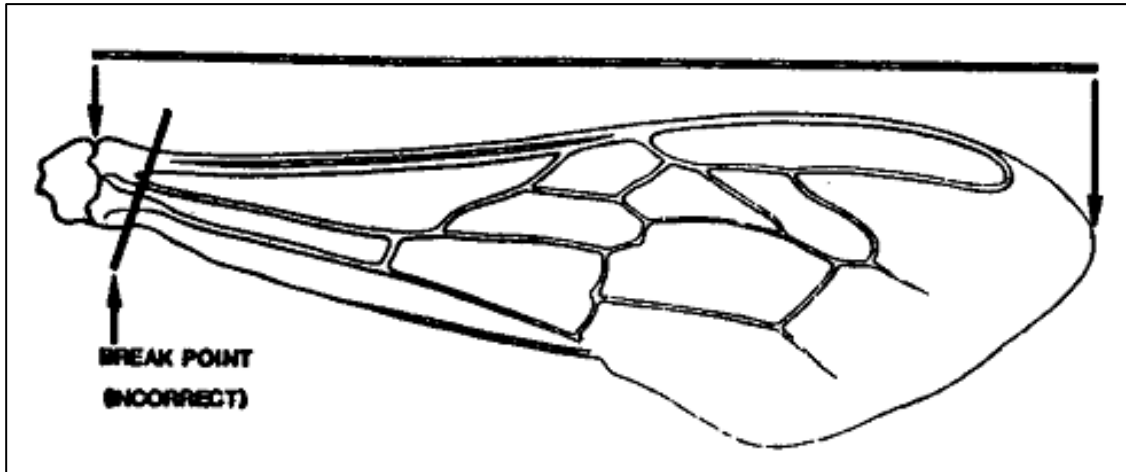


Imagen V: Método de medición del ala anterior derecha de la abeja

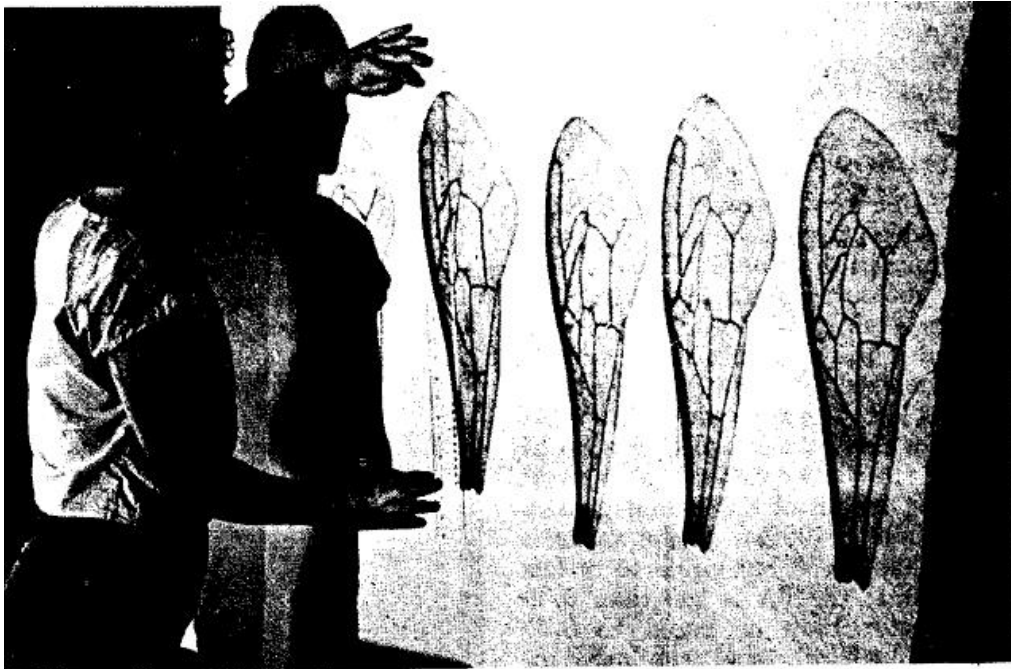


Imagen VI. Estudio y análisis de la medición de las alas anteriores derechas de abejas Apis mellifera

