

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**DETECCION DE ABEJA AFRICANA (*Apis mellifera
scutellata*) EN LA REGION LAGUNERA DEL ESTADO DE
DURANGO**

POR

OBED ADONAI ROBLERO MORALES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
TITULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON, COAHUILA. MEXICO

FEBRERO 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**DETECCION DE ABEJA AFRICANA (*Apis mellifera
scutellata*) EN LA REGION LAGUNERA DEL ESTADO DE
DURANGO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

OBED ADONAI ROBLERO MORALES

ASESOR:

DR. JOSE LUIS REYES CARRILLO

TORREON, COAHUILA. MEXICO

FEBRERO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

TESIS:

DETECCION DE LA ABEJA AFRICANA (*Apis mellifera
scutellata*) EN LA REGION LAGUNERA DEL ESTADO DE
DURANGO

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE REVISION

PRESIDENTE DEL JURADO

M.SC. DELFINO REYES MACIAS

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA

MVZ RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREON, COAHUILA. MÉXICO

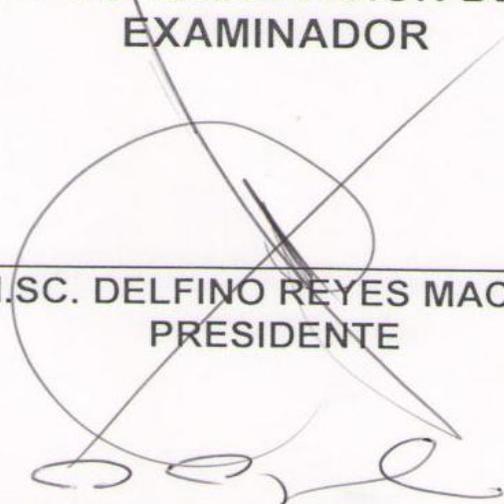
FEBRERO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

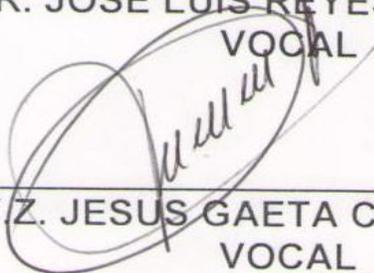
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

TESIS DEL C. OBED ADONAI ROBERO MORALES QUE
SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR

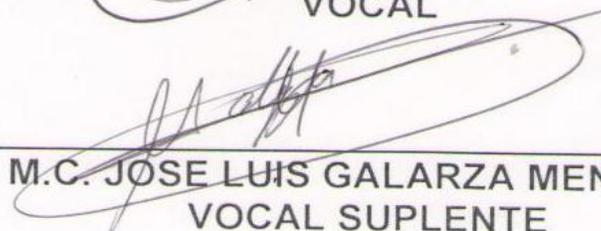


M.SC. DELFINO REYES MACIAS
PRESIDENTE

DR. JOSE LUIS REYES CARRILLO
VOCAL



M.V.Z. JESUS GAETA COVARRUBIAS
VOCAL

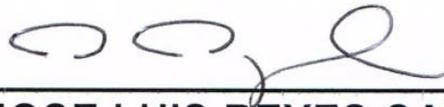


M.C. JOSE LUIS GALARZA MENDOZA
VOCAL SUPLENTE

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**TESIS DEL C. OBED ADONAI ROBLERO MORALES QUE
SE SOMETE A CONSIDERACION DE H. CUERPO ASESOR**

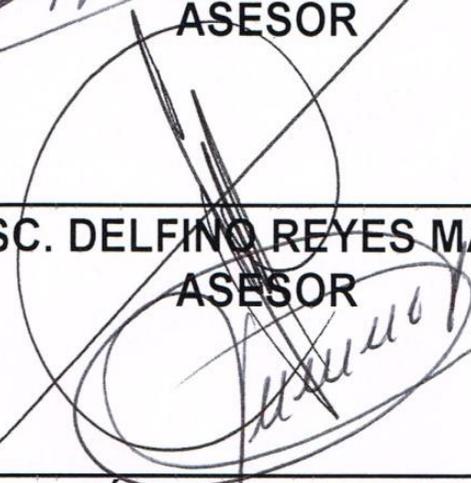


**DR. JOSE LUIS REYES CARRILLO
ASESOR PRINCIPAL**



**M.C. JOSE LUIS GALARZA MENDOZA
ASESOR**

**M.SC. DELFINO REYES MACÍAS
ASESOR**



**M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS
ASESOR**

TORREON, COAHUILA. MÉXICO

FEBRERO 2013

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la vida, por estar apoyándome en todo momento; por brindarme la fuerza, el coraje y sobre todo la perseverancia para seguir adelante. Doy gracias a Dios Principalmente por darme a mis padres quienes me ayudan en todo momento.

A MIS PADRES

Al Sr. Carlos Roberto Roblero Velázquez y Sra. Uvencia Morales Verdugo por sus consejos, por el apoyo que me brindaron, a ellos debo y 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 lo importante que es estudiar y triunfar en la vida.

A MIS HERMANOS

Josué, Abdiel y esposa, Ludi, Yadira, Jonathan, por estar apoyándome emocional y económicamente, les agradezco por estar siempre a lado de mis padres, aunque la distancia nos separen, ellos siempre están en mi mente y corazón los tengo siempre presente.

A MIS ABUELOS

Sr. Juan Roblero López (QEPD) y Sra. Modesta Velázquez Rabanales, al Sr. Abundio Morales Verdugo y Sra. Antonia Verdugo Pérez, gracias por enseñarme a

nunca rendirme, por recordarme siempre que si caigo es para aprender a levantarme y seguir luchando por mis sueños.

A MIS TIOS

A todos mis tios, especialmente a Sr. Gaudencio Roblero Velázquez y Sra. Candelaria Ramón Méndez (QEPD), Sr. Juventino Morales Verdugo y Sra. Ofelia Roblero Velázquez, por apoyarme en mi paso por el camino del estudio, gracias por sus consejos, mismos que ayudaron a forjar mi camino.

A TODOS MIS FAMILIARES

Por su apoyo moral incondicional que me brindan día con día, sin importar que tan duro sea el camino y la distancia que me separe de ellos.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER

Por cobijarme en su regazo durante estos cinco años y abrirme las puertas a la formación profesional.

A MIS ASESORES

A quienes admiro por mucho, en particular al Dr. José Luis Reyes Carrillo, por ser un buen investigador y sobre todo por ser una buena persona con suficiente ética personal y profesional, por su experiencia, y por darme el apoyo para realizar este presente trabajo. Gracias por confiar en mí.

A MIS PROFESORES

Quienes compartieron conmigo parte de su vida y conocimiento, mismos que ayudaron a mi Formación Profesional; por su apoyo, por hacer más amena y divertida la forma de aprendizaje, en particular al Profesor Oscar A. Ojeda Contreras por enseñarme que en la vida nunca hay que rendirse, que para lograr las metas hay que luchar duro día con día, esforzarse y trabajar sin descanso para lograrlo.

Al MVZ Carlos Raúl Rascón Díaz, por permitirme realizar mis prácticas en la clínica de la universidad. A todos ustedes maestros, Mil Gracias, fueron, son y seguirán siendo parte de mí siempre.

A MIS AMIGOS

Especialmente a Brisa Nieves Dorantes, Ana C. Gallardo Juárez, Laura A. Salvador, Verónica Basaldúa Trujillo, Víctor y Oswaldo Salinas Torres, Eliseo Vázquez Martínez, Gerardo Camacho Herrera, Julio Cesar Hernández Ramírez,

A los integrantes del equipo de Tae Kwon Do.

A la MVZ Diana Salazar Nevares y al equipo de practicas profesionales; Por compartir conmigo los buenos y malos momentos, por soportar mi ocurrencias y mil locuras. Gracias.

Al MVZ Jorge Alemán Valdovinos y familia, y al Arq. V. Javier Cortes De la Fuente, gracias por darme la oportunidad de conocerlos y formar parte del equipo de trabajo de la veterinaria "D' Pata de Perro", experiencias que no se olvidan. Gracias por todo.

A LOS APICULTORES

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

*A todos;
Mil Gracias!*

INDICE

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE GENERAL	V
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE GRAFICAS	IX
RESUMEN	X
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- OBJETIVOS	4
III.- HIPOTESIS	4
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA.	5
Componentes de la colonia de abejas	5
Abeja reina y su función en la colmena	5
Abejas obreras y su función en la colmena	6
Zánganos y su función en la colmena	7
Comportamiento de las abejas	7
Reproducción de la abeja reina	8
Reemplazo de la abeja reina	9
Manejo de la abeja reina y la productividad	10
Introducción de nuevas reinas en la colmena	11
La abeja reina y su efecto en la productividad de la colmena	12
La apicultura en México	13
Producción de miel	13
Producción de miel en México	13
Impacto en la apicultura mexicana	15
Impacto en la polinización de cultivos agrícolas	16
Origen de la abeja africana	17
Razas geográficas o subespecies.	20

Abeja Europea (<i>Apis mellífera</i>)	20
Abeja negra (<i>Apis mellífera mellífera</i> L.)	21
Abeja Italiana (<i>Apis mellífera ligústica</i> Spínola)	21
Abeja Gris o Carniolan (<i>Apis mellífera cárnica</i> Pollman)	22
Abeja africanizada (<i>Apis mellifera scutellata</i>)	23
Diferencias entre abejas africanizadas y europeas	25
Características de la abeja africana	25
Color, morfología y tamaño	26
Biología, Desarrollo y Reproducción.	27
Enjambrazón, Evasión y Migración.	27
Características de las Abejas Africanas y europeas.	28
Ingreso de la Abeja Africana al Continente Americano.	29
Dispersión y avances de la Abeja Africana en el Continente Americano. ..	30
Arribo y avance de la Abeja Africana en México.	33
Diferencia entre abeja Africana y Europea.	34
Estudios morfométricos para diferenciar Abejas Africanas y Europeas. ...	34
Como Determinar Africanización.	37
Estrategias para el Control de la Abeja Africana.	38
Mejoramiento Genético, Cría y Cambio de Reinas.	39
Manejo eficiente.	40
V.- MATERIALES Y METODOS. -----	41
Ubicación de la zona de estudio.	41
Vegetación.	42
Laboratorio de Análisis.	42
Colecta de Muestras para el Análisis.	43
Recepción de Muestras para el Análisis.	43

Equipo y Material de Laboratorio.	44
Método de Identificación Morfométrico FABIS.....	45
Método FABIS I.....	46
Método FABIS II.....	49
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	52
 Análisis Poblacional del Muestreo	52
 Análisis de la Población de Colmenas	52
 Análisis Total de las Colmenas.....	57
 Análisis General del Muestreo	57
VII.-CONCLUSIONES -----	63
VIII.- LITERATURA CITADA.-----	64

INDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Principales regiones y estados productores de miel en México. --14

Tabla 2. No. de colmenas por municipio durante el período: 03 Febrero 2011 al 27 de Junio de 2011.-----52

