



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

HISTORIA DE LA COLONIZACION DE LAS ABEJAS  
AFRICANIZADAS (*Apis mellifera scutellata*)  
EN EL CONTINENTE AMERICANO  
Y SU IMPACTO EN MEXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO  
DE

LICENCIADA EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

MARIA GUADALUPE GUZMAN NOVOA

ASESOR: MVZ. ADRIANA CORREA BENITEZ



IZTACALA

MEXICO. 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TRABAJO FINAL EN LA MODALIDAD DE PRODUCCION  
APICOLA

PRESENTADO ANTE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DE LA  
ESCUELA DE BIOLOGIA

DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FES IZTACALA

**PARA OBTENER EL TITULO DE  
BIOLOGO**

**PRESENTA  
MARIA GUADALUPE GUZMAN NOVOA**

**NO. DE CUENTA  
07668387-7**

**DIRECTORA DE TESINA : MVZ. ADRIANA CORREA BENITEZ**

---

**FIRMA**

**MEXICO D.F.**

**2010**

## AGRADECIMIENTOS

A mi Mamá. Por ser una hermosa persona que siempre estuvo ahí, junto a nosotros, insistiendo que concluyera mis estudios para lograr ser independiente en todo sentido.

Gracias Papá, por quererme a tu manera y haber sido un ejemplo de amor al trabajo humanitario.

A mis 3 hermanitos en especial a Netito y Julio César, les estoy eternamente agradecida porque sin su gran apoyo jamás hubiera llegado hasta aquí, haciendo que este sueño se convirtiera en una realidad y despertar en mí el deseo de vivir, siendo un parteaguas en una etapa difícil en mi vida. Gracias Pepe por tus mails para sacarme de la depre.

A mis hijos Roberto César y Gustavo que aunque la adversidad cambió nuestro rumbo, los amo.

A toda mi familia Novoa (Tía Viky, Lucía y Reyin) y Guzmán Clark porque todos me han demostrado su amor. Gracias tío Pepe.

Expreso un profundo y sincero agradecimiento a mi directora de Tesina la MVZ.. ADRIANA CORREA BENITEZ por su apoyo, orientación, paciencia y lo que se ha convertido en una amistad.

Al Jurado asignado :

M. en C. MA. DEL PILAR VILLEDA CALLEJAS.  
DR. ESTEBAN JIMENEZ SANCHEZ  
BIOL. ALBERTO MORALES MORENO  
M. en C. LEONOR ANA MARIA ABUNDIZ BONILLA

Gracias por la atención prestada a este trabajo recapitulativo.

A todos mis profesores que me impartieron clase hace mucho tiempo y que de tal manera me ayudaron a mi formación de Bióloga, a todos ellos, ¡GRACIAS ! en especial al Profesor de Paleontología Roberto Rico Montiel, por haberse acordado de mí y darme la gran oportunidad de cerrar este ciclo.

Hago mención a una frase que alguna vez dijo Albert Einstein ; “ Si la abeja desapareciera de la superficie del globo, al hombre solo le quedarían cuatro años de vida : Sin abejas no hay polinización, ni hierba, ni animales, ni hombres “

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
LISTA DE CUADROS	V
LISTA DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
1. Introducción	1
2. Evolución de Abejas Melíferas en Climas Tropicales y Templados	3
3. Introducción de Abejas Africanas a Brasil	7
4. Origen de las Abejas Africanizadas	9
5. Características Biológicas y Comportamiento	10
6. Identificación	22
7. Dispersión y Colonización	23
8. El Proceso de Africanización	25
9. Impacto en la Apicultura Mexicana	30
10. Control	46
11. El Caso de Miel Vita Real	49
12. Conclusiones	52
13. Referencias Bibliográficas	55
14. Cuadros	64
15. Figuras	68

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Comparación relativa entre abejas europeas y africanizadas para características de importancia biológica que pudieran conferir ventajas de aptitud a las poblaciones de estos insectos en ambientes tropicales.	63
<b>Cuadro 2.</b> Comparación relativa entre abejas europeas y africanizadas para características de importancia económica que pudieran conferir ventajas de producción y manejo a los apicultores.	64
<b>Cuadro 3.</b> Número promedio de aguijones dejados por las abejas en un parche de cuero en un minuto, en pruebas de comportamiento de defensa de colonias de abejas europeas, africanizadas e híbridas, en estudios llevados a cabo en México.	65
<b>Cuadro 4.</b> Producción promedio de miel por colmena de colonias de abejas europeas, africanizadas e híbridas, en estudios llevados a cabo en México.	66

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Dispersión y colonización de las abejas africanizadas en el continente americano entre 1957 y 1993.	67
<b>Figura 2.</b> Producción de miel en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento.	68
<b>Figura 3.</b> Exportación de miel en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento.	69
<b>Figura 4.</b> Producción promedio de miel por colmena en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento.	70
<b>Figura 5.</b> Número de colmenas en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento.	71
<b>Figura 6.</b> Número de personas muertas por picaduras de abejas en México entre 1988 y 2001.	72

## RESUMEN

Las abejas melíferas africanizadas (descendientes de la abeja africana, *Apis mellifera scutellata*) han colonizado la mayoría de los países del continente americano durante los últimos 50 años, reemplazando a las poblaciones de abejas europeas en esos países. Por eso, las abejas africanizadas pueden considerarse un organismo modelo para examinar los factores que influyen en el éxito de una invasión biológica. En este estudio recapitulativo se presenta una síntesis de la historia de la introducción de abejas africanas a Sudamérica, el origen de las abejas africanizadas, el proceso de colonización y reemplazo de las poblaciones de abejas europeas por africanizadas, las características biológicas que les han dado ventajas para su éxito colonizador y una discusión sobre su impacto, control y perspectivas para la apicultura mexicana, abordando el punto de vista de los apicultores respecto a su manejo y explotación en comparación con abejas europeas. De los diferentes estudios publicados así como de las opiniones de expertos y apicultores, puede decirse que las abejas africanizadas se han dispersado, colonizado y prevalecido en el nuevo mundo, porque están mejor adaptadas al medio ambiente tropical de la mayoría de los países americanos que las abejas europeas. También, porque poseen mecanismos y comportamientos que aseguran el mantenimiento y reproducción de su genotipo. Desde el arribo de las abejas africanizadas a México se ha presentado una reducción en el número de colmenas, así como en la producción y exportación de miel. También han muerto cientos de personas y miles de animales a consecuencia de su elevado comportamiento defensivo. En la actualidad, la

apicultura del país es más compleja y costosa debido a este fenómeno, lo que ha conducido a la adopción de medidas para reducir el impacto de esta plaga. Los problemas que las abejas africanizadas han causado son complejos, pero técnicamente manejables. Sin embargo, los cambios en el manejo y mejoramiento genético necesarios para el control de estas abejas son costosos, por lo que se requieren precios altos para la miel y otros productos de la colmena, así como la diversificación de actividades apícolas, a fin de sufragar estos gastos.

## 1. Introducción

Las abejas melíferas africanizadas (descendientes de *Apis mellifera scutellata* Lepeletier) son insectos muy exitosos desde el punto de vista biológico porque han podido colonizar y prevalecer en más de 20 países del continente americano, reemplazando a las poblaciones de abejas europeas en esos países (Caron 2001). La enorme capacidad colonizadora de estos insectos constituye una de las invasiones biológicas más rápidas y espectaculares de las que se tenga conocimiento. Sin embargo, lo que mas preocupa e interesa a los productores de miel (apicultores) no es saber si estas abejas son biológicamente exitosas, si no, si son mejores o no que las abejas de razas europeas para practicar una apicultura lucrativa.

La apicultura es una actividad humana que consiste en la aplicación de técnicas y conocimientos para manejar y explotar eficientemente a las abejas melíferas, *Apis mellifera* Linnaeus, al menor costo posible. Las abejas melíferas producen miel, cera y jalea real, pero también pueden utilizarse para la polinización de cultivos agrícolas y para la obtención de polen de flores o resinas de árboles conocidas como propóleos, útiles por sus propiedades medicinales (Correa-Benítez y Guzmán 2006). En México, la productividad de esta actividad se ha visto afectada durante los últimos años debido a una amplia problemática que incluye la presencia de las abejas africanizadas (Guzmán et al. 2007).

La abeja melífera occidental, *Apis mellifera*, es originaria del viejo mundo, pero fue traída al continente americano por colonizadores europeos en el siglo

XVII (Labougle y Zozaya 1986). Desde el siglo XVII y hasta 1956 se consideraba que solo habían abejas melíferas de razas europeas en los países americanos. Sin embargo, en ese año, investigadores brasileños introdujeron al estado de Sao Paulo en Brasil, reinas de *Apis mellifera scutellata*, una raza de abejas melíferas del sur del continente africano. Los científicos sudamericanos intentaron establecer un programa de mejoramiento genético encaminado a desarrollar abejas más productivas y mejor adaptadas a las condiciones tropicales de Brasil, ya que pensaban que se podría producir más miel con abejas tropicales que lo que se estaba produciendo con abejas de clima templado, como las abejas de razas europeas (Kerr 1967). El programa no rindió los resultados esperados, pero dio lugar a que colonias de abejas africanas se establecieran de manera silvestre y se cruzaran con abejas europeas locales, lo que originó a las llamadas abejas africanizadas o abejas “neo-tropicales.” Éstas abejas se caracterizan por su elevado comportamiento defensivo y migratorio (Nogueira-Neto 1964).

Las abejas africanizadas se adaptaron y distribuyeron ampliamente en la mayoría de los países americanos incluyendo México, lo que las constituye en el organismo invasor más exitoso del último siglo. En este trabajo recapitulativo se describe la historia de la introducción de estas abejas a Sudamérica, el proceso de colonización y reemplazo de las poblaciones de abejas europeas por africanizadas, las características biológicas que les han dado ventajas para su éxito colonizador y una discusión sobre su impacto, control y perspectivas para la

apicultura nacional, abordando el punto de vista de los apicultores respecto a su manejo y explotación en comparación con abejas europeas.

## 2. Evolución de Abejas Melíferas en Climas Tropicales y Templados

Para entender mejor la historia de la africanización de las colonias de abejas, así como la biología de las abejas africanizadas y su impacto en México, es necesario entender un poco la evolución de las razas de abejas melíferas de las que descendieron las que hoy existen en México.

Se conocen al menos cuatro especies de abejas melíferas sociales, tres de las cuales son nativas de Asia, donde están confinadas, pero ampliamente distribuidas en los países de ese continente. La otra especie, *Apis mellifera*, es la única especie que evolucionó en Europa y África, donde por efectos ambientales y de aislamiento geográfico se ramificó en varias razas o subespecies (Ruttner 1988). Una raza es un grupo de individuos de la misma especie que comparten características similares y que evolucionan en una región geográfica aislados de otros grupos similares. Las poblaciones de abejas melíferas europeas y africanas pertenecen a la misma especie (*A. mellifera*), pero estuvieron separadas unas de otras por más de 70,000 años, tiempo durante el que fueron influenciadas por distintos medios ambientes. La selección natural propició adaptaciones a condiciones muy diferentes, lo que moldeó y originó variación en sus características morfológicas, fisiológicas y del comportamiento. Este aislamiento y adaptaciones a diferentes ambientes dieron lugar a distintas subespecies o ecotipos de abejas; es decir, abejas adaptadas a una región ecológica en particular. En la actualidad se reconoce la existencia de 24 subespecies de la abeja melífera, *A. mellifera*, 10 de las cuales evolucionaron en África, 8 en Europa y 6 en el cercano oriente. Las diferencias entre razas de abejas son detectadas

principalmente mediante mediciones corporales (métodos morfométricos), así como por diferencias de color y vello, aunque también se usan características de comportamiento y polimorfismo de marcadores genéticos para su correcta identificación (Ruttner 1988).

## **2.1 El Medio Ambiente Europeo**

Las poblaciones de abejas europeas evolucionaron en medios ambientes caracterizados por estaciones del año bien diferenciadas, con veranos cálidos, ricos en extensas floraciones de monocultivos que producen cantidades copiosas de néctar por periodos cortos de tiempo y con inviernos fríos y prolongados (Seeley 1985). En consecuencia, las poblaciones de abejas europeas evolucionaron mediante adaptaciones que favorecían la colección y almacenamiento de grandes cantidades de miel y polen durante el verano para sobrevivir el invierno, ya que en esta época del año hace demasiado frío como para que las abejas puedan volar y coleccionar alimentos (pecorear). Además, las colonias que anidaban en sitios desprotegidos (básicamente colonias silvestres) morían, mientras que las que eran alojadas en colmenas artificiales construidas por los apicultores, sobrevivían. Adicionalmente, las colonias muy defensivas eran eliminadas, mientras que las dóciles eran protegidas y cuidadas por los apicultores. Por todo lo anterior, puede decirse que las abejas europeas responden a condiciones ambientales relativamente predecibles y cíclicas (Rinderer 1988).

## **2.2 El Medio Ambiente del Sur de África**

Las colonias de abejas que han sobrevivido y que se han reproducido al sur del desierto del Sahara en África, lo han hecho gracias a que se han adaptado a las condiciones ambientales que por miles de años las han afectado. El clima de esta región de África es predominantemente de sabana o bosque abierto, es caliente, con largos periodos de sequía, pero con lluvias esporádicas; este clima da lugar a la existencia de abundantes plantas productoras de néctar y polen. Las razas de abejas que han evolucionado en esta región, principalmente *A. m. scutellata*, están bien adaptadas a este hábitat. Estas abejas enjambran (la colonia se divide en dos, con la reina y las obreras mas viejas abandonando su colonia original para establecerse en otro sitio, quedándose una reina nueva con la población de obreras más jóvenes) o se evaden (la totalidad de las abejas de una colonia abandona la colmena para buscar un nuevo lugar donde anidar) con frecuencia y anidan en sitios abiertos gracias a que el clima seco y caliente lo permite. Por eso sus enjambres, aún los pequeños, tienen muchas probabilidades de sobrevivir, particularmente cuando migran a sitios con mayores recursos néctar-poliníferos. Bajo condiciones favorables de floración, las colonias crecen rápidamente y nuevamente se preparan para enjambrar o evadirse, fenómenos que se repiten con mucha frecuencia (McNally y Schneider 1992).

