

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Determinación de la africanización en las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.)  
de la Comarca Lagunera.

Por:

**CRISTIAN UZIEL HERNÁNDEZ SALINAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México  
Febrero 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO-NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Determinación de la africanización en las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) de la comarca Lagunera.

Por:

**CRISTIAN UZIEL HERNÁNDEZ SALINAS**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

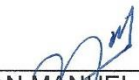
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por:

  
DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO  
Presidente

  
ING. RUBI MUÑOZ SOTO  
Vocal

  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL  
Vocal

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS  
Vocal Suplente

  
M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
FEBRERO 2019



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Determinación de la africanización en las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) de la comarca Lagunera.**

Por:

**CRISTIAN UZIEL HERNÁNDEZ SALINAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO  
Asesor Principal



ING. RUBI MUÑOZ SOTO  
Coasesor



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL  
Coasesor



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS  
Coasesor



M.E. JAVIER LOPEZ HERNÁNDEZ  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
FEBRERO 2019



## AGRADECIMIENTOS A MI ALMA TERRA MATER

Por permitir mi estancia de cuatro años y medio, en sus instalaciones para mi formación profesional, muchas gracias mi querida alma terra mater.

### A MIS ASESORES

A quienes admiro mucho en especial al Dr. José Luis Reyes Carrillo por ser una persona de ética y profesional, por brindarme tiempo y paciencia para escuchar mis dudas y comprenderme, por eso y más se lo agradezco, sin su ayuda nada de esto se habría logrado.

### A MIS PROFESORES

Quienes compartieron conmigo parte de su vida y me transmitieron sus conocimientos, mismos que ayudaron a mi formación profesional; por hacer divertida la forma de aprendizaje. En especial al coach de basquetbol Jorge Niño Patiño, por enseñarme que en la vida no hay que rendirse, que para lograr las metas que uno se propone hay que luchar mucho, esforzarse y trabajar sin descanso para lograrlo. A todos ustedes maestros, muchas gracias, siempre tendré presente sus enseñanzas.

### A MIS AMIGOS

Eliel Marcial Salvadores, Bernardo Hernández Jiménez, José Luis Castro García, Jesús Mijares Barbosa, Gustavo Ángel Patiño Espinoza, Sergio Gonzales Lira, Ricardo Martínez Gallegos, Por ser excelentes personas compañeros y amigos.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron con mi formación y que ahora forman parte de mi vida GRACIAS POR TODO EL APOYO.

## **DEDICATORIAS A DIOS**

Agradezco a dios por permitirme venir a este mundo y brindarme fuerzas para superar los momentos de tristeza, valor para enfrentar las dificultades que se presentan en la vida.

### **A MIS PADRES.**

Al Sr. Alfredo Hernández Salinas y a la Sra. Dominga Salinas Martínez por ser unos excelentes padres, por brindarme apoyo moral y económico, sabiendo la inmensa distancia que nos separó, más sin embargo nunca dejaron de guiarme, les agradezco de todo corazón lo que han hecho por mí, por inculcarme los principios y valores para ser de mí una mejor persona. GRACIAS, LOS AMO.

### **A MIS HERMANAS**

FABIOLA, JUANA ODALIZ, ADRIANA, LUISA, YURITZA ARLETH, Y ALONDRA NAOMI, que siempre estuvieron al pendiente de mí apoyando de forma moral y económica, dándome consejos los cuales siempre llevaré en mi mente y corazón, no encuentro otra forma de como agradecer todo el apoyo que me han dado, GRACIAS HERMANAS.

### **A MIS SOBRINOS**

KIMBERLY, ARIANA, FRANCISCO, IKER, DYLAN, Quienes también formaron parte de este proceso, por ser un impulso y convertir mis días tristes en días alegres.

### **A MIS PRIMOS.**

Nicolás y Oniel por apoyarme aquellas veces, cuando más los necesite, por brindarme consejos, los cuales los llevaré en mi mente y en el fondo de mi corazón. GRACIAS PRIMOS.

## Resumen

La apicultura en México es una actividad importante del subsector pecuario, por lo que representa una fuente generadora de empleos en zonas marginadas, debido a que se requiere de cierta cantidad de mano de obra para la obtención directa de productos como miel, polen, jalea real entre otros de mayor relevancia. El papel de los insectos polinizadores, y fundamentalmente el de las abejas, ha sido ampliamente demostrado para todo tipo de cultivos. Sin embargo un problema prioritario para la industria apícola mexicana es la africanización de las poblaciones de las abejas, los cuales son híbridos de razas europeas y africanas que se crearon en Brasil en 1956 con la finalidad de desarrollar un programa de mejoramiento genético. Los cuales entraron a México a finales de 1986, por el estado de Chiapas y rápidamente se dispersaron por todo el territorio nacional remplazando a las abejas de origen europeo. Por eso el presente estudio se realizó con el objetivo de detectar la africanización de las colmenas de la comarca lagunera mediante el uso de la técnica morfométrica FABIS I Y FABIS II (*Fast Africanized Bee Identification System*) por sus siglas en ingles se refiere al sistema rápido para la identificación de abejas africanizadas, con éste propósito se estudiaron 71 colmenas comercialmente manejadas en la región. Los resultados indicaron que el 6% de la población de las colmenas muestreadas resulto africanizada, el 11% es sospechoso de africanización y el 83% resultaron europeas.

**Palabras clave:** *A. m. scutellata*, Método FABIS I, FABIS II, Productividad, Africanización

## Abstract

In Mexico, beekeeping has great socio-economic importance, which is why it represents a source of employment in marginalized areas due to the fact that a certain amount of labor is required for the direct obtaining of products such as honey, pollen, royal jelly, among others. . The role of pollinating insects, and fundamentally that of bees, has been amply demonstrated for all types of crops. However, a priority problem for the Mexican apiculture industry is the africanization of bee populations, which are hybrids of european and african breeds that were created in Brazil in 1956 with the purpose of developing a breeding program. They entered Mexico at the end of 1986, by the state of Chiapas and quickly dispersed throughout the national territory replacing bees of european origin. For this reason, the present study was carried out with the objective of detecting the africanization of the colonies of the La Laguna region through the use of the morphometric technique FABIS I AND FABIS II (Fast Africanized Bee Identification System) to identify Africanized bees, 71 beehives commercially managed in the region were studied for this purpose. The results indicated that 6% of the population of the hives sampled resulted Africanized, 11% were suspected of africanization and 83% were european.

Keywords: *A. m. scutellata*, FABIS I Method, FABIS II, Productivity, Africanization.

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>DEDICATORIAS</b> .....	II
<b>Resumen</b> .....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
CUADRO DE GRAFICAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Origen de la Abeja Africana. ....	5
2.2 Proceso de Africanización.....	6
2.3 Características biológicas y comportamiento. ....	7
2.4 Diferencia entre la Abeja Africanizada y la Abeja Europea. ....	8
2.4.1 Tiempo de Desarrollo .....	10
2.4.2 Evasión.....	10
2.4.3 Pecoreo.....	11
2.4.4 Resistencia a enfermedades. ....	12
2.4.5 comportamiento higiénico. ....	13
2.4.6 Defensa. ....	14
2.5 Dispersión y colonización. ....	15
Figura 1. Dispersión de abejas africana en el continente americano.....	16
2.6 Efectos de la Africanización. ....	17
2.7 Medidas de Control. ....	17
2.8 Método para la identificación de abejas africanizadas .....	19
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	21
3.2Material Bilógico. ....	21
3.3Obtención de Muestras. ....	21
3.4 colecta de muestras para análisis.....	21
3.5 Recepción de muestras para análisis .....	21
3.5.1 laboratorio de análisis.....	22
3.6 Materiales y Equipo. ....	22
3.7 Método de identificación Morfométrico FABIS .....	22



3.8 Método FABIS I.....	23
3.9 Método FABIS II.....	25
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 FABIS I.....	27
4.2 FABIS II.....	29
4.3 Análisis del total de muestras de las colmenas.....	30
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. REFERENCIAS.....	35

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características comparativa de abejas europeas y africanizadas.....	8
Cuadro 2. Determinación de la africanización mediante el método FABIS I. Valores de Longitud promedio de ala en colmenas de la comarca Lagunera.....	27
Cuadro 3. Determinación de la africanización mediante el método FABIS II. Valores de Longitud promedio de fémures en colmenas de la comarca Lagunera.....	29
Cuadro 4. Número total de muestras analizadas en métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II en colmenas de la Comarca Lagunera.....	30
Cuadro 5. Muestras africanizadas con respecto a los municipios identificados en la comarca lagunera.....	31

## CUADRO DE GRAFICAS

Grafica 1. Resultados de africanización de colmenas mediante el Método FABIS I en la Comarca Lagunera 2018.....	28
Grafica 2. Resultado de africanización en 5 casos sospechosas mediante el método FABIS II en la Comarca Lagunera 2018.....	30
Grafica 3. Porcentaje de Muestreo general analizada por los Métodos de FABIS I y FABIS II.....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dispersión de abejas africanas en el continente americano.....	16
--	----

## I. INTRODUCCIÓN

La apicultura se caracteriza por emprendimientos de pequeña y media escala, pero se viene destacando en el contexto de la agroindustria, especialmente cuando Brasil pasó de importador a exportador de miel, lo que pone de manifiesto que existe un potencial para el desarrollo de la apicultura y el crecimiento de este mercado (Wolff y Sevilla, 2013). La apicultura tiene gran importancia económica en México, por lo cual a nivel mundial ocupa el tercer lugar como exportador de miel y el sexto lugar con su volumen de producción (Esquivel *et al.*, 2015). En nuestro país la actividad apícola ocupa uno de los renglones más importantes de la rama agropecuaria. Así mismo, el éxito de la agricultura depende en gran parte de la polinización que estos insectos realizan en los cultivos más importantes, aumentando producción y productividad. Por otro lado la apicultura nacional se encuentra en una situación de crecimiento de las colmenas que existían en 1994, la africanización y la Varroa terminó con una gran parte de ellas, teniendo una recuperación en los últimos años alcanzando 2 millones de colmenas en el año 2001 (Payró, 2009). La información disponible indica que en 2008 aproximadamente 41,000 apicultores manejaron en México alrededor de 1.8 millones de colmenas, cifra que resulta inferior a las prácticamente 2 millones de colmenas con que se disponía en el año 2001 (SAGARPA, 2010). La apicultura mexicana se ha desarrollado por medio de pequeños y medianos productores, con relevante participación en el mercado internacional, el cual México ocupó en el 2010 el sexto lugar mundial en producción de miel, con 56,883 toneladas y el tercer lugar como exportador con 25,000 toneladas, cuyo destino principal fue el mercado europeo, por otra parte la forma directa de la actividad beneficia a 40,000 apicultores y de forma indirecta a 400,000 personas. Además se estima un valor de \$212 mil millones de dólares por el concepto de la polinización proporcionada por las abejas (Contreras *et al.*, 2016). Hace algunos años con la llegada de los españoles a América, la apicultura de meliponas fue reemplazada por las especies europeas (*Apis mellifera*) que en un principio fue considerada monopolio real y

exclusivo de la colonia y posteriormente, durante la independencia, se amplió el acceso del sistema a todo el pueblo (Rivera *et al.*, 2007).