Tabla 3. Valores de longitud promedio de ala del método FABIS I en 53Colmenas de la Región Lagunera del estado de Durango. -----53

Tabla 4. Valores de longitud promedio del fémur posterior, método FABIS II En Colmenas de la Región Lagunera del estado de Durango.-----55

Tabla 5. Número total de muestras analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II en colmenas de la Región Lagunera de Durango 2011. -----57

Tabla 6. Estimación total de muestras de abejas Europeas, sospechosas y africanizadas en colmenas tecnificadas determinadas en 3 municipios de Durango, Febrero - Junio de 2011. -----59

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Porcentaje de Africanización en la Región Lagunera del Estado De Durango mediante la técnica FABIS I. -----54

Grafica 2. Porcentaje de Africanización en la Comarca Región del Estado de Durango mediante la técnica FABIS II. -----56

Grafica 3. Porcentaje del muestreo general analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II, en colmenas de la Región Lagunera de Durango 2011. -----58

Grafica 4. Estimación total de muestras de abejas Europeas, Sospechosas y Africanizadas en colmenas tecnificadas determinadas en 3 municipios de la región lagunera del Estado de Durango. -----60

Grafica 5. Porcentaje Total de Muestras Recolectadas por Municipio en la Región Lagunera del Estado de Durango. -----60

RESUMEN

Las abejas, como otros insectos son polinizadores de la plantas con flores, proveen incalculables beneficios económicos y ecológicos a la especie humana y a la fauna silvestre. *Apis mellifera L* es una de las especies polinizadoras de mayor importancia en el mundo, representa del 80 al 90% de los insectos polinizadores en ambientes naturales y pueden realizar hasta el 100% de la polinización en ambientes agrícolas intensivos. La apicultura es una de las tres primeras fuentes captadoras de divisas del subsector ganadero en México. En 2007 por ejemplo, se produjeron 55 459 toneladas de miel y se exportaron 30 933 de ellas, las cuales generaron divisas del orden de los 69 millones de dólares. En México, se ha desarrollado con éxito y relevancia económica, ocupando el tercer lugar como productor y el quinto como exportador de miel a nivel mundial. Sin embargo, factores como los cambios ambientales, la disminución de la vegetación y la africanización de las colonias han afectado negativamente los apiarios en el país. Por la importancia de persecuciones biológicas y, sobre todo, económicas, se realizo la presente investigación de la africanización de los apiarios de la Región Lagunera del Estado de Durango, con el fin de evaluar el grado de africanización en los apiarios mediante la técnica morfométrica FABIS I (Fast Africanized Bee Identification System) y FABIS II; con este propósito se estudiaron 63 colonias comercialmente explotadas en la región. Los resultados indicaron que el 14.29% de la población de colmenas muestreadas resultó africanizada, 4.76% es sospechoso de africanización y el 80.95% de las resultaron europeas. Esto indica que si existe africanización, afectando en la producción de miel y aumenta su defensividad. Por lo que se la introgresion de abejas europeas de hace necesario para criar abejas más productivas y manejables. Se recomienda introducir genes de abejas europeas en las colonias comercialmente explotadas.

Palabras clave: Método FABIS, *Apis mellifera*, Abejas Africanizadas, Producción de miel. Abeja Reina.

INTRODUCCIÓN

Los insectos polinizadores de las plantas con flores, como las abejas, proveen incalculables beneficios económicos y ecológicos a la especie humana y a la fauna silvestre. Estos polinizadores y los servicios ecológicos que proporcionan están disminuyendo a escala mundial debido, entre otras causas, a la pérdida, destrucción y fragmentación de los hábitats naturales. (Buchhamnn y Ascher, 2005).

La abeja melífera (*Apis mellifera* L.) es una de las especies polinizadoras de mayor importancia en el mundo, representa del 80 al 90% de los insectos polinizadores en ambientes naturales y pueden realizar hasta el 100% de la polinización en ambientes agrícolas intensivos, debido a la escasez de insectos nativos o silvestres. Estos insectos han desarrollado comportamiento y anatomía que los hacen más eficientes como polinizadores, aparte de su capacidad de producir miel, cera y propóleo (Utrera, 2011).

Cabe mencionar que los servicios de las abejas como polinizadoras, generan ganancias superiores a los 2 000 millones de dólares al año en México (Guzmán-Nova et al, 2011).

La apicultura es una actividad de gran importancia a nivel mundial, de la cual se obtienen productos como miel, cera, propóleo, jalea real y apitoxina (Córdova, 2011). La miel es el principal producto de la colmena y ha servido como alimento para el hombre desde épocas milenarias (Cholojan, 1998). En algunas

civilizaciones fue utilizada para realizar cultos y ritos de adoración a sus dioses (Valadez *et al.*, 2004), en otras, se empleó en la medicina y como materia prima para elaborar productos de uso cosmético (Cruzado *et al.*, 2007).

A nivel mundial se produjeron 1.5 millones de toneladas de miel en 2009, cifra que representa el 23% de crecimiento con relación al 2000, y una disminución del 2% con respecto al 2008. El país con mayor producción de miel fue China con un 27%, Argentina, Turquía y Ucrania contribuyeron con el 5% cada uno, México y EE.UU. ocuparon el quinto lugar en los productores aportando el 4% cada uno (Utrera 2011).

La apicultura es una de las tres primeras fuentes captadoras de divisas del subsector ganadero en México. En 2007 por ejemplo, se produjeron 55 459 toneladas de miel y se exportaron 30 933 de ellas, las cuales generaron divisas del orden de los 69 millones de dólares (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011).

Además, se producen más de 2 400 toneladas de cera y alrededor de 8 toneladas de jalea real cada año. La apicultura también beneficia directamente a aproximadamente 40 000 apicultores y sus familias, e indirectamente a alrededor de 400 000 personas que realizan actividades que tienen relación con la cadena productiva de la apicultura, como son los fabricantes de equipo apícola, así como los que envasan y comercializan miel y otros productos de las abejas.(Correa-Benítez a. 2004)

En México, la apicultura se ha desarrollado con éxito y relevancia económica, ocupando el tercer lugar como productor y el quinto como exportador de miel a nivel mundial (Córdova, 2011). Sin embargo, factores como los cambios ambientales, la disminución de la vegetación y la africanización de las colonias han afectado negativamente los apiarios en el país (Clarke *et al.*, 2002).

La apicultura regional tendrá que adoptar por técnicas que vayan encaminadas a un desarrollo apícola más avanzado, en donde los apicultores utilicen tecnología adecuada, medidas de manejo y protección, que pueda generar recursos económicos propios para beneficio y, además, generar divisas a nivel nacional. Por ello, es importante incorporar técnicas de identificación de abeja africana que conduzcan a enfrentar el proceso de africanización de los apiarios en la región. Permitiendo conocer la distribución actual de este insecto en la región y el desarrollo progresivo del proceso de africanización conforme pasa el tiempo (Antonio, 2008).

Por la importancia de persecuciones biológicas y, sobre todo, económicas, se realizó la presente investigación de la africanización de los apiarios de la comarca lagunera del estado de Durango, con el fin de evaluar el grado de africanización en los apiarios mediante la técnica FABIS I (Fast Africanized Bee Identification System) y FABIS II.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1.- Detectar la presencia de abeja africanizada en colmenas de la Región Lagunera de estado de Durango.

2.- Definir en las colmenas de la Región Lagunera de estado de Durango que porcentaje de abejas son africanizadas, sospechosas y europeas mediante la técnica morfométrica FABIS I (Fast Africanized Bee Identification System) y FABIS II.

HIPOTESIS

1.- Existe africanización en las colmenas de la Comarca Lagunera del estado de Durango.

2.- Existen colmenas con abejas europeas, africanas y sospechosas que pueden ser detectadas con el Método morfométrico FABIS I y FABIS II.

REVISIÓN DE LITERATURA.

La abeja y la miel son tan antiguas como el hombre mismo, y al igual que el, en su orígenes llevo una vida nómada, ovando en las hojas de los arboles para seguir con su camino, sin embargo las dificultades con otros animales le obligaron a vivir en sociedad con los de su especie en un lugar fijo, dando como resultado las colmenas (Nieves, 2012).

Componentes de la colonia de abejas

La colonia esta compuesta por miles de abejas obreras (hembras sexualmente inmaduras), una reina (hembra sexualmente desarrollada) y hasta 300 zánganos (machos sexualmente desarrollados) durante el periodo de mayor enjambrazón (Córdova, 2011).

Abeja reina y su función en la colmena

Es la única hembra fértil y sexualmente desarrollada, capaz de ser fecundada y poner huevecillos. Existe solo una por cada familia o colonia, es la más grande de la colmena, su tórax y abdomen alargado la hacen diferente del resto de las abejas. Es madre de todas las obreras y zánganos, es la base principal de la colonia, de ella depende la mansedumbre transmitida a su progenie y el aumento de la población en la época de floración, incidiendo directamente en la productividad de la colmena (Martínez, 2004).

Una vez que la reina joven sale de su celda, se alimenta y comienza a recorrer los panales para destruir las celdas reales restantes. Las buenas reinas se conocen por la amplitud del abdomen, con segmentos bien destacados, y por ser velludas; su desarrollo pleno se alcanza después de ser fecundada. Las abejas reinas vírgenes al igual que las obreras solo ponen huevos que dan origen a zánganos (Córdova, 2011).

Abejas obreras y su función en la colmena

Una colonia en producción se compone normalmente de 20,000 abejas como mínimo y puede ascender durante la época de recolecta de néctar hasta 60,000 y en algunos casos hasta 70,000. El número de ellas se regula durante el año según la disponibilidad de alimento. Las obreras son de menor tamaño que la reina y los zánganos; y su función depende de la edad. Cuando nacen inician con la limpieza de su cuerpo y son alimentadas por las abejas nodrizas y posteriormente se alimentan de la miel almacenada en las celdas. La primera tarea de las obreras es pulir la cera; alimentar a las larvas, almacenar polen, posteriormente hacen limpieza y reparación de panales, maduración de la miel, construcción de panales y ventilación de la colmena; tiempo después se convierten en abejas guardianas y luego en recolectoras. Su longevidad depende de sus actividades en la colmena y de factores ambientales: en verano viven dos meses, en la época de actividad intensa, de tres a seis semanas y en invierno cinco meses. Las obreras poseen

aguijones que emplean en defensa de su vida y de la colonia (Guzmán-Novoa y Prieto, 1997; Córdova, 2011).

Zánganos y su función en la colmena

Son el único elemento masculino de la colmena; su misión es fecundar a la reina, normalmente el zángano más fuerte y vigoroso es el que la fecunda. No intervienen en la recolección del néctar, no elaboran miel, ni defienden la colmena; no poseen aguijón y consumen lo que producen las obreras. La vida de los zánganos depende de la existencia de alimento, observándose que en la época de escasez de alimento las abejas obreras los sacan de la colmena y mueren (Córdova, 2011).