Las razas de abejas del sur del Sahara tienen la reputación de ser muy agresivas. Este comportamiento es también una consecuencia de adaptaciones al medio ambiente en que evolucionaron. Las colonias de abejas sudafricanas han sido depredadas por miles de años. Los nativos han representado la mayor amenaza de depredación para las colonias silvestres, ya que éstos usan la miel para fermentarla y producir una bebida alcohólica (Caron 2001). En África

también existen otros depredadores que merman y exterminan muchas colonias de abejas; entre estos están varias especies de hormigas y avispas, el tejón “mielero,” los pájaros “colmeneros” y algunas especies de reptiles y anfibios (Page 1989). La depredación de las colonias de abejas por parte de estos enemigos naturales ha conducido al exterminio de aquellas que son dóciles e incapaces de defenderse de estos ataques, sobreviviendo solo las colonias más agresivas, capaces de defender su nido más eficientemente y las que al reproducirse han pasado sus genes a muchas generaciones de abejas a lo largo de miles de años (Winston 1992a). Otra forma mediante la cual las colonias de abejas de razas africanas evitan la depredación, es a través de evadirse para migrar a sitios más seguros (Schneider y McNally 1992).

Las colonias de abejas tienen un ciclo reproductivo continuo en los trópicos, a diferencia de lo que ocurre en climas templados. Almacenar miel resulta menos importante pues no hay que sobrevivir un invierno; una vez que hay recursos de néctar y polen en el medio ambiente, las colonias son estimuladas a reproducirse y multiplicarse vía la enjambrazón, en lugar de simplemente almacenar miel. Esto se debe a que las abejas pueden migrar en cualquier época del año, ya que las temperaturas lo permiten y no se requiere de almacenar grandes cantidades de alimento para sobrevivir el invierno (Winston 1992a). Además, es riesgoso almacenar grandes cantidades de alimentos en los trópicos, porque las colonias se vuelven un blanco atractivo para los depredadores. Por ello resulta más beneficioso para las colonias de abejas tropicales el usar los alimentos para reproducirse y migrar. Así aumentan su aptitud biológica, ya que

pasan más genes a un número mayor de descendientes y al migrar eluden a los depredadores (Rinderer 1988).

Por todo lo anterior, es lógico que entre las características más sobresalientes de las abejas de razas africanas, estén precisamente su elevada tendencia a usar sus reservas de alimento para reproducirse y enjambrar, así como ser altamente defensivas y evasoras. Estas estrategias evolutivas son más redituables en términos de aptitud que almacenar miel y mantener colonias permanentes (Rinderer 1988).

### **3. Introducción de Abejas Africanas a Brasil**

Hoy en día es posible encontrar abejas melíferas en todas partes del mundo excepto en las regiones polares, pero hasta el siglo XVII estuvieron confinadas en el viejo mundo. Las primeras colonias de razas europeas de *A. mellifera* llegaron al continente americano con los colonizadores europeos. Hasta

entonces, los nativos americanos usaban miel y cera que provenían de abejas nativas que carecen de aguijón, sobre todo de especies pertenecientes a los géneros *Melipona* y *Trigona* (Correa-Benítez 2004). La fecha exacta de la llegada de las primeras abejas melíferas del viejo mundo a América se desconoce, pero se sabe por ejemplo, que hacia 1638 se establecieron algunas colonias de abejas en Virginia, Estados Unidos y que a finales del siglo XVIII, ya habían colonias de estas abejas en la mayoría de los países americanos. Se cree que las primeras colonias de abejas melíferas llegaron a México entre 1760 y 1770 y que procedieron de Cuba, país al que habían sido llevadas anteriormente desde la Florida o directamente desde España (Labougle y Zozaya 1986).

En 1956 se introdujeron abejas reinas africanas de la subespecie *scutellata* (*A. m. scutellata*) a Brasil. La introducción de éstas abejas a Brasil no fue producto de la casualidad, sino de un minucioso estudio de las autoridades brasileñas con respecto a las causas de la baja producción de miel en ese país. Se quería desarrollar la apicultura con abejas mejor adaptadas al clima predominantemente tropical de Brasil. Por ello, a mediados de los años 50s el profesor Warwick E. Kerr recibió del gobierno de Brasil la responsabilidad de decidir cual sería la mejor raza de abejas a importar; se decidió introducir abejas de la subespecie *scutellata* (aunque en 1956 se decía que eran de la subespecie *adansonii*) del sur de África. En 1956, Kerr viajó a África y seleccionó abejas reinas en Pretoria Sudáfrica y en Tabora Tanzania, pero al ser transportadas a Brasil, éstas fueron fumigadas con un insecticida por autoridades de salud animal en el aeropuerto de Lisboa en Portugal. Un segundo lote de reinas (no seleccionadas) fue llevado a Brasil posteriormente

ese mismo año; 47 de ellas se introdujeron exitosamente en colmenas inicialmente ubicadas en Piracicaba, para luego ser transportadas a Río Claro, en Sao Paulo, Brasil, con el fin de aprovechar el flujo de néctar de esa localidad (Kerr 1967, Caron 2001).

#### **4. Origen de las Abejas Africanizadas**

En 1957 cuando se realizaban estudios de productividad con colonias de abejas africanas, un apicultor que desconocía el trabajo que se estaba llevando a cabo retiró las rejillas excluidoras de reinas de la entrada de las colmenas que alojaban a estas colonias, pensando que así evitaría la pérdida de las pelotas de polen que las abejas transportaban en sus patas traseras, lo cual ocurría cuando éstas las raspaban con los alambres de la rejilla excluidora al entrar a las colmenas a su regreso de viajes de pecoreo. Como resultado de esta acción, veintiséis colonias enjambieron con las reinas africanas originales. Estos enjambres se establecieron de manera silvestre, se reprodujeron y cruzaron con la población local de abejas de razas europeas (principalmente *A. m. mellifera*), lo que dio lugar a las hoy llamadas abejas africanizadas (Nogueira-Neto 1964). Existe otra versión sobre el origen de estas abejas, en el sentido de que los mismos investigadores brasileños distribuyeron reinas africanizadas e híbridas entre los apicultores (Schneider et al. 2004). De cualquiera de las dos maneras en que se hayan originado, las abejas africanizadas son el resultado de una hibridación

entre razas de abejas europeas y africanas y sus descendientes conllevan germoplasma de ambos orígenes (Caron 2001).

## **5. Características Biológicas y Comportamiento**

Caracterizar de manera precisa a las abejas africanizadas es complicado porque debido a su naturaleza híbrida existe variabilidad entre sus colonias para muchas características. A pesar de esto, pueden hacerse algunas distinciones generales entre estas abejas y las de razas europeas para las siguientes características, las cuales se sumarizan en los Cuadros 1 y 2:

### **5.1. Tiempo de desarrollo**

La formación de una abeja adulta ocurre como en otros insectos holometábolos, mediante un proceso de desarrollo y transformación que inicia con la postura de un huevo por una reina y concluye con la salida del adulto de una celda del panal, proceso que se conoce como metamorfosis. Las abejas obreras de razas europeas tardan en promedio 21 días en desarrollarse y emerger desde que una reina pone un huevo, mientras que las obreras africanizadas emergen a los 18.5 días a partir de que el huevo es puesto (Correa-Benítez y Guzmán 2006). Una consecuencia de estas diferencias en su tiempo de desarrollo, es que las colonias de abejas africanizadas producen obreras a un ritmo más rápido que las colonias de abejas europeas. Para el caso de reinas y zánganos (abejas macho) no hay

diferencias significativas en cuanto al tiempo de desarrollo entre estos dos tipos de abejas (Winston 1992b).

## **5.2. Tamaño y peso**

Las abejas africanizadas son aproximadamente 10% más pequeñas (longitud de 12.7 mm para las obreras africanizadas contra 13.9 mm para las europeas) y 33% menos pesadas que las europeas (62 mg para las obreras africanizadas contra 93 mg para las europeas); por ello construyen panales con celdas más pequeñas.

Las dimensiones de las celdas de un panal de abejas europeas van de 5.2 a 5.5 mm de diámetro, mientras que las de panales de abejas africanizadas miden entre 4.6 y 5.0 mm (Winston 1992a).

## **5.3. Reproducción y enjambrazón**

Las poblaciones de colonias de abejas africanizadas crecen con mayor rapidez que las de europeas. Esto se debe entre otros factores, a que las reinas son excepcionalmente prolíficas, pudiendo llegar a poner cerca de 3,000 huevos por día, mientras que las reinas europeas raramente exceden de 2,000 (Otis 1991). Los panales de una colonia de abejas africanizadas en desarrollo se observan casi totalmente cubiertos de cría, incluso en sus esquinas superiores, lo cual es extremadamente raro de observar en panales de abejas europeas, debido a que estas abejas generalmente llenan esos espacios con miel (Winston 1992a).

La enjambrazón, o división de la población de individuos de una colonia, es la forma de reproducción natural de las abejas, para formar dos o más colonias, cada una con su respectiva reina (Seeley 1985). Las abejas africanizadas son

significativamente más enjambradoras que las europeas; una misma colonia de abejas africanizadas puede originar más de ocho enjambres en un solo año, mientras que una de europeas en raras ocasiones produce más de uno. Estos enjambres a su vez, también pueden multiplicarse y colonizar nuevas áreas. Otis (1991) encontró que de una colonia de abejas africanizadas podrían formarse hasta 16 de ellas en un año.

Algunas de las razones por las que las colonias de abejas africanizadas enjambran con mayor frecuencia que las de europeas es que construyen nidos de menor tamaño y el néctar y polen que colectan son principalmente invertidos en producir más abejas en vez de ser almacenados (Otis 1991). Las elevadas tasas de reproducción y enjambrazón de las abejas africanizadas son una preadaptación ideal que ha favorecido su exitosa colonización de las regiones tropicales del continente americano.

#### **5.4. Evasión**

La evasión o emigración de la totalidad de los individuos de una colonia es una característica que las abejas africanizadas manifiestan con mucha frecuencia. Este comportamiento se debe a que estos insectos son altamente susceptibles a disturbios causados por depredadores, ruido, manejo excesivo, calor intenso, y a la escasez de agua y alimentos. La evasión de colmenas se presenta con muy poca frecuencia en las abejas de razas europeas, pero en africanizadas puede observarse en el 30 al 100% de las colmenas (Schneider et al. 2004). Es muy desalentador para un apicultor llegar a un apiario y darse cuenta que un alto porcentaje de sus colmenas están vacías debido a este fenómeno.

## **5.5. Adaptabilidad**

Las abejas africanizadas se adaptan mejor que las europeas a diversas condiciones en los trópicos, pero no prosperan bien en climas fríos. Entre las condiciones más relevantes para el éxito colonizador de las abejas africanizadas están su capacidad de migrar, anidar y regular la temperatura de sus nidos.

**5.5.1. Migración.** Las abejas africanizadas migran frecuentemente, ya sea para ocupar nuevos nichos, para escapar de depredadores, o para aprovechar distintas floraciones. Esta característica les ha permitido colonizar exitosamente muchos países. En su dispersión inicial a lo largo de los trópicos americanos, las abejas africanizadas avanzaron y colonizaron nuevas regiones a un promedio de 300 a 500 Km. anualmente. Las abejas de razas europeas raramente migran fuera de su región, a menos que sean transportadas. Además, las abejas africanizadas se adaptan mejor a una mayor diversidad de floraciones que las abejas europeas (Caron 2001).

**5.5.2. Anidación.** Las abejas africanizadas son menos selectivas que las europeas para establecer sus nidos. Por ejemplo, pueden anidar tanto al aire libre como en cavidades, mientras que las abejas europeas raras veces anidan en espacios abiertos. Además, los nidos de abejas africanizadas suelen ser de menor tamaño que los de las europeas (Winston 1992b). En consecuencia, son más adaptables a una mayor variedad de condiciones que las abejas europeas, por lo que les es más fácil localizar sitios de anidación en los trópicos.

**5.5.3. Termorregulación.** Las colonias de abejas melíferas tienen la capacidad de regular la temperatura de su nido. Durante la época en que producen cría, la temperatura del nido oscila entre 32 y 35 °C y cuando las temperaturas descienden durante el invierno, las abejas se agrupan formando un racimo compacto sobre la cría y la reina para protegerlos del frío. La capacidad de mantener la temperatura del nido y en particular la de arracimarse, es exclusiva de las abejas de origen europeo porque tienen que tolerar temperaturas bajo cero en los países de climas templado y frío (Seeley 1985). La capacidad de termorregulación de las abejas africanizadas es inferior a la de las europeas. Las colonias de abejas africanizadas manifiestan dificultades para mantener la temperatura del nido en regiones cuyas temperaturas son inferiores a 10 °C durante el mes más frío del año (Winston 1992b). A ello se debe que no hayan podido atravesar la cordillera de los Andes, ni tampoco hayan podido migrar al sur de Argentina en Sudamérica (Schneider et al. 2004). Por otro lado, las colonias de abejas africanizadas son menos eficientes que las europeas para reducir la temperatura interna de la colmena durante las épocas de calor excesivo y es por eso que tienden a evadirse con mayor frecuencia (Schneider y McNally 1992).

## **5.6. Pecoreo**

El pecoreo es la acción de las abejas de coleccionar y traer a su colmena, néctar, polen, agua y resinas de los árboles (propóleos). Las abejas africanizadas empiezan a pecorear entre los 12 y 14 días después de emergidas, mientras que las europeas lo hacen entre los 14 y 16 (Giray et al. 1999, Becerra et al. 2005).

Estas abejas realizan un mayor número de viajes a las flores por día, debido a que están mejor adaptadas a la diversidad de flora en los trópicos y porque dedican menos tiempo a trabajar en cada flor (Nuñez 1979, Rinderer y Collins 1991). Sin embargo, su buche o estómago de la miel, es de menor capacidad y por lo tanto transportan menor cantidad de néctar a su colmena en cada viaje, en relación a las abejas europeas (Pesante et al. 1987). En varios estudios se ha demostrado que cuando se toman en cuenta de manera conjunta factores como el número de viajes a las flores, así como la cantidad y calidad del néctar (grado de concentración de carbohidratos) transportado, no existen diferencias entre abejas europeas y africanizadas en cuanto a la cantidad de calorías que cada individuo dedicado a la colección de néctar aporta a su colonia (Pesante et al. 1987, Rinderer et al. 1985, Rinderer y Collins 1991). Sin embargo, es claro que las abejas africanizadas se especializan más en la colección de polen que de néctar. Danka et al. (1987a) compararon la proporción de abejas pecoreadoras que se dedicaban a la colección de polen entre colonias africanizadas y europeas en Venezuela y encontraron que más del 30% de las abejas de colonias africanizadas realizaban viajes de polen, mientras que menos del 15% de las europeas lo hacían. Fewell y Bertram (2002) corroboraron estos resultados en Arizona.

