

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



DETECCIÓN DE ABEJA AFRICANA (*Apis mellifera scutellata*) EN
LA COMARCA LAGUNERA

POR

GENA EFRAIMITA MORALES PÉREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVSIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DETECCION DE ABEJA AFRICANA (*Apis mellifera
scutellata*) EN LA COMARCA LAGUNERA**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROECOLOGÍA

PRESENTA

GENA EFRAIMITA MORALES PÉREZ

ASESOR

DR. JOSE LUIS REYES CARRILLO

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Detección de abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) en
la comarca Lagunera

por

GENA EFRAIMITA MORALES PÉREZ

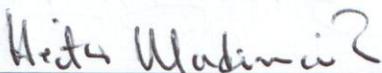
TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ
ASESOR

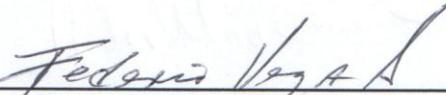
ASESOR PRINCIPAL


DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

ASESOR

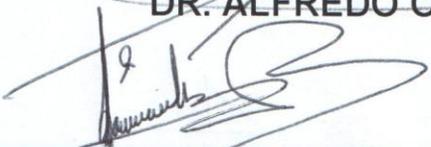

DR. HECTOR MADINAVEITIA RIOS

ASESOR


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR


DR. ALFREDO OGAZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREON, COAHUILA., MÉXICO.

DICIEMBRE 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Detección de abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) en la
comarca Lagunera

TESIS DEL C. GENA EFRAIMITA MORALES PÉREZ
QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

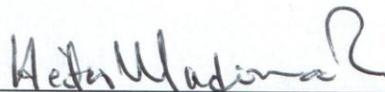
**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA
APROBADA POR EL COMITÉ ASESOR**

PRESIDENTE



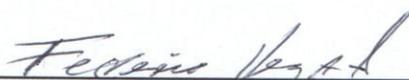
DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

VOCAL



DR. HECTOR MADINAVEITIA RIOS

VOCAL



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL SUPLENTE



DR. ALFREDO OGAZ



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA., MÉXICO.

DICIEMBRE 2012

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER

Por cobijarme en su regazo durante estos cuatro años y medio, por abrirme las puertas a la formación profesional mil gracia mi querido Alma Terra Mater.

A MIS ASESORES

A quienes admiro mucho, en particular al Dr. José Luis Reyes Carrillo, por ser una excelente persona con mucha ética personal y profesional además un buen investigador, con mucha experiencia, a quien agradezco por el apoyo necesario para realización del presente trabajo. Gracias por confiar en mí.

A MIS PROFESORES

Quienes compartieron conmigo parte de su vida y me transmitieron sus conocimientos, mismos que ayudaron a mi Formación Profesional; por su apoyo, por hacer más amena y divertida la forma de aprendizaje, por enseñarme que en la vida nunca hay que rendirse, que para lograr las metas hay que luchar mucho, esforzarse y trabajar sin descanso para lograrlo. A todos ustedes maestros, Mil Gracias, fueron, son y seguirán siendo parte de mí siempre.

A LOS APICULTORES

Quienes de manera desinteresada contribuyeron a la realización del presente trabajo, gracias por su colaboración.

A todos;

Mil Gracias!

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la vida, por ser el ser supremo en el que confié, con quien siempre me he refugiado por estar siempre conmigo en todos los momentos de alegría, tristeza, triunfos y fracasos; por brindarme la fuerza, el coraje y sobre todo la perseverancia para seguir adelante. Doy gracias a Dios también por permitirme tener a mi lado a mi Madre. Mil gracias Dios.

A MIS PADRES

Ala Sra. .Aurora Pérez Velázquez y al SR. Fortunato Morales Pérez que aunque no esté conmigo siempre lo recordare por el excelente padre que fue y a mi madre por todo el apoyo que me ha brindado, a los dos dedico este triunfo obtenido, les agradezco de todo corazón todo lo que han hecho por mí; les tengo un gran amor inmenso, los recuerdo siempre, los tengo presente en todo momento y en cada paso que doy en esta vida. Gracias por inculcarme todos los valores y lo importante que es estudiar y triunfar en la vida.

A MIS HERMANOS

Hermin, José Lenin, Lilitana y Omar por todo el apoyo moral y económico que siempre me brindaron por todos sus consejos y aunque la distancia nos separa, siempre los llevo presente en mi mente y corazón.

A MI ESPOSO

Adrian Merino De los Santos por su amor, paciencia, por todo el apoyo que me ha brindado en la elaboración de mi trabajo, a él también dedico este trabajo.

A MI HIJA

Ximena Merino Morales mi hija ella es la personita mas importante en mi vida, quien me motiva para hacer las cosas de mejor manera quien me llena de alegría y con una sonrisa me lo dice todo a ella dedico este triunfo de mi vida.

A TODOS MIS FAMILIARE Y AMIGOS

Por su apoyo moral incondicional que me brindan día con día, sin importar que tan duro sea el camino, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIAS.....	vi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen de la abeja africana	4
2.2 Razas de abejas utilizadas en México.....	6
2.2.1 Abeja Europea (<i>Apis mellifera</i>).....	6
2.2.2 Abeja Italiana (<i>Apis mellifera ligustica</i>).....	7
2.2.3 Abeja Carneola (<i>Apis mellifera carnica</i>)	7
2.2.4 Abeja africanizada (<i>Apis mellifera scutellata</i>)	8
2.3 El proceso de africanización	8
2.4 Comportamiento de las abejas africanas.....	9
2.5 Características de la abeja africana.....	9
2.5.1 Color, morfología y tamaño.	10
2.5.2 Biología, desarrollo y reproducción.	10
2.6 Diferencias entre abejas africanizadas y europeas.....	11
2.7 Tiempo de desarrollo de las abejas africanas y europeas.....	12
2.7.1 Diferencia entre el tamaño y peso	12
2.8 Reproducción y Enjambrazón.....	13
2.8.1 Evasión	13
2.8.2 Anidación.....	13
2.8.3 Termorregulación.....	14

2.8.4 Pecoreo	14
2.8.5 Pillaje	15
2.9 Resistencia a enfermedades	15
2.9.1 Comportamiento higiénico	15
2.10 Susceptibilidad de la cría a varroa.....	16
2.10.1 Defensa.....	16
2.11 Elevada capacidad de reproducción y enjambrazón.....	17
2.11.1 Usurpación de colonias	17
2.12 Dominancia de genes africanos	18
2.13 Llegada de la abeja africana a México:	18
2.14 Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México.....	18
2.15 Estudios morfométricos para diferenciar abejas africanas y europeas	19
2.16 Como Determinar Africanización	20
2.16.1 Mejoramiento Genético	21
2.17 Estrategias para el control de la abeja africana	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Ubicación de la zona de estudio.....	24
3.1.1 Material biológico:	24
3.1.2 Obtención de muestras	24
3.2 Colecta de Muestras para el análisis.....	25
3.3 Recepción de muestras para el análisis.	25
3.3.1 Laboratorio de análisis	26
3.4 Materiales y equipo.....	26
3.4.1 Implementos de laboratorios y equipo que fueron utilizados son:	26
3.5 Método de Identificación Morfométrico FABIS	26
3.5.1 Método FABIS I.....	27

3.5.2 Método FABIS II.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Análisis total de las colmenas	35
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. LITERATURA CITADA	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro1: Muestras de colectadas de apiarios de la Comarca Lagunera.....	25
Cuadro 2. Valores de longitud promedio de ala del método FABIS I en colmenas de la Comarca Lagunera.....	32
Cuadro 3. Valores de longitud promedio del fémur con el método FABIS II en colmenas de la Comarca Lagunera.....	34
Cuadro 4. Número total de muestras analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II en colmenas de la Comarca Lagunera de 2012.....	35
Cuadro 5. Muestras africanizadas con respecto a los municipios identificados en la comarca lagunera 2012	36

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Resultado de FABIS I de 68 casos muestreados.....	33
Grafica 2. FABIS II resultado de 20 casos sospechoso.....	35
Grafica 3. Porcentaje del muestreo general analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II, en colmenas de la Comarca Lagunera de 2012.....	36

RESUMEN

La apicultura es una actividad de gran importancia a nivel mundial, de la cual se obtienen productos como miel, cera, propóleo, jalea real entre otros. En México la apicultura es una actividad de gran importancia, ya que se estima que de ella dependen directa o indirectamente más de 500, 000 personas, de las cuales 40,000 son apicultores. Sin embargo, un problema prioritario para la industria apícola mexicana es la africanización de las poblaciones de abejas. Las abejas africanizadas causan una disminución de la producción de miel en todos los países en que se han establecidos. El presente estudio se realizó con el objetivo de detectar si existe africanización en las colmenas de la Comarca Lagunera, mediante el uso de la técnica morfométrica FABIS I (Fast Africanized Bee Identification System) y FABIS II; con este propósito se estudiaron 68 colonias comercialmente manejadas en la región. Los resultados indicaron que el 20 % de la población de colmenas muestreadas resultó africanizada, 9 % es sospechoso de africanización y el 71 % resultaron europeas. Los resultados anteriores, indicaron que si existe africanización en las colmenas muestreadas en la Comarca Lagunera, por lo que se sugiere que se debe de proceder a la destrucción de la colmena para evitar que se propaguen o sustituir la reina por una de origen europeo para que sean más productivas y manejables.