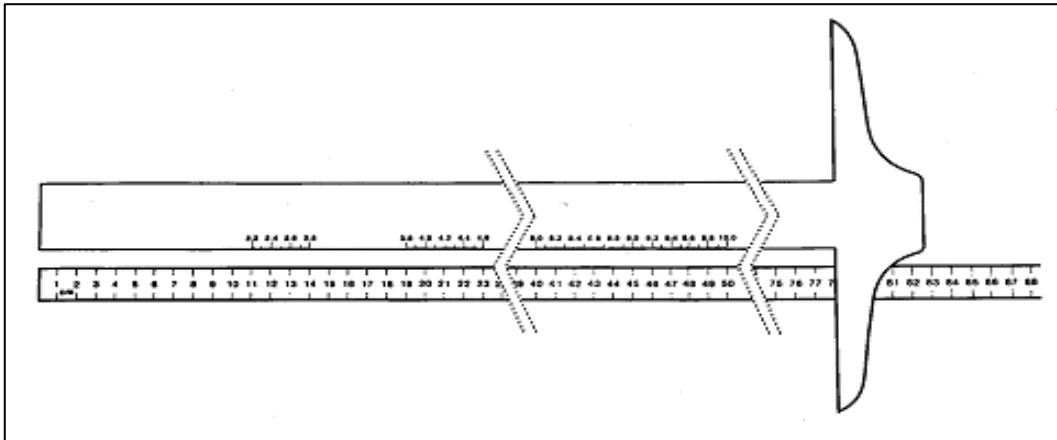


Imagen VII: Transferencia de las medidas actuales de una regla métrica a una regla de forma T para realizar la lectura actual de la longitud de las partes del cuerpo en mm

Tabla 7

Promedio del peso (mg) de las abejas de las colmenas muestreadas

	N	Mín	Máx	Media	DE
promedio del peso en mg (cabeza y tórax)	46	0.327	0.467	0.390	0.032