Otra diferencia importante es en cuanto a la fuerza de pecoreo, es decir, la proporción de abejas que pecorean del total de individuos presentes en una colonia en un momento dado. Las investigaciones han mostrado que en general, las colonias de abejas europeas destinan una mayor proporción de sus individuos a pecorear que las de abejas africanizadas, lo cual les da una ventaja en la

colección de alimentos, particularmente de néctar (Rinderer y Collins 1991, Becerra et al. 2005).

Además de las diferencias anteriores, las abejas africanizadas tienden a depender menos de ser reclutadas por otras abejas a las fuentes de alimentos en comparación con las europeas. Las abejas que encuentran néctar o polen, comunican a sus compañeras la ubicación de las flores por medio de las danzas. Las abejas africanizadas tienden más a pecorear de manera individual, en relación a las europeas. Esta estrategia de pecoreo es explicable por el hecho de que en los trópicos la floración es más variada y discontinua que en las zonas templadas, donde hay menos variedad de plantas (monocultivos), pero mayor densidad de aquellas que existen (Rinderer et al. 1985, Rinderer y Collins 1991).

### **5.7. Pillaje**

El pillaje es un tipo de pecoreo “equivocado” que consiste en que las abejas de una colonia roban las reservas de miel de otra. Las abejas africanizadas son más pilladoras que las europeas y este comportamiento se manifiesta de manera aguda, particularmente durante las épocas de escasez de néctar (Caron 2001). El pillaje es perjudicial para las colonias de abejas, no solo porque algunas de ellas pierden reservas de alimento, sino también porque este comportamiento favorece la transmisión y dispersión de enfermedades en los apiarios (Correa-Benítez y Guzmán 2006).

### **5.8. Resistencia a enfermedades**

Los estudios hasta ahora realizados en Brasil, México y los Estados Unidos, sugieren que en general las abejas africanizadas son más resistentes o tolerantes a ciertas enfermedades que las europeas (Page y Guzmán 1997). Las razones de esta mayor resistencia aparentemente radican en varios factores, entre los que se pueden mencionar una mayor expresión del comportamiento higiénico y del de acicalamiento, así como una menor susceptibilidad a la invasión y reproducción de agentes patógenos. Estos factores les dan a las abejas africanizadas mayor protección contra enfermedades de la cría y también contra parásitos de las abejas adultas.

**5.8.1. Comportamiento higiénico.** Algunas de las obreras que componen cada colonia de abejas melíferas tienen la habilidad de detectar y remover cría muerta o enferma del interior de las celdas de un panal, es decir, muestran comportamiento higiénico (Rothenbuhler 1964). Este comportamiento permite a las abejas defenderse mejor de enfermedades como la loque americana o europea y como la cría de cal (Spivak y Gilliam 1993). Pero además les confiere cierto grado de resistencia contra el ácaro *Varroa destructor*, el cual se reproduce en el interior de las celdas, parasitando larvas y pupas de las abejas (Spivak 1996). Cuando las obreras que expresan comportamiento higiénico detectan una cría muerta o enferma en el interior de una celda, proceden a removerla y sacarla al exterior de la colmena. De esta manera cortan el ciclo de enfermedades bacterianas o fungales, o bien, del parásito varroa. Se sabe que un mayor porcentaje de abejas en colonias africanizadas expresan este comportamiento en comparación con abejas europeas, lo cual las hace más resistentes (Guzmán y

Correa-Benítez 1996, Correa-Marquez y De Jong 1997, Guerra et al. 2000).

Vandame et al. (2002) observaron que las abejas africanizadas fueron cuatro veces más higiénicas que las europeas en un estudio realizado en Veracruz, México.

**5.8.2. Comportamiento de acicalamiento.** El comportamiento de acicalamiento consiste en la habilidad de las abejas de remover ácaros de sus cuerpos usando sus patas y mandíbulas. Las abejas africanizadas de Sudamérica parecen defenderse mejor del ácaro varroa que las abejas de raza italiana. Moretto et al. (1991) informaron que en Brasil las abejas africanizadas fueron siete veces más eficientes que las italianas en eliminar ácaros de sus cuerpos mediante su comportamiento de acicalamiento: el 38.5% de las abejas africanizadas lograron quitarse los ácaros, en tanto que solo el 5.7% de las italianas usadas en su estudio pudieron eliminarlos. En otros estudios se encontró una relación entre bajos niveles de infestación de colonias con el ácaro varroa y el comportamiento de acicalamiento de las abejas, el cual fue más marcado en las abejas africanizadas (Guzmán et al. 1999, Arechavaleta y Guzmán 2001).

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

varroa en comparación con la cría de abejas europeas (De Jong 1997). La razón de esta menor atracción no está del todo clara, pero parece que puede deberse a diferencias cualitativas y cuantitativas en las feromonas de atracción producidas por las larvas de las abejas (Page y Guzmán 1997).

## **5.9. Defensa**

El alto comportamiento de defensa ha sido la característica más evidenciada de las abejas africanizadas tanto en la literatura científica como en los medios masivos de comunicación. Algunos medios les han acuñado el mote de “abejas asesinas” y por ello son vistas más como una plaga que como insectos benéficos, al menos por el público en general. Sin embargo, si bien es cierto que las abejas africanizadas son más defensivas que las europeas, también es cierto que se ha exagerado el problema a través de películas de terror, libros, reportajes y artículos que describen las más fantásticas historias acerca de la agresividad y el peligro de estos insectos, pero estas caracterizaciones de las abejas africanizadas carecen de objetividad científica. Para poner las cosas en contexto, las abejas africanizadas han ocasionado la muerte de más de 1,000 personas en 30 años de estadísticas de mortalidad en Latinoamérica (Breed et al. 2004), lo que corresponderían a poco más de 33 personas muertas por año en promedio. En esa misma región del mundo mueren cada año más de 900,000 personas por enfermedades cardiovasculares (OMS 2009). Si bien es lamentable que ocurran decesos de personas por picaduras de abejas, también es cierto que el número de muertes por esta causa es relativamente insignificante si se le compara con el

de otras causas de mortalidad. Desafortunadamente este problema de salud pública ha creado un clima de miedo y antagonismo hacia las abejas entre el público en general en distintos países, sin consideración de que los riesgos reales a la salud que estos insectos representan son relativamente bajos.

Cuando se compara entre tipos de abejas, no hay duda de que las abejas africanizadas son significativamente más defensivas que las europeas. Inicialmente se creía que al cruzarse con abejas europeas, los descendientes de las abejas africanas disminuirían su comportamiento defensivo. Sin embargo, múltiples estudios han mostrado repetidamente que las abejas de origen africano pueden picar de 5 a 20 veces más que las de origen europeo y que mantienen un radio de patrullaje en la periferia de sus nidos de al menos 10 veces mayor distancia que el de abejas europeas (Stort 1975, Collins et al. 1982, Guzmán y Page 1993, 1994a). Las abejas africanizadas también responden más rápido a estímulos defensivos que las europeas (Collins y Rinderer 1991, Uribe et al. 2003). El hecho de que las abejas africanizadas respondan más rápido y en mayor número a estímulos de defensa que las abejas europeas se debe a que poseen un umbral de reacción más bajo que estas (son más sensibles). Las colonias de abejas africanizadas también persiguen a intrusos con 10 a 30 veces más individuos que las colonias de abejas europeas (Guzmán et al. 2004, Uribe et al. 2008).

El comportamiento defensivo de las abejas es altamente heredable (Stort 1975, Guzmán y Page 1993, 1999a,b, Hunt et al. 1998). Además, esta característica parece ser afectada por efectos de dominancia genética (Stort 1975, Guzmán y Page 1994a, DeGrandi-Hoffman et al. 1998, Guzmán et al. 2002) y por efectos paternos, es decir, que la

progenie muestra un comportamiento defensivo más cercano al de la colonia paterna que al de la materna (De Grandi-Hoffman et al. 1998, Guzmán et al. 2005; Cuadro 3).

La mayoría de las personas y animales que han muerto a consecuencia de picaduras de abejas han fallecido como resultado de una reacción tóxica o anafiláctica, debido a que recibieron una gran cantidad de piquetes en un periodo de tiempo muy corto. El veneno de las abejas africanizadas no difiere del de las europeas en cuanto su composición y grado de toxicidad (Mckenna 1992), pero como miles de ellas pican en un lapso de tiempo muy corto, la cantidad total de veneno que inoculan a sus víctimas puede ser muy elevado. Se estima que la dosis letal 50 (LD50) del veneno de las abejas para los humanos, equivale a 1,100 agujones. Es decir, que si un grupo de personas fueran picadas por las abejas 1,100 veces cada una, la mitad de ellas morirían (Caron 2001). En cuanto a animales se refiere, no existen datos precisos sobre la toxicidad del veneno de las abejas, pero se sabe que los equinos y las aves son especialmente sensibles a este (Breed et al. 2004).

## 6. Identificación

Dados sus inconvenientes para ser utilizadas en explotaciones comerciales, así como para fines de investigación, es importante poder identificar y discriminar abejas con características africanas de aquéllas con características europeas. Por ello, gobiernos, científicos y apicultores, necesitan métodos confiables y prácticos para identificar a las abejas melíferas con fines de estudio, regulación, cría y/o mejoramiento genético.

El aspecto externo de una abeja melífera es insuficiente para determinar si una abeja es africanizada o europea. Esto se debe a que las abejas africanizadas son híbridos de razas diferentes pero de la misma especie (*A. mellifera*), por lo cual no se aprecian diferencias notables entre estas abejas y las europeas a simple vista. Deben tomarse en cuenta muchas características morfológicas, genéticas y de comportamiento para una identificación confiable. Esta identificación puede llevarse a cabo en un laboratorio especializado y se basa en información sobre el comportamiento de la colonia y en una muestra de abejas obreras que es sometida a mediciones de distintos caracteres morfológicos, así como a un análisis de su ADN mitocondrial (Silvester y Rinderer 1987, Nielsen et al. 1999, 2000). El análisis morfométrico se fundamenta en el hecho de que las abejas africanizadas son de menor tamaño que las europeas, mientras que el análisis genético permite una clara diferenciación entre las secuencias del ADN de las mitocondrias de abejas de origen europeo y africano. Ninguna de las dos pruebas es 100% confiable cuando se usan por separado (Guzmán et al. 1994),

pero su confiabilidad se acerca al 100% cuando se usan juntas (Nielsen et al. 1999, 2000, Sheppard y Smith 2000).

## **7. Dispersión y Colonización**

Inicialmente se creía que el genotipo de las pocas colonias de abejas africanas que escaparon en Brasil se diluiría al cruzarse con las muchas colonias de abejas europeas existentes en América del sur. Sin embargo, la selección natural favoreció las características de los ancestros africanos que estaban perfectamente adaptados a condiciones tropicales como las de Brasil. En un medio ambiente similar al del sur de África, pero con menos enemigos naturales y con condiciones de flora más favorables, las abejas africanizadas se multiplicaron, migraron y colonizaron una multitud de hábitats en la mayoría de las regiones de los países de sur y centro América, con excepción de Chile y el sur de Argentina (Taylor 1977, 1999, Pinto et al. 2005). El límite de la colonización de estas abejas es el paralelo 35° Sur; hacia el sur de ese límite las abejas son europeas, con migraciones temporales de enjambres africanizados durante el verano (Kerr et al.

1982). Se estima que la velocidad de dispersión y colonización de las abejas africanizadas fue de 300 a 500 Km. por año (Taylor 1999). La Figura 1 muestra los años de arribo de las abejas africanizadas a diferentes países del continente Americano.

Se cree que los primeros enjambres de abejas africanizadas entraron a México por la frontera entre Chiapas y Guatemala a finales de 1986, 29 años después de su origen y migración desde Brasil (Moffet et al. 1987). Al principio y por varios años estuvieron dispersándose en el sureste del país. En 1987 ya habían sido localizadas en los tres estados de la península de Yucatán, además de Oaxaca, Tabasco y el sur de Veracruz. Para 1989, los enjambres continuaron dispersándose por el país y llegaron a Guerrero, Michoacán y Tamaulipas. En el altiplano, los primeros enjambres de abejas africanizadas se encontraron en 1990 (Quezada-Euán 2007). Para 1993, ya se habían detectado en todo el territorio nacional, excepto en Baja California Sur, donde el desierto sirvió de barrera natural para impedir su llegada, la cual ocurrió hasta el 2005 (Quezada-Euán 2007, Zamora et al. 2008). Las abejas africanizadas han ido reemplazado a las europeas a medida que se han expandido por México (Taylor et al. 1991); hoy día se encuentran bien establecidas en más del 95% de las regiones apícolas del país, por lo que se puede decir que son un ejemplo de un organismo invasor muy exitoso. Datos morfométricos y de ADN mitocondrial sugieren que hubo un mayor grado de introgresión de genes africanos en las poblaciones de abejas de la costa del golfo en comparación con poblaciones del altiplano y de la costa del pacífico (Quezada-Euán 2007). Esto probablemente haya sido debido a las condiciones

más húmedas y de mayor floración del golfo, que favorecieron más su colonización, en relación con otras regiones del país.

Las abejas africanizadas continuaron su avance y llegaron a los Estados Unidos por Texas en 1990 (Sugden y Williams 1991). En los casi 20 años que estas abejas llevan en los EUA, su expansión se ha desacelerado, aparentemente debido a las bajas temperaturas invernales y a diferencias en el foto periodo, situaciones a las que no se adaptan bien las abejas tropicales (Visscher et al. 1997). Sin embargo, estas abejas están bien distribuidas al sur del país (Pinto et al. 2005). En la actualidad, se localizan en los estados de Texas, Nuevo México, Arizona, California, Nevada, Florida, Louisiana y Arkansas (Schneider et al. 2004, Pinto et al. 2005).