Palabras claves: *Apis mellifera scutellata*, método FABIS, producción, miel.

I. INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad de gran importancia a nivel mundial, de la cual se obtienen productos como miel, cera, propóleo, jalea real entre otros (Pérez, 2007). En México la apicultura es una actividad de gran importancia, ya que se estima que de ella dependen directa o indirectamente más de 500, 000 personas, de las cuales 40, 000 son apicultores (Baltierra, 2003). Colocando a México como el 5° productor a nivel mundial, siendo el tercer lugar en exportación de mieles mexicanas (Coronado, 1996).

Sin embargo, un problema prioritario para la industria apícola mexicana es la africanización de las poblaciones de abejas. Las abejas africanas son híbridos de razas de abejas europeas y africanas que se crearon en Brasil en 1957. Los primeros enjambres de abejas africanas arribaron a México por Chiapas a finales de 1986 (Moffett *et al.*, 1987). Las abejas africanizadas causan una disminución de la producción de miel en todos los países en que se han establecidos (Guzmán, 1996).

Las abejas africanas son más pequeñas que las europeas y estas diferencias entre sus atributos morfométricas pueden ser usadas para clasificarlas. Varios métodos han utilizado para diferenciar abejas africanizadas de las abejas europeas, incluyendo las isoenzimas, y los análisis del polimorfismo de ADN mitocondrial (Clarke *et al.*, 2002). Los métodos de laboratorio son caros ya que requieren equipo y personal capacitado, en contraste los estudios morfométricos por ser prácticos y de bajo costos continúan aplicándose de manera amplia en la identificación de las abejas africanizadas (Uribe *et al.*, 2003).

Existen técnica que describen las características entre abejas africanizadas y europeas, como las que desarrollaron Dally y Balling en el año 1978 que está basado en 25 caracteres apropiados para identificarlas y que posteriormente en el

año (1986) Rinderer mejoro esta técnica con el desarrollo de un programa computacional para la realización de las mediciones e identificaciones que dio origen al programa conocido como FABIS (Fast Africanized Bee Identification System=Sistema Rápido de Identificación de Abejas Africanizadas) (Quezada, 2007).

El presente estudio se realizo con el objetivo de detectar si existe africanización en las colmenas de la Comarca Lagunera.

Objetivos

Detectar la presencia de abeja africanizada en colmenas de la Comarca Lagunera.

Determinar el porcentaje de abejas africanizadas, sospechosas y europeas en las colmenas de la Comarca Lagunera mediante la técnica FABIS I (Fast Africanized Bee Identification System) y FABIS II.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La miel de abeja en México es uno de los productos naturales de mayor importancia. Nuestro país cuenta con una gran tradición en la producción de miel de abeja desde hace más de dos siglos (SAGARPA, 2007). En 2008 se exportaron 30,866 toneladas de miel, de las 55,271 toneladas producidas en el país, con un valor de 83.8 millones de dólares, cifra record en los últimos 15 años, siendo sus principales destinos: Alemania, Gran Bretaña, Arabia Saudita, Suiza, EE.UU. y Japón. México ocupa el tercer lugar como exportador mundial de miel de abeja y es el quinto productor, después de China, Argentina, EE.UU y Turquía. El año pasado, de acuerdo a la FAO, la producción fue de 1, 073,017 toneladas en todo el mundo (Guerrero, 2010). La apicultura mexicana se ubica entre los primeros lugares en el sector pecuario nacional como generadora de divisas, sobre todo porque el dulce que se produce en el país es una de las mieles de mejor calidad y más cotizadas en el mundo (SAGARPA, 2007).

2.1 Origen de la abeja africana

La abeja melífera occidental, *Apis mellifera*, es originaria del viejo mundo, pero fue traída al continente americano por colonizadores europeos en el siglo XVI. Hasta 1956 se consideraba que sólo había abejas melíferas de razas europeas en los países americanos. Sin embargo, en ese año, investigadores brasileños introdujeron al estado de Sao Paulo en Brasil, reinas de *Apis mellifera scutellata*, una raza de abejas melíferas del sur del continente africano (Guzmán *et al.*, 2011).

Los científicos sudamericanos intentaron establecer un programa de mejoramiento genético encaminado a desarrollar abejas más productivas y mejor adaptadas a las condiciones tropicales de Brasil, ya que pensaban que se podría producir más miel con abejas tropicales que lo que se estaba produciendo con

abejas de clima templado, como las abejas de razas europeas (Correa *et al.*, 2006).

El programa dio lugar a que colonias de abejas africanas se establecieran de manera silvestre y se aparearan con abejas europeas locales, lo que originó las llamadas abejas africanizadas o abejas “neo-tropicales”, que se caracterizan por su elevado comportamiento defensivo y migratorio. Por ello, se adaptaron y distribuyeron ampliamente en la mayoría de los países americanos, incluido México, lo que las constituye en el organismo invasor más exitoso del último siglo (Nogueira-Neto, 1964).

Apis mellifera scutellata, tiene demostrado que produce por arriba que la tradicional abeja europea, que fueran menos adaptadas a las regiones tropicales de Brasil (O'Malley *et al.*, 2009). Gran parte del territorio ocupado por la *Apis mellifera scutellata*, Sudán y África del sur se identifica por su vegetación de bosque abierto, abundante flujo de néctar y polen, clima cálido con una larga estación seca y por la presencia de numerosos enemigos naturales de las abejas, tal vez su peor enemigo es el hombre que en la actualidad sigue utilizando sistemas ancestrales de cosecha en las que la colonia es totalmente destruida o abandonada con pocas reservas para la sobre vivencia de la colmena (Antonio 2008).

Son tres las características de la abeja africana que más llaman la atención: su eficiente y violento comportamiento defensivo, su alta capacidad reproductiva y su fuerte comportamiento evasivo y migratorio (Reyes, 1990). Algunos apicultores ven la presencia de la abeja africanizada como una gran benefactora porque ellas crean los híbridos que son más resistentes a enfermedades de origen bacteriano de la larva y de la pupa, como Loque Americana causada por *Paenibacillus larvae* de origen fungoso, como la Ascosferosis producida por *Ascosphaera apis* o de origen parasitario como es el caso de *Varroa destructor* y acariosis traqueal (Guerra *et al.*, 2000).

Sin embargo, debido a su comportamiento defensivo mayor, los híbridos africanizados son difíciles de manejar para los apicultores porque su temperamento hace mayor el problema de transportarlas a los campos y huertos (Antonio, 2008). Siendo esto un riesgo para niños, personas de edad avanzada y personas con discapacidad, encontrándose en una mayor probabilidad de ataque mortal debido a su incapacidad o capacidad para escapar de un ataque (O'Malley *et al.*, 2009).

2.2 Razas de abejas utilizadas en México

2.2.1 Abeja Europea (*Apis mellifera*)

La introducción de la abeja europea al continente americano tiene alrededor de 400 años; a México no se hizo en forma directa ya que la primera introducción fue a la península de Florida a mediados del siglo XVII, luego se llevaron a Cuba en 1764 y posteriormente en 1770 a la región central de México. Después de 1911 se introdujo la *Apis mellifera ligustica* procedente de E.U., mezclándose con la *Apis mellifera mellifera* dando origen a un híbrido en el cual se sustentaba la apicultura moderna de nuestro país (Tanús, 1997).

Las abejas que se introdujeron a América fueron las tres razas europeas: la abeja negra (*Apis mellifera mellifera*), la abeja italiana (*Apis mellifera ligustica*) y la abeja gris o carniolan (*Apis mellifera cárnica*). Para nuestro país la de mayor interés es la abeja italiana pues, es la raza más popular y con mayor difusión en el continente por sus características particulares y la preferencia de los apicultores hacia esta raza. La abeja que se introdujo a América fue la abeja europea, aunque cada una de sus razas se popularizó en diferentes regiones, no solo por la preferencia de los apicultores sino por su relativa adaptación a las muy diversas zonas donde se les llevó (Reyes, 1990).

2.2.2 Abeja Italiana (*Apis mellifera ligustica*)

Es originaria de Sicilia, Italia. Su tamaño oscila en 13 mm, presenta un abdomen fino y lengua larga (6.3 a 6.6 mm); el color de la quitina del abdomen se aclara a nivel del esternón entre los dos a cuatro tergitos (bandas amarillas en sus partes delanteras), su cuerpo está cubierto de una pelusa con aspecto de plumas muy finas de color amarillento, y se caracteriza por su mala orientación y el robo de alimento en otras colonias (FDA, 1998).

La tranquilidad sobre el panal es variable, pero en lo general son obreras dóciles, fáciles de manejar, de aspecto muy hermoso y enjambran una vez al año o una sola vez cada dos años. Se defienden muy bien de la polilla de la cera *Galleria spp.* y son buenas productoras de miel (32 kg/colmena/año en promedio) (Uribe-Rubio *et al.*, 2003).