Un problema prioritario para la industria apícola mexicana es la africanización de las poblaciones de abejas. Las abejas africanizadas son híbridos de razas de abejas europeas y africanas que se crearon en Brasil 1956 con la finalidad de desarrollar un programa de mejoramiento genético. Llegaron a México desde finales de 1986, cuando entraron los primeros enjambres a través de la frontera de Guatemala, después de 29 años de migración desde Brasil. Entre los principales efectos indeseables de las abejas africanizadas están su comportamiento altamente defensivo y migratorio, así como su tendencia a abandonar o evadirse de las colonias. Esto se debe a que durante la colecta de néctar, las abejas recogen y transfieren el polen entre las flores, permitiendo la producción de frutos, semillas y la reproducción de las plantas, las cantidades que se recogen de las flores son tan elevadas que son suficientes para su alimentación y además para almacenar para épocas de escasez. Este excedente es el que el apicultor aprovecha para extraerlo de las colonias y es el que llega a nuestra mesa (Uribe *et al.*, 2003). Las nuevas relaciones de comercio generan un constante dinamismo en las distintas actividades económicas, y es vital para todos los sectores contar con información precisa para mantenerse en concordancia con las nuevas condiciones de compraventa, así como para efectuar una adecuada planeación de sus actividades (SAGARPA, 2010). El país con base en la producción de miel se divide en cinco regiones (Norte, Centro, Altiplano, Pacífico, Golfo y Península de Yucatán (Martínez *et al.*, 2018). La miel de abeja es un producto que ha estado en el mundo desde tiempos ancestrales, reconocida por sus cualidades curativas y como un gran alimento (Contreras, 2013). En apicultura, estas palabras cobran especial sentido, considerando la relación particular que las abejas mantienen con el medio ambiente. La producción de miel depende de un ambiente sano para las abejas y proveedor de abundante floración. Al mismo tiempo, a través de la producción de miel, las abejas permiten la valorización del ambiente y de la biodiversidad y se vuelven soporte de desarrollo social (Vandame *et al.*, 2012), por lo anterior el objetivo de este trabajo fue la determinación de la africanización en

las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) de la Comarca Lagunera mediante la técnica FABIS I (Fast Africanized Bee Identification System) y FABIS II.

## II. REVISION DE LITERATURA

Actualmente la apicultura constituye una gran industria, ya que ocupa el tercer lugar en el sector pecuario como generador de divisas por la exportación de miel, ingresando a nuestro país un promedio de 40 a 50 millones de dólares anualmente. Cabe señalar que en el año 2003, México registro una cifra record en lo que se refiere a ingresos por la exportación de miel, obteniendo más de 67 millones de dólares (Magaña y Leyva, 2011). Durante el 2007, México se ubicó como el quinto exportador mundial de miel después de Argentina, China, Alemania y Hungría, registrando un volumen de exportación de 30,912 ton con un valor de 56.4 millones de dólares (Gonzales *et al.*, 2014). La actividad apícola es considerada de gran importancia para la seguridad alimentaria de los países, no solo por la obtención directa de productos con miel, el polen o la jalea real entre otros; su mayor relevancia radica en el efecto sobre la polinización de cultivos comerciales (Soto *et al.*, 2017).

La crianza de abejas se perfila como una excelente estrategia de diversificación productiva, ya que genera diversos beneficios: a) económicos, puesto que se produce una variedad de productos de amplia demanda; b) productivos, porque la crianza de abejas se integra fácilmente en las dinámicas agrícolas o forestales, y ayuda a la polinización de cultivos como café, cacao y frutales; c) ambientales, puesto que contribuye a la conservación de la biodiversidad; d) salutíferos, pues la diversidad de productos derivados de la miel son una buena fuente de nutrición y un recurso terapéutico, además de generar ingresos adicionales (Guevara y Milagros, 2016). Si bien la abeja melífera puede beneficiar la polinización de plantas silvestres, al ser los impactos en abejas casi puramente negativos es necesario ser cautelosos con la introducción de colmenas en áreas naturales; particularmente hasta no determinar las consecuencias de la transmisión de parásitos y patógenos (Agüero *et al.*, 2018). La producción anual de miel a nivel nacional oscila en las 59,000 toneladas, de las cuales se exporta el 44% aproximadamente, por lo que México se ubica en tercer lugar como exportador a nivel mundial, después de China y Argentina; así mismo se sitúa en el cuarto lugar



como productor, después de China, Argentina y Estados Unidos de Norteamérica (Magaña *et al.*, 2016).

La miel mexicana es un producto poco diferenciado en su calidad y su cotización apenas alcanza el promedio internacional. En 2016, aportó al mercado mundial, 55 358 toneladas con un valor de 2,279 millones de pesos. La miel se comercializa a granel en contenedores de 300 kg, sus productores no disponen de un sistema de control de calidad estandarizado ni de diferenciación de marca; sin embargo, tiene aceptación en países como Alemania por empresas mayoristas que son capaces de acopiar la miel de pequeñas unidades productoras como ocurre en el estado de Nayarit (Soto *et al.*, 2018).

### 2.1 Origen de la Abeja Africana.

La abeja *melífera* occidental, es originaria de África, Europa y Asia menor. Debido a la intervención del hombre, ha sido transportada a diferentes lugares del mundo donde antes no existía (Barreno *et al.*, 1993). La abeja africanizada es el resultado del cruzamiento de la subespecie del continente Africano, *A. mellifera* scutellata y de subespecies de razas europeas. Las abejas africanas fueron introducidas a Brasil, en 1956 como parte de un programa de cría de abejas, para obtener una abeja mejor adaptada a las condiciones tropicales e incrementar la producción de miel, considerando que una abeja adaptada a las condiciones tropicales de África podría sobrevivir y desarrollarse en forma más adecuada que las razas europeas en las regiones tropicales de Sudamérica (Martínez *et al.*, 2017).

El inicio de la existencia de las abejas es incierto y todo lo que hay son suposiciones sobre su origen, pues son muy escasos los fósiles de estos insectos conservados en ámbar. Una de las suposiciones planteadas es que su origen se debe a determinadas especies de avispas carnívoras que pasaron a consumir las proteínas que les ofrecía el polen de las plantas. Con el cambio alimenticio se acentuaría la transformación morfológica de aquellas primitivas abejas, sobreviviendo aquellas especies nuevas que debían su existencia a mutaciones genéticas que les adaptaban a las nuevas condiciones ambientales, quedando cada vez más vinculadas a las plantas que las alimentaban. Se estableció una

gradación en el desarrollo de los cestillos del polen, de la lengua y del buche, para obtener y transportar el néctar y el polen, dando origen a numerosas especies más o menos adaptadas a la vida en común con las plantas. Así, el avance evolutivo de la abeja se ha ido sucediendo hasta alcanzar la cumbre actual con la *Apis mellifera* (Abizanda *et al.*, 2018).

Las abejas *Africanas* tuvieron su origen en zonas tropicales de clima cálido con periodos largos de sequía, y por milenios han afrontado condiciones rústicas y difíciles que les han hecho adoptar mecanismos para sobrevivir, con su predisposición a la emigración o su alta capacidad reproductiva, el desarrollo de un comportamiento defensivo agudo, producto de estar constantemente ante una gran cantidad de enemigos naturales en su habitat Africano, incluyendo al hombre, por ello al menor sentimiento de ataque, responden persiguiendo a su agresor por grandes distancias y el gran numero (Lovato, 2017).

## 2.2 Proceso de Africanización.

En 1956 se introdujeron abejas africanas (*Apis mellifera scutellata*) a Brasil para establecer un programa de mejoramiento genético con el objetivo de desarrollar abejas más productivas y mejor adaptadas a condiciones tropicales que las abejas europeas (predominantemente *Apis mellifera mellifera*) que se trabajaban. Como consecuencia de este programa, colonias de abejas africanas se establecieron de manera silvestre y se cruzaron con las abejas europeas locales, produciéndose así las abejas africanizadas. Las abejas africanizadas han migrado y hoy en día se encuentran en todos los países de América central y del sur, con excepción de Chile; llegaron a nuestro país desde finales de 1986, año en que entraron los primeros enjambres a través de la frontera con Guatemala, después de 29 años de migración desde Brasil. Los enjambres de estas abejas continuaron dispersándose por el país, incluyendo los estados del altiplano durante 1989 y 1990. Para 1993 ya se habían detectado en todos los estados de México con excepción de Baja California Sur, donde el desierto ha sido una barrera natural que ha dificultado su llegada (Correa y Guzmán, 2003).

Las abejas melíferas africanizadas fueron detectadas en Utah por primera vez en agosto de 2008. En apiarios manejados por apicultores, se ha tratado de mantener la línea europea materna a través de reemplazar a las reinas con genotipos europeos o seleccionados (Hodgson *et al.*, 2010).

La abeja africana *Apis mellifera scutellata*, ingresó a los Estados Unidos Mexicanos por el sureste del territorio en el año de 1986, y que a la fecha se encuentra distribuida en casi todo el territorio nacional, con diferentes grados de saturación (SAGARPA, 2011). A partir del 2012, las abejas melíferas africanizadas se encontraron al sur de Estados Unidos como son: Texas, California, Nuevo México, Arizona, Oklahoma, Louisiana, Arkansas, Alabama y Florida (Ellis y Amada, 2016).

### 2.3 Características biológicas y comportamiento.

*Apis mellifera scutellata* es muy defensiva porque en su hábitat natural tiene muchos enemigos naturales y necesita repelerlos con mayor efectividad. Estas abejas responden prontamente, uniéndose al ataque muchos individuos que persiguen al agresor insistentemente y a mayor distancia. Los híbridos (abejas africanizadas) son menos defensivos pero ciertamente atacan con mayor frecuencia que las abejas italianas. Los apicultores seleccionan reinas de colmenas menos defensivas para sustituir las colmenas más defensivas y así atenuar gradualmente el problema (Mari, 2018). Las abejas africanizadas pueden reaccionar frente a un intruso tres veces más rápido que las abejas europeas y perseguir a sus agresores hasta distancias superiores a un kilómetro y luego retornar a sus nidos permaneciendo agitadas por varios días (Martínez *et al.*, 2018). A parte de su mayor disposición para defenderse, la abeja africana es un tanto más pequeña, enjambra (forma enjambres) con mayor frecuencia, sus colmenas son más pequeñas, tiende a almacenar menos miel, y ante condiciones desfavorables abandona el nido con mayor frecuencia (Mari, 2018).