## **8. El Proceso de Africanización**

Las abejas africanizadas han retenido un genotipo predominantemente africano, debido a que ha habido un mayor flujo de genes africanos hacia las poblaciones de abejas europeas que en sentido inverso (Labougle et al. 1989, Rinderer et al. 1991, Sheppard et al. 1991, Quezada-Euán et al. 1996, Hall 1999, Quezada-Euán y Paxton 1999, Taylor 1999, Nielsen et al. 2000, Clarke et al. 2002). Tanto las colonias silvestres como las manejadas manifiestan características de las abejas africanas pocos años después de la llegada de los primeros enjambres de abejas africanizadas a una región; este proceso se conoce como "africanización." (Rinderer y Hellmich 1991).

La africanización de las colonias de abejas no ha obedecido a un solo factor, sino a la interacción de varios de ellos, que en conjunto han ocasionado el desplazamiento de las poblaciones de abejas de razas europeas para ser reemplazadas gradualmente por poblaciones con características de la raza africana invasora. La importancia relativa de cada mecanismo puede diferir entre las poblaciones de abejas domésticas y silvestres. En apiarios manejados por apicultores, se ha tratado de mantener la línea europea materna a través de reemplazar a las reinas con genotipos europeos o seleccionados. En estas poblaciones la introgresión de genes africanos ocurre vía paterna, principalmente por medio de apareamientos de estas reinas con zánganos de origen africano producidos por colonias silvestres (Hall 1999, Nielsen et al. 1999, Quezada-Euán y Paxton 1999, Taylor 1999, Clarke et al. 2002). En contraste, la retención de características africanas en las poblaciones silvestres ocurre sobre todo por la pérdida de genotipos europeos de origen materno (Smith 1991, Quezada-Euán et al. 1996, Hall 1999, Clarke et al. 2002). Independientemente de si se trata de colonias manejadas o silvestres, los factores biológicos y de comportamiento que a continuación se describen, son los principales causantes de un flujo de genes asimétrico que ha ocasionado que las abejas africanizadas sean invasoras sumamente exitosas (Cuadro 1).

### **8.1. Elevada capacidad de reproducción y enjambrazón**

Un factor fundamental que contribuye a la abundancia de genotipos africanos maternos en las poblaciones silvestres de abejas, es el crecimiento mas acelerado de la población de abejas en colonias africanizadas. Las colonias africanizadas muestran una mayor tendencia a la colección de polen que las

europas (Danka et al. 1984a, Page et al. 2000, Fewell y Bertram 2002) y además transforman este recurso en cría a un ritmo más rápido (Schneider et al. 2004), con el consecuente aumento en la población de abejas. El resultado de este crecimiento permite a las colonias de abejas africanizadas la producción de enjambres a un ritmo superior al que muestran las europeas (Otis 1991). Por eso, la densidad de colonias de abejas africanizadas silvestres se incrementa rápidamente, particularmente en regiones donde las poblaciones de abejas europeas son reducidas (Rubink et al. 1996, Clarke et al. 2002).

## **8.2. Superioridad numérica y comportamiento de zánganos**

Las colonias de abejas manejadas se africanizan principalmente a través de los apareamientos de reinas europeas, hijas de las madres de las colonias del área invadida, con zánganos africanizados de la población de abejas invasoras. Las colonias africanizadas producen una mayor cantidad de zánganos que las europeas (Rinderer et al. 1991, Winston 1992b) y estos se introducen con frecuencia al interior de colmenas manejadas de abejas europeas, donde su alto número inhibe la producción de más zánganos por parte de esas colonias, lo que puede considerarse como parasitismo de zánganos africanizados (Rinderer et al. 1991). El número de zánganos africanizados en las áreas de congregación (áreas en el aire donde las abejas se aparean) puede superar el 80% de la población total de machos (Hellmich 1991, Rinderer et al. 1991). Los zánganos africanizados dominan los apareamientos no solo por su mayor número, sino también porque llegan más temprano y permanecen más tarde en las áreas de congregación que los zánganos europeos (Winston 1992a). Estos

factores favorecen la introgresión paterna de genes africanos a las poblaciones de abejas europeas, con muy poca introgresión de genes europeos en sentido inverso.

### **8.3. Usurpación de colonias**

La usurpación de colonias es una forma de parasitismo reproductivo que ocurre en algunos insectos sociales y que está altamente acentuado en las poblaciones de abejas de origen africano. Enjambres de abejas africanizadas penetran al interior de colmenas habitadas por abejas europeas, matan a las reinas residentes y las reemplazan por sus propias reinas, las cuales se convierten en las nuevas madres de esas colonias. Varios estudios han demostrado que la africanización de colonias por medio de la usurpación puede representar entre el 5 y el 40% de los casos (Vergara et al. 1989, 1993, Danka et al. 1992). Los mecanismos que regulan la usurpación de colonias son virtualmente desconocidos y por ello es difícil explicar como las abejas de las colonias invadidas no se defienden de las abejas invasoras y permiten su entrada. Se ha especulado que la liberación de feromonas por parte de las abejas africanizadas les facilita su entrada a las colonias de abejas europeas (Schneider et al. 2004).

### **8.4. Dominancia de genes africanos**

Las colonias de abejas empiezan a mostrar comportamientos de origen africano, aun en áreas recientemente colonizadas y con alto número de colonias de origen europeo (Quezada-Euán et al. 1996, Rinderer et al. 1991, Quezada-Euán y Paxton 1999). Por ello se deduce que algunas de estas

características exhiben dominancia genética y aunque esta dominancia no necesariamente resulta en la pérdida de marcadores genéticos europeos, si contribuye a la preservación del fenotipo africano.

Se ha encontrado que hay efectos de dominancia de genes de origen africano para ciertos aspectos del comportamiento de pecoreo de las abejas (Page et al. 2000, Fewell y Bertram 2002) y también para comportamientos que confieren resistencia a las abejas contra el ácaro parasitario *Varroa destructor* (Guzmán et al. 1996). Sin embargo, la mayor parte de los estudios sobre efectos de dominancia genética se han enfocado al comportamiento de defensa. Las colonias híbridas de madres europeas y padres africanizados exhiben niveles de defensa que no difieren de los mostrados por colonias de abejas africanizadas (Guzmán y Page 1994a, DeGrandi-Hoffman et al. 1998, Guzmán et al. 2002, Hunt y Guzmán 2002). Las colonias híbridas de madre africanizada y padre europeo son menos defensivas que las africanizadas, pero aún significativamente más agresivas que las europeas (DeGrandi-Hoffman et al. 1998, Guzmán et al. 2005; Cuadro 3). Estos resultados sugieren que las características de defensa de origen africano son genéticamente dominantes y que son influenciadas en mayor medida por efectos paternos que por efectos maternos.

### **8.5. Factores de comportamiento que favorecen el establecimiento de colonias**

Entre estos factores pueden mencionarse la mayor adaptabilidad de las colonias africanizadas para anidar en una diversidad de sitios (ver la sección 5.5.2), su comportamiento evasivo para escapar de depredadores o para

aprovechar floraciones en diferentes puntos geográficos, su comportamiento defensivo que las protege de depredadores y su comportamiento de pecoreo que les permite coleccionar mas polen para reproducirse (Caron 2001).

Considerando todo lo anterior en forma conjunta, puede decirse que las abejas africanizadas se han dispersado, colonizado y prevalecido en el nuevo mundo, porque están mejor adaptadas al medio ambiente tropical de la mayoría de los países americanos que las abejas europeas. También, porque poseen mecanismos y comportamientos que aseguran el mantenimiento y reproducción de su genotipo (Cuadro 1).

## **9. Impacto en la Apicultura Mexicana**

### **9.1. La Apicultura en México**

La apicultura es una actividad que en algunos países de América latina incluyendo México, se practica desde antes de la llegada de los colonizadores españoles. Los antiguos mayas cultivaban y obtenían miel y cerumen (mezcla de cera con propóleos) de abejas de los géneros *Melipona* y *Trigona*, que son abejas sociales, de la familia Apidae, igual que *A. mellifera*, pero que carecen de aguijón.

El cultivo de estas abejas y la miel y cerumen que se obtenía de ellas tuvo una gran importancia para los mayas como soporte de su nutrición, farmacopea y comercio con otros pueblos (Correa-Benítez 2004). Sin embargo, a pesar de que estos insectos eran fáciles de cultivar y no picaban, la cantidad de miel producida por ellas no era comparable con la que se obtenía con abejas europeas (*A. mellifera*) que habían sido traídas a México en la época colonial. Por eso, su cultivo disminuyó y la explotación de abejas europeas se incrementó notablemente, particularmente en la parte central del país (Labougle y Zozaya 1986).

La introducción de abejas europeas a México ocurrió de forma indirecta. Abejas de la raza *A. m. mellifera* (abejas negras “alemanas”) fueron introducidas a Florida a fines del siglo XVII y a Cuba a mediados del siglo XVIII, donde la apicultura tuvo un gran auge. De Cuba se transportaron abejas a la “Nueva España” y aunque no se conoce el año exacto en que esto ocurrió, se cree que las primeras colonias de abejas melíferas se introdujeron a México entre 1760 y 1770 (Labougle y Zozaya 1986).

Fue hasta finales del siglo XIX en que la apicultura mexicana se empezó a transformar mediante la dispersión de otra raza de abejas menos susceptible a enfermedades, la abeja Italiana (*A. m. ligustica*), así como también por el uso de la colmena de marcos móviles (Labougle y Zozaya 1986). 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 (Guzmán et al. 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 ton de miel y se exportaron 30,933 de ellas, las cuales generaron divisas del orden de los 69 millones de dólares (SAGARPA 2009). Además, se producen más de 2,400 toneladas de cera y alrededor de 8 ton de jalea real cada año (SAGARPA 2009). 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 2004). Aunado a esto, las abejas ayudan a mantener el equilibrio de muchos ecosistemas, gracias a la polinización que éstas realizan de muchas especies de plantas silvestres de las que otros organismos dependen. Además, el efecto de este servicio en los cultivos agrícolas mexicanos tiene un valor estimado en más de dos mil millones de dólares cada año (Guzmán et al. 2007).

A pesar de su importancia, la apicultura mexicana está hoy en día afectada por una variedad de problemas, siendo las abejas africanizadas uno de los factores que más daña a esta actividad. Otros problemas que afectan la productividad de la apicultura nacional, son enfermedades como la varroosis y las loques, así como variaciones climáticas y falta de capacitación técnica de los apicultores nacionales. El tener que trabajar con abejas africanizadas ha forzado una serie de cambios en el manejo de las colonias.

## **9.2. Cambios en el manejo de las colonias**

La mayoría de los cambios de manejo que se han establecido en la práctica apícola mexicana se han implementado con base en la experiencia e investigación que sobre estas abejas se ha obtenido en Sudamérica, particularmente en Brasil (Guzmán 1986, Gonçalves et al. 1991, Guzmán et al. 2007). Entre los principales cambios en el manejo de las abejas se pueden mencionar los siguientes:

### **9.2.1. Reubicación de apiarios**

La mayoría de los apiarios han sido alejados al menos 200 metros de casas, granjas, establos y otros sitios donde se mantienen animales cautivos. También el número de colmenas por apiario se ha reducido y las colmenas se instalan en bases individuales para evitar que colonias agresivas alteren el comportamiento de las demás colonias en el apiario. La reubicación de apiarios no ha sido uniforme en todo el país y se ha dificultado en sitios donde no hay muchos caminos secundarios. En lugares densamente poblados, como en los estados de México, Puebla, Veracruz, Tlaxcala y Morelos, los apicultores estiman haber reubicado más del 70% de los apiarios; en cambio en Yucatán, Guerrero y Oaxaca, menos del 30% lo han hecho.

### **9.2.2. Equipo de protección y manejo**

Durante la época en que la apicultura era practicada con abejas de razas europeas, los apicultores mexicanos solían manejar sus abejas ataviados con ropa ligera como pantalones y camisetas de algodón, e inclusive usando sandalias y un velo simple. Con abejas africanizadas usar esa vestimenta puede

ser fatal. Por eso los apicultores han tenido que invertir en equipo de mayor protección como overoles gruesos, botas, guantes y velos de armazón cuadrada (que no se pegan a la cara del apicultor). Además, los ahumadores se han hecho mas grandes para proveer una mayor cantidad de humo durante mas tiempo, con el fin de tranquilizar a las abejas.

### **9.2.3. Revisión**

Las colonias ahora se revisan por lo general en grupos de dos gentes en vez de hacerlo individualmente. Uno de los apicultores revisa y el otro maneja el ahumador. Las colonias se revisan lo mas rápidamente posible para evitar que las abejas se alteren en demasía.

### **9.2.4. Control de la enjambrazón**

El control de la enjambrazón es uno de los manejos más importantes para una apicultura productiva con abejas africanizadas. Los apicultores mexicanos tratan de proporcionar alzas a tiempo y destruir celdas reales para evitar que el fenómeno se presente. Sin embargo, este manejo consume mucho tiempo y a veces es muy intrusivo y estresante para las abejas, lo cual estimula a las colonias a evadirse. Este manejo sigue siendo el más difícil de implementar.

### **9.2.5. Cambio de reinas**

El cambio de reinas es el manejo más importante en el control de los efectos negativos de las abejas africanizadas, siempre y cuando estas sean de origen

europeo o seleccionadas. Antes de la llegada de las abejas africanizadas era raro que los apicultores mexicanos cambiaran reinas. Hoy día casi todos los apicultores cambian al menos las reinas de sus colonias más agresivas.

#### **9.2.6. Alimentación artificial**

Debido a que las abejas africanizadas se evaden en épocas de escasez, los apicultores mexicanos han tenido que proveer jarabe de azúcar a sus colonias en mayores cantidades durante estos periodos, lo cual incrementa los costos de producción.

#### **9.2.7. Cosecha de miel**

Antes de la llegada de las abejas africanizadas, los apicultores solo apilaban alzas sobre las colmenas y hacían una sola cosecha grande al final de la floración. Hoy día, los apicultores realizan varias cosechas pequeñas durante la temporada de floración para evitar que las abejas africanizadas usen la miel que producen para transformarla en cría. Esta práctica implica mas horas de trabajo en el apiario, pero evita que las colonias enjambren y permite al apicultor quedarse con algo de la miel producida.

### **9.3. Producción de miel**

La producción de miel se desplomó inicialmente en la mayoría de los países donde las abejas africanizadas se han establecido. Por ejemplo, en Venezuela la producción bajó de 1,300 toneladas en 1976 a solo 78 en 1981 (Hellmich y

Rinderer 1991), mientras que en los países centroamericanos se registró una baja de más del 50% en la producción de miel, en el número de colmenas y en el rendimiento promedio por colmena al cabo de 5 años de la llegada de las abejas africanizadas (Guzmán 1996, Caron 2001).