Comportamiento de las abejas

Las abejas tienen un comportamiento defensivo cuya intensidad depende de la raza o genotipo, edad, condiciones ambientales presentes (temperatura, lluvia, etc.), y las feromonas de alarma emitidas por abejas guardianas (Alaux *et al.*, 2009). Las feromonas de alarma desencadenan respuestas agresivas orientadas a despliegues amenazantes y ataques con acciones culminantes sobre el blanco enemigo (morder, aguijonear, entreverarse en el pelo), aunque también pueden desencadenar respuestas antagónicas a la ofensa como huida individual o colectiva. Esta información es transmitida a las abejas obreras del nido, organizándolas para la defensa (Ramos *et al.*, 1992).

La edad y la función de las abejas en la colmena influyen en el comportamiento defensivo. Las que están dentro de la colmena son más jóvenes y menos defensivas, están involucradas en el mantenimiento y construcción de las celdas, almacenan polen y miel y alimentan a la colonia. Las guardianas y pecoreadoras son de mayor edad y presentan comportamiento más defensivo (Hunt, 2007).

Otro comportamiento del género *Apis* es la danza, que consiste en patrones de información para comunicar a la colonia que han encontrado polen y néctar, indicando las coordenadas exactas de la distancia y dirección de la fuente de comida, tomando como referencia la posición actual del sol (Chittka y Dornhaus, 1999).

Reproducción de la abeja reina

La abeja reina alcanza su madurez sexual a los cinco días de vida, momento propicio para salir de la colmena y realizar sus vuelos de fecundación (vuelo nupcial), donde se aparea con 10 zánganos en promedio. En el abdomen de la reina se encuentra la bolsa espermática que almacena los espermatozoides para fecundar los huevos durante el resto de su vida. Entre más edad tiene la abeja reina, disminuye la viabilidad de los espermatozoides, por las reacciones enzimáticas de la bolsa espermática perjudicando la productividad de la colonia (Al-Lawati *et al.*, 2009).

La abeja reina al ser fecundada por diferentes zánganos, pone huevecillos que dan vida a las abejas obreras quienes conforman una población genéticamente diversa; sin embargo, esto no ocasiona problemas sociales en la vida organizacional de la colmena (Ratnieks, 1990)

Cuando se introducen abejas reinas vírgenes en la colonia, en la mayoría de los casos no son aceptadas (Córdova, 2011), y cuando se manejan abejas reinas de fecundación libre, en algunas ocasiones no son fecundadas por los zánganos (Kocher *et al.*, 2008).

La introducción de abejas reinas de fecundación libre o de inseminación artificial, en ambos casos son aceptadas por la colonia (Al-Qarni *et al.*, 2003).

Para mantener la postura de huevecillos en la época de escasez de alimento, se recomienda alimentar a la abeja reina con una dieta rica en proteínas, ya que una alimentación deficiente en su contenido proteico puede ocasionar un bajo nivel de postura (Seeley y Mikheyev, 2003; Avilés y Araneda, 2007).

Reemplazo de la abeja reina

Las abejas obreras realizan el reemplazo de la reina cuando la postura es deficiente, disminuye la cantidad de feromona, por enfermedad, traumatismo, senectud o agotamiento en la reserva de espermatozoides. En alguna de las condiciones anteriores, las obreras construyen celdas reales en los bordes laterales o en el interior de los panales donde se desarrollará la nueva reina.

Cuando, la postura de la reina no garantiza la conservación del número de individuos que forman la colonia ocurre el reemplazo (Moretto *et al.*, 2004).

El apicultor puede realizar la cría de reinas de forma artificial en sus apiarios, efectuando un programa de revisión continua en la colmena para detectar abejas nerviosas (se mueven de un lado para otro en la colmena); si la abeja reina no se encuentra en la cámara de cría, se recomienda observar un número determinado de celdas reales, y dependiendo de la proximidad de la época de floración, se saca la abeja reina no productiva y se introduce una más joven, antes de que la colonia enjambre y abandone la colmena (Córdova, 2011).

Manejo de la abeja reina y la productividad

Harbo y Harris (2003) recomiendan manejar abejas reinas jóvenes, para que la colonia adquiera resistencia a plagas como la varroa e impacte positivamente en el rendimiento de miel en la colmena. Sin embargo, existen diversos factores a tomar en cuenta como son: capacidad de apareamiento, fecundidad, viabilidad y descendencia de la nueva reina, lo cual depende de su origen y de la calidad de larva utilizada para obtener las nuevas reinas, recomendándose las de un día de edad para que las abejas desarrollen una reina de buen tamaño (Gilley *et al.*, 2003).

Con el manejo de las abejas reinas en los apiarios se puede mejorar la productividad de la colonia (Flores *et al.*, 1998).

El apicultor debe conocer el proceso de apareamiento de la abeja reina para propiciar un mejor manejo de su fecundación, e identificar el momento de inicio del vuelo nupcial y el número de zánganos con que se aparea, porque de esto dependerá la cantidad de huevecillos que producirá durante su etapa reproductiva (Tarpy y Page, 2000).

Introducción de nuevas reinas en la colmena

Para introducir una nueva abeja reina en la colmena es importante considerar si la colonia aún conserva su reina y las condiciones en que se encuentra. Existen varios métodos para introducir una abeja reina a la colmena, los principales se mencionan a continuación:

- A. Las cajas de madera en donde primero se selecciona a la abeja reina para luego colocarla en su interior, llevarla a la colmena e introducirla en medio de la cámara de cría para que las abejas la liberen.
- B. Introducir a la abeja reina de forma directa, ya sea por la piquera o por la parte de arriba de la colmena, se aplica mucho humo para desorientar a las abejas y que la acepten;
- C. Utilizar celdas reales naturales o artificiales; en ambos casos se deja desarrollar las celdas reales en la colmena, para posteriormente llevarlas a las colmenas en producción (Pérez-Sato y Ratnieks, 2006).

Es necesario mencionar que al momento de introducir la nueva reina, la colonia debe encontrarse huérfana, debido a que las abejas de una colonia se comunican con la presencia de feromonas y la permanencia de la reina anterior puede ocasionar que las obreras eliminen a la reina introducida (Pérez-Sato *et al.*, 2007).

La abeja reina y su efecto en la productividad de la colmena

Se han realizado estudios para determinar el efecto que el cambio de abejas reinas tiene sobre la productividad de miel. Entre estos trabajos destaca el realizado en Eslovenia, donde durante ocho años se llevó a cabo un registro de la cría de abejas reinas se logró aumentar la producción de miel (410 g por año) y se disminuyó la defensividad de 0.90 a 0.38 puntos (Poklucar, 2001).

En Cuba se realizaron trabajos similares mostrando que la producción de miel aumentó 4.8 kg por año y se redujo la enjambrazón de la colonia en un 2% al introducir abejas reinas mejoradas en las colmenas durante un periodo de 12 años (Vázquez y Zayas, 2000).

Al utilizar abejas reinas africanizadas adaptadas a las condiciones tropicales, se aprovechan sus aptitudes como pecoreadoras, su resistencia a diversas enfermedades y la posibilidad de selección para menor defensividad (Quezada-Euán, 2000). Estas abejas son más higiénicas, lo cual disminuye los problemas sanitarios de la colonia (Vázquez y Zayas, 2000).

En la actualidad se han modificado colmenas en la que se manejan dos abejas reina, logrando duplicar la producción de miel y reducir el costo de producción en un 20% (Gris *et al.*, 2004).

La apicultura en México

Producción de miel

Las abejas producen miel del néctar de secreciones dulces de las flores, lo transforman y almacenan en panales de cera en el interior de la colmena (Bradbear, 2005). El origen de la sustancia azucarada puede ser floral, extra floral o inclusive animal; además del néctar, las abejas aprovechan excreciones azucaradas de otros insectos para producir miel mielada (Vit *et al.*, 2006). La producción de miel depende del número de abejas pecoreadoras activas en la colmena, de la diversidad florística en el entorno del apiario dependiendo de la época del año (Gutiérrez y Rebolledo, 2005).

Producción de miel en México

En México los estados productores de miel están distribuidos en seis regiones: Norte, Pacífico, Altiplano, Centro, Golfo y Península de Yucatán. El estado de Durango se encuentra ubicado en la región Norte, junto a los estados de Baja California Sur, Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Zacatecas (cuadro 1).

Cuadro 1. Principales regiones y estados productores de miel en México.

Región	Estados
Norte	Baja California Sur, Baja California Norte, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sonora y Zacatecas.
Pacífico	Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Nayarit y Sinaloa.
Altiplano	Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México y Morelos.
Centro	Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala.
Golfo	Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.
Península de Yucatán	Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Fuente: Romero, 2010

La producción de miel en México ha registrado un descenso importante, de 65,245 toneladas producida en 1980 a 55,543 toneladas en 2009. Sin embargo, México exporta más de la mitad de su producción, ocupando el tercer lugar a nivel mundial, después de China y Argentina (Vázquez, 2007).

La producción se obtiene de 40,000 apicultores con 2 millones de colmenas en diversas zonas del país, clasificados por su manejo como rudimentario (sureste), en transición (centro) y los que manejan tecnología (norte del país). Los principales estados productores de miel son Yucatán (14.9%), Campeche (12.5%) y Jalisco (9.4%); estados donde la producción de miel en su mayoría la producen principalmente pequeños productores (Córdoba, 2011).

La miel comercializada en el mercado nacional está dirigida a las empresas de cosmetología, tabacalera, dulcera, industria alimenticia, restaurantera y tiendas comerciales. En un periodo de 20 años, el precio de la miel aumentó, permitiendo que la actividad sea rentable económicamente (Ortega y Ochoa, 2004). La actividad apícola se considera secundaria a diferencia de otras actividades agropecuarias como la bovina y porcícola; sin embargo, en relación a la entrada de divisas al país la apicultura ocupa el tercer lugar comparada con la venta de canales de bovinos y aves (Jornada, 2009).

La producción de miel en los apiarios está determinada por el número de cosechas, condiciones de manejo, número de bastidores por alza y número de alzas disponibles durante este proceso (Manrique, 1995).

Impacto en la apicultura mexicana

En la actualidad la apicultura en México es considerada como una actividad de gran importancia económica, social y ecológica. México ocupa el Quinto lugar mundial como productor de miel y el tercero como exportador del dulce (Vázquez, 2007).

La apicultura es una de las tres primeras fuentes captadoras de divisas del subsector ganadero en México. En 2007 por ejemplo, se produjeron 55 459 toneladas de miel y se exportaron 30 933 de ellas, las cuales generaron divisas del orden de los 69 millones de dólares (Guzmán-Novoa *et al*, 2011).

Además, se producen más de 2 400 toneladas de cera y alrededor de 8 toneladas de jalea real cada año. La apicultura también beneficia directamente a aproximadamente 40 000 apicultores y sus familias, e indirectamente a alrededor de 400 000 personas que realizan actividades que tienen relación con la cadena productiva de la apicultura, como son los fabricantes de equipo apícola, así como los que envasan y comercializan miel y otros productos de las abejas.(Correa-Benítez a. 2004)

Aunado a ello, las abejas ayudan a mantener el equilibrio de muchos ecosistemas, gracias a la polinización que estas realizan de muchas especies de plantas silvestres de las que otros organismos dependen. A pesar de su importancia, la apicultura mexicana esta hoy en día afectada por una variedad de problemas, siendo las abejas africanizadas uno de los factores que mas daña a esta actividad.