2.2.3 Abeja Carneola (*Apis mellifera carnica*)

Su territorio original es el sur de los Alpes Austriacos y el norte de los Balcanes (Yugoslavia). Su apariencia es muy similar a la italiana; delgada y con lengua larga, sus pelos son cortos y densos, grises y en el segundo y tercer segmento abdominal a menudo manchas cafés (Salamanca *et al.*, 2001).

Es de tamaño grande, de color gris marrón y su lengua mide 6.5 a 6.7 mm. Las abejas carneolas son dóciles, fáciles de manejar, resistentes a diversas enfermedades, desarrollan la colonia de manera intensiva, son excesivamente enjambradoras y viven de 4 a 9 días más que las abejas de otras razas (Ivanec, 2008).

Son buenas pecoreadoras (recolectoras de néctar) y en la época de mayor floración almacenan gran cantidad de miel en la colmena. Esta raza europea se encuentra al sur de los Alpes, en el norte de Italia, y al oeste en Yugoslavia y Rumania (Susnik *et al.*, 2009).

2.2.4 Abeja africanizada (*Apis mellifera scutellata*)

Esta abeja es un híbrido de las razas europeas y africana; se originó en un programa de investigación en Brasil en 1957, con el objetivo de mejorar la producción de miel de las abejas existentes y contar con un híbrido adaptado a regiones tropicales (Padilla *et al.*, 1992).

Sin embargo, en el transcurso de dicho programa se escaparon enjambres que invadieron a todo el continente americano, generando abejas altamente defensivas, migratorias y con tendencia al abandono de las colmenas. Estas abejas enjambran aproximadamente 10 veces en un año (Uribe *et al.*, 2003).

2.3 El proceso de 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 (Taylor, 1999).

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” (Clarke *et al.*, 2002).

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 son los principales causantes de un flujo de genes asimétrico que ha ocasionado que las abejas africanizadas sean invasoras sumamente exitosas (Taylor, 1999).

2.4 Comportamiento de las abejas africanas

Es fundamental considerar que el comportamiento altamente defensivo, es el carácter más indeseable de las abejas africanizadas, pues su manejo incrementa significativamente los costos de producción y disminuye el número de colmenas que un apicultor puede atender por jornada de trabajo (Guzmán *et al.*, 1994).

Actualmente existen controversias respecto a si las abejas híbridas (africanizadas) son o no más eficientes en la producción de miel comparadas con abejas europeas Uribe-Rubio afirman que esta controversia es ocasionada por que se han realizado pocos estudios comparativos y la falta de representatividad en los experimentos realizados (Uribe *et al.*, 2003).

2.5 Características de la abeja africana

La abeja africana se distingue por su manifiesta agresividad y por su excesiva tendencia a la reproducción, aspecto vital que el apicultor en determinado momento no le conviene ya que agota la alimentación de la excesiva cría (Martínez, 1996).

Existen muchas características que logran una diferenciación entre la abeja europea y aquellas africanizadas o con cierto grado de africanización, no todas las diferencias deben estar presentes para tener la seguridad de la identificación positiva, y, debemos estar conscientes de que la oportunidad y anticipación en la

detención evitará accidentes y nos permitirá dar el manejo adecuado a los casos (Reyes, 1990).

Las características incluyen variaciones en comportamiento extremadamente defensivos, nerviosas en los panales, dejan el panal, buenas para cambiarse de noche, luchando en la luz del día, habilidad para anidar en pequeños espacios y persisten como intrusas alejadas de la colonia. También es una abeja pequeña, están agrupadas, tienen una tendencia a distribuirse en grupos. Las abejas africanizadas usan mucho propóleo, y lo nuevo es que producen más miel. Si abastecen mucha miel en su colmena se provocan enjambrazones (Sanford, 1997).

2.5.1 Color, morfología y tamaño.

La extraordinaria variabilidad genética que presenta la abeja africanizada debido a sus progenitoras no permiten un patrón fijo de color; se reportan reinas de color zanahoria, aunque existen combinación desde el dorado-amarillo de la italiana hasta el color negro, sobre todo el de los zánganos. La información disponible en forma aproximada determina que las obreras son amarillas en un 77% y que los zánganos africanizados tienen un color pardo oscuro (genes ligados al sexo). En la actualidad las técnicas de análisis discriminante de caracteres morfométricos dan resultados con muy baja probabilidad de error y en los que los principales parámetros son las longitudes de las alas posteriores, longitudes de las venaciones alares, el peso fresco y seco de abejas y la longitud del fémur que han probado ser los más exactos. El tamaño reducido de las obreras se debe a que la abeja africanizada elabora los panales con celdas más pequeñas y a ello se debe esta reducción (Reyes, 1990)

2.5.2 Biología, desarrollo y reproducción.

La abeja europea es, por naturaleza y selección, sedentaria producto de muchos años de mejoramiento. La abeja africana es migratoria y posee características que hacen más difícil su manejo. La abeja africanizada, en el caso

de las obreras requieren de menor tiempo de desarrollo pues en 18 a 19 días han llegado a su completa formación, mientras que las abejas europeas requieren de 21 días, esta diferencia, obviamente representa una mayor velocidad reproductiva, la reina y el zángano tienen los mismos tiempos de desarrollo que las europeas (16 y 24 días respectivamente). La expectativa de vida es menor en las obreras africanizadas que viven de 20 a 25 días contra 35 a 45 de las razas europeas esto se debe a que las primeras inician la colecta en el campo a menor edad (Reyes, 1990).

2.6 Diferencias entre abejas africanizadas y europeas

Las abejas europeas y africanas pertenecen a la misma especie (*Apis mellifera*) pero clasificadas en dos razas diferentes. La abeja Europea (*A. mellifera ligustica*) fue introducida a América en el siglo XVI por exploradores europeos y ha sido seleccionada por su producción y almacenamiento de miel, su tendencia reducida a producir enjambres y por su docilidad (O'Malley *et al.*, 2009).

La diferencia de la abeja Africana (*A. mellifera scutellata*) con la Europea es la defensividad; tienen la misma estructura pero son más pequeñas, vuelan más rápido, entran en la colmena sin parar en la piquera, salen más temprano por la mañana y llegan más tarde, son nerviosas, más pilladoras (se roban el alimento de otras), tienen un alto nivel de reproducción (enjambran varias veces al año), atacan a otras colmenas débiles y reemplazan a la reina por una africanizada, atacan en grupos grandes, abandonan la colmena si son molestadas o cuando hay escasez de alimento, tienen una zona de defensa de hasta de 1 kilómetro; son poblaciones grandes en ambiente natural, después de ser molestadas pueden quedarse defensivas más de un día y se adaptan a diferentes condiciones ecológicas (Adjare, 1990).

Los medios en que las abejas africanizadas son encontradas con mayor frecuencia son, en los árboles, flancos de los edificios, conductos de drenaje, instrumentos viejos abandonados, pilas de basura y en agujeros en el suelo.

Además las abejas africanizadas responden más pronto y pican en mayor número, pueden percibir una amenaza de personas y animales a 15 metros de su nido, perciben vibraciones de equipo a 30 metros y pueden seguir a sus enemigos a 400 metros, enjambran frecuentemente para establecer nuevos nidos, albergan sus nidos en áreas de pequeñas cavidades, la colonia entera se evade fácilmente si el alimento es escaso (Langston, 2008).

2.7 Tiempo de desarrollo de las abejas africanas y europeas

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 (Correa et al., 2006).

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 de reinas y zánganos (abejas macho) no hay diferencias significativas en cuanto al tiempo de desarrollo entre estos dos tipos de abejas (Winston, 1992).

2.7.1 Diferencia entre el tamaño y peso

Las abejas africanizadas son aproximadamente 10% más pequeñas (longitud de 12.7 mm obreras africanizadas contra 13.9 mm europeas) y 33% menos pesadas que las europeas (62 mg obreras africanizadas contra 93 mg europeas); por ello construyen panales con celdas más pequeñas. Las dimensiones de las celdas de un panal de abejas europeas van de 5.2 a 5.5 mm de diámetro, mientras que las de los panales de abejas africanizadas miden entre 4.6 y 5.0 mm (Guzmán et al, 2004).

2.8 Reproducción y Enjambración

Las poblaciones de colonias de abejas africanizadas crecen con mayor rapidez que las europeas. Eso se debe, a que las reinas son excepcionalmente prolíficas, pudiendo llegar a poner cerca de 3,000 huevos por día, mientras que las reinas europeas raramente exceden de 2,000 (Guzmán *et al.*, 1996).

Las abejas africanizadas son más enjambradoras que las europeas; una misma colonia de abejas africanizadas puede originar más de ocho enjambres en un solo año, mientras que una de europeas en raras ocasiones produce más de uno. Estos enjambres, a su vez, también pueden multiplicarse y colonizar nuevas áreas (SAGARPA, 2007).

2.8.1 Evasión

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.*, 2004).