En México, el impacto sobre la producción de miel no ha sido tan negativo como en Venezuela o Centro América, en parte porque se cuenta con mejor infraestructura apícola que en otros países y también gracias a los recursos y esfuerzos del gobierno para controlarlas. No obstante lo anterior, éstas abejas continúan siendo uno de los problemas que afectan en mayor medida la productividad de la apicultura nacional. En 1986, año de la llegada de las abejas africanizadas al país, la producción de miel se estimó en más de 74,600 ton y la exportación del dulce excedió las 48,000 ton (SAGARPA 2000). Pero diez años posteriores a su llegada, la producción y exportación de miel disminuyeron considerablemente. Por ejemplo, durante 1996, la producción fue menor a 49,000 ton, mientras que la exportación fue de sólo 27,000, lo que representa el 66 y el 56% de la miel que se producía y exportaba, respectivamente, hasta la llegada de las abejas africanizadas. Veinte años posteriores a su arribo, en 2006, la producción superó las 56,000 ton y la exportación alcanzó las 29,000 (SAGARPA 2009), lo que refleja un ligero incremento con respecto a 10 años antes (Figs. 2, 3). Este patrón de decremento en la producción de miel, seguido de un incremento posterior, es consistente con lo que ha ocurrido en Brasil y Venezuela. Inicialmente los apicultores experimentaron una pérdida de colmenas y de producción y conforme adoptaron nuevos métodos de manejo y repusieron o incrementaron el número de colonias perdidas, la producción de miel fue aumentando gradualmente.

La caída en la producción de miel en México no ha sido uniforme en todas las regiones del país; el impacto se ha sentido más en las zonas tropicales y subtropicales. Por ejemplo, en Oaxaca y Chiapas, se estima que el rendimiento bajó entre 15 y 50%, mientras que en el norte del país el daño ha sido menor (Guzmán y Page 1994b, Guzmán 2004).

Aunque la producción de miel no se ha recuperado a niveles previos a la africanización en la mayoría de los países donde las abejas africanizadas se han establecido, en Brasil la producción ha aumentado muy por encima de lo que se producía antes de la africanización de las colonias de abejas en ese país, razón por la cual existe controversia respecto a si estas abejas son o no más productivas que las europeas (Rinderer y Collins 1991, Gonçalves et al. 1991, Caron 2001). Sin embargo, la principal razón de la controversia, es el hecho de que se han realizado muy pocos estudios comparativos entre estos dos ecotipos de abejas. Además, los pocos estudios realizados se llevaron a cabo con un número reducido de colmenas (bajo tamaño de muestra) por tratamiento, lo cual no permite obtener conclusiones válidas, porque la variación para esta característica entre colonias es muy alta (Uribe et al. 2003). Encima de todo esto, los resultados de esos estudios han sido inconsistentes. Por ejemplo, Kerr (1967), con 10 colonias por tratamiento, encontró que las abejas africanizadas eran más productivas que las europeas. Rinderer et al. (1985), también con 10 colonias por tratamiento, concluyeron que las abejas europeas eran más productivas que las africanizadas. Finalmente, Spivak et al. (1989), con 7 colonias por tratamiento, no encontraron diferencias de producción entre los dos tipos de abejas. Entonces, ¿a quien creerle?

En realidad, cuando se analiza la información de Brasil con mayor detalle, se encuentra que durante los primeros 15 años posteriores a la introducción de las abejas africanas a ese país, la producción de miel bajó de más de 7,000 toneladas por año a menos de 5,000, un decremento de aproximadamente 35% (Gonçalves et al. 1991). Sin embargo, la producción de miel de Brasil se ha incrementado considerablemente en los últimos 30 años, más como consecuencia de la colonización y establecimiento de grandes extensiones de plantaciones de cítricos y eucaliptos en la zona amazónica (los que producen grandes cantidades de néctar) que permitieron el establecimiento de cantidades masivas de colmenas, que debido a incrementos de productividad por colmena. La producción promedio de miel por colmena en Brasil es considerablemente baja, menos de 19 Kg anualmente (Rinderer y Collins 1991, Winston 92a).

Estudios realizados en México con un número representativo de colonias experimentales, mostraron que las razones de la baja en la producción de las abejas africanizadas obedecen a una menor cosecha por colonia y a un decremento en el número de colmenas. Uribe et al. (2003) encontraron que en el Estado de México, las colonias de abejas con ADN mitocondrial africano producían significativamente menos miel que aquellas colonias cuyo ADN mitocondrial era europeo; en otros estudios se descubrió que las abejas europeas, así como las seleccionadas mediante un programa de mejoramiento genético, produjeron de 25 a 40% más miel, que las africanizadas (Guzmán y Page 1999a,b, Guzmán y Uribe 2004; Cuadro 4). Algunas de las causas de estas diferencias en producción se atribuyen a que las abejas africanizadas destinan una mayor inversión en recursos alimenticios (néctar y polen) a la reproducción y

a sus elevadas tasas de evasión y enjambrazón, en comparación con las abejas europeas (Winston 1992a).

El rendimiento medio de miel por colmena en México disminuyó en aproximadamente 25% luego de la llegada de las abejas africanizadas, lo cual concuerda con lo ocurrido en centro y sur América. Sin embargo, la productividad por colmena se ha recuperado parcialmente en la última década (Fig. 4). Este patrón de caída en la producción con una ligera recuperación posterior, es congruente con un impacto negativo inicial, seguido de una recuperación, como resultado de la adaptación de los apicultores mexicanos al manejo de un nuevo tipo de abejas.

#### **9.4. Número de colmenas**

El número de colmenas en México ha ido a la baja desde la llegada de las abejas africanizadas. Se estima que para 1986 y 1996, habían en el país, 2'210,000 y 1'919,000 colmenas, respectivamente, mientras que para el 2006 se reportaron 1'818,000 (SAGARPA 2009; Fig. 5). La alta tendencia de las abejas africanizadas a evadirse podría ser una causa importante de parte de la pérdida de colmenas en México; sin embargo, factores como el ácaro *Varroa destructor* (detectado en 1992) y fenómenos climáticos (huracanes), también pudieran haber contribuido a la pérdida de colonias en el país (SAGARPA 2000). Lo que es un hecho incontrovertible es que todas las empresas de más de 5,000 colmenas que se dedicaban a la producción de miel desaparecieron al poco tiempo de la llegada de las abejas africanizadas. Miel Carlota por ejemplo, manejaba más de 40,000 colmenas en los años 70s. (Labougle y Zozaya 1986), pero ahora Miel Carlota

solo existe como marca, ya que la empresa perdió gran parte de sus colmenas y vendió otras. Acapulco Miel y Veramiel, empresas que manejaban más de 15,000 colmenas, desaparecieron totalmente del mercado (Guzmán y Page 1994b). En contraposición a esto, ha habido un resurgimiento notable en el país de apicultores a pequeña escala, es decir, apicultores que explotan entre 20 y 500 colmenas (Guzmán 2004).

### **9.5. Incidentes de picaduras**

En México, la alta respuesta de defensa de las abejas africanizadas ocasionó más de 3,000 accidentes de picaduras a personas, de las cuales murieron al menos 410 entre los años 1988 y 2000 (SAGARPA 2000), un promedio de 31.5 muertes por año, lo que representa 0.32 muertes anuales por cada millón de gentes. En comparación, en Venezuela murieron mas de 350 personas entre 1975 y 1988, o sea 2.1 muertes por año por cada millón de habitantes (Winston 1992a). El promedio de muertes de personas en México se fue incrementando desde 1988, llegando a su nivel mas alto entre 1992 y 1994, con un promedio de más de 50 gentes muertas por año (Fig. 6). No hay estadísticas recientes (posteriores al año 2000) respecto al número de personas muertas por picaduras de abejas, pero se cree que la cifra de decesos se ha mantenido por debajo de los 30 individuos por año (E. Tanúz, Programa Nacional Para el Control de la Abeja Africana, SAGARPA – PNCAA -, Com. personal). El número de personas muertas ha ido decreciendo gradualmente, probablemente como consecuencia de un mayor conocimiento de la gente acerca del peligro que estas abejas representan, así como por la reubicación de apiarios y manejo mas cuidadoso de los apicultores;

además, personal del PNCAA, de protección civil y del cuerpo de bomberos, eliminan más de 100 mil enjambres al año, lo que ha prevenido un mayor número de incidentes de picaduras (E. Tanúz, PNCAA, Com. personal).

De la totalidad de decesos registrados hasta el año 2000, 71% fueron personas de más de 50 años, 20% fueron infantes menores a los 10 años y 9% tenían edades entre los 11 y 50 años (SAGARPA 2000). Es evidente que la población más susceptible a morir por picaduras de abejas han sido tanto la infantil como la madura o anciana.

Es verdad que la presencia de abejas africanizadas en México ha incrementado el número de personas muertas por picaduras en relación a cuando se tenían solo abejas de razas europeas. Sin embargo, es importante poner la gravedad de este problema en su justa dimensión en relación con otras causas de muerte. La probabilidad de que una persona muera por picaduras de abejas es relativamente insignificante en comparación con causas como por ejemplo los accidentes automovilísticos. Un estudio de la Organización Mundial de la Salud indica que casi 13,000 personas mueren anualmente por esta causa en México, o sea 120 decesos por cada millón de gentes. Otro ejemplo es el de las enfermedades cardiovasculares, a las cuales se les atribuyen más de 190,000 muertes por año (1,760 fallecimientos por cada millón de gentes; OMS 2009). Y también se les podría comparar con el número de fatalidades atribuidas a la picadura de alacrán, las cuales promediaron 166 individuos por año entre 1996 y 2002 (1.7 personas muertas por cada millón de habitantes; Tay et al. 2004). De las cifras anteriores, se desprende que es al menos 5 veces más probable morir por picadura de alacrán que por picaduras de abejas en México. Asimismo, la

probabilidad de morir en un accidente automovilístico o de una enfermedad cardíaca, es 375 y 5,500 veces más alta en comparación con la posibilidad de morir por picaduras de abejas melíferas.

Por otro lado, aunque no existen estadísticas sobre el número de animales muertos, éste seguramente es de miles, a juzgar por lo común que es escuchar quejas sobre animales picados y muertos en todas las regiones apícolas de México (Guzmán 2004). La consecuencia directa de esta agresividad de las abejas en la apicultura, es que los apicultores abandonan la actividad o reducen su número de colmenas, pues el encontrar sitios apropiados para establecer apiarios se ha dificultado. Los dueños de terrenos no aceptan fácilmente el establecimiento de colmenas y los lugares en donde se pueden poner apiarios por no representar problemas de accidentes, son generalmente poco accesibles como para llegar a ellos en toda época del año para darles una atención adecuada a las abejas.

Cuando se presentan casos de picaduras de personas o animales, los apicultores normalmente pagan los gastos médicos y el valor de los animales cuando se demuestra que las abejas del productor fueron las responsables de un ataque. La parte afectada contacta al apicultor y se arreglan fuera de foros judiciales en casi todos los casos (Guzmán y Page 1994b).

## **9.6. Impacto en la polinización de cultivos agrícolas**

Los estudios hasta ahora realizados sugieren que las abejas africanizadas son polinizadoras tan eficientes como las europeas (Loper y Danka 1991). Sin embargo, resulta más complicado manejar y transportar abejas altamente

africanizadas, porque aparentemente se estresan más que las europeas durante las movilizaciones. Esto resulta en 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 (Danka et al. 1987b). Javier Pompa, el apicultor con mayor número de colmenas dedicadas a la polinización de cultivos en el país, experimentó un dramático impacto en su negocio de casi 10,000 colmenas, cuando perdió alrededor de 7,000 de ellas en un solo año debido a la evasión de las abejas de las colmenas por efecto de la africanización. El Sr. Pompa hizo cambios en el manejo de sus colonias y además recurrió al reemplazo anual de reinas con abejas importadas de origen europeo; gracias a estas medidas, recuperó y aún sobrepasó su número original de colmenas (Ratnieks y Visscher 1996).

Las abejas africanizadas tienden a recolectar más polen y más propóleos que las abejas europeas (Danka et al. 1987a). Esto representa una ventaja para aquellos apicultores que se dediquen a cosechar estos productos. Sin embargo, hace falta que el mercado y precio para estos productos mejore (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.

### **9.7. Impacto en la cría de reinas**

Las abejas africanizadas repercuten de manera negativa en el negocio de la cría de reinas. Mantener colonias de apoyo para los criaderos, resulta más costoso y con más problemas de manejo por las razones arriba mencionadas. Además, un aspecto crucial en la operatividad y rentabilidad de un criadero de reinas, es el mantener los núcleos de fecundación (pequeñas colmenas que se usan para producir reinas) llenos de abejas obreras para que estas atiendan a la reina. Las abejas africanizadas acentúan su comportamiento evasivo en colmenas pequeñas, por lo que constantemente se encuentran núcleos vacíos y por lo tanto sin reinas que cosechar. Estar rellenando con abejas obreras los núcleos de fecundación constantemente resulta muy costoso e implica tiempo y mucha mano de obra. Encima de todo lo anterior, un criador con altos niveles de africanización en las reinas que produce, pronto pierde prestigio entre sus clientes y sus ventas bajan (Guzmán 2004).

### **9.8. Impacto económico**

La explotación de abejas agresivas, enjambradoras y evasivas, obliga a los apicultores a realizar cambios en el manejo de estas abejas que resultan en un incremento en los costos de producción. Por ejemplo, reubicar apiarios en sitios más remotos trae como consecuencia un aumento en los costos de transportación y de mano de obra (cada hombre trabaja menos colmenas por día en relación a trabajar con abejas europeas). También los costos aumentan por concepto de equipo de protección como overoles y guantes que antes no se utilizaban (Guzmán y Page 1994b). Además, los costos aumentan por la compra y cambio

de abejas reinas que antes de la africanización casi no se realizaba (las mismas abejas reemplazaban a su reina).

Otra dificultad estriba en la inversión de recursos para la alimentación sustitutiva del néctar (en azúcar o fructosa) en las épocas de escasez (calor, frío y lluvia). De no alimentarse a las abejas en estas épocas, las colonias se evaden, dejando colmenas vacías que no producen miel.