La abeja africanizada es de color negro, o negra con bandas amarillas en el abdomen y conviven en la misma colmena algunas de color negro con otras cuyo abdomen es con bandas amarillas. Es de menor tamaño que las de origen

europeo, es bastante más chica y la reina es de color rojo negruzco o dorado negruzco. Las celdillas son inconfundibles por su tamaño, pareciendo sus panales a los de una avispa. Tienen comportamientos parecidos a los de las avispas cuando se toca el nido, si se levanta un cuadro con crías las abejas nodrizas vuelan desesperadas dejando casi vacío el panal lo que dificulta muchísimo el trabajo con las mismas. Rechazan la cera estampada estándar adaptada al tamaño de abejas europea más grande y hacen panales propios, pegados a cada cara de la cera estampada. Las reinas europeas o de otras razas de abejas más grandes, son rechazadas por no poder aovar en celdillas tan chicas, lo que dificulta el cruzamiento. Son muy prolíficas y cuando enjambran a veces lo hacen con varias reinas. Son mucho más agresivas que las europeas y tienen la característica de atacar en mayor número de abejas (Beverley, 2008).

#### 2.4 Diferencia entre la Abeja Africanizada y la Abeja Europea.

Se les ha dado el nombre incorrecto de abejas asesinas, porque tienen un instinto de defensa muy acentuado, lo que las hace agresivas. Se ha reportado muertes de animales domésticos y personas, a consecuencia de ataques y picaduras, principalmente cuando las colonias han sido molestadas accidentalmente. La mayor parte de la miel colectada se utiliza para producir nuevas crías (Bailey y Anderson, 1986).

#### **Cuadro # 1. CARACTERISTICAS COMPARATIVAS (Macías, 1992).**

<b>ABEJA</b>	<b>ABEJA EUROPEA.</b>	<b>ABEJA AFRICANIZADA.</b>
<b>Reinas</b>		
Posturas	1,500 huevos diarios	2,000 huevos diarios
Promedio de Vida	6.2 meses	8.4 meses
<b>Zánganos</b>		
A la hora de copular	Más lentos en vuelo	Más veloces

Producción promedio de espermatozoides	5.5 millones	7 millones
Presencia en la colmena	En épocas de floración	Durante todo el año
<b>Obreras</b>		
Ciclo biológico	21 días	19 días
Tamaño	13 mm	11 mm
Pecoreo	Salen a los 14 y 16 días después de emerger.	Salen a los 12 y 14 días después de emerger, recolectan más polen que néctar.
Vuelo	Llegan a la colmena de forma titubeante	Son precisas y veloz
Propensión al pillaje	Poca tendencia	Muy pilladoras.
Capacidad defensiva	Defienden alrededor de 50 m	Defienden alrededor de 200 m
Sensibilidad a ruidos	Poco sensibles	Muy sensibles
Tiempo para tranquilizarse	Pocos minutos	Varias horas
No. de agujones por minuto	16	80

Las abejas africanizadas son sumamente agresivas por lo cual se ha catalogado como abejas asesinas. A diferencia de otras razas, cuando tienen hambre, no se dejan morir sino que atacan a las otras abejas arrebatándolas sus viviendas y sus víveres (Mendizabal, 2005).

A pesar de que morfológicamente las abejas de origen europeo y las africanizadas son muy parecidas, el comportamiento es bastante diferente. La abeja africanizada muestra un comportamiento defensivo acentuado y una alta propensión a la enjambrazón (Serenio *et al.*, 2004).

#### 2.4.1 Tiempo de Desarrollo

La formación de una abeja adulta ocurre como en otros insectos holometábolos, mediante un proceso de desarrollo y transformación que inicia con la postura de un huevo por una reina y concluye con la salida de un adulto de una celda del panal. Las abejas obreras de razas europeas tardan, en promedio, 21 días en desarrollarse y emerger desde que una reina pone un huevo, mientras que las obreras africanizadas emergen a los 18.5 días a partir de que el huevo es puesto. Una consecuencia de estas diferencias en su tiempo de desarrollo es que las colonias de abejas africanizadas producen obreras a un ritmo más rápido que las colonias de abejas europeas. Para el caso tiempo de desarrollo entre estos de reinas y zánganos (abeja macho) no hay diferencias significativas en cuanto al dos tipos de abejas (Guzmán *et al.*, 2011).

El desarrollo ontogénico de las abejas es similar al de otros insectos con metamorfosis completa. En la abeja obrera, el ciclo comienza con la postura del huevo que tarda 3 días y 5 horas en emerger y pasar así al estado larval o de “cría abierta”. Este periodo dura 6 días hasta que es operculada la celda y pasa al tercer estadio de prepupa y pupa. Este estadio dura 12 días, durante el cual va tomando forma la abeja hasta emerger. El ciclo biológico de la abeja obrera desde que es ovipositado el huevo hasta que emerge de la celda dura 21 días (Martínez *et al.*, 2017).

#### 2.4.2 Evasión

Entre los principales efectos indeseables de las abejas africanizadas están su comportamiento altamente defensivo y migratorio, así como su tendencia a abandonar o evadirse de las colmenas (Uribe *et al.*, 2003). La evasión o emigración de la totalidad de los individuos de una colonia es una característica que las abejas africanizadas manifiestan con mucha frecuencia. Este comportamiento se debe a que estos insectos son altamente susceptibles a disturbios causados por depredadores, ruido, manejo excesivo, calor intenso, y a la escasez de agua y alimentos. La evasión de colmenas se presenta con muy poca frecuencia en las abejas de razas europeas, pero en africanizadas puede observarse desde 30 hasta 100% de las colmenas (Guzmán *et al.*, 2011).

Entre los principales efectos indeseables de este morfotipo de abeja están su comportamiento altamente defensivo y migratorio, su tendencia a abandonar o evadirse de las colmenas, lo que disminuye la producción de miel (Alaniz *et al.*, 2016).

#### 2.4.3 Pecoreo

Se considera que en el Neotrópico hay casi 6,000 especies de abejas, 3,000 especies de lengua larga y 3,000 de lengua corta, que con sus visitas frecuentes a las flores se convierten en polinizadores eficientes, a diferencia de otros animales, que solo las visitan ocasionalmente (Nates, 2005). Al salir en búsqueda de alimento las abejas recolectoras deben recordar la ubicación de su colmena y de las diferentes fuentes de alimento disponibles en ese momento. Al llegar a una flor deben reconocerla y aprender las claves y estímulos de diferentes modalidades sensoriales que permitan retornar a las misma para asegurar una recolección eficiente y sostenida en tiempo (Mc Cabe, 2010).

En México hay 1,805 especies de abejas. Ellas, junto con las mariposas y los murciélagos, se encargan de polinizar cerca del 35% de los cultivos que nos proveen alimento (Gonzales *et al.*, 2018). El pecoreo es la acción de recolección que realizan las abejas para traer a su colmena, néctar, polen, agua y resinas de los árboles (propóleos). Las abejas africanizadas empiezan a pecorear entre los 12 y 14 días después de emergidas, mientras que las europeas lo hacen entre los 14 y 16. Las abejas africanizadas, realizan un mayor número de viajes a las flores por día debido a que están mejor adaptadas a la diversidad de flora en los trópicos y porque dedican menos tiempo a trabajar en cada flor. Sin embargo, su buche o estómago de la miel, es de menor capacidad y, por lo tanto, transportan menor cantidad de néctar a su colmena en cada viaje, en relación con abejas de razas europeas. Cuando se toman en cuenta de manera conjunta factores como el número de viajes a las flores, así como la cantidad y calidad del néctar (grado de concentración de carbohidratos) transportado, no existen diferencias entre abejas europeas y africanizadas en cuanto a la cantidad de calorías que cada individuo dedicado a la recolección de néctar aporta a su colonia. Sin embargo, es claro que las abejas africanizadas se especializan más en la recolección de polen que de

néctar. Proporción de abejas que pecorean del total de individuos presentes en una colonia en un momento dado. Las colonias de abejas europeas destinan una mayor proporción de sus individuos a pecorear que las de abejas africanizadas, lo cual les da una ventaja en la recolección de alimentos, particularmente de néctar. Esta estrategia de pecoreo es explicable por el hecho de que en los trópicos la floración es más variada y discontinua que en las zonas templadas, donde hay menos variedad de plantas (monocultivos), pero mayor densidad de aquéllas que existen y por lo tanto, es más rentable depender del pecoreo individual (Guzmán *et al.*, 2011).

La cantidad de propóleos recogida y fabricada por las abejas variaba según la raza y la flora apibotánica de los alrededores del colmenar. Colmenas situadas en áreas boscosas o cercanas a los ríos y vegetación abundante, han presentado más fuentes de resinas que las situadas en zonas de llanos (Thimann y Manrique, 2002). Las colectas de polen de visitantes florales pueden proveer de alguna evidencia acerca de la variedad de especies visitadas. La identificación del polen en estigmas puede indicar cuando el polen depositado es específico o cuando exista un potencial bloqueo del estigma por polen de otras especies, alelopatía del polen u otros efectos similares (Cabrera *et al.*, 2008).

#### 2.4.4 Resistencia a enfermedades.

Los estudios hasta ahora realizados en Brasil, México y los Estados Unidos de América (EUA), sugieren que en general, las abejas africanizadas son más resistentes o tolerantes a ciertas enfermedades que las europeas. Las razones de ésta mayor resistencia aparentemente radican en varios factores, entre los que se pueden mencionar una mayor expresión del comportamiento higiénico y del de acicalamiento, así como una menor susceptibilidad a la invasión y reproducción de agentes patógenos. Estos factores les dan a las abejas africanizadas mayor protección contra enfermedades de la cría y también contra parásitos de los individuos adultos (Guzmán *et al.*, 2011).

Existen dos conductas de la abeja *Apis mellífera* asociadas a la resistencia a enfermedades, una es el comportamiento de grooming o acicalamiento que se



define como la capacidad de las abejas de detectar, morder y eliminar los parásitos en etapa forética y es una posible vía para la selección de abejas tolerantes a enfermedades, aunque no la única. Este comportamiento de aseo puede ser sobre sí misma y se conoce como autogrooming, donde la abeja cepilla su cuerpo entero con sus extremidades; también este comportamiento puede ser sobre otras abejas, denominándose allogrooming, en el cual una o más abejas buscan el ácaro en la abeja infestada, tomándolo con sus mandíbulas y arrojándolo al piso de la colmena (Araneda *et al.*, 2008).

#### 2.4.5 comportamiento higiénico.

El comportamiento higiénico se refiere a la capacidad que tienen algunas abejas adultas para detectar, desopercular y remover cría enferma o muerta del interior de la celda, interrumpiendo con esto el ciclo de la enfermedad y sus posibilidades de dispersión (Aguirre, 2016). Estudios realizados demostraron que el comportamiento higiénico de las abejas es controlado por dos genes recesivos independientes: uno responsable de desopercular la cría enferma y el otro responsable de remover la cría enferma fuera del nido de cría (Principal *et al.*, 2008).