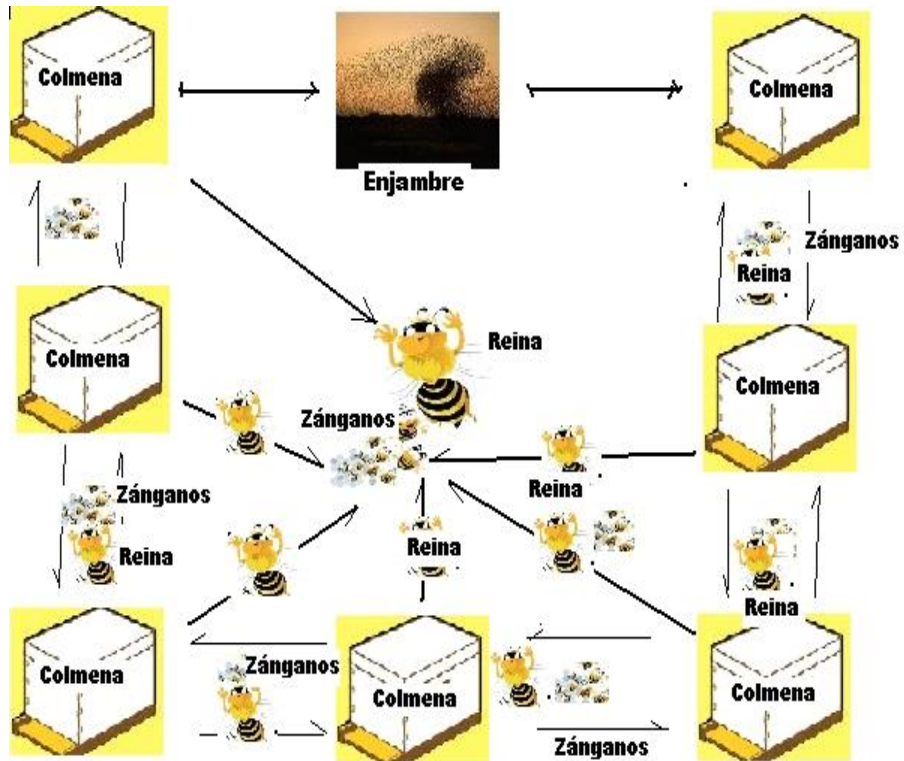


Imagen VIII: Intercambio de reinas

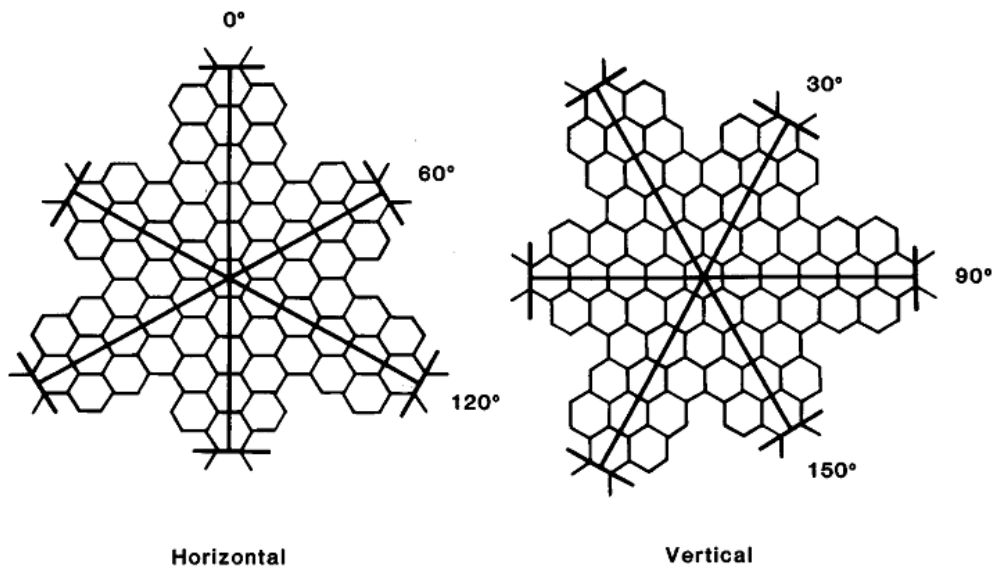


Imagen IX: las orientaciones horizontal y vertical de filas de las celdas en peine con 10 células en cada uno delimitado en diagonal para la medición

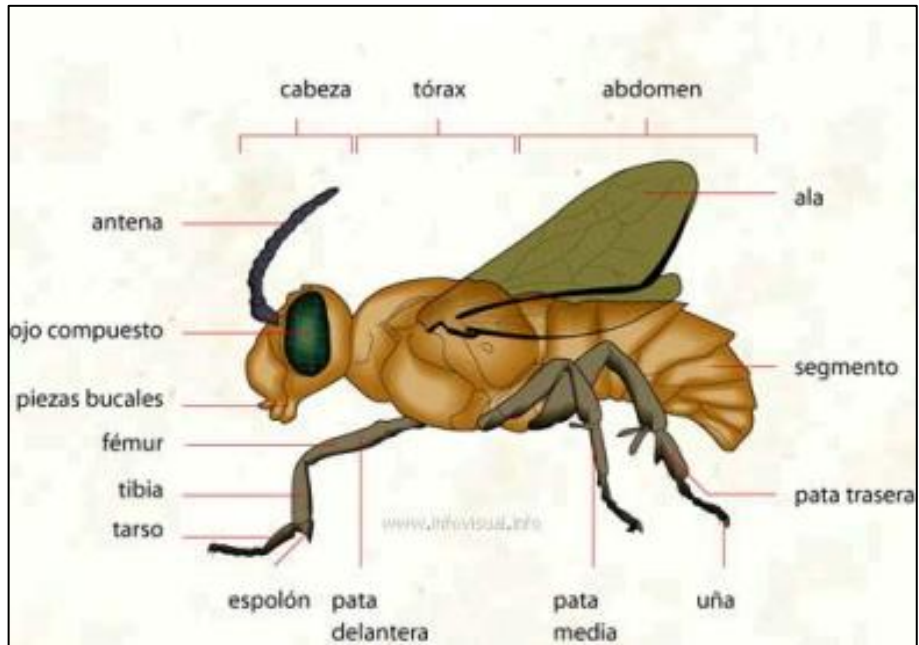


Imagen X: Partes del cuerpo de abeja



Imagen XI: Preparación para medir el peso de las abejas



Imagen XII: Separación de el abdomen del resto del cuerpo de la abeja



Imagen XIII: Pesaje se las abejas

FICHA ESTUDIO GENETICO

No. _____ Nombre: _____ Departamento: _____

1. Dirección: _____ Municipio: _____
2. Teléfono: _____
3. Apiarios: _____ Colmenas: CC 2C 3C N
4. Ubicación del apiario muestreado: _____
5. Coordenadas: _____
6. Realiza cambio de reina: SI () NO ()
7. Ultimo cambio: _____
8. Origen de las reinas: _____
9. Origen de la colmena: _____
10. Nivel de defensividad: Bajo _____ Medio _____ Alto _____
11. Rendimiento de la colmena: _____ kg
12. Realiza trashumancia con la colmena: SI () NO ()
13. Que distancia recorre: _____
14. A qué distancia está el siguiente apiario más cercano: _____
15. Origen de las láminas cámara de cría: _____
16. Tamaño de las celdas: _____
17. Conducta higiénica: _____ %
18. Parcial: _____
19. Fortaleza de la colmena: _____ (nivel de 1 a 5)
20. Observaciones:
21. Fecha del muestreo: _____
22. Realizado por: _____
23. Apicultor: _____

Tabla 8
Etapas del desarrollo en días

	reina	obrero	zángano
Incubación del huevo	3	3	3
Larva	5	6	6
Pupa	8	12	15
Total	16	21	24

Tabla 9
Medidas de los cuerpos de los integrantes de la colmena.

Integrante	Longitud (mm)	Diámetro del tórax (mm)	Peso (gramos)
REINA	15-20	4,5	0,23
ZÁNGANO	15-17	5,5	0,20
OBRERA	12-14	4	0,13