El incremento en los costos de producción ha provocado mayores estragos en los apicultores comerciales que en los de baja escala. Su número ha disminuido drásticamente y los que se mantienen han reducido su número de colmenas. Las grandes empresas que todavía subsisten son aquellas que rentan colmenas para la polinización de cultivos y cuyos apiarios se encuentran localizados en los terrenos de siembra. Algunos apicultores comerciales estiman que los costos de producción de colonias manejadas han aumentado en al menos 30% en relación a trabajar con abejas europeas (Guzmán y Page 2004b).

Aunque el número de productores comerciales y el de colmenas en general han decrecido, la cantidad de apicultores de pequeña escala se ha incrementado, y se espera que esta tendencia continúe (Guzmán 2004). Estos apicultores no contratan mano de obra, ya que ellos mismos manejan sus colmenas o lo hacen con la ayuda de familiares y el costo de mano de obra y la dificultad de encontrar empleados apícolas no les afecta tanto como a las empresas comerciales. Además, sus apiarios normalmente están localizados en sitios cercanos a su lugar de residencia y muchas veces en sus propios terrenos, por lo que no experimentan ni los costos de transportación ni las dificultades para encontrar

sitios para ubicar sus apiarios como lo han experimentado las grandes empresas comerciales de apicultura (Guzmán 2004).

## **10. Control**

De lo arriba mencionado puede concluirse que la apicultura en México es hoy día menos productiva, más compleja y más costosa que antes de la africanización.

Debido a ello, puede inferirse la importancia que tiene buscar soluciones para controlar o aminorar los efectos nocivos de la africanización de las colonias de abejas. Entre estas medidas se han sugerido las siguientes como las más importantes:

### **10.1. Mejoramiento genético, cría y cambio de reinas**

Estudios previos han demostrado que si las colonias de abejas tienen un grado de africanización de alrededor del 25%, estas son tan manejables como las abejas europeas (Hellmich 1991, Guzmán y Page 1993, 1999a,b). 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.

Desgraciadamente, existen menos de 50 criadores de abejas reinas en el país, los cuales producen menos de 300 mil de ellas anualmente, lo que no satisface el 1.8 millones de reinas necesarias cada año (igual al número de colmenas).

Además, tan sólo cuatro o cinco criadores de reinas realizan algún tipo de selección (Guzmán 2004). En este sentido, investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desarrollaron un programa simple de mejoramiento genético, con el cual se ha demostrado que es posible aumentar la producción de miel y disminuir al menos 50% el comportamiento defensivo de las colonias de abejas sin necesidad de recurrir a la inseminación instrumental de reinas (Guzmán y Prieto 1997). Por esta razón, es indispensable la transferencia de la tecnología de selección para que los criadores de reinas sigan un programa similar. El PNCAA de la SAGARPA ha

promovido la aplicación de estas metodologías de selección en los criaderos de abejas reinas que certifica.

Hellmich (1991) al igual que Loper y Fierro (1991) demostraron que el porcentaje de apareamientos de reinas con zánganos europeos en áreas altamente africanizadas puede ser muy alto (>80%) si se producen muchos zánganos seleccionados en las cercanías de los criaderos. Esta técnica de “inundación de zánganos” fue probada por Guzmán y Page (1999b) con excelentes resultados.

Cualquiera que sea la estrategia que se siga, primero hay que mejorar las prácticas apícolas de manejo y después hay que decidir si se sigue un programa de mejoramiento, o si se importan abejas de razas europeas de otros países para probarlas y reseleccionarlas. El cambiar a las reinas de las colonias con celdas reales producidas de las madres seleccionadas o reseleccionadas, parece ser una alternativa buena y económica de mejorar la producción, ya que se estarían produciendo abejas híbridas de madre seleccionada, de origen europeo, a bajo costo y que además son productivas y manejables (Guzmán y Uribe 2004).

## **10.2. Manejo eficiente**

Las abejas africanizadas tienen muchas ventajas biológicas sobre las europeas que aseguran su sobrevivencia en las regiones tropicales del continente americano; estas abejas llegaron para quedarse, por lo que sería utópico pensar que se pueden erradicar. Por ello, el apicultor debe cambiar sus prácticas de manejo y tolerar cierto grado de “sangre africana” en sus colonias de abejas (25%). 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 mas 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.

## 11. El Caso de Miel Vita Real

La información anterior se centró en aspectos generales de la africanización de las abejas y su impacto en la apicultura, la economía y la salud pública. En esta sección se plantea el caso particular de una empresa apícola afectada por el proceso de africanización de las abejas melíferas. Miel Vita Real es una empresa apícola que está ubicada en Ixtapan de la Sal, estado de México. Los apiarios de esta empresa se localizan a alturas de entre 1,300 y 2,600 m SNM, comprendiendo climas desde el subtropical al templado (INEGI 1981).

Hasta 1990, año en que se detectaron las primeras colonias de abejas africanizadas en la región, esta compañía mantenía alrededor de 3,800 colonias, que producían anualmente alrededor de 133,000 ton de miel, más de 11,000 abejas reinas y 90 Kg. de jalea real, con la ayuda de 45 empleados, de los cuales 17 eran apicultores. Durante los primeros dos años desde la llegada de los primeros enjambres de abejas africanizadas y como consecuencia del proceso de africanización de sus apiarios, los dueños de Miel Vita Real empezaron a encontrar las siguientes dificultades en orden de importancia (Guzmán y Page 1994b):

1. **Terrenos para apiarios.** Encontrar sitios para instalar apiarios se convirtió en el principal problema para Miel Vita Real, particularmente por el sensacionalismo de la prensa sobre el peligro de estas abejas y porque se dieron varios incidentes de picaduras que resultaron en la muerte de animales. Por eso los dueños de terrenos no aceptaban prestarlos para la instalación de apiarios, o les pedían quitar apiarios de

sus terrenos, inclusive aquellos que habían permanecido en esos sitios durante mas de una década.

2. **Contratación de apicultores.** El mayor comportamiento defensivo de las abejas dificultó encontrar personal de campo en muchas ocasiones, ya que la gente de la localidad prefería trabajar en empleos menos riesgosos aunque fueran de menores ingresos.
3. **Accidentes de picaduras.** En 1991, las colonias de abejas de Vita Real causaron 19 accidentes de picaduras confirmados que tuvieron como consecuencia la hospitalización de cinco personas y la muerte de 14 animales. La empresa tuvo que incurrir en desembolsos para indemnizar a los afectados. En 1992, residentes molestos quemaron un apiario y asperjaron tres más con insecticidas.
4. **Baja en la producción de miel.** La producción de miel disminuyó en los primeros dos años después del inicio de la africanización de las colonias de abejas. El promedio de producción de miel por colmena fue de 35 Kg. para la década de los 80s. El promedio combinado para los años 1991 y 1992 fue de 29 Kg., una reducción de 17%.
5. **Incremento en costos de producción.** Los dueños de la empresa estimaron que sus costos de producción aumentaron cerca de 40% a partir de la africanización de sus apiarios. Esto como consecuencia de los cambios en el manejo de las colmenas (ver la sección 9.2).
6. **Otros problemas menores.** Entre estos estuvieron mayores problemas de enjambración y evasión, sobretodo en los núcleos de

fecundación para la crianza de reinas; el número de reinas cosechadas disminuyó en aproximadamente 20%.

En 1992 se inició un programa de mejoramiento genético de las abejas en Miel Vita Real como resultado de un convenio cooperativo entre esta empresa, el INIFAP y la Universidad de California. Los dueños de Vita Real estaban interesados en resolver los problemas causados por la africanización de sus abejas, mientras que los investigadores querían probar metodologías de selección genética para comprobar la hipótesis de si era posible reducir el comportamiento defensivo de las abejas y aumentar su productividad en zonas africanizadas (Guzmán y Page 1999a,b). El programa consistió en la toma de datos de producción de miel de todas y cada una de las colmenas de la empresa, así como de evaluaciones del comportamiento defensivo de las abejas del grupo de colonias preseleccionadas por su alta productividad de miel. Los investigadores encargados del estudio también obtuvieron datos de colonias no seleccionadas para ser usadas como grupo testigo; asimismo, obreras de las colonias bajo selección fueron muestreadas cada año para medir el tamaño de las alas de las abejas, así como para determinar su tipo de ADN mitocondrial.

Después de cinco años de selección, la producción de miel de las colonias seleccionadas aumentó 16%, mientras que en la población no seleccionada esta se redujo en 34%. La población de abejas bajo selección disminuyó el número de agujones dejados en un parche de cuero en 54%, mientras que el tamaño de las alas de las abejas aumentó en 1.1%. Además, el porcentaje de

colonias cuyas obreras tenían ADN mitocondrial africano se redujo de 27.9% antes del inicio del programa, a solo 7.5% después de 5 años de selección (Guzmán y Page 1999a,b). Para los dueños de la empresa fue importante notar que en 1993, un año después del inicio del programa, el número de accidentes de picaduras que involucró abejas de la empresa fue de solo 5, en 1994 de 2 y en 1995 solamente 1. No hubieron incidentes de esta naturaleza en 1996 y 1997. Los resultados anteriores demuestran que el proceso de africanización de la población bajo selección se revirtió al menos parcialmente y que es posible criar abejas productivas y manejables en zonas africanizadas.

## **12. Conclusiones**

Las abejas africanizadas tuvieron su origen en Brasil como consecuencia de una introducción mal planeada y poco controlada de abejas del sur de África. Estas abejas han resultado ser un organismo invasor altamente exitoso desde el punto de vista biológico, porque han colonizado más de 20 países del continente

americano a lo largo de 50 años. Su preadaptación a condiciones tropicales ha favorecido un flujo asimétrico de genes en las poblaciones locales de abejas a favor de los de origen africano. Desafortunadamente, estas abejas tienen más desventajas que ventajas de importancia económica para practicar la apicultura. Desde la llegada de las abejas africanizadas a México, han desaparecido muchas empresas comerciales productoras de miel y se ha presentado una baja en el número de colmenas, así como en la producción y exportación de miel. También han muerto cientos de personas y miles de animales como consecuencia de accidentes de picaduras ocasionados por su elevado comportamiento defensivo. La cría de abejas reinas y la renta de colmenas para la polinización de cultivos agrícolas, son otras actividades de la apicultura que también se han visto afectadas por la africanización de las abejas en México. En la actualidad, la apicultura del país es más compleja y costosa debido a este fenómeno, lo que ha conducido a adoptar medidas para reducir el impacto de esta plaga. Los problemas que han provocado las abejas africanizadas son complejos, pero técnicamente manejables como se ha demostrado en varios estudios. Sin embargo, los cambios en el manejo y mejoramiento genético necesarios para el control de estas abejas son costosos, por lo que se requieren precios altos para los productos de la colmena o para sus servicios de polinización, a fin de sufragar estos gastos. Actualmente el precio de la miel es considerado bueno, lo que podría llevar a la apicultura mexicana a superar la producción y exportación de miel registradas en la década de los años ochenta del siglo pasado. Si otros productos de la colmena como el polen y el propóleo pudieran comercializarse a mejores precios, podrían también aprovecharse algunas de las ventajas de las

abejas africanizadas y los productores tendrían mayores recursos para su control y explotación.

### 13. Referencias Bibliográficas

- Arechavaleta, M.E. and Guzmán, E. 2001. Relative effect of four characteristics that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 32: 157-174.
- Becerra, F., Guzmán, E. Correa-Benítez, A. and Zozaya R.J.A. 2005. Length of life, age at first foraging, and foraging life of Africanized and European Honeybee (*Apis mellifera* L.) workers during conditions of resource abundance. *Journal of Apicultural Research* 44: 151-156.
- Breed, M.D., Guzmán, E. and Hunt, G.J. 2004. Defensive behavior of honey bees: Organization, genetics and comparisons with other bees. *Annual Review of Entomology* 49: 271-298.
- Caron, D.M. 2001. Africanized bees in the Americas. The A.I. Root Co., Medina, OH. 228 pp.
- Clarke, K.E., Rinderer, T.E., Franck, P., Quezada-Euán, J.J.G., and Oldroyd, B.P. 2002. The Africanization of honey bees (*Apis mellifera* L.) of the Yucatan: a study of a massive hybridization event across time. *Evolution* 56: 1462-1474.
- Collins, A.M., Rinderer T.E. 1991. Genetics of defensive behavior I. In: The "African" Honey Bee. Spivak, M., Fletcher, D.J.C. and Breed, M.D. (eds.). Westview Press, Boulder, CO. pp. 309-328.
- Collins, A.M., Rinderer, T.E., Harbo, J.R., Bolten, A.B. 1982. Colony defense by Africanized and European honey bees. *Science* 218: 72-74.
- Correa-Benítez, A. 2004. Historia de la apicultura en México. *Imagen Veterinaria* 4: 4-6.
- Correa-Benítez, A. y Guzmán, E. 2006. Zootecnia apícola. En: Introducción a la Zootecnia. M.E. Trujillo (ed.). FMVZ-UNAM, México, D.F. pp. 403-433.
- Corrêa-Marques, M. and De Jong, D. 1997. Uncapping of worker bee brood, a component of the hygienic behavior of Africanized honey bees against the mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*. 29: 283-289.
- Danka, R.G., Hellmich, R.L. II, Rinderer, T.E., and Collins, A.M. 1987a. Diet-selection ecology of tropically and temperately adapted honey bees. *Animal Behavior* 35: 1858-1863.

Danka, R.G., Hellmich, R.L. II, Rinderer, T.E. and Collins, A.M. 1987b. Responses of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) to pollination management stress. *Journal of Economic Entomology* 80: 621-624.

Danka, R.G., Hellmich, R.L. II, and Rinderer, T.E. 1992. Nest usurpation, supersedure and colony failure contribute to Africanization of commercially managed European honey bees in Venezuela. *Journal of Apicultural Research* 31: 119-123.

DeGrandi-Hoffman G, Collins AM, Martin JH, Schmidt JO, Spangler HG. 1998. Nest defense behavior in colonies from crosses between Africanized and European honey bees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Insect Behavior* 11:37-45.

De Jong, D. 1997. Mites: Varroa and other parasites of brood. In: Honey bee pests, predators, and diseases. Morse, R.A. and Flottum, K (eds.). Root Publishing, Medina, Ohio. pp. 279-327.