Este comportamiento es considerado como un mecanismo primario de resistencia de estos insectos ante ciertas enfermedades de origen bacteriano, de larva y de la pupa, como Loque americana causada por *Paenibacillus larvaede* origen fungoso como la ascosferosis producida por *Ascosphaera apis* de origen parasitario como es el caso de Varroa destructor (Vásquez *et al.*, 2016).

Esta característica de comportamiento higiénico permite a las abejas defenderse mejor de enfermedades como la Loque americana o europea y como la cría de cal. Pero además les confiere cierto grado de resistencia contra el ácaro Varroa destructor, el cual se reproduce dentro de las celdas, parasitando larvas y pupas de las abejas. Cuando las obreras que expresan comportamiento higiénico detectan una cría muerta o enferma dentro de una celda, proceden a removerla y sacarla al exterior de la colmena. De esta manera, cortan el ciclo de enfermedades bacterianas o fungales, o bien, del parásito Varroa. Se sabe que un mayor porcentaje de abejas en colonias africanizadas expresan este comportamiento en

comparación con abejas europeas, lo cual las hace más resistentes (Guzmán *et al.*, 2011).

#### 2.4.6 Defensa.

El alto comportamiento de defensa ha sido la característica más evidente de las abejas africanizadas tanto en la literatura científica como en los medios masivos de comunicación. Sin embargo, si bien es cierto que las abejas africanizadas son más defensivas que las europeas, también es cierto que se ha exagerado el problema a través de películas de terror, libros, reportajes y artículos que describen las más fantásticas historias acerca de la agresividad y el peligro de estos insectos, pero estas caracterizaciones de las abejas africanizadas carecen de objetividad científica. Cuando se compara entre tipos de abejas, no hay duda de que las abejas africanizadas son significativamente más defensivas que las europeas. Inicialmente se creía que al cruzarse con abejas europeas, los descendientes de las abejas africanas disminuirían su comportamiento defensivo. Sin embargo, múltiples estudios han mostrado repetidamente que las abejas de origen africano pueden picar de 5 a 20 veces más que las de origen europeo y que mantienen un radio de patrullaje en la periferia de sus nidos de al menos 10 veces mayor distancia que el de abejas europeas. Las abejas africanizadas también responden más rápido a estímulos defensivos que las europeas. El hecho de que las abejas africanizadas respondan más rápido y en mayor número a estímulos de defensa que las abejas europeas se debe a que poseen un umbral de reacción más bajo que éstas (son más sensibles). Las colonias de abejas africanizadas también persiguen a intrusos con 10 a 30 veces más individuos que las colonias de abejas europeas. El comportamiento defensivo de las abejas es altamente heredable. La mayoría de las personas y animales que han muerto a consecuencia de picaduras de abejas han fallecido como resultado de una reacción tóxica o anafiláctica, debido a que recibieron una gran cantidad de piquetes en un periodo muy corto. El veneno de las abejas africanizadas no difiere del de las europeas en cuanto a su composición y grado de toxicidad, pero como miles de ellas pican en un lapso muy corto, la cantidad total de veneno que inoculan a sus víctimas puede ser muy elevado. Se estima que la dosis letal 50

(LD50) del veneno de las abejas para los humanos equivale a 1,100 agujones. Es decir, que si un grupo de personas fuera picado por las abejas 1,100 veces cada una, la mitad de ellas morirían (Guzmán *et al.*, 2011).

Algunos autores han establecido que los accidentes por picadura de abejas son la segunda causa de mortalidad provocada por accidentes con animales venenosos, después del accidente ofídico, reportando hasta 20 casos de muerte por año (Rodríguez, 2012). Su veneno no es más activo que el de las otras razas. Sin embargo, cuando atacan lo hacen de forma masiva, clavando sus agujones por centenares y hasta por millares por lo que la víctima recibe mayor cantidad total de veneno que el que proporciona otras razas (Mendizabal, 2005).

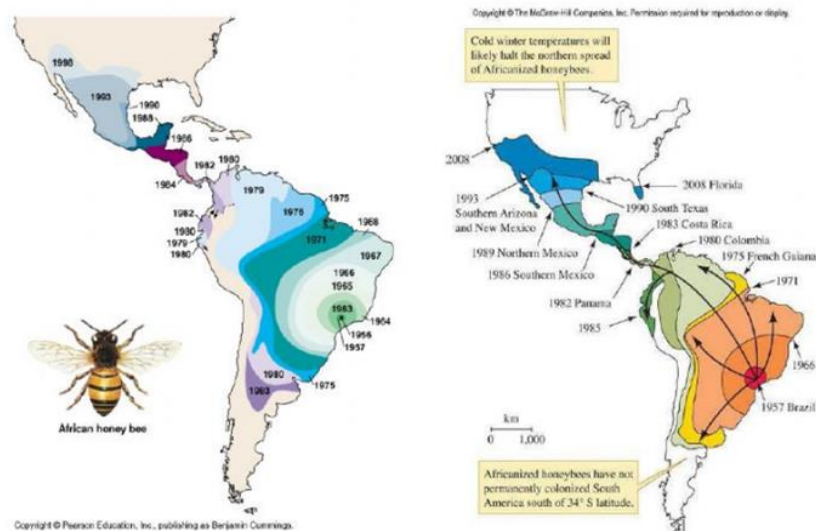
### 2.5 Dispersión y colonización.

Inicialmente se creía que el genotipo de las pocas colonias de abejas africanas que escaparon en Brasil se diluiría al cruzarse con las muchas colonias de abejas europeas existentes en América del sur. Sin embargo, la selección natural favoreció las características de los ancestros africanos que estaban perfectamente adaptados a condiciones tropicales como las de Brasil. En un medio ambiente similar al del sur de África, pero con menos enemigos naturales y con condiciones de flora más favorables, las abejas africanizadas se multiplicaron, migraron y colonizaron una multitud de hábitats en la mayoría de las regiones de los países del sur y centro de América, con excepción de Chile y el sur de Argentina. El límite de la colonización de estas abejas es el paralelo 35° sur; hacia el sur de ese límite las abejas son europeas, con migraciones temporales de enjambres africanizados durante el verano. Se estima que la velocidad de dispersión y colonización de las abejas africanizadas fue de 300 a 500 km por año. Se cree que los primeros enjambres de abejas africanizadas entraron a México por Chiapas a finales de 1986, 29 años después de su origen y migración desde Brasil. Al principio y por varios años estuvieron dispersándose en el sureste del país. En 1987 ya habían sido localizadas en los tres estados de la península de Yucatán, además de Oaxaca, Tabasco y el sur de Veracruz. Para 1989, llegaron a Guerrero, Michoacán y Tamaulipas, y en el altiplano, los primeros enjambres de abejas africanizadas se encontraron en 1990 (Guzmán *et al.*, 2011).

En julio de 1993 se confirmó la presencia de abejas africanizadas en la ciudad de Mexicali, Baja California y desde 1994 se establecieron en el sur de California (Alaniz *et al.*, 2016).

En los 21 años que estas abejas llevan en los EUA, su expansión se ha desacelerado, aparentemente debido a las bajas temperaturas invernales y a diferencias en el fotoperiodo, condiciones a las que no se adaptan bien las abejas tropicales. Sin embargo, estas abejas están bien distribuidas al sur del país. En la actualidad, se localizan en los estados de Texas, Nuevo México, Arizona, California, Nevada, Florida, Louisiana (Guzmán *et al.*, 2011).

Figura 1. Dispersión de abejas africana en el continente americano.



En la actualidad presenta una distribución que va desde el norte de Argentina hasta el sur de Estados Unidos. Como consecuencia de esta expansión ahora comparten la distribución de abejas nativas y compitieron por los recursos naturales (Mc Cabe, 2010). La dispersión de la abeja africanizada ha planteado nuevos problemas a la apicultura moderna y en consecuencia la necesidad de buscar nuevas soluciones. La agresividad de estas abejas hace difícil su manejo y ha reducido el número de apicultores, causando escasez de productos apícolas y

el incremento en los precios de venta. Los pocos productores que han quedado optaron por aprender a convivir con este nuevo tipo de abeja (Villavicencio y Posas, 2014).

#### 2.6 Efectos de la Africanización.

Las abejas africanizadas han retenido un genotipo predominantemente africano debido a que ha habido un mayor flujo de genes africanos hacia las poblaciones de abejas europeas que en sentido inverso. Tanto las colonias silvestres como las manejadas manifiestan características de las abejas africanas pocos años después de la llegada de los primeros enjambres de abejas africanizadas a una región; este proceso se conoce como “africanización”. La africanización de las colonias de abejas no ha obedecido a un solo factor, sino a la interacción de varios de ellos, que en conjunto han ocasionado el desplazamiento de las poblaciones de abejas de razas europeas para ser reemplazadas gradualmente por poblaciones con características de la raza africana invasora. La importancia relativa de cada mecanismo puede diferir entre las poblaciones de abejas domésticas y silvestres. En apiarios manejados por apicultores, se ha tratado de mantener la línea europea materna a través de reemplazar a las reinas con genotipos europeos o seleccionados. En estas poblaciones la introgresión de genes africanos ocurre vía paterna, principalmente por medio de apareamientos de estas reinas con zánganos de origen africano producidos por colonias silvestres. En contraste, la retención de características africanas en las poblaciones silvestres ocurre sobre todo por la pérdida de genotipos europeos de origen materno. Independientemente de si se trata de colonias manejadas o silvestres, los factores biológicos y de comportamiento que a continuación se describen, son los principales causantes de un flujo de genes asimétrico que ha ocasionado que las abejas africanizadas sean invasoras sumamente exitosas (Guzmán *et al.*, 2011).

#### 2.7 Medidas de Control.

De acuerdo con el proceso de africanización, existen cuatro medidas de control dentro de actividades.

1.- Prevención: Todas aquellas actividades que los productores realizan para evitar que en sus apiarios se desplome la producción y ocurra accidentes en la población civil. En este rubro, la colocación de trampas caza-enjambres es primordial; los resultados se reflejan en las zonas donde las características apibotánicas sean favorables, por ejemplo, en las delegaciones con zonas arboladas ricas en eucaliptos, tepozanes, truenos y acahuales.

2.- Contención: La vigilancia permanente de los enjambres silvestres, por medio de su captura y posible reubicación.

3.- Control. Se exhorta a los apicultores a cambiar sus abejas reinas para mantener las características favorables de las colonias; así mismo, se capacita a los cuerpos de seguridad pública sobre el manejo de los enjambres.

4.- Mejoramiento: Aprovechamiento óptimo de las colonias africanizadas mediante la selección de las colonias de abejas que muestren características deseables: docilidad, resistencia a enfermedades, reducida tendencia a enjambrar y excelente producción de miel (Guzman, 2004).