2.8.2 Anidación

Las abejas africanizadas son menos selectivas que las europeas para establecer sus nidos. Por ejemplo, pueden anidar tanto al aire libre como en cavidades, mientras que las abejas europeas raras veces anidan en espacios abiertos. Además, los nidos de abejas africanizadas suelen ser de menor tamaño que los de las europeas.¹⁴ En consecuencia, son más adaptables a una mayor variedad de condiciones, por lo que les es más fácil localizar sitios de anidación en los trópicos (Taylor, 1999).

2.8.3 Termorregulación

Las colonias de abejas melíferas tienen la capacidad de regular la temperatura de su nido. Durante la época en que producen cría, la temperatura del nido oscila entre 32 y 35°C y cuando las temperaturas descienden durante el invierno, las abejas se agrupan formando un racimo compacto sobre la cría y la reina para protegerlos del frío (Arechavaleta *et al.*, 2001).

La capacidad de termorregulación de las abejas africanizadas es inferior a la de las europeas. Las colonias de abejas africanizadas manifiestan dificultad para mantener la temperatura del nido en regiones cuyas temperaturas son inferiores a 10°C durante el mes más frío del año. Por otro lado, las colonias de abejas africanizadas son menos eficientes que las europeas para reducir la temperatura interna de la colmena durante las épocas de calor excesivo y es por ello que tienden a evadirse con mayor frecuencia (Schneider, 1992).

2.8.4 Pecoreo

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 (Correa *et al.*, 2006).

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 (Giray *et al.*, 1999).

Otra diferencia importante es que 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 (Becerra *et al.*, 2005).

2.8.5 Pillaje

El pillaje es un tipo de pecoreo “equivocado” que consiste en que las abejas de una colonia roban las reservas de miel de otra. Las abejas africanizadas son más pilladoras que las europeas y este comportamiento se manifiestan de manera aguda, particularmente durante las épocas de escasez de néctar. El pillaje es perjudicial para las colonias de abejas, no sólo porque algunas de ellas pierden reservas de alimento, sino también porque este comportamiento favorece la transmisión y dispersión de enfermedades en los apiarios (Correa *et al.*, 2006).

2.9 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 (Page *et al.*, 1997).

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.*, 1996).

Las razones de esta 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 (Page *et al.*, 1997).

2.9.1 Comportamiento higiénico

Algunas de las obreras que componen cada colonia de abejas melíferas tienen la habilidad de detectar y remover cría muerta o enferma del interior de las celdas de un panal, es decir, muestran comportamiento higiénico (Guerra *et al.*, 2000).

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 (Vandame *et al.*, 2002).

2.10 Susceptibilidad de la cría a varroa

Guzmán, (1996) encontró que la cría de abejas europeas era dos veces más susceptible a la infestación por varroa que la cría de abejas africanizadas. La cría de abejas híbridas (africanizada x europea) fue tan susceptible como la cría de abejas europeas, lo que sugiere un tipo de dominancia genética para la característica de alta atracción. Otros estudios también han sugerido que la cría de abejas africanizadas resulta menos atractiva y desfavorable para la reproducción de varroa en comparación con la cría de abejas europeas (Guzmán *et al.*, 1996).

2.10.1 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. Algunos medios les han acuñado el mote de “abejas asesinas” y por ello son vistas más como una plaga que como un insecto benéfico, al menos por el público en general. Sin embargo, si bien es cierto que las abejas africanizadas son más defensivas que las europeas (Guzmán *et al.*, 1994).

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 (Collins *et al.*, 1982).

2.11 Elevada capacidad de reproducción y enjambrazón

Un factor fundamental que contribuye a la abundancia de genotipos africanos maternos en las poblaciones silvestres de abejas es el crecimiento más acelerado de la población de abejas en colonias africanizadas. Las colonias africanizadas muestran una mayor tendencia a la recolección de polen que las europeas (Fewell *et al.*, 2002).

El resultado de este crecimiento permite a las colonias de abejas africanizadas la producción de enjambres a un ritmo superior al que muestran las europeas.¹⁵ Por ello, la densidad de colonias de abejas africanizadas silvestres se incrementa rápidamente, en particular en regiones donde las poblaciones de abejas europeas son reducidas (Smith, 1991).

2.11.1 Usurpación de colonias

La usurpación de colonias es una forma de parasitismo reproductivo que ocurre en algunos insectos sociales y que está altamente acentuado en las poblaciones de abejas de origen africano. Enjambres de abejas africanizadas penetran en las colmenas habitadas por abejas europeas, matan a las reinas residentes y las reemplazan por sus propias reinas, las cuales se convierten en las nuevas madres de esas colonias (Vergara *et al.*, 1993).

Varios estudios han demostrado que la africanización de colonias por medio de la usurpación puede representar entre 5 y 40% de los casos.⁷⁹⁻⁸¹ Los mecanismos que regulan la usurpación de colonias son virtualmente desconocidos y por ello es difícil explicar cómo las abejas de las colonias invadidas no se defienden de las abejas invasoras y permiten su entrada. Se ha especulado que la liberación de feromonas por parte de las abejas africanizadas les facilita su entrada a las colonias de abejas europeas (Schneider *et al.*, 2004).

2.12 Dominancia de genes africanos

Las abejas africanizadas se han dispersado, colonizado y prevalecido en el nuevo mundo, porque están mejor adaptadas al medio ambiente tropical de la mayoría de los países americanos que las abejas europeas. También porque poseen mecanismos y comportamientos que aseguran el mantenimiento y reproducción de su genotipo (Espinosa, 2011)

2.13 Llegada de la abeja africana a México:

En diciembre de 1986 cruzó la frontera de México y Guatemala por el estado de Chiapas, se dispersaron con mayor rapidez por las Costas del Golfo y Pacífico y en menor grado en la mesa central, influyendo en su dispersión factores climáticos y la disponibilidad de alimento. A partir de 1990 la abeja africana ya se encontraba en toda la República Mexicana con excepción de Baja California Sur, parte de Baja California, Chihuahua, Durango y Sonora. La africanización de las principales zonas apícolas del país, se ha dado fundamentalmente en dos formas:

Natural: A través de reproducción de enjambres silvestres y su migración.

Inducida: Por la movilización de colmenas y el comercio sin control de abejas reina de las zonas africanizadas, el aprovechamiento de enjambres ubicados fuera de la colmena por apicultores, población rural y por el manejo inadecuado de los apiarios. Presentándose una proliferación de enjambres migratorios, dando como resultado el abandono de las colmenas (Rivera, 2000).

2.14 Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México

Las abejas melíferas africanizadas (descendientes de *Apis mellifera scutellata* Lepeletier) son insectos muy exitosos desde el punto de vista biológico, porque han podido colonizar y prevalecer en más de 20 países del continente americano,

reemplazando a las poblaciones de abejas europeas en esos países (Guzmán, *et al.*, 2011).

La enorme capacidad colonizadora de estos insectos constituye una de las invasiones biológicas más rápidas y espectaculares de las que se tenga conocimiento. Sin embargo, lo que más preocupa e interesa a los productores de miel (apicultores) en Latinoamérica y en México en particular, no es saber si estas abejas son biológicamente exitosas, sino si son mejores o no que las abejas de razas europeas para practicar una apicultura lucrativa con ellas. En México, esta actividad ha sido afectada en su productividad por la presencia de las abejas africanizadas (Correa *et al.*, 2006).

2.15 Estudios morfométricos para diferenciar abejas africanas y europeas

Las abejas africanizadas no pueden ser distinguidas de las abejas domésticas sin una precisa medición de varias partes anatómicas de las abejas. Un conjunto de 20 procedimientos son usados comúnmente para identificar abejas africanizadas, este método implica tanto como un análisis, de diferentes mediciones de alas y un análisis computarizado de mediciones de partes del cuerpo. Una mayor aproximación reciente es basada en análisis de DNA mitocondrial (Payró de la Cruz *et al* 2009), así como químicamente y inmunológicamente difieren entre los dos tipos de abejas (Espitia, 2007).

La morfometría de la abeja *Apis mellifera* es importante para el estudio de razas o subespecies y de los híbridos, permitiendo su clasificación e identificación (PNCAA, 1990). En la morfometría de la abeja existen unos 50 caracteres que permiten según su grado de complejidad desde la diferenciación de razas, hasta estudios de las diversas especies del género *Apis*, 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 quien entre 1925 -1940 introdujeron la morfometría en la determinación precisa de las subespecies. El método consiste en medir caracteres perfectamente definidos, como la longitud de ciertas venas alares, de ciertas bandas pilosas o de la glosa, en muestras de abejas recogidas

directamente en las colmenas. Los caracteres utilizados por Alpatov fueron los siguientes: 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 en sus estudios morfométricos son: la pilosidad del tergito V, la longitud de la banda de tomento del IV y la pigmentación de los tergios II – IV. Rinderer *et al.* En 1987 estableció técnicas mejoradas para diferenciar abejas africanizadas de europeizadas, considerando seis medidas morfométricas, empleando técnicas univariadas, con el propósito de facilitar la determinación de abejas africanizadas. Bucu *et al.*, en 1987 analizó 25 variables morfométricas, para la caracterización de abejas de África del sur con las abejas de América del sur, basándose en el análisis propuesto por Dally y Balling, encontrando que las abejas de África fueron más pequeñas que las de América (Rinderer *et al.* 1987).