Fewell, J.H. and Bertram, S.M. 2002. Evidence of genetic variation in worker task performance by African and European honey bees. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 52: 318-325.

Giray, T., Huang, Z., Guzmán, E., and Robinson, G. 1999. Physiological correlates of genetic variation for rate of behavioral development in the honey bee, *Apis mellifera*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 47: 17-28.

Gonçalves, L.S., Stort, A.C. and De Jong, D. 1991. Beekeeping in Brazil. In: The "African" Honey Bee. Spivak, M., Fletcher, D.J.C. and Breed, M.D. (eds.). Westview Press, Boulder, CO. pp 359-372.

Guerra, J.C.V., Gonçalves, L.S. and De Jong, D. 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. *Genetics and Molecular Biology* 23: 89-92.

Guzmán, E. 1986. Apicultura y abejas africanas. Quetzalcoatl, Mexico, D.F. 71 pp.

Guzmán, E. 1996. La apicultura en México y Centroamérica. Memorias de V Congreso Iberoamericano; 1996 junio 1-3; (Mercedes) Uruguay. Uruguay: Unión Nacional de Apicultores, AC. pp. 14-17.

Guzmán, E. 2004. Impacto de la Africanización de las abejas en México. *Imagen Veterinaria* 4: 22-25.

Guzmán, E. and Correa-Benítez, A. 1996. Honey bee selective breeding for resistance against the mite *Varroa jacobsoni* O. *Veterinaria Mexico* 27: 149-158.

Guzmán, E. and Page, R.E. 1993. Backcrossing Africanized honey bee queens to European drones reduces colony defensive behavior. *Annals of the Entomological Society of America* 86: 352-355.

Guzmán, E. and Page, R.E. 1994a. Genetic dominance and worker interactions affect honey bee colony defense. *Behavioral Ecology* 5: 91-97.

Guzmán, E. and Page, R.E. 1994b. The impact of Africanized bees on Mexican beekeeping. *American Bee Journal* 134: 101-106.

Guzmán, E. and Page, R.E. 1999a. Breeding Honey Bees in Africanized Areas. In: *Apiculture for the 21<sup>st</sup> Century*. R. Hoopingarner and L. Connor (eds.). Wicwas Press, Cheshire, CT. pp. 12-14.

Guzmán, E. and Page, R.E. 1999b. Selective breeding of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in Africanized areas. *Journal of Economic Entomology* 92: 521-525.

Guzmán, E. y Prieto M.D. 1997. Pasos generales para la selección de abejas productivas y manejables. *Memorias del 4<sup>o</sup> Congreso Internacional de Actualización Apícola*; 1997 mayo 16-18. Morelia (Michoacán) México: Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Abejas, AC. pp. 106-107.

Guzmán, E. and Uribe, J.L. 2004. Honey production by European, Africanized and hybrid honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Mexico. *American Bee Journal* 144: 318-320.

Guzmán, E., Page R.E., and Correa-Benítez, A. 1997. Introduction and acceptance of European Queens in Africanized and European Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Colonies. *American Bee Journal* 137: 667-668.

Guzmán, E., Page, R.E., and Fondrk, M.K. 1994. Morphometric techniques do not detect intermediate and low levels of Africanization in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Annals of the Entomological Society of America* 87: 507-515.

Guzmán, E., Page, R.E., and Prieto, D. 1998. Queen introduction, acceptance, and survival in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies of a tropical, Africanized region. *Journal of Economic Entomology* 91: 1290-1294.

Guzmán, E., Sánchez, A., Page, R.E., and García, T. 1996. Susceptibility of European and Africanized honeybees (*Apis mellifera* L) and their hybrids to *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 27: 93-103.

Guzmán, E., Vandame, R., and Arechavaleta, M.E. 1999. Susceptibility of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) to *Varroa jacobsoni* Oud. in Mexico. *Apidologie* 30: 173-182.

Guzmán, E., Hunt, G.J., Uribe, J.L., Smith, C., and Arechavaleta, M.E. 2002. Confirmation of QTL effects and evidence of genetic dominance of honey bee defensive behavior: results of colony and individual behavioral assays. *Behavior Genetics* 32: 95-102.

Guzmán, E., Hunt, G.J., Uribe, J.L. and Prieto, D. 2004. Genotypic effects of honey bee (*Apis mellifera*) defensive behavior at the individual and colony levels: the relationship of guarding, pursuing and stinging. *Apidologie* 35: 15-24.

Guzmán, E., Hunt, G.J., Page, R.E., Uribe, J.L., Prieto, D., and Becerra, F. 2005. Paternal effects on the defensive behavior of honeybees. *Journal of Heredity* 96: 376-380.

Guzmán, E., Goodman, R.D., Huang, Z.Y., Morse, R.A., Reid, M., and Yoshida, T. 2007. Beekeeping in various parts of the world. In: *The ABC & XYZ of Bee Culture*. H. Shimanuki, K. Flottum and A. Harman (eds.). A.I. Root Co., Medina, OH. pp. 83-99.

Hall, H.G. 1999. Genetic and physiological studies of African and European honey bee hybridizations: past, present and into the 21st century. In: *Apiculture for the 21<sup>st</sup> Century*. R. Hoopingarner and L. Connor (eds.). Wicwas Press, Cheshire, CT. pp. 52-59

Hellmich II, R.L. and Rinderer, T.E. 1991. Beekeeping in Venezuela. In: *The "African" Honey Bee*. Spivak, M., Fletcher, D.J.C. and Breed, M.D. (eds.). Westview Press, Boulder, CO. pp 399-411.

Hellmich II, R.L. 1991. Continuing commercial queen production after the arrival of Africanized honey bees. In: *The "African" Honey Bee*. Spivak, M., Fletcher, D.J.C. and Breed, M.D. (eds.). Westview Press, Boulder, CO. pp 187-197.

Hunt, G.J., Guzmán, E., Fondrk, K., and Page, R.E. 1998. Quantitative trait loci for honey bee stinging behavior and body size. *Genetics* 148: 1203-1213.

Hunt, G.J., Guzmán, E., Uribe, J.L., and Prieto, D. 2002. Genotype by environmental interactions in guarding behavior of European and Africanized honey bees. In: *Proc. Animal Behavior Society*, Bloomington, Indiana, July 13-17, 2002, pp. 45.

INEGI. 1981. *Carta de Climas de México*.

Kerr, W.E. 1967. The history of the introduction of African bees to Brazil. *South African Bee Journal* 39:3-5.

Kerr, W.E., del Río, S.L. and Barrionuevo, M.D. 1982. The southern limits of distribution of the Africanized honey bee in South America. *American Bee Journal* 122: 196-198.

Labougle, J.M. y Zozaya R.J.A. 1986. La apicultura en México. *Ciencia y Desarrollo* 69: 17-36.

Labougle, J.M., Mancera, M. and Taylor, O.R. 1989. Morphometric and electrophoretic study of the African honey bee in southern México. *American Bee Journal* 129: 817.

Loper, G.M. and Danka, R.G. 1991. Pollination tests with Africanized honey bees in southern México. *American Bee Journal* 131: 191-193.

Loper, G.M. and Fierro, M.M. 1991. Use of drone trapping and drone releases to influence matings of European queens in an Africanized honey bee area (Hymenoptera, Apidae). *Journal of Apicultural Research* 30: 119-124.

Mckenna, W.R. 1992. Killer bees – what the allergist should know. *Pediatric asthma allergy and Immunology* 6: 275-285.

McNally, L.C., and Schneider, S.S. 1992. Seasonal cycles of growth, development and movement of the African honey bee, *Apis mellifera scutellata*, in Africa. *Insectes Sociaux* 39: 167-179.

Moffett, J.O., Maki, D.L., Andere, T., and Fierro, M.M. 1987. The Africanized bee in Chiapas, Mexico. *American Bee Journal*. 127: 517-520.

Moretto, G, Gonçalves, L.S., De Jong, D. and Bichuette M.Z. 1991. The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. infestations in Brazil. *Apidologie* 22:197-203.

Nielsen, D.I., Ebert, P.R., Page, R.E., Hunt, G.J., and Guzmán, E. 2000. Improved polymerase chain reaction-based mitochondrial genotype assay for identification of the Africanized honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Annals of the Entomological Society of America* 93: 1-6.

Nielsen, D.I., Ebert, P.R., Hunt, G.J., Guzmán, E., Kinee, S.A. and Page, R.E. 1999. Identification of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) incorporating morphometrics and an improved PCR mitotyping procedure. *Annals of the Entomological Society of America* 92: 167-174.

Nogueira-Neto, P. 1964. The spread of a fierce African bee in Brazil. *Bee World* 45: 119-121.

Núñez, J.A. 1979. Time spent on various components of foraging activity: comparison between European and Africanized honeybees in Brazil. *Journal of Apicultural Research* 18: 110-115.

Organización Mundial de la Salud (WHO). 2009. Statistical Information System. <http://apps.who.int/whosis/data>.

Otis, G.W. 1991. Population biology of the Africanized honey bee. In: The "African" Honey Bee. Spivak M., Fletcher, D.J.C., and Breed, M.D. (Eds.). Westview, Boulder Co. pp. 213-234.

Page, R.E. 1989. Neotropical African bees. *Nature* 339: 181-182.

Page, R.E. and Guzmán, E. 1997. The Genetic Basis of Disease Resistance. In: Honey Bee Pests, Predators, and Diseases. R. A. Morse and K. Flottum (eds.). 3rd. ed. A. I. Root Co., Medina, Ohio. pp. 469-492.

Page, R.E., Fondrk, M.K., Hunt, G.J., Guzmán, E. Humphries, M.A., Nguyen, K., and Greene, A.S. 2000. Genetic dissection of honey bee (*Apis mellifera* L.) foraging behavior. *Journal of Heredity*: 91: 474-479.

Pesante, D., Rinderer, T.E., and Collins, A.M. 1987. Differential nectar foraging by Africanized and European honeybees in the neotropics. *Journal of Apicultural research* 26: 210-216.

Pinto, A.M., Rubink, W.L., Patton, J.C., Coulson, R.N., and Johnston J.S. 2005. Africanization in the United States: replacement of feral European honey bees (*Apis mellifera* L.) by an African hybrid swarm. *Genetics* 170: 1653-1665.

Quezada-Euán, J.J.G. 2007. A retrospective history of the expansion of Africanized honeybees in México. *Journal of Apicultural Research* 46: 295-300.

Quezada-Euán, J.J.G. and Paxton, R.J. 1999. Rapid intergenerational changes in morphology and behaviour in colonies of Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) from tropical Yucatan, México. *Journal of Apicultural Research* 38: 93-104.

Quezada-Euán, J.J.G., Echazarreta, C.M., and Paxton, R.J. 1996. The distribution and range of expansion of Africanized honey bees (*Apis mellifera*) in the state of Yucatan, México. *Journal of Apicultural Research* 35: 85-95.

Ratnieks, F. and Visscher, P.K. 1996. Agricultural impact of Africanized honey bees in Sinaloa, México. *California Agriculture* 50: 24-28.

Rinderer, T.E. 1988. Evolutionary aspects of the Africanization of honey bee populations in the Americas. In: Africanized Bees and Bee Mites. Needham, G., Page, R.E., Delfinado-Baker, M. and Bowman, C. (eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York, NY. pp 13-28.

Rinderer, T.E. and Hellmich, R.L. 1991. The process of Africanization. In: The "African" Honey Bee. Spivak, M., Fletcher, D.J.C. and Breed, M.D. (eds.). Westview Press, Boulder, CO. pp 95-117.

Rinderer, T.E. and Collins, A.M. 1991. Foraging behavior and honey production. In: The "African" Honey Bee. Spivak, M., Fletcher, D.J.C. and Breed, M.D. (eds.). Westview Press, Boulder, CO. pp 235-257.

Rinderer, T.E., Collins, A.M. and Tucker, K.W. 1985. Honey production and underlying nectar harvesting activities of Africanized and European honeybees. Journal of Apicultural research 23: 161-167.

Rinderer, T.E., Stelzer, J.A., Oldroyd, B.P., Bucu, S.M., and Rubink, W.L. 1991. Hybridization between European and Africanized honey bees in the Neotropical Yucatan Peninsula. Science 253: 309-311.

Rothenbuhler, W.C. 1964. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killed brood. American Zoologist 4: 111-123.

Rubink, W.L., Luévano-Martínez, P., Sugden, E.A., Wilson, W.T., and Collins, A.M. 1996. Subtropical *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) swarming dynamics and Africanization rates in Northeastern Mexico and Southern Texas. Annals of the Entomological Society of America 89: 243-251.

Ruttner, F. 1988. Biogeography and taxonomy of honey bees. Springer-Verlag, Berlin. 284 pp.

SAGARPA. 2000. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, Dirección General de Ganadería, México D.F. pp. 26.

SAGARPA. 2009. Servicio de información estadística agroalimentaria (SIAP): <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.

Schneider, S.S. and McNally, L.C. 1992. Factors influencing seasonal absconding in colonies of the African honey bee, *Apis mellifera scutellata*. *Insectes Sociaux* 39: 403-423.

Schneider, S.S., DeGrandi-Hoffman, G., and Smith, D.R. 2004. The African honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. *Annual Review of Entomology* 49: 351-376.

Seeley, T.D. 1985. *Honey bee ecology*. Princeton University Press, Princeton, N.J.

Sheppard, W.S. and Smith, D.R. 2000. Identification of African-derived bees in the Americas: a survey of methods. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 159-176.

Silvester, H.A., and Rinderer, T.E. 1987. Fast Africanized identification system (FABIS) manual. *American Bee Journal* 127: 511-516.

Smith, D.R. 1991. African bees in the Americas: insights from biogeography and genetics. *Trends in Ecology and Evolution* 6: 17-21.

Spivak, M. 1996. Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 27: 245-260.

Spivak, M. and Gilliam, M. 1993. Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. *Journal of Apicultural Research* 32: 147-157.

Spivak, M., Batra, S., Segreda, F., Castro, A.L. and Ramírez, W. 1989. Honey production by Africanized and European honey bees in Costa Rica. *Apidologie* 20: 207-220.

Stort, A.C. 1975. Genetic study of the aggressiveness of two subspecies of *Apis mellifera* in Brazil. V. Number of stings in the leather ball. *Journal of the Kansas Entomological Society* 48: 381-387.

Sugden, E.A., and Williams, K.R. 1991. October 15: the day the bee arrived. *Gleanings in Bee Culture* 119: 18-21.