Además de la reubicación de apiarios y del cambio de reinas, el control de la enjambrazón y la alimentación artificial de las colonias en épocas de escasez son los manejos más importantes para el control de los efectos negativos de la africanización. Adicionalmente, los apicultores deben realizar más cosechas de miel durante las épocas de floración, para evitar que las abejas con mayor grado de sangre africana utilicen el alimento para producir enjambres (Guzmán *et al.*, 2011).

Los productores no deben de utilizar en las cosechas de miel repelentes que la contaminen, como es el ácido fénico y esencia de nirvana (nitrobenceno) y cualquier otro producto químico que deje residuos en los productos de las abejas y que representen un riesgo para las abejas y la salud del humano (SAGARPA, 2016). Si las colonias de abejas tienen un grado de africanización de alrededor de 25% o menor, éstas son tan manejables como las abejas europeas. Por ello, para la mayoría de los apicultores mexicanos resulta importante identificar y disminuir

las abejas con características africanas de las que poseen características europeas, para seleccionar las más productivas y manejables para la crianza de reinas. El cambio de abejas reinas mejoradas es la principal medida para el control de abejas africanizadas; por esa razón, los apicultores necesitan métodos confiables y prácticos para la selección y producción de reinas. Existen menos de 50 criadores de abejas reinas en el país, los cuales producen menos de 300 mil de ellas anualmente, por lo que no se satisface la necesidad de 1.8 millones de reinas necesarias cada año (igual al número de colmenas). Además, sólo cuatro o cinco criadores de reinas realizan algún tipo de selección (Guzmán *et al.*, 2011).

Los efectos negativos de la africanización pueden ser contrarrestados cuando se establecen programas de mejoramiento genético regionales, y así evitar la introducción de abejas reinas de diferentes lugares, ya que existe el peligro de introducir nuevas enfermedades y genotipos poco productivos (De Araujo y Quezada, 2011).

#### 2.8 Método para la identificación de abejas africanizadas

La propagación de las abejas africanizadas en las Américas creó una necesidad dentro de la comunidad apícola de tener un procedimiento de identificación precisa, económica y rápida para identificar entre abejas de miel, africanizadas y europeas. El trabajo inicial es de calidad pero consume tiempo, es un método de identificación basado en el análisis descriptivo de 25 caracteres morfométricos. La velocidad del método se mejoró considerablemente mediante el uso de la medición asistida por computadora. No obstante, los métodos morfométricos miden una variedad de características del ala, los enfoques morfométricos de identificación electroforéticos potenciales, enfoques de cromatografía de gases, restricción potencial de ADN y el potencial de proteínas en hemolinfa plantea dificultades técnicas que restringen su uso en laboratorios bien equipados con personal altamente capacitado. El enfoque más simple utiliza un solo carácter (la longitud del ala) y correctamente identificado el 86% de 136 muestras de colonias en  $p > 0.90$ . El segundo enfoque utiliza cuatro mediciones morfométricas (longitud del ala delantera, longitud parcial alas posteriores, la longitud del fémur y peso limpio) y correctamente identificados 91% de muestras de colonias en  $p > 0.90$ . No

hubo errores de identificación con cualquiera de los procedimientos (Rinderer *et al.*, 1987).

El uso de características morfológicas es útil en la identificación de colmenas de abejas africanizadas, haciendo posible la distinción de las colmenas de abejas africanizadas de las de tipo europea. Para realizar una caracterización morfológica en diferentes poblaciones de abejas, es necesario seleccionar un amplio grupo de características. La africanización de las poblaciones de abejas melíferas ha tenido una amplia repercusión en las prácticas apícolas (Sereno *et al.*, 2004).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de la zona de estudio.

La presente investigación se llevó a cabo el área de la Comarca Lagunera, del estado de Coahuila y Durango la cual se localiza en la región central de la porción del país, está ubicada entre los meridianos  $102^{\circ} 00'$  y  $104^{\circ} 47'$  de longitud oeste y de los paralelos  $24^{\circ} 22'$  y  $26^{\circ} 23'$  de latitud norte, con una altura media sobre el nivel del mar de 1139 m. Los municipios de la Comarca Lagunera, con extensión territorial de 4, 788,750 ha en total, perteneciendo 2, 585,630 ha al estado de Durango y 2, 203,120 ha al estado de Coahuila.

Los climas que predominan en la región son los tipos: árido, semiárido, caliente y desértico, con temperaturas promedio que oscilan entre una media de  $22^{\circ} \text{C}$ , una máxima de  $33^{\circ}$  y una mínima de  $9^{\circ}\text{C}$ , con una precipitación pluvial de 5114 mm, aunque el promedio de lluvias es de 224 mm por año.

#### 3.2 Material Bilógico.

El material utilizado fue de las muestras de 11 apiarios de la Comarca Lagunera en el cual se seleccionaron al azar las colmenas para tomar muestras.

#### 3.3 Obtención de Muestras.

Para la realización de dicho estudio se empezaron a coleccionar muestras desde el mes de Mayo y junio del 2018.

#### 3.4 colecta de muestras para análisis

Las muestras se coleccionaron en frascos con alcohol al 70%, en los cuales se tomaron 50 abejas como mínimo. Las muestras que se coleccionaron de las colmenas, se lleva a cabo tomando las de los bastidores introduciéndolas a los frascos con alcohol, cuidando que no vaya la reina. Se tomó una muestra por colmena y los datos que se anotaron en la etiqueta de colecta fueron: Localidad, comunidad o ejido, Municipio y Estado, fecha de colmena muestreada, número de colmenas en apiario, nombre del apiario y ubicación.

#### 3.5 Recepción de muestras para análisis

Al recibir las muestras en el laboratorio se revisó que los especímenes se encontraran en un buen estado y con los datos de la colmena completos. Se

procedió a registrar las muestras, asignándoles datos como son: número de caso, localidad, fecha de captura, recepción, análisis, emisión de resultados, nombre del colector, resultados promedio, longitud de alas, longitud del femur, índice, identidad y observaciones.

### 3.5.1 laboratorio de análisis

En lugar donde se llevaron a los análisis para el diagnóstico de africanización fue en el laboratorio de Biología de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna.

### 3.6 Materiales y Equipo.

Los materiales utilizados se dividieron en implemento de laboratorio y equipos. Implementos de laboratorio y equipos que fueron utilizados son:

Estereoscopio, proyector de diapositivas, pinzas de relojero, bisturí, tijeras, cubreobjetos de 22 x 40 mm, micrómetro ocular a escala 1/100, cajas de Petri, monturas dobles para diapositivas, regla de plástico transparente de 50 cm, cinta adhesiva transparente de 22 mm de ancho, papel secante.

### 3.7 Método de identificación Morfométrico FABIS

El procedimiento para el diagnóstico de africanización puede ser de **Fabis I**, **Fabis II** y Daily y su aplicación depende de los resultados encontrados en cada uno de ellos dando inicio siempre por **Fabis I** (SAGARPA ,1999).

El nombre lo constituye las siglas de dominación “*Fast Africanized Bee Identification System*” cuya traducción es sistema rápido para la identificación de abejas africanizadas, desarrollado por el Dr. Rinderer en 1987, al seleccionar las características morfológicas, longitud de ala interior y longitud de fémur posterior, del Método Morfométrico desarrollado por el Dr. Howard Daly cuyo análisis se realiza en 25 características morfológicas de las abejas. El Dr. Rinderer encontró que tales características son las más representativas por presentar mayor discriminación entre abejas africanas y europeas, implementando además la correlación con el peso de las abejas. Este método presenta ventaja de realizarse con mucha rapidez, así como también la obtención de resultados.

En el presente trabajo solamente se consideraron las medidas de los caracteres morfológicos alas anteriores y fémures posteriores. La medición de la longitud de alas anteriores y su respectivo resultado llamado FABIS I.

La relación que forman las medidas de longitudes de alas anteriores y fémures posteriores, así como las constantes de índice discriminatorio, es el denominado FABIS II.

### 3.8 Método FABIS I

La identificación de abejas por este método se determina midiendo la longitud de ala de 10 abejas, tomado de una muestra al azar y comparar el promedio obtenido con valores críticos, mismos que proporcionan el resultado y por consecuente su identificación.

Su procedimiento se realizó tomando 12 abejas de una muestra, colocándose sobre un pedazo de papel absorbente durante un minuto, para que se evapore el alcohol en el que están fijadas.

Se procedió a la disección, desprendiendo con una pinza de relojero un total de 12 alas anteriores del lado derecho de las abejas sujetando firmemente con una pinza al espécimen por el tórax y con otra pinza se desprende el ala desde la base alar en la que debe conservarse la escotadura de la vena dorsal. Con la ayuda del estereomicroscopio se verificaron las alas, apreciándose claramente de que estas estuvieran en condiciones perfectas de los bordes de alas completas.

Con un bisturí de punta fina se realizó un corte transversal en la base de las alas con el fin de quitar la parte esclerotizada y dejarlas lo más planas posible al montarlas. Cada lote de 12 alas se colocaron en filas de seis sobre bisagras compuestas de dos cubreobjetos procurando que queden lo más pegadas posibles y también intercaladas para que cuando se tomen las medidas la última no quede muy abajo. Se sellan en los extremos con cinta adhesiva. Las preparaciones fueron puestas en monturas plásticas para diapositivas, se les marco con lápiz en la parte inferior de las monturas plásticas, el número de caso analizado y fecha de recepción, posteriormente dichas preparaciones fueron

colocados en las separatas del carrusel del proyector de transparencias, después del micrómetro ocular.

El proyecto se instaló sobre un plano horizontal, aproximadamente 1.40 metros de altura sobre el piso, a una distancia de 5 a 6 metros de una pared lisa de color blanco o en su caso un pizarrón acrílico. Se continuó con la proyección, colocando en el carrusel primeramente el micrómetro ocular con la escala al frente, el cual ha sido adherido con una cinta adhesiva transparente a un cubreobjetos y colocado, este último en una montura para diapositiva.

La montura con el ocular micrométrico se proyecta en la pared. La proyección en la pared se mide con una regla de cincuenta centímetros hasta que el centímetro proyectado del ocular milimétrico, equivalga a los cincuenta centímetros; se procede a medir desde la escotadura de la vena costal hasta la parte distal del ala, considerando los milímetros de la escala de la misma, realizando este procedimiento en 10 longitudes de alas anteriores de cada montaje o preparación.

Cada medida fue concentrada en un formato para obtener el promedio mediante la siguiente fórmula.

$$\text{PROM. LONG. DE ALAS} = \frac{\text{SUMATORIA LONGITUD DE ALA X 2.}}{100}$$

$\Sigma$ = Es la sumatoria de las longitudes de ala, de número de abejas.