Las variables que más intervienen en la diferenciación de las abejas *Apis mellifera* son en su orden: longitud de fémur, longitud de la tibia, longitud del ala anterior, ancho del ala posterior, presentando un elevado coeficiente de correlación entre ellas. 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 tener en cuenta para una identificación correcta (Salamanca *et al.*, 1998).

2.16 Como Determinar Africanización

La identificación morfométrica podría ser útil como un método rápido de medición en uno o dos caracteres morfométricos que podrían aumentar o disminuir la sospecha de africanización en una situación de campo. Silvestre y Rinderer desarrollaron un método rápido, ellos determinaron que la medición del ala delantera de la mayoría podría ser el único carácter poderoso para su

determinación, ellos sugirieron mínimo 50 abejas y empleando dos mediciones morfológicamente, el otro carácter que podría ser fácilmente medible es la longitud del fémur metatorácico. El carácter de medición en la disección de las abejas son; longitud de la ala delantera que es fuertemente relacionado con africanización. El uso de uno o dos caracteres no es suficiente para determinar africanización, la medición de abejas pueden ser enviada a un laboratorio de abejas estatal o nacional para análisis de DNA o completar la medición morfométrica cuando se considere necesario (Raymond *et al.*, 1998).

Genéticamente las abejas africanas tienen un gen que contribuye a el comportamiento de las mismas, la abeja africanizada y europea pueden aparearse cada una para producir descendencia de híbridos y algunos de estos son los que atacan a personas, animales y a todo lo que las perturba a su alrededor (Raymond *et al.*, 1998).

La evidencia genética de africanización en colonias de abejas es que estas muestran una defensa natural de algunas colonias que pueden depender de disturbios previos, fuerza de la colonia, condiciones del tiempo y flujo de néctar. La discriminación morfométrica entre abejas africanas y abejas europeas es basada en pequeñas diferencias de medida entre las dos razas particularmente en la ala, patas, aunque el tamaño de las abejas puede ser influido por otros factores, pero es fuertemente controlado genéticamente (Loper, 1998).

2.16.1 Mejoramiento Genético

Esta importante práctica zotécnica adquiere en la actualidad una mayor relevancia debido al arribo y dispersión de las abejas africanas en el territorio nacional (PNCAA, 1990). Los programas de mejoramiento genético en zonas africanizadas en México, cuando son aplicados directamente a mejorar las abejas en el campo, buscan generalmente mantener abejas dóciles y altamente productivas. La utilización de inseminación instrumental juega un rol muy importante para mantener una presión de selección constante (Loper, 1998).

La africanización de las abejas europeas principia con apareamientos entre abejas europeas reinas y zánganos africanos. Los zánganos congregados en un área podrían predecir niveles de africanización que zánganos volando. Cuando los enjambres de abejas africanizadas emigran dentro de un área en colonias residentes de abejas europeas las reinas europeas se aparean tanto con zánganos europeos y africanos (De Grandi *et al.*, 1998).

Cualquier colonia de abejas exageradamente defensiva será sospechosa de africanización; se puede sospechar esto si aquellas abejas tienen comportamiento extraño y reacciones defensivas (Raymond *et al.*, 1998). Las reinas obtenidas de cruzas entre una reina africana y zánganos africanos se desarrollan más rápido que aquellas de cruzas entre reinas europeas y zánganos africanos, esto podría ser porque las tasas metabólicas son altas para abejas que son producto de cruzas con reinas africanas, comparadas con las mismas cruzas usando reinas europeas, la alta tasa metabólica podría deberse a un tiempo corto de desarrollo (De Grandi *et al.*, 1998).

El tiempo de desarrollo de reinas puede ser un factor en la africanización de abejas europeas, según el área. Si a las reinas hijas de padres africanos les lleva un tiempo más corto para desarrollarse que sus medias hermanas de línea europea entonces las reinas de línea africana surgirán primero. Desde la emergencia de la reina se da la pronta destrucción de reinas restantes dentro de sus celdas, entonces una reina de línea africana encabeza ahora la colonia. La nueva reina de línea africana producirá zánganos llevando genes africanos los cuáles pueden aparearse con otras reinas europeas y así propagar el proceso de africanización por otras colonias. En la naturaleza, reinas con más tiempo en desarrollarse posiblemente rara vez emerjan, así la selección natural reduciría el promedio de desarrollo de la reina para una población y esto explicaría el por qué las reinas de línea europea en promedio tienen más tiempo de desarrollo que las abejas de línea africana (De Grandi *et al.*, 1998).

2.17 Estrategias para el control de la abeja africana

Los apicultores están modificando sus métodos, minimizado el contacto entre apiarios, restringiendo el número de colonias superiores durante el flujo de néctar, al dividir sus colonias (Sanford, 1997).

El cambio periódico de las reinas cobra mayor importancia desde el punto de vista del control de la abeja africana, es recomendable que esas reinas europeas, se introduzcan en los apiarios ya fecundadas, mediante un estricto control de apareamiento con zánganos europeos. Introducir en los apiarios reinas europeas vírgenes, para que en forma natural se crucen con zánganos africanos nos dará como resultado colonias de abejas híbridas F1, estas abejas son buenas productoras de miel y razonablemente manejables por los apicultores capacitados y con equipo de protección adecuado (PNCAA, 1990).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio.

El presente estudio se realizó en el área de la Comarca Lagunera, de Coahuila y Durango la cual se localiza en la región central de la porción norte del país, está ubicada entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' de longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 23' de latitud norte, con una altura media sobre el nivel del mar de 1139 m. Los Municipios de la Comarca Lagunera, tienen un extensión 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.

Cabe mencionar que 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° C, una máxima de 33° C y una mínima de 9° C, con una precipitación pluvial de 514 mm, aunque el promedio de lluvias es de 224 mm por año.

3.1.1 Material biológico:

El material utilizado fue las muestras de 68 apiarios de la Comarca Lagunera en la cual se seleccionaron al azar las colmenas para tomar muestras.

3.1.2 Obtención de muestras

Para la realización de dicho estudio se empezaron a coleccionar muestras desde el mes de Junio del 2012 a Octubre de 2012. Las muestras coleccionadas fueron 68 que a continuación se describen en la siguiente tabla:

Cuadro1: Muestras de colectadas de apiarios de la Comarca Lagunera

LUGAR	MUNICIPIOS	FECHA	N° DE MUESTRA
Olivo	Matamoros	18/06/2012	9
Planta Transporte	Gómez palacio	21/06/2012	3
La Escondida	Matamoros	25/06/2012	2
San Ramón	Gómez palacio, Digo.	21/06/2012	3
Hidalgo Congregación	Matamoros	26/06/2012	5
La Loma	Lerdo Durango	19/06/2012	3
Corona	Matamoros	10/08/2012	4
Tierra Blanca	Torreón	10/08/2012	6
Victoria	Matamoros	20/06/2012	8
ITT	Torreón	10/08/2012	3
Zapopan	Matamoros	11/08/2012	3
Viesca-pinabete	Matamoros	11/08/2012	3
Granjas cuevas	Viesca	11/08/2012	2
Nazareno	Lerdo Durango	11/08/2012	4
Viesca meloneras	Matamoros	11/08/2012	4
Fermín Torres	Matamoros	25/06/2012	4
Granjas pinabete	Viesca	11/08/2012	2
Total:			68

3.2 Colecta de Muestras para el análisis.

Las muestras se colectaron en frascos de 150ml con alcohol al 70%, en los cuales se tomaron 50 abejas como mínimo. Las muestras que se colectan de las colmenas, se lleva a cabo tomando las abejas de la piquera e introduciéndolas a los frascos con alcohol, auxiliándose de un pedazo de cartoncillo doblado, también se puede tomar la muestra del interior de la colmena, específicamente de la cubierta interior de la tapa que cubre la caja. Se tomó una muestra por colmena y los datos que se anotaron en la etiqueta de colecta son: Localidad, comunidad o Ejido, Municipio y Estado, fecha de Colecta, número de colmena muestreada, número de colmenas en el apiario, nombre del apiario y nombre del propietario y dirección.

3.3 Recepción de muestras para el análisis.

Al recibir las muestras en el laboratorio es recomendable revisar que los especímenes se encuentren en buen estado y con los datos de colecta completos, conviene hacer un cambio de alcohol al 70% para una mejor conservación de las

abejas. Se procede 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 del alas, promedio longitud del fémur, índice, identidad y observaciones.

3.3.1 Laboratorio de análisis

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

3.4 Materiales y equipo

Los materiales utilizados se dividen en implemento de laboratorio y equipos.

3.4.1 Implementos de laboratorios y equipo que fueron utilizados son:

Estereoscópico, proyector de diapositivas, pinzas de relojero, bisturí, tijeras, cubreobjetos de 22 x 40 mm, micrómetro ocular de 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.

3.5 Método de Identificación Morfométrico FABIS

Su nombre lo constituyen siglas de la denominación “*Fast Africanized Bee Identification System*” cuya traducción es Sistema Rápido para la Identificación de Abejas Africanizadas, desarrollado por el Dr. Rinderer en 1986, al seleccionar las características morfológicas longitud de ala anterior 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 la 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 las 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 del Índice discriminatorio, es el denominado FABIS II.