Impacto en la polinización de cultivos agrícolas

Las abejas africanizadas son polinizadoras tan eficientes como las europeas. Sin embargo, resulta mas complicado manejar y transportar abejas altamente africanizadas, porque aparentemente se estresan más que las europeas durante las movilizaciones. Esto conduce a una mayor evasión y mortalidad de colonias, lo que deja al apicultor con colonias débiles y con menos colmenas para rentar. Además, los accidentes de picaduras a trabajadores agrícolas se incrementan con abejas africanizadas, lo que hace difícil su manejo y compromete futuras rentas

para el apicultor. Las abejas africanizadas tienden a recolectar más polen y más propóleos que las abejas europeas. Esto representa una ventaja para aquellos apicultores que se dedican a cosechar estos productos. Sin embargo, hace falta que el mercado y precio para estos productos mejoren (hoy día son muy bajos) para incentivar a más apicultores a dedicarse a estas opciones de producción y para que el mantener abejas africanizadas represente una ventaja de importancia económica (Guzmán-Novoa *et al*, 2011).

Origen de la abeja africana

La abeja africana, es nativa de la sabana tropical del este y sur de África. Ellas fueron importadas a Brasil en la década de los 50's (1956) por el Doctor Kerr Warwick para incrementar la producción, Él espera que a través de la experimentación y la cría selectiva, la abeja africana pudiera ser manejable y disponible para su uso por los apicultores brasileños. El esfuerzo de mejoramiento no se llevó a cabo debido a que las abejas africanas pululaban por accidente, poniendo fin a su primera cuarentena. Después de esto, las abejas comenzaron a extenderse por todo Brasil y en otras partes de América del Sur (Ellis y Ellis. 2009).

Apis mellífera scutellata, tiene demostrado que produce por arriba que la tradicional abeja europea, que fueran menos adaptadas a las regiones tropicales de Brasil (O'Malley y Ellis. 2008).

Pertenece al grupo africano, de abejas que se había mantenido aislado geográficamente a través del tiempo, ubicando en una zona que va desde el desierto del Sahara hasta el Calahari y desde el litoral Atlántico hasta el Índico en una superficie similar a la de América del Sur. Existen diferencias sobre la clasificación de la abeja africana desde el punto de vista taxonómico, pues en 1804 Laetrille describió una abeja (*Apis mellífera adansonii*) y posteriormente, Ruttner, utilizando técnicas morfométricas de múltiples variables reconoce diferencias con otra clasificación como *Apis mellífera scutellata* hecha por Lepeletier (Reyes, 1990). El aparente desacuerdo supone diferencias tanto morfométricas como geográficas que hacen pensar que pudiera tratarse de razas diferentes; con independencia de esa diferencia *Apis mellífera scutellata* ubicada por este último autor en la parte más al sur de África, representa la abeja que se importó a América. La abeja Africana se distribuye como ya se hizo mención, en una vasta área geográfica puede ser ubicada en su origen climático como distribuida en una zona de 23°C de promedio anual (con una máximo de 27° C y una mínima de -14° C), con un amplio rango de adaptación con respecto a la altitud sobre el nivel del mar, que va desde los 500 hasta los 2000 metros y una vegetación dominante de matorral, sabana de pastos altos, bosques tropicales semiperennes y bosque deciduos. La lluvia en esta zona se caracteriza por un promedio de 595 milímetros por año. Gran parte del territorio ocupado por la *Apis mellífera 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 por que 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; D'Aubeterre *et al.*, 2008).

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 y Ellis, 2008).

Razas geográficas o subespecies.

Abeja Europea (*Apis mellífera*)

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 mellífera ligustica* procedente de E.U., mezclándose con la *Apis mellífera mellífera* dando origen a un híbrido en el cual se sustentaba la apicultura moderna de nuestro país (Córdova, 2011).

Las abejas que se introdujeron a América fueron las tres razas europeas: la abeja negra (*Apis mellífera mellífera*), la abeja italiana (*Apis mellífera ligustica*) y la abeja gris o Carniolan (*Apis mellífera cárnica*) (Antonio, 2008).

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).

Abeja negra (*Apis mellífera mellífera* L.)

Toda la Europa septentrional y la región occidental de los Alpes son representativas de su origen. Las abejas de la península ibérica están muy relacionadas con esta raza. Se cree que desde el siglo XVII fueron traídas al norte y sur américa, y, cruzando los Urales a Siberia (Reyes, 1990).

Son abejas grandes y con lengua corta, abdomen ancho, el color de su quitina es muy oscuro y uniforme, parcialmente con manchitas amarillas en el segundo y tercer segmentos abdominales pero sin franjas amarillas (Salamanca, et al, 1998).

Al abrir las colmenas son generalmente nerviosas y agresivas aunque no siempre. Se mueven rápido del bastidor en las revisiones, de lento despertar en la primera y con la colonia de tamaño pequeño a medio; a fines del verano y otoño colmenas fuertes y con una débil disposición a enjambrar (Salamanca *et al.*, 1998).

Tienen buena capacidad para invernar bajo condiciones de climas severos, pero, en flores con néctares alejados de la corola no compite con otras razas por su lengua corta. Es susceptible a las enfermedades de la cría y a la polilla (Reyes, 1999).

Abeja Italiana (*Apis mellífera ligústica* Spínola)

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 (Adrián, 2006; Córdova, 2011).

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 (O'Malley, 2009); 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 *et al.*, 2003).

A pesar de que no son una raza con tendencias fuerte a enjambrar. Debido a su fuerte población y constante cría, los inviernos severos le presentan un rápido consumo de reservas y muerte de abejas durante el invierno. Son buenas constructoras y su comportamiento en lugares con flujos de néctares buenos o excelentes es incomparable. Su propensión al pillaje es alta y esta característica es bien conocida desde hace mucho tiempo dado que es la más pilladora de las razas europeas (Reyes, 1990).

Abeja Gris o Carniolan (*Apis mellífera cárnica* Pollman)

Es de tamaño grande, de color gris marrón y su lengua mide 6.5 a 6.7 mm (Ivanec, 2008). 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 (Córdova, 2011; Pesante, 2008). Son buenas pecoreadoras (recolectoras de néctar) y en la época de mayor floración almacenan gran cantidad de miel en la colmena (Susnik *et al.*, 2009).

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.*, 1998; Engel, 1999).

Esta raza es la más tranquila y gentil, puede dejarse un bastidor fuera de la colmena al revisar y no se mueven las abejas de allí. Pasan el invierno bien con poca miel acumulada, pero, con poca población se desarrollan rápido las colmenas con el primer ingreso de polen, mantienen una buena población si se mantiene el ingreso de polen, si no, limitan el crecimiento de la población en el invierno y disminuyen su cantidad de abejas. No presentan mucha inclinación al pillaje y el uso de propóleo es bajo, en sus lugares de origen no se conocen casi enfermedades de la cría, al cruzarse con otras razas se obtienen abejas con una muy buena producción de cría, colmenas muy vivaces y dóciles (Reyes, 1990).

Abeja africanizada (*Apis mellifera scutellata*)

Esta abeja es un híbrido de las razas europeas y africanas; 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; Córdoba, 2011).

La raza más reciente se caracteriza por tener glosa corta (59-64mm) con bandas amarillas en sus 4 tercios anteriores. Presentan una alta tendencia a ser enjambradoras, aunada a su capacidad defensiva aumentada por fácil excitabilidad, son buenas pecoreadoras (Salamanca *et al.*, 1998; Antonio 2008).

Las razas de abejas de origen africano son más resistentes a enfermedades tales como *Varroa jacobsoni*, que las razas europeas, los factores que influyen para las abejas africanas sean resistentes a este parásito; primero se debe a la disminución reproductiva, habilidad de las obreras para defenderse ellas mismas contra el parásito por medio de movimiento arrojando el parásito (Moretto *et al.*, 1997).

Cabe mencionar que no todo lo referente a estas abejas es negativo, ya que también tienen características positivas para el desarrollo apícola, como el ser buenas productoras de miel, cera, jalea real, higiénicas, rústicas y generadoras de abejas reinas precoces (Córdoba, 2011).

Diferencias entre abejas africanizadas y europeas

Características de la abeja africana

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 consientes de que la oportunidad y anticipación en la detención evitará accidentes y nos permitirá dar el manejo adecuado a los casos (Reyes, 1990).

Las abejas europeas y africanas pertenecen a la misma especie (*Apis mellifera*) pero clasificadas en dos razas diferentes. La abeja Europea (*A. mellifera legustica*) 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, aspecto vital que el apicultor en determinado momento no le conviene ya que agota la alimentación por la excesiva cría (Martínez, 1996).

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, buena habilidad para cambiarse de noche, buenas para anidar en pequeños espacios y usan mucho propóleo, 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 (Córdova, 2011; Antonio 2008).

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 (Reyes, 1990).

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 europeas se debe a que la abeja africanizada elabora los panales con celdas más pequeñas y a ello se debe esta reducción. (Antonio 2008).

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 (Córdova, 2011).

. 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 mismo 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).

Enjambrazón, Evasión y Migración.

La colonia de abejas ha desarrollado una forma reproductiva de la especie que es la enjambrazón; fenómeno en la que la multiplicación de las abejas y de la formación de reinas ocasionan que una parte de la colmena acompañada de la reina vieja abandone su morada para establecerse en cualquier otra parte y permaneciendo en la colmena la reina nueva, en la abeja africanizada este fenómeno es muy marcado, pues produce de 2 a 3 enjambres cada 3 ó 4 meses que alcanza de 12 a 14 enjambres por lo mínimo y por colmena al año. Aunado a este fenómeno la abeja africanizada tiene un comportamiento evasivo, es decir

abandona la colmena cuando tiene un crecimiento desproporcionado que le impide el cupo en el nido de cría y demasiado pequeño para producir enjambres. También se evade cuando es molestada, cosechada o revisada con fuerza (Antonio 2008)

La migración es otro comportamiento poblacional muy marcado en la africanización de apiarios. Este fenómeno consiste en el abandono de la colmena en periodos de escasez para anidar en lugares más adecuados, en Brasil se observó que cuando no había floración la migración se presentaba, y, que los enjambres capturados más de la mitad tenían más de una reina (Reyes, 1990).

Características de las Abejas Africanas y europeas.

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 (Antonio 2008).

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 (Espitia, 2007).

Ingreso de la Abeja Africana al Continente Americano.

Originalmente, la abeja africana fue importada a Brasil para mejorar la producción apícola. Las abejas africanas y sus híbridos son muy productivos, pecorean más temprano en el día y trabajan hasta el anochecer, ellas también trabajan a altas y bajas temperaturas y hasta ahora producen más miel por temporada que las de linaje europeo. Sin embargo su natural agresividad, las hace una amenaza para los humanos y animales (Espitia, 2007).