2= Para llevar la cantidad a la unidad métrica.

100= Se divide entre esta cantidad para hacer la conversión a milímetros y obtener el promedio del número de alas medidas.

Los resultados que se obtuvieron fueron comparados con los valores críticos obtenidos del PNPCAA, 1990 que a continuación se indican:

ABEJAS EUROPEAS: 9.040

ABEJAS SOSPECHOSAS: 9.030 – 8.691

## ABEJAS AFRICANAS: 8.690

Si el promedio de longitud de las alas coincide con cualquiera de los valores críticos antes mencionados, entonces el proceso termina. Si el promedio de ala obtenido de una muestra se encuentra entre el rango determinado para ambas colonias, entonces se emite el resultado de identificación como sospechosas y se somete al análisis FABIS II.

### 3.9 Método FABIS II.

Este método considera las medidas de dos estructuras morfológicas que son los promedios de longitud de ala y longitud de fémur, sustituyéndose los valores en la función del índice discriminatorio.

Para el montaje de los fémures se tomó 12 abejas de la muestra que hayan resultado sospechosas con el FABIS I, y se colocan sobre papel secante, se procede a desprender de cada una de las abejas una de las patas posteriores, la cual debe coincidir con el lado de las alas anteriores desprendidas en FABIS I, desde la coxa con las pinzas se desprenden los segmentos unidos en la tibia y el fémur, es decir el trocánter y el basitarso, dejando únicamente la tibia y el fémur, teniendo cuidado de que este último conserve en la parte superior una protuberancia denominada cóndilo. Para este proceso es necesario el uso del microscopio estereoscopio de disección. Conforme se desprende y limpian el exceso de musculo que presente en el cóndilo, se acomoda en una caja Petri.

Posteriormente fueron colocados sobre una cinta adhesiva en forma de “v” formando filas de seis y sobre un cubreobjetos para evitar el movimiento de las estructuras morfométricas.

De acuerdo con las doce estructuras femorales puestas en las preparaciones se midieron un total de diez de ellas, los datos fueron anotados al igual que las alas anteriores en el mismo formato y para sacar el promedio total de la medición de los fémures. Se hizo con la siguiente formula.

PROMEDIO LONG. DE FEMUR=

SUM.LONG. DE FEMUR X 2		
	100	

Para concluir con los resultados del método FABIS II, los promedios de las longitudes de las alas anteriores y los promedios de las longitudes de fémures posteriores se constituyeron en función discriminatoria y se comparan con los valores críticos.

INDICE =  $71.6675 - (2.58472 \times \text{PROM. LONG DE ALAS}) - (18.065 \times \text{PROM LONG. DE FEMUR})$

Los resultados obtenidos de ese índice discriminatorio fueron comparados con los valores críticos que determinan la diferencia entre las abejas europeas (*Apis mellifera lingüística*) de abejas africanas (*Apis mellifera scutellata*).

VALORES CRITICOS:

ABEJAS EUROPEAS: 0.563

ABEJAS SOSPECHOSAS: 0.564- 2.098

ABEJAS AFRICANAS: 2.099

Si el índice obtenido es igual o menor a + 0.563 entonces el proceso termina y las abejas se identificarán como europeas.

Si el índice obtenido es igual o mayor a + 2.099 entonces el proceso termina y las abejas se identificarán como africanas.

Los valores de los índices que queden entre el valor crítico, para las abejas europeas y el valor crítico para abejas africanizadas serán consideradas como abejas sospechosas, las cuales se pueden someter al análisis morfométrico computarizado, para obtener una identificación definitiva.

## IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.

### 4.1 FABIS I

De acuerdo al análisis en el laboratorio y el propósito de determinar la africanización en colmenas de abejas, se procesaron 71 muestras de abejas procedentes de apiarios de la Comarca Lagunera. Al emplear el método de FABIS I en las colmenas para determinar la presencia de abejas africanas, se observaron los siguientes resultados. (Cuadro 2):

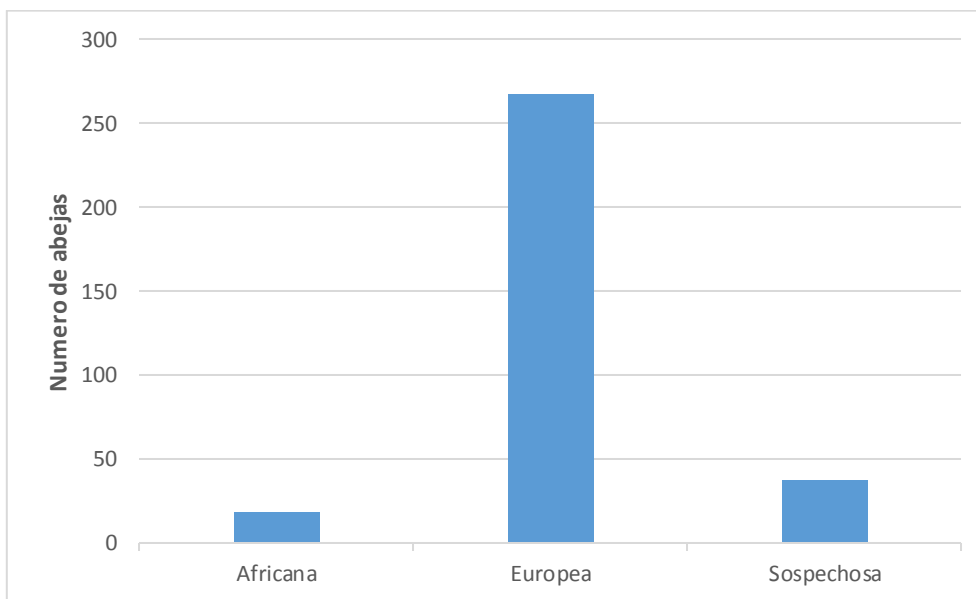
**Cuadro 2.** Determinación de la africanización mediante el método FABIS I valores de longitud promedio de ala en colmenas de la Comarca Lagunera. 2018.

Muestras	Medición	Tipo	Muestras	Medición	Tipo
1	9.15	Europea	37	9.2	Europea
2	9.2	Europea	38	9.33	Europea
3	9.07	Europea	39	9.09	Europea
4	9.39	Europea	40	9.21	Europea
5	9.17	Europea	41	9.06	Europea
6	9.41	Europea	42	9.15	Europea
7	9.48	Europea	43	9.13	Europea
8	9.2	Europea	44	9.29	Europea
9	9.438	Europea	45	9.532	Europea
10	9.11	Europea	46	9.09	Europea
11	9.04	Europea	47	9.27	Europea
12	9.12	Europea	48	9.08	Europea
13	9.23	Europea	49	9.1	Europea
14	8.94	Sospechosa	50	9.08	Europea
15	9.19	Europea	51	9.23	Europea
16	8.16	Sospechosa	52	9.52	Europea
17	9.22	Europea	53	9.21	Europea
18	9.27	Europea	54	9.1	Europea
19	9.22	Europea	55	9.12	Europea
20	9.29	Europea	56	9.28	Europea
21	9.35	Europea	57	9.09	Europea
22	7.96	Africana	58	9.1	Europea
23	9.3	Europea	59	9.26	Europea
24	9.17	Europea	60	9.19	Europea
25	9	Sospechosa	61	9.26	Europea
26	9.11	Europea	62	9.23	Europea
27	9.32	Europea	63	8.89	Sospechosa
28	7.95	Africana	64	9.45	Sospechosa

29	9.36	Europea	65	9.5	Europea
30	9.18	Europea	66	9.54	Europea
31	9.02	Sospechosa	67	9.136	Europea
32	9.37	Europea	68	9.344	Europea
33	9.31	Europea	69	9.21	Europea
34	9.31	Europea	70	9.39	Europea
35	9.35	Europea	71	9.19	Europea
36	9.39	Europea			

Se puede observar que al emplear el método FABIS I Para determinar la presencia de la abeja africana, los resultados indican una predominancia de abejas europeas, aunque cinco parecen sospechosas y dos muestras resultaron positivas por este método.

Al observar la Grafica 1, del total de muestras, 64 casos fueron europeas que representado en porcentaje equivalen al 83%, 5 casos fueron sospechosos que equivalen a 11% y africanas 2 casos (6 %).



**Grafica 1.** Resultados de africanización de colmenas mediante el método FABIS I en la Comarca Lagunera 2018.



Estos resultados indican que mediante la medición del ala anterior (El método FABIS I) existen abejas sospechosas y que pueden ser africana, por lo que pasaron al siguiente análisis del fémur (Método FABIS II).

#### 4.2 FABIS II

Con respecto a los resultados para abejas sospechosas su porcentaje representa un 11 % lo que correspondió a 5 casos determinados por el método de FABIS I, que como se expuso antes pasaron a ser determinados mediante el método FABIS II.

Para el caso de abejas africanas su porcentaje fue de 6 % ya que solo fueron 2 casos determinados por el método FABIS I.

Como lo indica (Rinderer *et al.*, 1987) cuando la muestra resulte sospechosa se debe correr entonces la prueba de fémur y el cálculo de índice discriminatorio para cerciorarse el resultado de africanización, esto puede observarse en el cuadro 3.

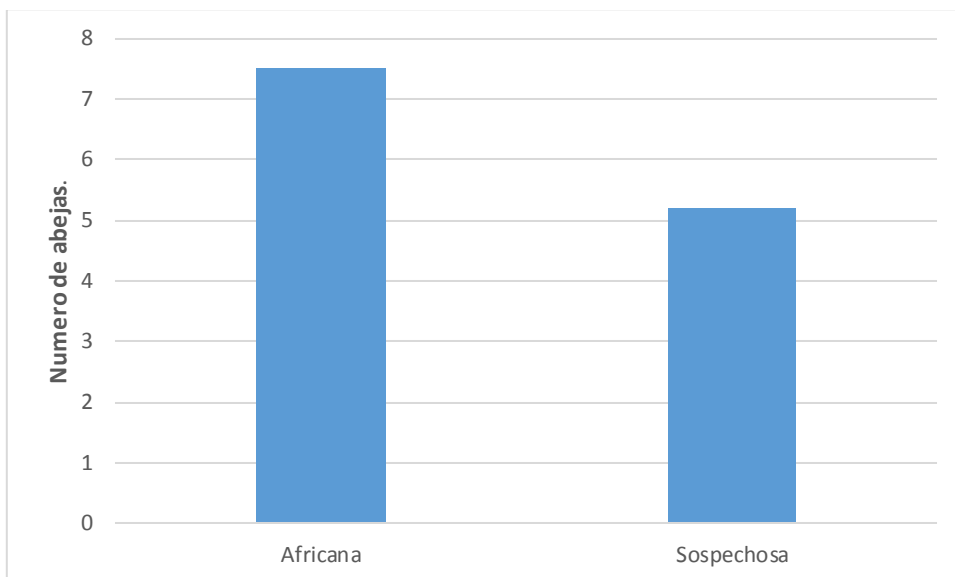
**Cuadro 3.** Determinación de la africanización mediante el método FABIS II. Valores de Longitud promedio de fémures en colmenas de la comarca Lagunera.