3.5.1 Método FABIS I

La identificación de abejas por este método se determina midiendo la longitud de ala de un lote de 12 abejas tomado de una muestra al azar y comparar el promedio obtenido con los valores críticos, mismos que proporcionan el resultado y por consecuente su identificación.

Su procedimiento se realizó tomando un lote de 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, cerciorándose de que éstas estuvieran en condiciones perfectas de los bordes.

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 y unida de los extremos con cinta adhesiva, las preparaciones fueron puestas en monturas plásticas para diapositiva, 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

colocadas en las separatas del carrusel del proyector de transparencias y después del micrómetro ocular.

El proyector 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 (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 imagen se proyecta en la pared ajustando la imagen métrica haciéndola coincidir con una regla de 50 cm, después de ajustar la escala se proyectaron las preparaciones de las alas de las abejas, midiendo 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:

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

Donde:

Σ = Es la sumatoria de las longitudes de ala, del 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 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.

3.5.2 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 toma un lote de 12 abejas de la muestras 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 a 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 estereomicroscópico de disección. Conforme se desprenden y limpian el exceso de músculo que presente en el cóndilo, se acomodan en una caja Petri.

Posteriormente fueron colocados sobre una cinta adhesiva en forma de “V” y formados en filas de seis y sobre ellos un cubreobjetos para evitar el movimiento de las estructuras morfológicas.

De acuerdo con los números de casos obtenidos de las mediciones de las longitudes de las alas anteriores, las preparaciones de los fémures fueron puestas en monturas plásticas al igual que las alas anteriores.

Se colocaron en las separatas del carrusel después del micrómetro ocular, este fue proyectado y calibrado sobre la pantalla de la misma manera que se llevó a cabo en la técnica anterior; después de ajustar la escala fueron proyectados los montajes de los fémures y medidos con la regla de 50 cm desde el cóndilo (parte superior del fémur) hasta la unión con la tibia.

De 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 fórmula:

$$\text{PROMEDIO LONG. DE FEMUR} = \frac{\text{SUM. LONG. DE FEMUR} \times 2}{100}$$

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 los fémures posteriores se sustituyeron en la función discriminatoria y se comparan con los valores críticos.

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

Los resultados obtenidos de este Índice discriminatorio fueron comparados con los valores críticos que determinan la diferencia entre las abejas europeas (*Apis mellifera ligustica*) 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 identificaran como europeas.

Si el índice obtenido es igual o mayor a + 2.099 entonces el proceso termina y las abejas se identificaran 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. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

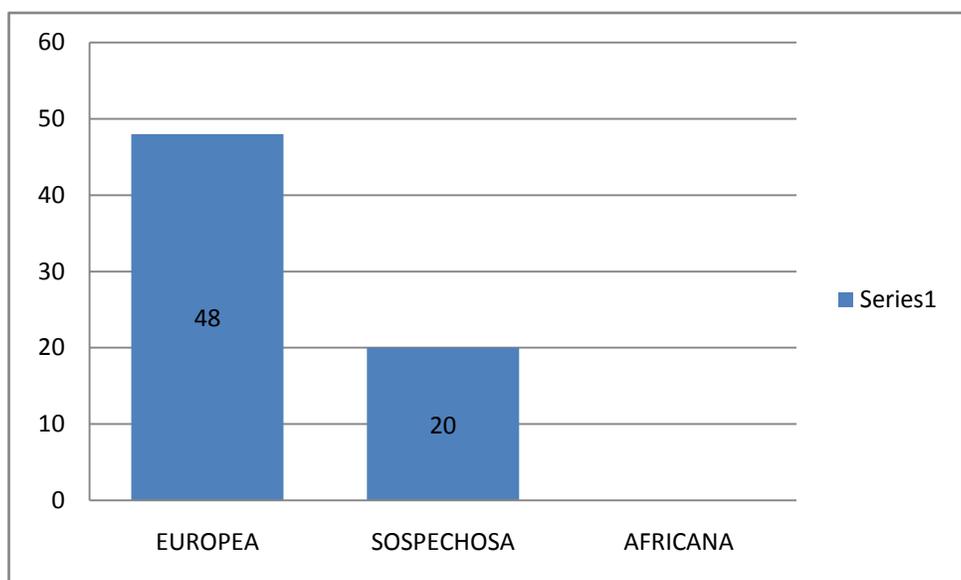
De acuerdo al análisis en el laboratorio, se identificaron en 1 a 68 muestras de apiarios obtenidas en la región de la Comarca Lagunera. Al emplear el método de FABIS I en las colmenas para determinar la presencia de abejas africanas, se observaron los siguientes resultados:

Cuadro 2. Valores de longitud promedio de ala del método FABIS I en colmenas de la Comarca Lagunera.

Muestra	Medición	tipo	Muestras	Medición	Tipo
1	9.058	Europea	35	9.084	Europea
2	9.138	Europea	36	9.086	Europea
3	9.196	Europea	37	9.214	Europea
4	9.14	Europea	38	9.17	Europea
5	9.022	Sospechosa	39	9.164	Europea
6	8.98	Sospechosa	40	9.246	Europea
7	9.082	Europea	41	8.796	Sospechosa
8	9.21	Europea	42	9.16	Europea
9	9.032	Sospechosa	43	9.052	Europea
10	9.014	Sospechosa	44	8.904	Sospechosa
11	9.188	Europea	45	9.082	Europea
12	9.09	Europea	46	9.194	Europea
13	9.036	Sospechosa	47	9.086	Europea
14	9.186	Europea	48	9.156	Europea
15	9.062	Europea	49	9.286	Europea
16	9.28	Europea	50	9.046	Europea
17	9.082	Europea	51	9.124	Europea
18	9.002	Sospechosa	52	9.02	Sospechosa
19	8.854	Sospechosa	53	9.16	Europea
20	9.004	Sospechosa	54	9.032	Sospechosa
21	9.088	Europea	55	9.06	Europea
22	9.068	Europea	56	9.052	Europea
23	9	Sospechosa	57	9.114	Europea
24	9.026	Sospechosa	58	9.052	Europea
25	9.268	Europea	59	9.132	Europea
26	9.304	Europea	60	9.106	Europea
27	9.084	Europea	61	8.842	Sospechosa

28	9.042	Europea	62	8.86	Sospechosa
29	9.09	Europea	63	9.1	Europea
30	9.168	Europea	64	9.022	Sospechosa
31	8.974	Sospechosa	65	9.09	Europea
32	9.152	Europea	66	8.918	Sospechosa
33	9.096	Europea	67	9.12	Europea
34	9.108	Europea	68	8.996	Sospechosa

Al emplear el método FABIS I para determinar la presencia de la abeja africana, los resultados indican una predominancia de abejas europea y sospechosas de africanización:



Grafica 1. Resultado de FABIS I de 68 casos muestreados

Esto indica 48 casos fueron europeas que representado en % equivale al (71%), 20 casos fueron sospechosas que equivale (29%) africanas (0%).

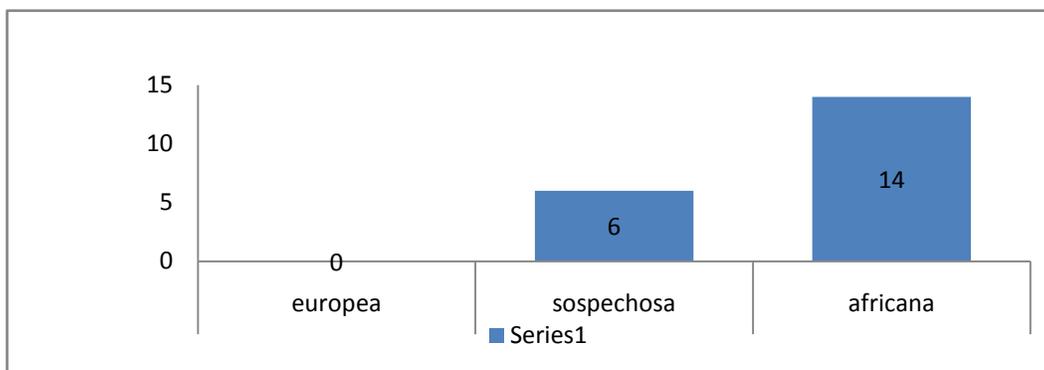
Este resultado indica que existen abejas sospechosas y que pueden ser africanizadas en la región.

Con respecto a los resultados para abejas sospechosas su porcentaje representa un 29% lo que correspondió a 20 casos determinados por el método de FABIS I, que como se expuso antes pasará a ser determinado mediante el método FABIS II. Aun cuando la muestra resultara europea o sospechosa se

corrió la prueba del fémur y el cálculo del índice discriminatorio para cerciorarse del resultado ya que el número de muestras sospechosas de africanización se puede considerar como bajo de acuerdo a los resultados del método FABIS I.