Llegaron a México a finales de 1986, cuando entraron los primeros enjambres en la frontera con Guatemala (por el estado de Chiapas) después de 29 años de migración desde su escape en Brasil (Uribe *et al* 2003; Quezada-Euán, 2007).

El resultado de estas abejas escapadas en Brasil hacia una población silvestre y al cruzarse con las abejas locales dio origen a las abejas africanizadas, con características extremadamente defensivas y adaptadas prácticamente a la América tropical (Sanford, 1999; Antonio 2008).

Las abejas africanas (*Apis mellífera scutellata*) fueron traídas del centro sur del continente Africano al continente Americano en 1956 por investigadores brasileños, un año después escaparon 26 enjambres y debido al ambiente favorable en que se encontraban se reprodujeron rápidamente, al cruzarse con las abejas locales de origen europeo generando una población híbrida denominada africanizada (Rivera, 2000).

Con la llegada de la abeja africana al continente Americano, se marcó una nueva etapa en la historia de la apicultura, considerando el aspecto económico y

el manejo de los apiarios, así como en la salud pública, debido a que el comportamiento defensivo de las abejas africanas difieren mucho de las razas europeas a las que estábamos acostumbrados (Rivera, 2000).

Dispersión y avances de la Abeja Africana en el Continente Americano.

Durante la segunda mitad del siglo XX, ocurrió en la mayor parte del Continente Americano un fenómeno de invasión biológica, conocido como africanización. Este fenómeno comenzó a finales de 1957, con el escape accidental de 26 enjambres de la subespecie *Apis Mellifera Scutellata*, de un apiario experimental en Brasil, situación que propicio la diseminación de estas abejas en el continente americano (Utrera, 2011). La dispersión de la abeja africana desde el punto biológico, ha sido, como uno de los fenómenos mas exitosos, porque la especie ha colonizado y permanecido en mas de 20 países del Continente Americano, y reemplazado a las colonias de abejas Europeas locales (Schneider *et al*, 2004, Guzmán-Novoa *et al*, 2011., Utrera, 2011).

Las abejas africanizadas son un problema mayor en muchas partes de Sudamérica y Centroamérica, por las características indeseables como su alto comportamiento defensivo, además de afectar la producción y rendimiento de miel, la cual tiene una disminución en la mayoría de los lugares donde ellas llegan a establecerse (Utrera, 2011;Guzmán-Novoa *et al.*, 2011).

Las abejas africanizadas se están propagando por la mayor parte de América por su tendencia a moverse más frecuentemente que las abejas europeas (Espitia, 2007).

Es notorio que las abejas africanizadas, tienen una habilidad para adaptarse y propagarse por todo Sur, Centroamérica y ahora el Sur de los E.U. (Cobey, 1999).

Debido a que las colonias de abejas africanas se reproducen en promedio 10 veces más que las europeas, los enjambres avanzaron con rapidez, en un promedio de 300 kilómetros anuales, dispersándose miles de colonias de abejas africanas por países del Sur y Centroamérica. En su migración, estas abejas han causado efectos negativos en la producción de miel y en la salud pública, a aquellos países que no tomaron medidas para su control sufrieron un drástico retroceso en su apicultura (Rivera, 2000; Utrera, 2011).

Los avances en América del sur sólo han disminuido en aquellas regiones donde las temperaturas invernales son mínimas, pero su velocidad de dispersión es rápida en los lugares donde las sequías son prolongadas, mientras que en regiones de clima tropical húmedo su dispersión ha sido lenta (Antonio 2008).

El programa Regional para el Control y Manejo de la Abeja Africana, (OIRSA 1988), menciona siete fases de avance:

1. En la primera fase (1963-1975) se detectó una velocidad de muy bajo promedio, debido al crecimiento lento del proceso de africanización inicial.

2. En la segunda fase (1964-1975) registró un avance al Suroeste del continente, durante este período las abejas se encontraron con fríos muy prolongados asociados a una velocidad mínima de distribución.
3. Posteriormente la velocidad de avance de la abeja africana hacia el norte fue mayor en la tercera fase (1964-1966) debido al clima semejante al de África (estaciones secas largas) de donde es nativa.
4. En la cuarta fase (1966-1969) la velocidad de dispersión hacia el norte se reduce, al experimentar las colonias territorios semiáridos.
5. De (1969-1975) período que corresponde a la quinta fase, la velocidad de dispersión se redujo aún más al encontrarse con un clima húmedo tropical en la cuenca del Amazonas, pero las colonias que avanzaron por la zona costera encontraron regiones menos húmedas desarrollándose una velocidad mayor de avance.
6. En el período correspondiente a la sexta fase (1975-1976) se distinguieron cuatro frentes de avance: dos de densidad baja donde se encuentra la cuenca del Amazonas y la zona costera de Guyana y Surinam, los otros dos frentes de alta densidad se encontraron en el Suroeste de Guyana y Venezuela y en el Este de Perú.

7. En la séptima y última fase (1976-1979) se registró un avance de dispersión rápido principalmente en el Suroeste, de la zona costera de Venezuela y la zona costera de Colombia.

Al continuar el proceso de africanización en Centroamérica las abejas africanas lograron ingresar a Panamá en 1982 y en marzo de 1983 se detecta en el sur de Costa Rica, fue Avanzando por el litoral Pacífico y Atlántico ingresando a Nicaragua en 1984; en 1985 se detecta en el sur de Honduras y en El Salvador, por la región oriental (Antonio 2008).

Arribo y avance de la Abeja Africana en 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 (Uribe et al 2003; Antonio 2008). 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:

1. Natural: A través de reproducción de enjambres silvestres y su migración.
2. 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; Antonio 2008).

Diferencia entre abeja Africana y Europea.

A simple vista las abejas africanas y europeas son iguales, sin embargo las africanas son ligeramente más pequeñas que las europeas, esta diferencia únicamente puede determinarse a través de pruebas de laboratorio. Existe diferencia también en cuanto a su comportamiento, siendo las más importantes las siguientes:

Las abejas africanas son muy irritables y defensivas. Su área de territorialidad es más amplia, por lo cual persiguen a gran distancia a las personas y animales. Un gran número de ellas pican al mismo tiempo. Enjambran aproximadamente 10 veces al año mientras que la europea lo hace 2 veces. Las abejas europeas casi siempre forman sus enjambres en arboles y techos, a diferencia de las africanas que además de ocupar estos lugares, también se les puede encontrar en sitios poco comunes como son: coladeras y llantas abandonadas entre otros (Córdova, 2011).

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 mellífera* es importante para el estudio de razas o subespecies y de los híbridos, permitiendo su clasificación e identificación. 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 (Antonio, 2008).

En 1987 Rinderer *et al.*, 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.

Buco *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. Las variables que más intervienen en la diferenciación de las abejas *Apis mellífera* 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 (Antonio 2008; Payró de la Cruz, 2009).

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 (Raymond y Sanjay, 1998).

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 meta torácica. El carácter de medición en la disección de las abejas son; longitud de la ala delantera que es fuertemente relacionado con africanización Sin embargo, el uso de uno o dos caracteres no es suficiente para determinar africanización (Espitia, 2007). Las abejas utilizadas en la medición pueden ser enviadas a un laboratorio de abejas estatal o nacional para análisis de DNA o completar las mediciones morfométricas cuando se considere necesario (Payró de la Cruz *et al*, 2009).

Genéticamente las abejas africanas tienen un gen que contribuye al comportamiento de defensividad de las mismas (Payró de la Cruz *et al*, 2009). 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 (Hunt *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 (Espitia, 2007). 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 esta fuertemente controlado por la genética (Payró de la Cruz *et al*, 2009).

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, 1998).

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, 1990a).

Desgraciadamente, 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, solo cuatro o cinco criadores de reinas realizan algún tipo de selección (Guzmán-Novoa *et al*, 2011).

Mejoramiento Genético, Cría y Cambio de Reinas.

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 (Espitia, 2007).

Estudios previos han demostrado que si las colonias de abejas tienen un grado de africanización de alrededor de 25% o menor, estas son tan manejables como las abejas europeas. Por ello, para la mayoría de los apicultores mexicanos resulta importante identificar y discriminar 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. (Guzmán-Novoa *et al*, 2011).

En 1992, Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y de la Universidad de Davis, California, desarrollaron un programa de mejoramiento genético, el cual consistía en medir el tamaño de sus alas, y determinar su tipo de ADN mitocondrial; con el cual se ha demostrado que es posible aumentar la producción de miel y disminuir el comportamiento defensivo de las colonias de abejas, sin necesidad de recurrir a la inseminación instrumental de reinas. (Guzmán-Novoa y Prieto.1997).

Cualquier colonia de abejas exageradamente defensiva será sospechosa de africanización; se puede sospechar esto si aquellas abejas tienen comportamiento extraño y reacciones defensivas (Raymond y Sanjay. 1998).

Manejo eficiente.

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 mas 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-Novoa. 2004).

MATERIALES Y METODOS.

Ubicación de la zona de estudio.

La zona de estudio comprendió la Comarca Lagunera del estado de Durango (zona noreste del estado), la cual se halla localizada en la región central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos, 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 (nuestra área de estudio) y 2'203,120 ha al estado de Coahuila. Predomina el clima muy seco semicálido, el cual abarca 12.61% del territorio duranguense; en esta zona, lugar de establecimiento de las poblaciones Ceballos, Tlahualilo de Zaragoza, Gómez Palacio y Ciudad Lerdo, se reportan las precipitaciones totales anuales más bajas de la entidad, entre 100 y 300 mm, y la temperatura media anual varía de 18° a 22°C. En una proporción mucho menor, se encuentran los climas muy seco, muy cálido y cálido, localizado al suroeste de Ciudad Lerdo y cuya temperatura media anual va de 22° a 24°C, y muy seco templado, al oriente de Ceballos y con temperatura media anual entre 16° y 18°C; en ambos la precipitación total anual es menor de 300 mm (INEGI, 2011).

Vegetación.

Las características climatológicas antes mencionadas hacen notar la gran diversidad de vegetación que se desarrollo en dicha región, pues es importante indicar que los matorrales desérticos micrófilos y rosetófilos son auténticos generadores de néctar y polen, la predominancia de estos matorrales que abundan en los municipios de la Comarca Lagunera, tienen una influencia sobre la apicultura regional, pues se aprovechan especies vegetales como lo es el mezquite *Prosopis spp*, huizaches y gaviás *Acacia spp*, a inicios de primavera. Dentro de esta gran diversidad de vegetación se incluyen a las diferentes especies de palmas silvestres *Yucca spp*, *Agave spp* y las especies de nopales *Opuntia spp*, que en su floración, son aprovechadas por las abejas, otras especies vegetales como la gobernadora (*Larrea tridentata*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), y otros arbustos que son atractivos de abejas melíferas e insectos, debido a su flujo de néctar (SEMARNAT, 2011).

Laboratorio de Análisis.

El lugar donde se llevaron a cabo los análisis para el diagnóstico de africanización se localiza en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna situada en Periférico “Antonio Narro” y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

Las muestras se empezaron a coleccionar desde el 03 Febrero 2011 al 27 de Junio de 2011, cabe mencionar que conforme se coleccionaban las muestras se iniciaban los análisis morfométricos de las abejas.