Muestra	Fémur	Índice	Tipo
14	2.456	4.1104632	Africana
16	2.49	5.5943348	Africana
25	2.638	0.749582	Sospechosa
31	2.556	2.1791856	Africana
63	2.57	2.0038172	Sospechosa

De 5 casos sospechosos, en el segundo método FABIS II, 2 de ellas resultaron sospechosas nuevamente, pero 3 de las ellas se determinan muestras positivas para africanización.

Al llevarse a cabo la técnica FABIS II, los valores se transformaron y se obtuvieron tres casos de abejas africanas, dos casos que permanecen como sospechosas.

**(Grafica 2).**



Grafica 2. Resultado de africanización en 5 casos sospechosos mediante el método FABIS II en la Comarca Lagunera 2018.

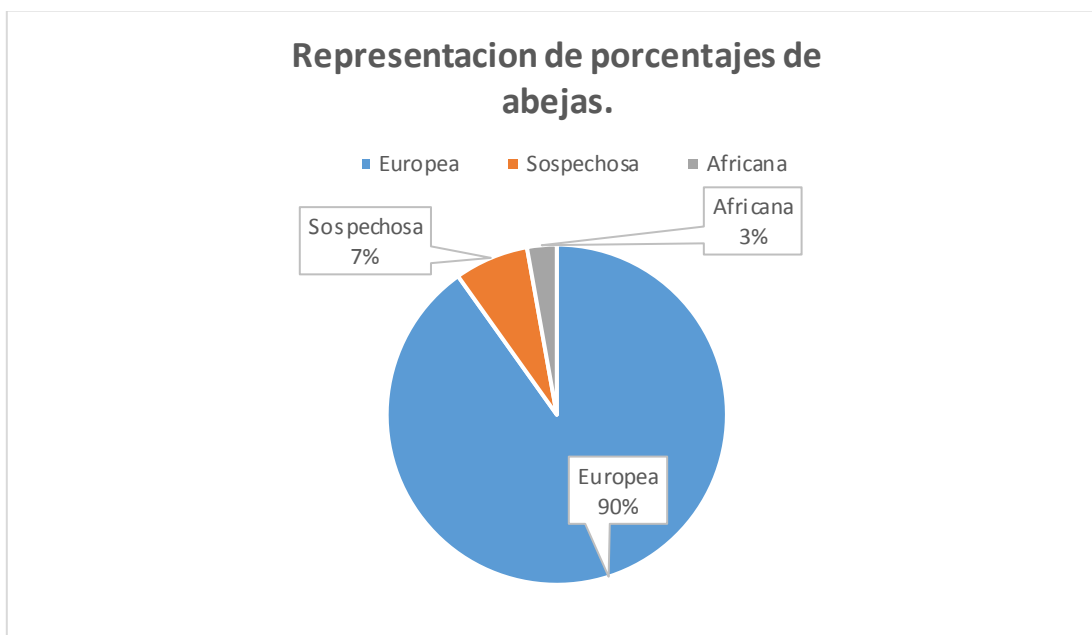
#### 4.3 Análisis del total de muestras de las colmenas

Los resultados obtenidos en colmenas del periodo comprendió de mayo junio de 2018, donde 71 muestras analizadas indican que las abejas de origen europeas representaron el 90 % equivalen a 64 muestras, abejas sospechosas representaron el 7% de análisis lo que correspondió de un total de 7 casos y 5 casos resultaron africanizadas lo que representa un 3%.

**(Cuadro 4).** Los porcentajes totales se pueden observar en la gráfica.

**Cuadro 4.** Número total de muestras analizadas en métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II en colmenas de la Comarca Lagunera de 2018.

TIPO DE ABEJA	FABIS I	FABIS II
Europea	64	0
Sospechosa	5	2
Africana	2	3
No. Total de Muestras	71	5



**Grafica 3.** Porcentaje del muestreo general analizadas por los métodos de FABIS I y FABIS II, se presenta en el cuadro 4 que identifica al apicultor y los municipios que se encuentran con colmenas cuya población de abejas esta africanizada 2018.

**Cuadro 5.** Muestras africanizadas con respecto a los municipios identificados en la Comarca Lagunera 2018.

Muestras	Tipo de Abeja	Apiarios	Municipio
14	Africana	Fernando Morales La torreña	Gómez palacio Durango
16	Africana	Fernando Morales La torreña	Gómez Palacio Durango
31	Africana	Eliseo Romero La Cris	Matamoros.
22	Africana	Eliseo Romero La cris	Matamoros.
28	Africana	Eliseo Romero Rancho alegre	Matamoros.

Estos valores reflejan que las colmenas de la región Comarca Lagunera tiene cierto grado de africanización y que el cambio de reina en corto plazo es necesario; con esto se determina que las abejas africanizadas están presentando un desplazamiento sobre las abejas de origen europeo, dando como resultado colmenas con abejas africanas o africanizadas.

Con respecto a los resultados para la abeja africanizada, según la NOM-002-ZOO (1994). Se debe de proceder a la destrucción de la colmena para evitar que se propague o sustituir la reina por una de origen europeo. En el caso de las colmenas sospechosas, debería ser procesada por el método computarizado diseñado por Daly y Balling, que involucra 25 caracteres de medición y utiliza análisis discriminatorios para determinar el grado de hibridación o someterlos a análisis donde se realiza mediante la toma de ADN.

El ADN del genoma determina los potenciales fisiológicos, estructurales y comportamentales del individuo, pero no todos estos potenciales se expresan de la misma forma en el individuo en desarrollo. Así la genética del comportamiento trata de los efectos del genotipo en el comportamiento y del papel que desempeñan las diferencias genéticas en la determinación de comportamientos distintos en una población (Nates, 2011).

Las abejas son organismos que por naturaleza son sociales y altamente cooperativos, por lo que esta interacción conlleva a la exposición de agentes patógenos y a la transmisión de enfermedades, debido a factores como la alta densidad de población, el espacio reducido y el contacto físico constante (Ramírez, 2016).

La apicultura en México es hoy en día menos productiva y más compleja y más costosa que antes de la africanización. Debido a ello, es conveniente buscar soluciones para controlar o aminorar los efectos nocivos de la africanización de las colonias de abejas. Entre estas medidas se han sugerido las siguientes como las más importantes (Guzmán *et al*, 2011).

El mecanismo por el cual las abejas africanizadas llegan a ser dominantes en una área, es porque las reinas se desarrollan, dejando crías preferentemente en colonias mezcladas por ellas. Por otro lado las reinas de líneas europeas atareadas con zánganos de líneas africanas resulta una población africanizada, lo que da como resultado que estas abejas de padres africanos influyan en colonias que son sumamente defensivas (Gurria, 2014).

## V. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos mediante la metodología morfométrica FABIS I y II empleada se puede decir que:

- I. Existe africanización en las colmenas de la Comarca Lagunera.
- II. Las abejas de origen europeo representan un 90%, un 3% de abejas de origen africanizado y un 7% de abejas sospechosas.
- III. Los apiarios de los municipios de Matamoros, Coahuila y Gómez Palacio, Durango mostraron una presencia de abejas africanizadas, pero con porcentajes bajo.

## VI. REFERENCIAS

- Abizanda-Cases, J., Yániz-Pérez de Albéniz, J. y Sales-Clemente, E. 2018. Caracterización morfológica y molecular de las abejas melíferas en la provincia de Huesca. Obtenido de Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior (Huesca). Pág. 3-27. [En línea] <https://zaguan.unizar.es/record/69789?ln=es#> fecha de consulta 4/10/2018.
- Agüero, J.I., Rollin, O., Torretta, J.P., Aizen M. A., Requier, F y Garibaldi, L. A. 2018. Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales. *Ecosistemas* 27(2): 60-69. Fecha de consulta 06/10/2018.
- Aguirre-Orantes, J. 2016. Determinación del comportamiento higiénico en colonias de abejas *Apis mellifera* en el criadero de reinas las maravillas, santa lucia cotzumalguapa, escuintla, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Alaniz-Gutiérrez, L., Torres-Salado, N., Ail-Catzim, C. E., y Velazco-López, J. L. 2016. Frecuencia de morfotipos africanizados y europeos de *Apis mellifera* en Ensenada y Mexicali, Baja California 3(9):421-426.
- Araneda, D. X., Pérez, N. R., Castillo, R. C., y Medina, M. L., 2008. Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* L. En relación al nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson & Trueman. *Idesia* (Chile) Vol. 26, Nº 2; 59-67.
- Bailey-Robert y Anderson-Douglas. 1986. Peace corps. Cómo manejar abejas Africanizadas. Pág. 1-28. [En línea] [http://eastafricaschoolserver.org/content/public/Reference%20Tools/Peace%20Corps%20Resources/R0061\\_Guia\\_Practica\\_Como\\_Manejar\\_Abejas\\_Africanizadas.pdf](http://eastafricaschoolserver.org/content/public/Reference%20Tools/Peace%20Corps%20Resources/R0061_Guia_Practica_Como_Manejar_Abejas_Africanizadas.pdf) . Fecha de consulta 23 de Octubre 2018.
- Barreno-Portillo, M. A., Peraza-Peraza, W. R. y Ramírez-Ochoa M. d. C. 1993. Evaluación de la primera generación del cruce de reinas europeas puras por zánganos africanizados, Universidad de El Salvador.
- Beverley, C., 2008. *Apis mellifera scutellata* (Abeja de la miel africana). Obtenido de Invasive Species Compendium. [En línea] <https://www.cabi.org/isc/datasheet/6362>. Fecha de Consulta 25/10/2018.
- Cabrera-Reyes, J., Reyes-Carrillo, J. L., Galarza-Mendoza, J. L. y Orozco-Vidal, J. A. 2008. ¿Las abejas modifican el tamaño del polen al colocar una trampa para su captura? Asociación Nacional de médicos veterinarios Especialistas en Abejas, A. C. In: 15º CONGRESO INTERNACIONAL DE ACTUALIZACIÓN APÍCOLA. p 14.
- Contreras-Escareño, F., Pérez-Armendáriz, B., Echazarreta, M. C., Cavazos-Arroyo, J., Macías-Macías, J. O. y Tapia-González, J. M. 2013. Características y situación actual de la apicultura en las regiones sur y sureste de Jalisco., *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2013; 4(3):387-398.