Cuadro 3. Valores de longitud promedio del fémur con el método FABIS II en colmenas de la Comarca Lagunera

Muestra	Fémur	Índice	Tipo
5	2.546	2.354666	Africana
6	2.56	2.210314	Africana
9	2.624	0.919749	Sospechosa
10	2.482	3.531504	Africana
13	2.604	1.27071	Sospechosa
18	2.546	2.406361	Africana
19	2.624	1.379829	Sospechosa
20	2.486	3.485091	Africana
23	2.55	2.33927	Africana
24	2.574	1.838507	Sospechosa
31	2.562	2.189693	Africana
41	2.598	1.999433	Sospechosa
44	2.562	2.370623	Africana
52	2.558	2.143056	Africana
54	2.584	1.642349	Sospechosa
61	2.574	2.314096	Africana
62	2.484	3.893421	Africana
64	2.52	2.824356	Africana
66	2.482	3.779637	Africana
68	2.47	3.794809	Africana



Grafica 2. FABIS II resultado de 20 casos sospechosos

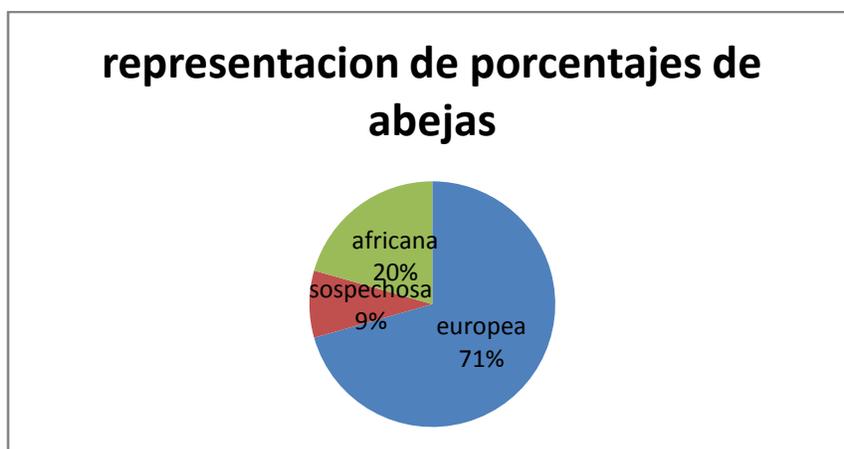
Al llevarse a cabo la técnica FABIS II, los valores se transformaron y se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a los valores de índice discriminatorio, en donde los 20 casos sospechosos obtenidos de la FABIS I se obtuvo 14 casos de abejas africanas y quedando como sospechosas 6 casos de las muestras, en la cual no se obtuvieron ningún caso de abejas europeas.

4.1 Análisis total de las colmenas

Los resultados obtenidos en colmenas del periodo que comprende de Junio 2012 – Octubre de 2012, donde de las 68 muestras analizadas los resultados obtenidos indican las abejas de origen europea presentaron el 71% de 48 muestras, abejas sospechosas presentaron un 9% de análisis lo que correspondió de un total de 6 casos y 14 casos resultaron africanizadas lo que representa un 20%. Esto demuestra que los apiarios tecnificados si están sufriendo los efectos de la africanización.

Cuadro 4. Número total de muestras analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II en colmenas de la Comarca Lagunera de 2012.

TIPO DE ABEJA	FABIS I	FABIS II
Europea	48	0
Sospechosa	20	6
Africanizada	0	14
No. Total de Muestras	68	20



Grafica 3. Porcentaje del muestreo general analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II, en colmenas de la Comarca Lagunera de 2012.

Cabe mencionar que las muestras que fueron identificados durante la aplicación del métodos de FABIS II se representa en el (cuadro 5) con respecto a los municipios que se encuentras con población de abejas africanizadas

Cuadro 5. Muestras africanizadas con respecto a los municipios identificados en la Comarca Lagunera 2012

Muestras	Tipo de abeja	Apiarios	Lugar(municipios)
5	Africana	1 Victoria	Matamoros
6	Africana	2 Vitoria	Matamoros
10	Africana	Escondida 2	Matamoros
18	Africana	3 Olivo 1	Matamoros
20	Africana	4 olivo 2	Matamoros
23	Africana	loma 1	Lerdo Durango
31	Africana	congregación 3	Matamoros
44	Africana	N-1-7-59-1	Lerdo Durango
52	Africana	corona 3	Matamoros
61	Africana	TB-2-22-1	Torreón
62	Africana	TB-2-44-2	Torreón
64	Africana	GRAN-PIN-35-1	Viesca
66	Africana	ITT-44-1	Torreón
68	africana	ITT-71-3	Torreón

Estos valores reflejan que las colmenas de la región tienen un cierto grado de africanización y que el cambio de reina en corto plazo si funciona; con esto se

determina que las abejas Africanizadas están presentando un desplazamiento por parte de las abejas de origen Europeo, dando como resultado colmenas con abejas africanas o africanizadas.

Respecto a la evaluación correspondiente a abejas de origen sospechoso, el porcentaje fue del 9% (Gráfica 3) lo que indica que existe la capacidad de cruzamiento por parte de las dos especies.

Con respecto a los resultados para abejas africanizadas, según la NOM-002-ZOO (1994) se debe de proceder a la destrucción de la colmena para evitar que se propaguen o sustituir la reina por una de origen europeo. En el caso de las colmenas sospechosas, pasan a ser procesadas por el método computarizado diseñado por Daly y Balling, que involucra 25 factores de medición y utiliza análisis discriminatorios para determinar el grado de hibridación o someterlos a análisis donde se de detección mediante la toma de ADN.

Sin embargo, el uso de uno o dos caracteres no es suficiente para determinar africanización, existen otros métodos para la identificación de abejas africanizadas para esto las muestras puede ser enviada a un laboratorio de abejas para un análisis de DNA (Raymond *et al.*, 1998; Payró de la Cruz *et al.*, 2009). Pues la discriminación morfométrica entre las abejas africanas y abejas europeas es basada en diferencias ligeras en tamaño de medida entre las dos razas particularmente en las alas y patas, ya que el tamaño de las abejas puede ser influido por otros factores ya que es fuertemente controlado genéticamente (Loper, 1998).

Antonio (2008) menciona que 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.

Sin embargo, la identificación morfométrica podría ser útil como un método rápido de medición en uno o dos caracteres morfométricos que podrían aumentar o disminuir la sospecha de africanización en una situación de campo (Raymond y Sanjay., 1998). Es importante señalar que la morfometría genera métodos que se basan en características taxonómicas y anatómicas que permitan la diferenciación de especies y subespecies considerando el tamaño como la fuente de variación más importante (Antonio, 2008).

Las técnicas de campo y simplificadas para la determinación de abejas mellíferas africanas y europeas publicadas por Rinderer et al., indica esquemas útiles para la identificación de las abejas africanizadas y europeas basándose en una experiencia previa de Daly y Balling, pero discrimina las variables a medir y seleccionar a las más importantes: siendo estas la longitud parcial del ala posterior y la longitud del fémur, mencionado que las diferencias simples en los promedios de cada una de las variables establecían la diferenciación de abejas africanas y europeas.

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 71%, un 20% de abejas de origen africanizado y 9% de abejas sospechosas.
- III. Los apiarios de los municipios de Matamoros, Viesca, Lerdo Dgo y Torreón Coahuila se encuentran africanizadas, siendo los municipio de Matamoros y Torreón con el mayor índice de abejas africanizadas.

VI. LITERATURA CITADA

- Adjare, S. O. 1990. Beekeeping in África. FAO. Agricultural Services Bulletin 68/6. p130. disponible en la pag. <http://www.fao.org/docrep/t0104e/t0104e00.htm>. (Consultado: 25 Octubre 2012.)
- Antonio, G., Ma. I. 2008. Tesis, Estado actual de la africanización de las abejas *melliferas* en la comarca lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila de Zaragoza, México, p. 8-33.
- Arechavaleta, M., E. G. Novoa. 2001. Relative effect of four characteristics that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie*; 32:157-174.
- Baltierra, V. R. 2003. Prevalencia de *Varroasis* en la Sociedad de Apicultores de San José De Gracia, Municipio de Marcos Castellanos Michoacán. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán México. www.itatabasco.edu.mx (Consultado 15 de noviembre 2012.)
- Becerra, F., E. Guzmán N., A. C. Benítez y R. Zozaya 2005. Length of life, age at first foraging, and foraging life of Africanized and European Honeybee (*Apis mellifera* L.) workers during conditions of resource abundance. *J. Apic. Res.*; 44: 151-156.
- Clarke, K. E., T. P. Rinderer, P. Franck, J. G. Q. Euán y B. P. Oldroyd 2002. The africanization of honeybees (*Apis mellifera* L.) of the Yucatan: A study of a massive hybridization event across time. *Evolution*. Vol. 5 N°7: 1462-1474.
- Collins, A. M., T. E. Rinderer, J. R. Harbo y A. B. Bolten 1982. Colony defense by Africanized and European honey bees. *Science*; 218: 72-74.
- Coronado, E. 1996. Historia de la apicultura en México. *Apitec*. (1): 8-9.
- Correa, B. A., E. G. Novoa 2006. Zootecnia apícola. Introducción a la Zootecnia. México DF:FMVZ-UNAM, :403-433.