Colecta de Muestras para el Análisis.

Las muestras se colectan en frascos conteniendo como conservador alcohol al 70%, en los cuales se introducen un mínimo de 50 abejas y una etiqueta de colecta con los datos anotados con lápiz, de acuerdo al tipo de muestra que se colecte.

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 fueron los siguientes:

Localidad.- Comunidad o Ejido, Municipio y Estado.

Fecha de Colecta.

Número de colmena muestreada.

Número de colmenas en el apiario.

Nombre del apiario.

Nombre del propietario y dirección.

Nombre del colector.

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 un número de caso, que se anota en la tapa del frasco de acuerdo al formato tipo que se muestra a continuación:

No. de caso

Localidad.

Fecha de:

- Captura.
- Recepción.
- Análisis.
- Emisión de resultados.

Nombre del colector:

Resultados:

- Promedio longitud del ala.
- Promedio Longitud del fémur.
- Índice.
- Identidad

Observaciones.

Equipo y Material de Laboratorio.

Con respecto al equipo y materiales necesarios para el análisis en el laboratorio se utilizaron los siguientes:

- Microscopio estereoscópico.
- Proyector de diapositivas.
- Calculadora.
- 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.
- Etiquetas adhesivas de 20 x 8 mm.
- Papel secante.

Método de Identificación Morfométrico FABIS.

Su nombre lo proviene de las siglas en ingles "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 son llamados 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.

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:

$$\text{Promedio longitud de alas} = \frac{\Sigma \text{ longitud de alas} \times 2}{100}$$

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.

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 las 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 estereoscópico 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:

$$\text{Promedio longitud de fémur} = \frac{\Sigma \text{ longitud de fémur} \times 2}{100}$$

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.

Función Discriminante:

$$\text{Índice} = 71.6675 - (2.58472 \times \text{prom. Long. de alas}) - (18.065 \times \text{prom. long. de fémur})$$

Los resultados obtenidos de este Índice discriminatorio fueron comparados con los valores críticos que determinan la diferencia entre las abejas europeas (*Apis mellífera ligústica*) de abejas africanas (*Apis mellífera scutellata*).

Valores críticos:

- **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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Poblacional del Muestreo

El grupo poblacional corresponde a colmenas tecnificadas diferenciadas por su manejo, donde esto implica que el apicultor conoce las castas de las abejas que posee, ciclo de vida de cada una de las castas y además conoce técnicas que le permiten la obtención de productos con la sobrevivencia de la colmena.

Tabla 2. No. de colmenas por municipio durante el período: 03 Febrero 2011 Al 27 de Junio de 2011.

Periodo de Recolección.	Localidad (Municipio)	Número de colmenas.
Agosto del 2011 al Diciembre del 2011.	Gómez Palacio	38
	Lerdo	15
	Tlahualilo	10
	Total de muestras	63

Análisis de la Población de Colmenas

Se obtuvieron 63 muestras desde el mes de Febrero 2011 al de Junio de 2011, en los municipios de: Gómez Palacio, Lerdo y Tlahualilo en Durango (Tabla 2).

Estas muestras provenían de colmenas en apiarios de apicultores con un cierto grado de tecnificación y por tanto de conocimiento en el manejo y atención a las abejas.

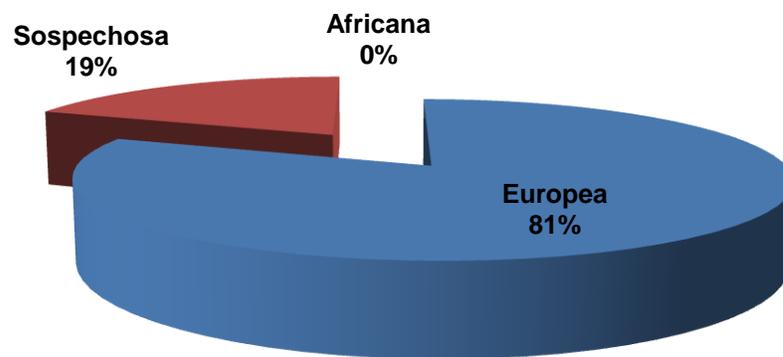
Al emplear el método de FABIS I en las colmenas para determinar la presencia de abejas africanas, se observaron los siguientes resultados (Tabla 3):

Tabla 3. Valores de longitud promedio de ala del método FABIS I en colmenas de la Región Lagunera del estado de Durango.

No. Muestra	Promedio Long. Ala.	Tipo de abeja	No. Muestra	Promedio Long. Ala.	Tipo de abeja
Gómez Palacio			33	9.078	Europea
1	8.954	Sospechosa	34	9.158	Europea
2	9.096	Europea	35	9.75	Europea
3	9.174	Europea	36	9.14	Europea
4	9.358	Europea	37	9.16	Europea
5	10.73	Europea	38	9.368	Europea
6	9.06	Europea	Lerdo		
7	9.456	Europea	39	9.054	Europea
8	9.334	Europea	40	8.884	Sospechosa
9	9.042	Europea	41	8.98	Sospechosa
10	9.262	Europea	42	9.418	Europea
11	9.164	Europea	43	9.434	Europea
12	9.278	Europea	44	9.254	Europea
13	8.964	Sospechosa	45	9.276	Europea
14	9.176	Europea	46	9.166	Europea
15	9.396	Europea	47	9.102	Europea
16	9.318	Europea	48	8.89	Sospechosa
17	9.15	Europea	49	9.26	Europea
18	9.04	Europea	50	9.06	Europea
19	9.294	Europea	51	9.446	Europea
20	9.278	Europea	52	9.072	Europea
21	9.012	Sospechosa	53	8.996	Sospechosa
22	9.408	Europea	Tlahualilo		
23	9.21	Europea	54	9.208	Europea
24	9.164	Europea	55	9.064	Europea
25	9.17	Europea	56	9.182	Europea
26	9.294	Europea	57	9.41	Europea
27	9.144	Europea	58	8.964	Sospechosa
28	9.466	Europea	59	9.234	Europea
29	8.944	Sospechosa	60	9.284	Europea
30	8.954	Sospechosa	61	8.998	Sospechosa
31	9.008	Sospechosa	62	9.172	Europea
32	9.302	Europea	63	9.388	Europea

Al emplear el método FABIS I en las colmenas para determinar la presencia de la abeja africana, los resultados indican una predominancia de abejas Europeas. De 63 muestras: 51 Europeas (81%), 12 Sospechosas (19%) y 0 (0%) Africanizadas (Grafica 1).

Grafica 1. Porcentaje de Africanización en la Región Lagunera del Estado De Durango mediante la técnica FABIS I.



Este resultado indica la predominancia de abejas europeas en la región, durante el periodo Febrero 2011 al de Junio de 2011, de aquí que se pueda mencionar que las prácticas recomendables y aplicables a nivel de campo sean; Revisión periódica de los apiarios para descartar africanización y en los apiarios que resultaron ser sospechosos se recomienda el cambio de abejas reinas.

En el 2007 se realizaron trabajos de detección de africanización, obteniéndose un porcentaje de: abejas sospechosas (54.2%), abejas europeas (42.7%) y abejas africanas (3.1%) en las colmenas de los apicultores de la comarca lagunera

(Espitia, 2007), tomando estos datos como referencia, los resultados obtenidos mediante la técnica FABIS I son sorprendentes, observándose un avance en la disminución de colmenas sospechosas a africanización y africanizadas.

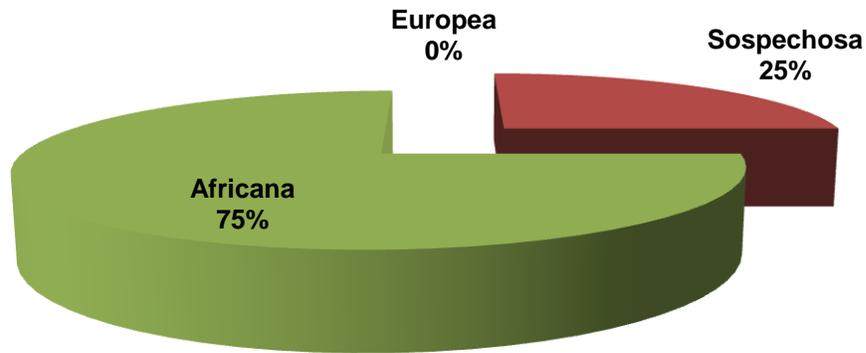
Cabe mencionar que estos resultados no son congruentes, pues en la región lagunera los apicultores cambian sus reinas periódicamente y el grado de tecnificación es alto, con movilización de apiarios y renta para polinización (Reyes y Cano, 2000).

Con respecto a los resultados para abejas sospechosas su porcentaje representa un 15% que corresponde a 12 casos indeterminados por el método de FABIS I, que como se expuso antes pasará a ser determinado mediante el método FABIS II.

Tabla 4. Valores de longitud promedio del fémur posterior, método FABIS II en Colmenas de la Región Lagunera del estado de Durango.

No. Muestra	Promedio Longitud de Alas	Promedio Longitud de Fémur	Índice Discriminante	Tipo de Abejas
1	8.954	2.54	2.638817	Africanizada
13	8.964	2.49	3.51622	Africanizada
21	9.012	2.486	3.464413	Africanizada
29	8.944	2.498	3.423394	Africanizada
30	8.954	2.514	3.108507	Africanizada
31	9.008	2.518	2.896672	Africanizada
40	8.884	2.632	1.157768	Sospechosa
41	8.98	2.642	0.728984	Sospechosa
48	8.89	2.514	3.273929	Africanizada
53	8.996	2.482	3.578029	Africanizada
58	8.964	2.57	2.07102	Sospechosa
61	8.998	2.512	3.030909	Africanizada

Grafica 2. Porcentaje de Africanización en la Comarca Región del Estado de Durango mediante la técnica FABIS II.



De las 12 muestras sospechosas obtenidas mediante la técnica de FABIS I (Tabla 3), sometida a la técnica FABIS II se obtuvieron: 3 Sospechosas (25%), 9 Africanas y 0 Europeas (0%) (Grafica 2).

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. 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.

Análisis Total de las Colmenas

Tabla 5. Número total de muestras analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II en colmenas de la Región Lagunera de Durango 2011.

TIPO DE ABEJA	FABIS I	FABIS II
Europea	51	0
Sospechosa	12	3
Africanizada	0	9
No. Total de Muestras	63	12

Los resultados obtenidos en colmenas el periodo que comprende de Febrero 2011 al de Junio de 2011, demostraron un proceso de africanización donde 9 casos de 63 muestras resultaron africanizadas, esto representa un 14.29% (Tabla 5).