- Contreras-Ramírez, D. N., Pérez-León M.I., Payró de la Cruz, E., Rodríguez-Ortiz, G., Castañeda-Hidalgo E. y Gómez-Ugalde R. M. 2016. Comportamiento defensivo, sanitario y producción de ecotipos de *Apis mellifera* L. En Tabasco, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(8): 1867-1877.
- Correa-Benítez, A. y Guzmán-Novoa, E. 2003. Unidad 11 Zootecnia apícola. [En Línea] [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_zoo/UNIDAD%2011%20ZOOTECNIA%20APICOLA.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/UNIDAD%2011%20ZOOTECNIA%20APICOLA.pdf) fecha de consulta 15/10/2018.
- De Araujo-Freitas, C. y Quezada-Eúan, J. J. 2011. Las abejas reinas en los sistemas apícolas, Cuerpo Académico Apicultura Tropical, Departamento de Apicultura, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-UDAY. Archivo 5. Pág. 1-4.
- Ellis, J. D. y Amanda, E. 2016. African Honey Bee, Africanized Honey Bee, Killer Bee, *Apis mellifera* scutellata Lepeletier (Insecta: Hymenoptera: Apidae). Obtenido de Department of Entomology and Nematology. [En Línea] <file:///C:/Users/COMPAQ/Desktop/Informacion%20para%20Tesis/Abeja%20Africana.pdf> fecha de consulta 18/10/2018.
- Esquivel-Rojas, S., Macías-Macías, J. O., Tapia-González, J. M., Contreras-Escareño, F., De León-Mantecón J. M. y Silva-Contreras, A. 2015. Selección de abejas (*Apis mellifera* L.) con baja defensividad y su relación con el ambiente en Jalisco, México. Abanico veterinario vol. 5(1): 44-50.
- González-Razo, F. d. J., Rebollar-Rebollar, S., Hernández-Martínez, J. y Guzmán-Soria E. 2014. La comercialización de la miel en el sur del estado de México. Revista Mexicana de Agronegocios 18(34).
- González-Vanegas P. A., Baena, L. H. y Matthias, R. 2018. Abejas nativas, nuestras vecinas inadvertidas. [En línea]. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14221.pdf>. Fecha de consulta 18/11/2018.
- Guevara, F. y Milagros, R. 2016. La crianza de abejas como estrategia de diversificación. Análisis de las cadenas de miel en El Tuma-La Dalia. ISBN 978-99924-36-46-2. Fecha de consulta 21/11/2018.
- Gurria-Treviño, F. J. 2014. Informe de la Evaluación Específica de Desempeño. Valoración del Programa Nacional Para el Control de Abeja Africana. U010. Pág. 1-27.
- Guzmán-Novoa E., Correa-Benítez A., Espinosa-Montaño J. G. y Guzmán-Novoa G. 2011. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. Vet. Mex 42149-178.
- Guzmán-Novoa, E. 2004. Impacto de la africanización de las abejas en México. Imagen veterinaria publicación trimestral de la secretaria de comunicación de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la UNAM vol. 4 ISSN 1405-902. Fecha de consulta, 16/10/2018.
- Hodgson, E. W., Stanley, C. A., Roe A. H., y Downey, D. 2010. Published by Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory, obtenido de Africanized Honey Bees [En Línea] <file:///C:/Users/COMPAQ/Desktop/Informacion%20para%20Tesis/africanized-bees.pdf>. Fecha de consulta 20/10/2018.



- Lovato-Vila I. 2017. Origen de la Abeja Africanizada. La abeja asesina: el caso que conmocionó a América. Revista Profesional Sobre Biología [en línea] <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/origen-abeja-africanizada/>. Fecha de consulta 26/10/2018.
- Macías-Macías, J. O. 1992. Muestreo morfométrico de las abejas en la zona sur del estado de Jalisco. Fecha de consulta 12/11/2018.
- Magaña-Magaña, M. A. y Leyva-Morales, C. E. 2011. Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México. Contaduría y administración (235): 99-119.
- Magaña-Magaña, M. A., Tavera-Cortés M. E., Salazar-Barrientos, L. L., y Sanginés-García J. R., 2016. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. Revista mexicana de ciencias agrícolas 7(5): 1103-1115.
- Mari-Mut J. A. 2018. Abejas, flores y miel, tercera edición en español. [En Línea] <http://edicionesdigitales.info/abejas/abejas.pdf>. Fecha de consulta 27/10/2018.
- Martínez-Pérez de Ayala L. R., Martínez-Puc J. F. y Cetzal-ix, W. R. 2017. Apicultura: Manejo, Nutrición, Sanidad y Flora Apícola, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 112 p. fecha de consulta 28/09/2018.
- Martínez-Puc F. J., Cetzal-ix, W. y González-Valdivia, N. A. 2018. La apicultura en Campeche: Importancia económica y retos para incrementar su producción. ISBN UNAM: 978-607-30-0000-0, Amecider: 978-607-96649-7-8.
- Mc Cabe, S. I. 2010. Biología del comportamiento en abejas recolectoras de néctar: un estudio comparado entre abejas meliponas y melíferas (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires). Fecha de consulta 25/10/2018.
- Mendizabal, M. F. 2005. Abejas. 1ra. Edición 3000 ejemplares impreso en gráficas MPS S. R. I. Santiago del estéreo 358 Lanús Oeste-Buenos Aires. Pág. 256. ISBN 950-24-1070-X. Fecha de consulta 27/11/2018.
- Nates-Parra, G. 2005. Abejas silvestres y polinización. Manejo Integrado de plagas y Agroecología 75(1): 7-20. Fecha de consulta 20/09/2018.
- Nates-Parra, G. 2011. Genética del comportamiento: Abejas como modelo Behavior Genetics: Bees as Model. Acta Biológica Colombiana 16(3):213-229.
- Payró-De la Cruz, E. 2009. Tercera Edición de Apicultura Básica. Villa Hermosa Tabasco México." Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco". Editorial páginas 12-23. Fecha de consulta 06/09/2018.
- Principal, J., Aubeterre, D. R., Barrios, J.C., Puzzar, S. y García de la Rosa, S. B. 2008. Comportamiento higiénico de las abejas africanizadas (*Apis mellifera* scutellata Lepeletier) en apiarios del estado Lara, Venezuela. Zootecnia Trop., 26(2): 167-173.
- Ramírez-Viteri, J. S. 2016. Producción y comercialización de miel de abejas meliponas en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas). Fecha de consulta 02/11/2018.

- Rinderer, T. E., Sylvester, H. A., Bucu, S. M., Lancaster, V. A., Herbert, E. W., Collins, A. M. Hellmich, R. L. Lorraine, D. G. y Winfrey, D., 1987. Improved simple techniques for identifying africanized and european honey bees. *Apidologie* 18(2): 179-196.
- Rivera J., Losada H., López M., Cortes J., Vieyra J., y Grande D. 2007. Sistema de producción de miel en las áreas peri-urbanas de milpa alta, sureste de ciudad de México. [En línea] <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd19/2/rive19029.html>. Fecha de consulta 12/11/2018. 19(2): 1-7.
- Rodríguez-Vargas, A. L. 2012. Comportamiento general de los accidentes provocados por animales venenosos en Colombia. *Revista de Salud Pública* volumen 14(6) 1005-1013.
- SAGARPA, 1999. Los Laboratorios, P. D. Q. R. NORMA Oficial Mexicana NOM-056-ZOO-1995, Especificaciones técnicas para las pruebas diagnósticas que realicen los laboratorios de pruebas aprobados en materia zoonosanitaria.
- SAGARPA, 2010. Situación Actual y Perspectiva de la Apicultura en México. Programa Nacional Para el Control de la Abeja Africana. *Revistas Claridades Agropecuarias*. [En Línea] <https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/199/ca199-3.pdf> Pág. 3-34. Fecha de consulta 12/11/2018.
- SAGARPA, 2011. Rucker de México, S. d. C., C. d. C. de Salud y P. A. del CONASA. Proyecto de modificación, de la norma oficial mexicana nom-002-zoo-1994, actividades técnicas y operativas aplicables al programa nacional para el control de la abeja africana prefacio.
- SAGARPA, 2016. De la Federación, D. O. Modificación a la norma oficial mexicana nom-002-zoo-1994, actividades técnicas y operativas aplicables al programa nacional para el control de la abeja africana.
- Sereno, F. T. P. S., Padilla, F. A., Message, D. y Vilela, E. F. 2004. Diferenciación de colonias *Apis mellifera* africanizadas, europeas y del norte de África por características morfológicas. Fecha de consulta 05/11/2018.
- Soto-Lemus, J. M., Silva-Flores, O., Pedraza-Torres, I. y Schvarzblat-Katz, M. 2018. Ecosistema regional de innovación y emprendimiento apícola para la producción de miel para mercados finales de alto valor y el desarrollo de una cadena de valor competitiva, rentable y sustentable, con pequeños productores de la región Occidente de México. pág. 1-11. Fecha de consulta 20/09/2018.
- Soto-Muciño, L. E., Elizarraras-Baena R. y Soto-Muciño I. 2017. Situación Apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el estado de Veracruz. Obtenido de *Revistas de Estrategias de Desarrollo*. [En Línea] [http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias\\_del\\_Desarrollo\\_Empresarial/vol3num7/Revista\\_de\\_Estrategias\\_del\\_Desarrollo\\_Empresarial\\_V3\\_N7\\_5.pdf](http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial/vol3num7/Revista_de_Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial_V3_N7_5.pdf). Fecha de consulta 26/10/2018.
- Thimann, R. y Manrique, A. J. 2002. Recolección de propóleos en colonias de abejas africanizadas durante la temporada de lluvias en Guanare, Venezuela. *Zootecnia Tropical* ISSN: 0798-7269) Vol. 20 Núm. 4.

- Uribe-Rubio J. L., Guzmán-Novoa E., Hunt, G.J., Correa-Benítez, A. y Zozaya-Rubio, J. A. 2003. Efecto de la africanización sobre la producción de miel, comportamiento defensivo y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera l.*) en el altiplano mexicano. *Veterinaria México* 34(1): 47-59.
- Vandame, R., Gäns, P., Garibay, S. y Reyes, T., 2012. Manual de apicultura orgánica. [En línea] <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?!sisScript=SIBE01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=032199> fecha de consulta 10/11/2018. (No. EE/638.1 M3).
- Vásquez-Arca, O. C. R., Mestanza-Arca, B. S. y Alarcón-Silva, R. E. 2016 Características morfométricas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas *Apis mellifera* sp. *Revista de Investigación y Cultura*, vol. 5, núm. 1.
- Villavicencio, R., y Salas-Posas, R. 2014. Evaluación de razas puras, del híbrido en la primera generación y la retrocruza en la segunda generación de abejas africanizadas y europeas. *Ceiba*, 34(1), 81-87. Fecha de consulta 12/11/2018.
- Wolff, L. F., y Sevilla-Guzmán, E. 2013. Sistemas apícolas como herramienta de diseño de métodos agroecológicos de desarrollo endógeno en Brasil. *Agroecología*, 7(2), 123-132. Fecha de consulta 03/11/2018.