- De Grandi, G. H., C. J. Walkins 1998. Queen Development Time and the Africanization of European Honey Bees. *Am. Bee J.* Vol. 138 N°6 : 467-469.
- Espinosa, M. 2011. Colonización, impacto y control de las abejas *meliferas* africanizadas en México *Vet. Méx.*, 42 N°2: 23-25
- Espitia, V. S. 2007. Detección de abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila de Zaragoza, México, p. 1-27.
- Fewell, J. H., S. M. Bertram 2002. Evidence of genetic variation in worker task performance by African and European honey bees. *Behav Ecol Sociobiol*; 52:318- 325.
- Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA). 1998. Producción apícola. 2da edición. Serie pecuaria. Guía técnica No.2. Santo Domingo República Dominicana. Pp.58-60.
- Giray, T., Z. Huang, E. G. Novoa y G. Robinson 1999. Physiological correlates of genetic variation for rate of behavioral development in the honey bee, *Apis mellifera*. *Behav Ecol Sociobiol*; 47:17-28.
- Guerra, J. C. V., S. L. Gonçalves y D. De Jong 2000. Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) are more efficient at removing worker brood artificially infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans than are Italian bees or Italian/Africanized hybrids. *Genet Molec. Biol*; 23:89-92.
- Guerrero, S. A. 2010. Identificación y frecuencia de nosemosis en colmenas de abejas *Apis mellifera* en la región apícola Golfo centro de México. Disponible en la pág. [Cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/675/1/tesis.pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/675/1/tesis.pdf) (consulta noviembre 2012).
- Guzmán, N. E. y A. C. Benítez 2011. Colonización, impacto y control de las abejas *meliferas* africanizadas en México. *Vet. Méx.*, 42 (2). pp 1-2

- Guzmán, N. E., A. Sanchez, E. R. Page y T. García 1996. Susceptibility of European and Africanized honeybees (*Apis mellifera* L) and their hybrids to *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*; 27:93-103.
- Guzmán, N., E., L. J. Uribe 2004. Honey production by European, Africanized and hybrid honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Mexico. *Am Bee J*; 144:318-320.
- Guzman, N. E. 1996. La apicultura en México y centro América. Memorias del V Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura; 1996 mayo 30-junio 2; Mercedes, Uruguay. Mercedes, Uruguay: Moyano-rabel, S.A.:14-17.
- Guzman, N. E., G. Hunt, L. J. Uribe y D. Prieto 2004. Genotypic effects of honey bee (*Apis mellifera*) defensive behavior at the individual and colony levels: the relationship of guarding, pursuing and stinging. *Apidologie*; 35:15-24.
- Guzmán, N. E., R. E. Page 1994. Genetic dominance and worker interactions affect honey bee colony defense. *Behav Ecol* ;5:91-97.
- Ivanec, L. 2008. La pureza de la especie o de las castas de las abejas. <http://www.carniolan.com/es/cara.htm>. (Consultado 12 noviembre 2012.)
- Langston, D. 2008. Africanized Honey Bee on the Move Lesson Plans. Information Sheet 17. Africanized Honey Bee and European Honey Bee characteristic. <<http://ag.arizona.edu/pubs/insects/ahb/inf17.html> (Consulta: 03 de Agosto 2012.)
- Loper, G. M. 1998. Genetic Evidence of the Africanized of Feral Colonies in South Arizona Between 1993 and 1995. *Am. Bee J.* Vol. 137 N°9 p. 669-671.
- Martínez, C. L. 1996. La Abeja Africana Azote de la Apicultura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. p 1-6.
- Moffett, J. O., D. L. Maki, T. Andre, M. Fierro 1987. The Africanized bee in Chiapas, Mexico. *Ame. Bee J.* 127: 517 520.

- Nogueira, N. P. 1964. The spread of a fierce African bee in Brazil. *Bee World*; 45:119-121.
- O'Malley, M. K., J. D. Ellis, C. M. Zettel N. y H. Herrera. 2009. Diferencias entre abejas *melliferas* Europeas y africanas. Universidad de Florida. IFAS Extensión. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN86300.pdf> (consulta 20 de noviembre de 2012)
- Padilla, F., F. Puerta, J. M. Flores y M. Bustos 1992. Bees, apiculture and the new word. *Archivos de Zootecnia*. Vol. 41: 563-567.
- Page, R. E., E. G. Novoa 1997. The Genetic Basis of Disease Resistance. In: MORSE RA, FLOTTUM K, editors. *Honey Bee Pests, Predators, and Diseases*. Medina OH. A. I. Root Co.: 469-492.
- Payró, C. E., E. J. Vázquez, C. F. Sánchez, J. M. Zaldívar y J. F. Gómez 2009. Determinación del nivel de africanización de las abejas (*Apis mellifera* L.) en el estado de Tabasco, mediante análisis ADN mitocondrial (ADNMT). XXIII Seminario Americano de Apicultura Tampico. 13ª. Expomiel. Tamaulipas, México. pp. 78-90.
- Perez, S., J. A. 2007. Towards a greater scientific basis in beekeeping: improved methods of queen introduction and breeding. Department of Animal and Plant Sciences. A thesis submitted to University of the Degree of Doctor of Philosophy. U. K. 123p
- Programa Nacional para la Prevención y Control de la Abeja Africana (PNCAA) 1990. Las Abejas Africanas y su Control. Orientaciones Técnicas. N°2 SARH, México. Impresores S.A. de C. V. México.
- Quezada, E. 2007. A retrospective history of the expansión of Africanized honeybees in México. *J Apic Rev*. 46:295-300.
- Raymond, A. N., K. B. Sanjay 1998. A Measurement Technique With Potential to Screen Specimens of *Apis mellifera* for Subsequent Africanization Determination. *Am. Bee J*. Vol. 138 N°1 p.56-57.

- Reyes, C. J. L. 1990. La Abeja Africanizada. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, UL., Torreón, Coahuila, México p.5-15
- Rinderer, T. E., H. Allens, M. Buce, V. A. Lancaster, E. W. Herbert, A. M. Collins y R. L. Hellmich 1987. Improved Simple Technique For Identifying Africanized and European Honey Bees. *Apidologie* (18).p. 179-196.
- Rivera, A. 2000. La Apicultura y la Abeja Africana. La Colmena. Vol. 2 p.1-5.
- Salamanca G. G., P. D. Salamanca y A. T. Martínez 2001. Elementos para la interpretación de la apicultura en Colombia. APISERVICE. <http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/index.htm> (Consultado 10 de Noviembre del 2012.)
- Salamanca, G. G., F. M. Londoño y M. O. Zapata 1998 (en línea). Análisis morfométrico de la abeja *Apis mellifera* L. en algunas zonas Apícolas del departamento de Tolima. http://www.beekeeping.com/articles/salamanca/analisis_morfometrico.htm. (Consultado: 20 de Noviembre de 2012)
- Sanford, M. T. 1997 (en línea). The Africanized Honey Bees Out west <http://apis.ifas.ufl.edu/apis97/apsep97.htm> (Consulta: 18 de Octubre de 2012 p.1-2.)
- Schneider Ss, Degrandi-Hoffman G y Smith Dr. 2004. The African honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. *Ann Rev. Entomol*; 49:351-376.
- Schneider, S. S., L. C. McNally 1992. Factors influencing seasonal absconding in colonies of the African honey bee, *Apis mellifera scutellata*. *Insectes Sociaux* ; 39:403-423.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2007. México tercer lugar como exportador de miel de abeja. Mayo 2007. (7) Pp 1-3.

- Smith, D. R. 1991. African bees in the Americas: insights from biogeography and genetics. *Trends Ecol Evolution*; 6:17-21.
- Susnik, S. P., J. Kozmus y V. M. Poklukar. 2009. Caracterización molecular de *Apis mellifera carnica* Pollmann en Eslovenia. Comisión permanente de biología apícola. Informes selectos-XXXVIII congreso Apimondia. http://www.la-apicultura.com/apimondia/index_sp.htm. (Consultado 22 de noviembre 2012.)
- Tanús, E. 1997. Riesgos en la Importación de Material Biológico Apícola y Medidas Cuarentenarias. *Apitec*. N°4 p. 5-7.
- Taylor, O. R. 1999. Displacement of European honey bee subspecies by an invading African subspecies in the Americas. In: Hoopinger R. y Connor L, editors. *Apiculture for the 21st Century*. Cheshire, CT: Wicwas Press,; 38-46.
- Uribe, R. J. L., E. G. Novoa, J. G. Hunt, A. C. Benitez y J. A. Zozaya 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. *Vet. Mex.* 34(1): 47-59.
- Vandame, R., S. Morand, M. Colin y L. P. Belzunces 2002. Parasitism in the social bee *Apis mellifera*: quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. *Apidologie*; 33:433-445.
- Vergara, C., A. Dietz y P. De León 1993. Female parasitism of European honey bees by Africanized honey bee swarms in Mexico. *J. Apic Res.*32:32-40.
- Winston, M. L. 1992. The biology and management of Africanized honey bees. *Ann Rev Entomol*; 37:173-193.