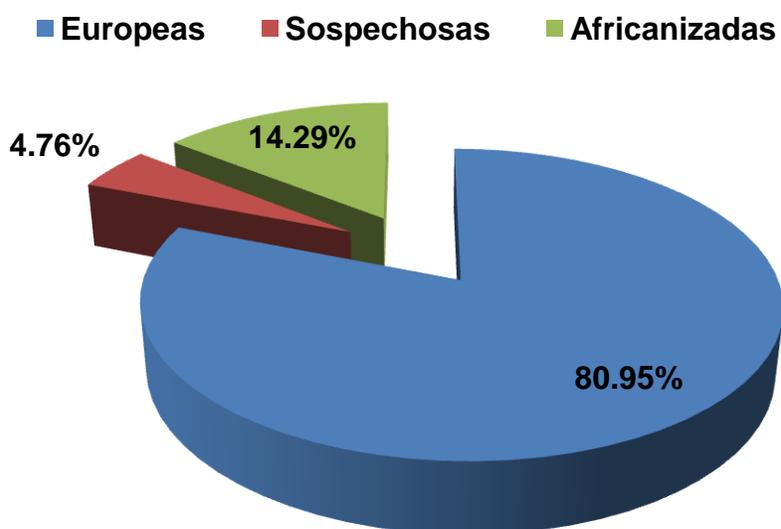
Esto demuestra que los apiarios tecnificados sufren los efectos de la africanización a escala baja, las abejas de origen sospechoso presentaron un 4.76% del análisis lo que correspondió de un total de 3 casos de las 63 muestras colectadas.

Análisis General del Muestreo

Al realizar la evaluación correspondiente al muestreo general, aún 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 es considerado bajo de acuerdo a los resultados del método FABIS I, en donde las muestras obtienen valores de 81% para abejas europeas y 19 % para abejas sospechosas (Grafica 1).

Sin embargo 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 12 casos sospechosos obtenidos de la FABIS I se obtuvo 75 % africanas y 25% para sospechosas (Grafica 2); quedando de manera siguiente el porcentaje del muestreo general en 14.29% africanas, 80.95% europeas y 4.76% sospechosas (Grafica 3).

Grafica 3. Porcentaje del muestreo general analizadas en los métodos FABIS I y sospechosas en FABIS II, en colmenas de la Región Lagunera de Durango 2011.



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 libres de abejas africanas o africanizadas.

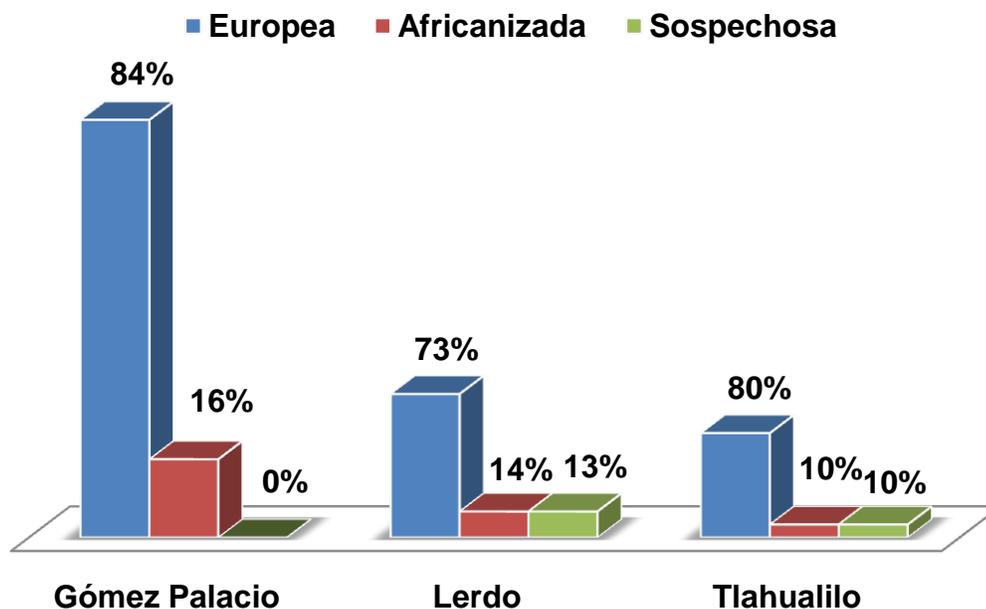
Respecto a la evaluación correspondiente a abejas de origen sospechoso, el porcentaje fue del 4.76% (Grafica 3) lo que indica que existe la capacidad de cruzamiento por parte de las dos especies.

Los resultados obtenidos en colmenas mediante el método de FABIS I y II durante el periodo que comprende Febrero 2011 al de Junio de 2011, se puede ver en la siguiente Tabla:

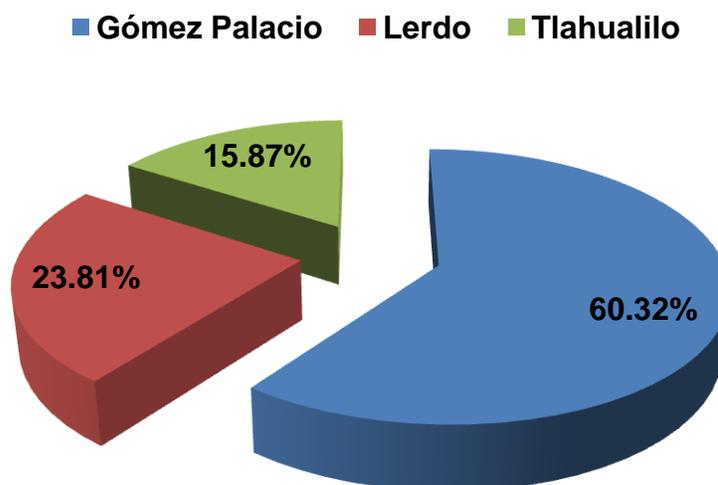
Tabla 6. Estimación total de muestras de abejas Europeas, sospechosas y africanizadas en colmenas tecnificadas determinadas en 3 municipios de Durango, Febrero - Junio de 2011.

Municipio	Tipo de Abeja			Total Muestras por Municipio	% de Muestras por Municipio
	Europea	Africanizada	Sospechosa		
Gómez Palacio	32	6	0	38	60.32%
Lerdo	11	2	2	15	23.81%
Tlahualilo	8	1	1	10	15.87%
Total	51	9	3	63	100.00%

Grafica 4. Estimación total de muestras de abejas Europeas, Sospechosas y Africanizadas en colmenas tecnificadas determinadas en 3 municipios de la región lagunera del Estado de Durango.



Grafica 5. Porcentaje Total de Muestras Recolectadas por Municipio en la Región Lagunera del Estado de Durango.



Sin embargo, el uso de uno o dos caracteres no es suficiente para determinar africanización, la medición de abejas 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).

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 (Antonio, 2007).

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, 2007).

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 diferencia simples en los promedios de cada una de las variables establecían la diferenciación de abejas africanas y europeas.

En nuestro caso las variables a medir que se consideraron fueron las mediciones de las características morfológicas de las alas anteriores y longitud de fémures posteriores.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos mediante la metodología morfométrica FABIS I y II empleada podemos concluir que:

1.- Existe africanización en las colmenas de la Región Lagunera del Estado de Durango en un porcentaje bajo.

2.- La técnica FABIS a nivel de campo puede determinar el porcentaje de abejas africanizadas.

3. –El 14.29% de la población de colmenas muestreadas resultó africanizada. (Grafica 3).

4.-El 4.76% de las colmenas es sospechoso de africanización. (Grafica 3).

5.- El 80.95% de las colmenas resultaron europeas mediante los métodos FABIS (Grafica 3).

LITERATURA CITADA.

Adrián C. C. 2006. Características y propiedades de la Apitoxina de *Apis mellifera* como potencial terapéutico usos y limitaciones. www.todomiell.net. Consultado el 02 de Septiembre de 2012. p. 1-3.

Alaux C. S., L. Sinha, G. J. Hasadsri E. Hunt, G. Guzmán-Novoa J. L. Degrandi-Hoffman B. R. Uribe-Rubio S. Southey S. Rodríguez-Zas and G. E. Robinson. 2009. Fighting bees: genomic basis of aggressiveness in honeybees. Ponencia oral. 41 Congreso de Apimondia del 15 al 20 Septiembre en Montpellier–France.

Al-Lawati H., G. Kamp and K. Bienefeld. 2009. Characteristics of the spermathecal contents of old and young honeybee queens. *Journal of Insect Physiology*. Vol. 55: 117-122.

Al-Qarni A. S., B. H. Smith and S. W. Cobey. 2003. Performance evaluation of naturally mated and instrumentally inseminated honeybee (*Apis mellifera* L) queen in field colonies. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Vol. 6(17): 1476-1481.

Antonio G. Ma. I., 2008. Tesis, Estado actual de la africanización de las abejas *mellíferas* en la comarca lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila de Zaragoza, México, p. 8-33.

Avilés J. P. y X. Araneda. 2007. Estimulación de la puesta en abejas (*Apis mellifera*). *Archivos de Zootecnia*. Vol. 56(216): 885-893.

Bradbear N. 2005. La apicultura y los medios de vidas sostenibles. La miel un alimento popular. Folleto de la FAO sobre diversidad 1. p. 17-20.

Buchmann S., Ascher J.S. 2005. The plight of pollinating bees. *Bee World*, Vol. 86. p. 71-74.

Buco, S. M., T. E. Rinderer, H. Sylvester, A. M. Collins, V. A. Lancaster and R. M. Crewe. 1987 Morphometric Differences between South African (*Apis mellifera scutellata*) Honey Bees. *Apidologie* (18): p. 217-222.

Chittka L. y A. Dornhaus. 1999. Comparaciones en fisiología, evolución y por qué las abejas pueden hacer las cosas que hacen. *Revista Ciencia al Día, Internacional*. Vol. 2(2): 1-20.

Cholojan A. P. 1998. Caracterización de los subsistemas de producción en diez municipios del departamento de Sacatepéquez. Tesis de Licenciatura en Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. pp. 3-7.

Clarke K. E., T. P. Rinderer, P. Franck, J. G. Quezada-Euán and B. P. Oldroyd. 2002. The africanization of honeybee (*Apis mellifera L.*) of the Yucatán: A study of a massive hybridization event across time. *Evolution*. Vol. 5 N° 7. p. 1462-1474.

Córdova S. E., 2011. Manejo de la abeja reina sobre la defensividad de la colonia y producción de miel en apiarios de Tabasco, México. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Manlio F. Altamirano, Ver., México. p. 2-13.

Correa-Benítez A. 2004. Historia de la apicultura en México. *Imagen Vet*. Vol. 4. p. 4-6.

Cobey, S. 1999. The African Bee *Apis mellifera scutellata* Threatened in her South African Homeland by the Cape Bee, *Apis mellifera capensis*. Am. Bee J. Vol. 139 N° 6 p.462-466.

Cruzado R. L, D. P. Gutiérrez C., S. G. Ruiz R. 2007. Ensayo químico y efecto de antibiosis *in vitro* de la miel de abeja sobre microorganismos gram positivos y gram negativos. Rev. Med. Vallejana. Vol. 4N° 2. p. 95-108.

D'Aubeterre Ramón, Carlos J. Barrios, Spiridione Puzzar, Susana B. García de la Rosa y Sandra R. Fuselli. 2008. Comportamiento higiénico de las abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier) en apiarios del estado Lara, Venezuela. Zootecnia Trop., 26: p. 167-172.

Ellis James D., Ellis Amanda. 2009. African Honey Bee, Africanized Honey Bee, Killer Bee, *Apis mellifera scutellata* Lepeletier (Insecta: Hymenoptera: Apidae. University Florida IFAS (Institute of Food and Agricultural Sciences) Extension.. <http://edis.ifas.ufl.edu>. p. 1-7.

Engel M. S. 1999. The Taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera, Apidae, *Apis*). Journal of Hymenoptera Research. Vol. 8 (2): 165-196.

Espitia V. S. 2007. Detección de abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila de Zaragoza, México, p. 1-27.

Flores J. M., J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta, F. Campano, F. Padilla y M. Bustos. 1998. Cría controlada de abejas reinas de *Apis mellifera iberica*. Arch. Zootec. Vol. 47: 347-350.

Gilley D. C., D. R. Tarpy and B. B. Land. 2003. Effect of queen quality on interactions between workers and dueling queens in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. Behav Ecol Sociobiol. Vol. 55:190-196.

Gris V. A., E. Guzmán-Novoa, B. A. Correa y J. A. Zozaya R. 2004. Efecto del uso de dos reinas en la población, peso, producción de miel y rentabilidad de colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) en el Altiplano Mexicano. Tec. Pec. Mex. Vol. 42(3): 361-377.

Gutiérrez P. J. y R. R. Rebolledo. 2005. Comparación de la producción de miel en dos sistemas de doble reina y un sistema tradicional de una reina por colmena. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/101_comparacion_prod_miel_1_2_reinas.pdf

Guzmán-Novoa E. 2004. Impacto de la Africanización de las abejas en México. Imagen Vet. Vol. 4 p. 22-25.

Guzmán-Novoa E., Correa B. A., Espinosa M. L. G., Guzmán N. G. 2011. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. Veterinaria México, vol. 42, núm. 2, p. 150-174.

Guzmán-Novoa E, Prieto D.1997. Pasos generales para la selección de abejas productivas y manejables. Memorias del IV Congreso Internacional de Actualización Apícola; Morelia, Michoacán. Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Abejas, AC, p. 106-107.

Guerra Jr. J. C. V., L. S. 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. Gen. Molec. Biol., 23: p. 89-92.

Harbo J. R. and J. W. Harris. 2003. An evaluation of commercially produced queens that have the SMR trait. Rev. American Bee Journal. Vol. 143: 213–216.

Hunt G. J. 2007. Flight and fight: A comparative view of the neurophysiology and genetics of honey bee defensive behavior. Journal of Insect Physiology. Vol. 53: 399-410

Hunt G., J., E. Guzmán-Novoa and M. Loannides. 1998. Confirming the Effects of Genetic Loci that Constrain to the Stinging Behavior of Africanized Bees. Am. Bee J. Vol.138 N°4 p. 297.

INEGI, 2011. Mapa de climas de Durango. Consultado 10 octubre 2012. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/dgo/clim.cfm?c=444&e=20>.

Ivanec L. 2008. La pureza de la especie o de las castas de las abejas. Consultado 10 octubre 2012. <http://www.carniolan.com/es/cara.htm>.

Jornada. 2009. El sector apícola del país reciente los efectos del cambio climático. <http://www.jornada.unam.mx/2009/04/04/index.php?section=ciencias&article=a02n1cie>

Kocher S. D., F. Freddie-Jeanne, D. R. Tarpy and C. M. Grozinger. 2008. Genomic analysis of post-mating changes in the honey bee queen (*Apis mellifera*). BMC Genomics. Vol. 9(232): 1471-2164.

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.

Martínez U. M. S. 2004. Evaluación de la inseminación instrumental como técnica para la selección genética de abejas *Apis mellifera L.* en base al comportamiento higiénico. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Agronomía, Chile. pp. 5-10.

Manrique A. J. 1995. Evaluación de prácticas de manejo de abejas sobre la producción de miel y cera. Nota Técnica. *Zootecnia Tropical.* Vol. 13. p.215-223.

Moretto G., C. V. Guerra J., H. Kalvelage and E. Espindola. 2004. Maternal influence on the acceptance of virgin queens introduced into Africanized honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Genetics and Molecular Research.* Vol. 3 (3): 441- 445.

Moretto G., L. S. Goncalves and D. De Jong. 1997. Relationship Between Food Availability and the Reproductive Ability of the mite *Varroa Jacobsoni* in Africanized. *Am. Bee J.* Vol. 137 N°1 p. 67-68.

Nieves D. G .B. 2012. Detección de abeja africana (*Apis mellifera Scutellata*) en la región lagunera del estado de Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila de Zaragoza, México, p. 5-19.

Ortega C. y R. Ochoa. 2004. La producción de miel en México. Modernidad y tradición. InfoAserca. Claridades Agropecuarias. Vol. 128, p. 3-4.

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/pdffilesIN/IN86300.pdf>

O'Malley M.K, Ellis J.D. 2008. African Honey Bee Extension and Education Program. University Florida <http://entnemdept.ifas.ufl.edu/afbee/> . p. 2-5.

Padilla F., F. Puerta, J. M. Flores and M. Bustos. 1992. Bees, apiculture and the new word. Archivos de Zootecnia. Vol. 41. p. 563-567.

Payró de la Cruz.E., P. J. Vázquez E., C. F. Sánchez, J. M. Zaldívar C. y J. F. Gómez L. 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.

Pérez-Sato J. A and L. W. Ratnieks F. 2006. Comparing alternative methods of introducing virgin queens (*Apis mellifera* L.) into the mating nucleus hives. Apidologie. Vol. 37:1-6.

Pérez-Sato J. A., O. H. Hughes W., M. J. Couvillon, L. W. Ratnieks F. 2007. Improved technique for introducing four-day old virgin queens to mating hives using artificial and natural queen cells for introduction. Journal of Apicultural Research. Vol. 46 (1): 28-33.

Pesante D. G. 2008. Capitulo II: abejas melíferas utilizadas en la apicultura. En línea: <http://academic.uprm.edu/dpesante/4016/02-las-abejas.PDF>.

Consultado: 3 septiembre 2012.

Poklucar J. 2001. Influence of honeybee Queens origin to the production characteristics of carniolan bee (*Apis mellifera carnica*) in Slovenia. Journal of Central European Agriculture. Vol. 2 (3-4): 165-172.

Programa Nacional para la Prevención y Control de la Abeja Africana PNCAA.1990a. Las Abejas Africanas y su Control. Orientaciones Técnicas. N°2 SARH, México. Impresores S.A. de C. V. México.

Programa Nacional para la Prevención y Control de la Abeja Africana PNCCA. 1990b. Métodos Morfométricos para Identificación de Abejas. Orientaciones Técnicas. N°3 SARH, México. Impresores S. A. de C. V. México.

Quezada-Euán J. J .G. 2007. A retrospective history of the expansion of africanized honey bees in Mexico. J. Apic Res. 46: 295-300.

Quezada-Euán J. J. G. 2000. Hybridization between European and Africanized honeybees in tropical Yucatán, México. II Morphometric, allozymic and mitochondrial DNA variability in feral colonies. Apidologie. Vol. 31: 443-453.

Ramos M. T., N. M. Baldarrama y L. O. Almeida. 1992. Comportamiento defensivo de la abeja (*Apis mellifera L.*) en confinamiento. Revista Facultad Agronomía (Maracay) Vol.18: 47-64.

Ratnieks F. L. W. 1990. Assessment of queen mating frequency by workers in social hymenoptera. J. Theor. Biol. Vol. 142: 87-93.

Raymond, A. N., y Sanjay K. B. 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.

Reyes C., J.L. y Cano R. P. 2000 La polinización de los cultivos por las abejas. UAAAN-INIFAP-AMVEA- Bayer de México S.A. de C.V. México, D.F. p. 30.

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.

Romero L. E. 2010. Programa Nacional para el control de la Abeja Africana. Zonas productoras de miel en México. *Notiabeja* Vol. 1, p. 5-6.

Tanús, E. 1997. Riesgos en la Importación de Material Biológico Apícola y Medidas Cuarentenarias. *Apitec*. N°4 p. 5-7.

Tarpy D. R. and R. E. Page. 2000. No Behavioral Control over Mating Frequency in Queen Honey Bees (*Apis mellifera* L.): Implications for the Evolution of Extreme Polyandry. *Rev. American Naturalist*. Vol. 155 (6): 820–827.

Salamanca, G. G., Vargas, E. F y F. C Pérez. 1998 (en línea). Estudio morfométrico y sistemático del Grado de Africanización de la Abeja *Apis Mellífera* en algunas zonas del departamento de Boyacá.

Sanford, M. T. 1999 (en línea). African Honey Bee surprises again. <http://apis.ifas.ufl.edu/apis99/apsep99.htm> p.1-3.

Seeley T. D and A. S. Mikheyev. 2003. Reproductive decisions by honey bee colonies: tuning investment in males production in relation to success in energy acquisition. *Insecte Soc.* Vol. 50:1-5.

SEMARNAT, 2011. Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. Resumen Ejecutivo. Gobierno del Estado de Durango. p.9-19.

Schneider S.S, De Grandi-Hoffman G., Smith D.R. The african honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. *Ann Rev. Entomol* 2004; vol. 49 p. 351-376.

SIAP. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.. <http://www.siap.gob.mx369>

Susnik S. P., J. Kozmus and V. M. Poklukar. 2009. Caracterización molecular de *Apis mellifera carnica* Pollmann en Eslovenia. Comisión permanente de biología apícola. Informes selectos-XXXVIII congreso Apimondia. En línea. http://www.la-apicultura.com/apimondia/index_sp.htm. Consultado: 3 septiembre 2012.

Uribe Rubio J.L., Guzman-Novoa E. Hunt Greg L., Correa Benitez A., Zozaya Rubio J. A. 2003. Efecto de la Africanización sobre la producción de miel, comportamiento defensivo y tamaño de la abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el altiplano mexicano. *Veterinaria Mexico*, vol. 34 Num. 001. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. Distrito Federal. Mexico. p. 48-50.

Utrera Q. F. 2011. Variación morfológica y enzimática en una población de abejas (*Apis mellifera*) en proceso de africanización. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. p. 13-18.

Vázquez L. M. y H. D. Zayas. 2000. Influencia del reemplazo de las reinas en los rendimientos de producción de miel por colmenas. Revista Apiciencia. Vol. 2 (2): 1-5.

Vázquez R. L. 2007. México como tercer exportador mundial de miel. www.InfoVeracruz.com

Vit P., J. A. Hernández P. y R. Mercado. 2006. Revisión sobre el conocimiento de las mieles uniflorales venezolanas. Revista Med. ULA, Facultad de Medicina, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Vol. 15, p. 29 -39.

William, W. T. 1996. Scientists and beekeepers search for ways to lessen the impact of Africanized Honey Bees on U. S. Agriculture and society. Agric. Res. Vol. 44 N°3 p. 4-10.