Tay, J., Díaz, J.G., Sánchez, V., Castillo, L., Ruíz, D. y Calderón, L. 2004. Picaduras por alacranes y arañas ponzoñosas de México. *Revista de la Facultad de Medicina* 47: 6-12.

Taylor, O.R. 1977. Past and possible future spread of Africanized honey bees in the Americas. *Bee World* 58: 19-30.

Taylor, O.R. 1999. Displacement of European honey bee subspecies by an invading African subspecies in the Americas. In: Apiculture for the 21<sup>st</sup> Century. R. Hoopingarner and L. Connor (eds.). Wicwas Press, Cheshire, CT. pp. 38-46.

Taylor, O.R., Delgado, A., and Brizuela, F. 1991. Rapid loss of European traits from feral neotropical African honey bee populations in México. American Bee Journal 131: 783.

Uribe, J.L., Guzmán, E., Hunt G.J., Correa-Benítez, A. y Zozaya, R.J.A. 2003. Efecto de la africanización sobre la producción de miel, comportamiento defensivo y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el Altiplano mexicano. Veterinaria México 34: 47-59.

Uribe, J.L., Guzmán, E., Vázquez, C., and Hunt, G.J. 2008. Genotype, task specialization, and nest environment influence the stinging response thresholds of individual Africanized and European honeybees to electrical stimulation. Behavior Genetics 38: 93-100.

Vandame, R., Morand, S., Colin, M., and Belzunces, L.P. 2002. Parasitism in the social bee *Apis mellifera*: quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. Apidologie 33: 433-445.

Vergara, C., Dietz, A. and Pérez A. 1989. Usurpation of managed honey bee colonies in Tabasco, México. American Bee Journal 129: 824-825.

Vergara, C., Dietz, A. and De Leon, A.P. 1993. Female parasitism of European honey bees by Africanized honey bee swarms in México. Journal of Apicultural Research 32: 32-40.

Visscher, P.K., Vetter, R.S., and Baptista, F.C. 1997. Africanized bees, 1990-1995: Initial rapid expansion has slowed in the U.S. California Agriculture 51: 22-25.

Winston, M.L. 1992a. Killer bees: The Africanized honey bee in the Americas. Harvard University Press. Cambridge Mass. 162 pp.

Winston, M.L. 1992b. The biology and management of Africanized honey bees. Annual Review of Entomology 37: 173-193.

Zamora, O., Domínguez, R., Alaníz-Gutiérrez, L., and Quezada-Euán, J.J.G. 2008. Frequency of European and African-derived morphotypes and haplotypes in colonies of honey bees (*Apis mellifera*) from NW México. Apidologie 39: 388-396.

## 14. Cuadros

**Cuadro 1.** Comparación relativa entre abejas europeas y africanizadas para características de importancia biológica que pudieran conferir ventajas de aptitud a las poblaciones de estos insectos en ambientes tropicales.

---

<b>Característica</b>	<b>Abejas Europeas</b>	<b>Abejas Africanizadas</b>
Capacidad de postura de reinas	Menor	Mayor*
Producción de zánganos	Menor	Mayor*
Tiempo de desarrollo	Mayor	Menor*
Tamaño y peso	Mayor	Menor*
Tiempo de vida	Igual	Igual
Tendencia a enjambrar	Menor	Mayor*
Tendencia a evadirse	Menor	Mayor*
Tendencia a reemplazar reinas	Menor	Mayor*
Tendencia a migrar	Menor	Mayor*
Adaptación para anidar	Menor	Mayor*
Tendencia a usurpar colonias	Menor	Mayor*
Pecoreo de néctar	Igual	Igual
Pecoreo de polen	Menor	Mayor*
Tendencia a pillar	Menor	Mayor*
Resistencia a enfermedades	Menor	Mayor*
Capacidad de termorregulación	Mayor	Menor
Comportamiento de defensa	Menor	Mayor*

---

\* Características que dan mayores ventajas a las abejas africanizadas que a las europeas para reproducirse, explotar y colonizar ecosistemas tropicales.

**Cuadro 2.** Comparación relativa entre abejas europeas y africanizadas para características de importancia económica que pudieran conferir ventajas de producción y manejo a los apicultores.

---

<b>Característica</b>	<b>Abejas Europeas</b>	<b>Abejas Africanizadas</b>
Producción de miel	Mayor*	Menor
Comportamiento de defensa	Menor*	Mayor
Capacidad de postura de reinas	Menor	Mayor**
Tendencia a enjambrar	Menor*	Mayor
Tendencia a evadirse	Menor*	Mayor
Tendencia a reemplazar reinas	Menor*	Mayor
Tendencia a pillar	Menor*	Mayor
Resistencia a enfermedades	Menor	Mayor**
Capacidad de termorregulación	Mayor*	Menor
Tiempo de manejo	Menor*	Mayor
No. de colmenas por apiario	Mayor*	Menor
Costo de su manejo		Menor* Mayor
Impacto en la polinización comercial	Mayor*	Menor
Producción de reinas	Mayor*	Menor
Producción de polen	Menor	Mayor**
Producción de propoleo	Menor	Mayor**

---

\* Características de las abejas europeas que dan mayores ventajas económicas y de manejo a los apicultores.

\*\* Características de las abejas africanizadas que dan mayores ventajas económicas y de manejo a los apicultores.

**Cuadro 3.** Número promedio de aguijones dejados por las abejas en un parche de cuero en un minuto, en pruebas de comportamiento de defensa de colonias de abejas europeas, africanizadas e híbridas, en estudios llevados a cabo en México (datos de Guzmán et al. 2005).

---

<b>Tipo de Colonia</b>	<b>N</b>	<b>No. Aguijones</b>
Europea	31	20
Africanizada	32	110
F1 (madre europea x padre africanizado)	24	121
F1 (madre africanizada x padre europeo)	28	69

---

**Cuadro 4.** Producción promedio de miel por colmena de colonias de abejas europeas, africanizadas e híbridas, en estudios llevados a cabo en México (datos de Guzmán y Uribe 2004).

---

<b>Tipo de Colonia</b>	<b>N</b>	<b>Kg Miel</b>
Europea	118	28.5
Africanizada	80	19.1
F1 (madre europea x padre africanizado)	44	30.1

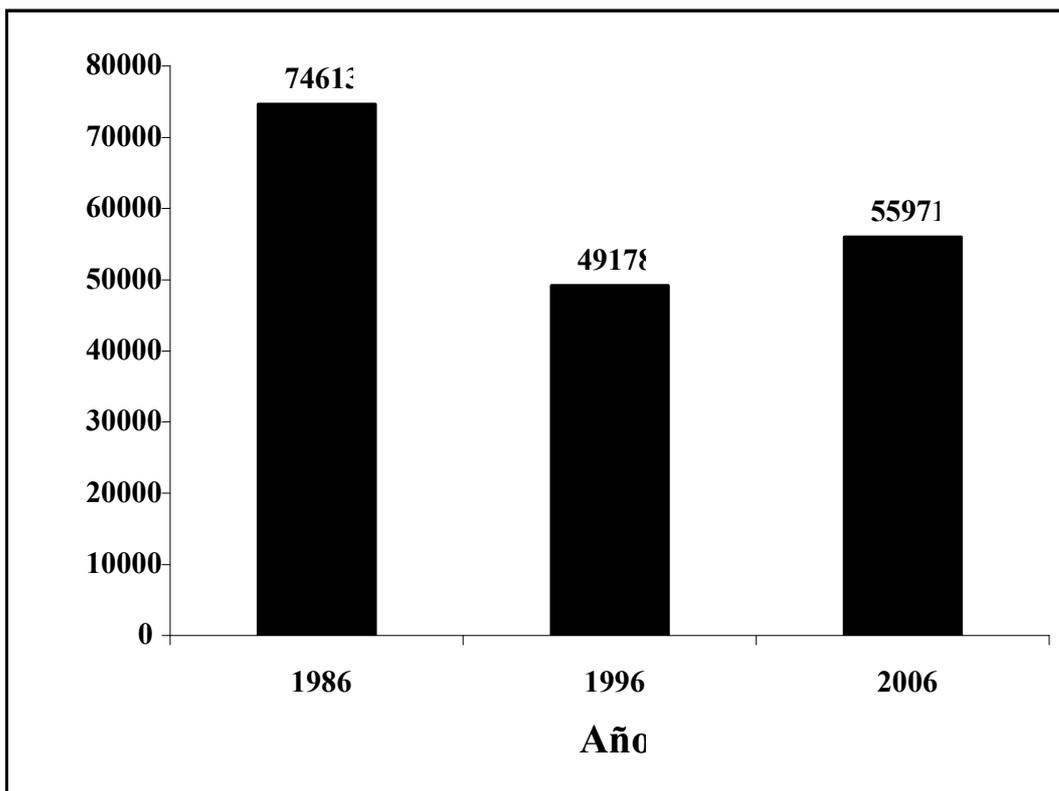
---

## 15. Figuras

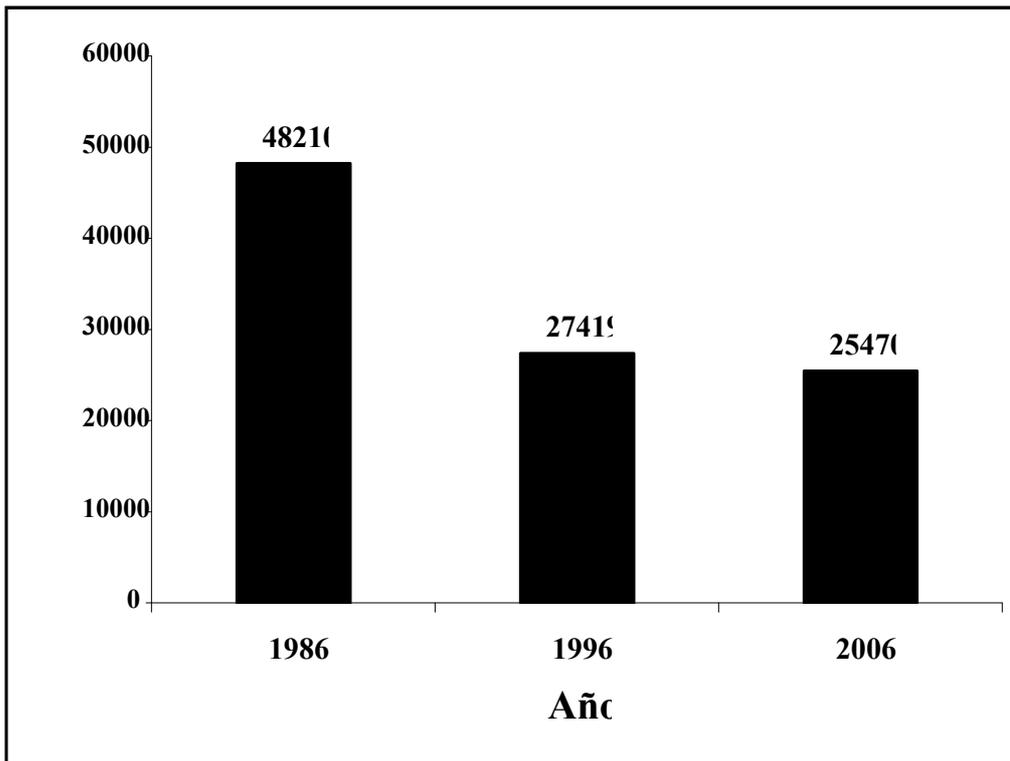
**Figura 1.** Dispersión y colonización de las abejas africanizadas en el continente americano entre 1957 y 1993 (Caron 2001).



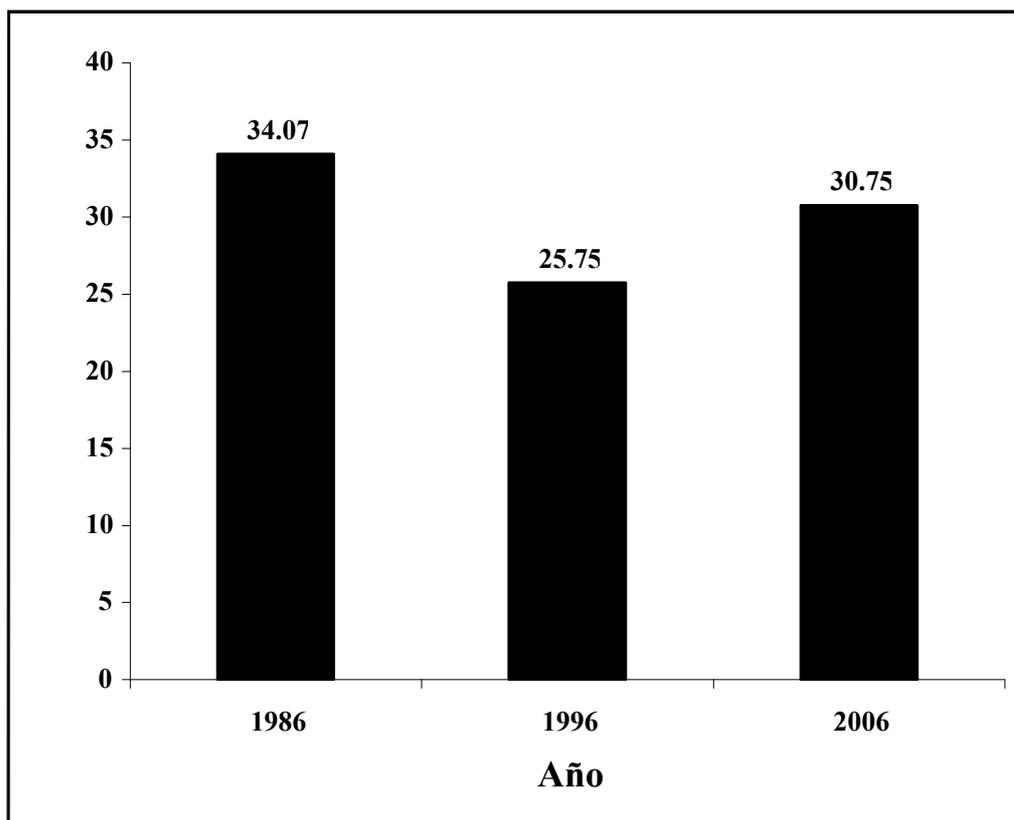
**Figura 2.** Producción de miel en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento (SAGARPA 2009).



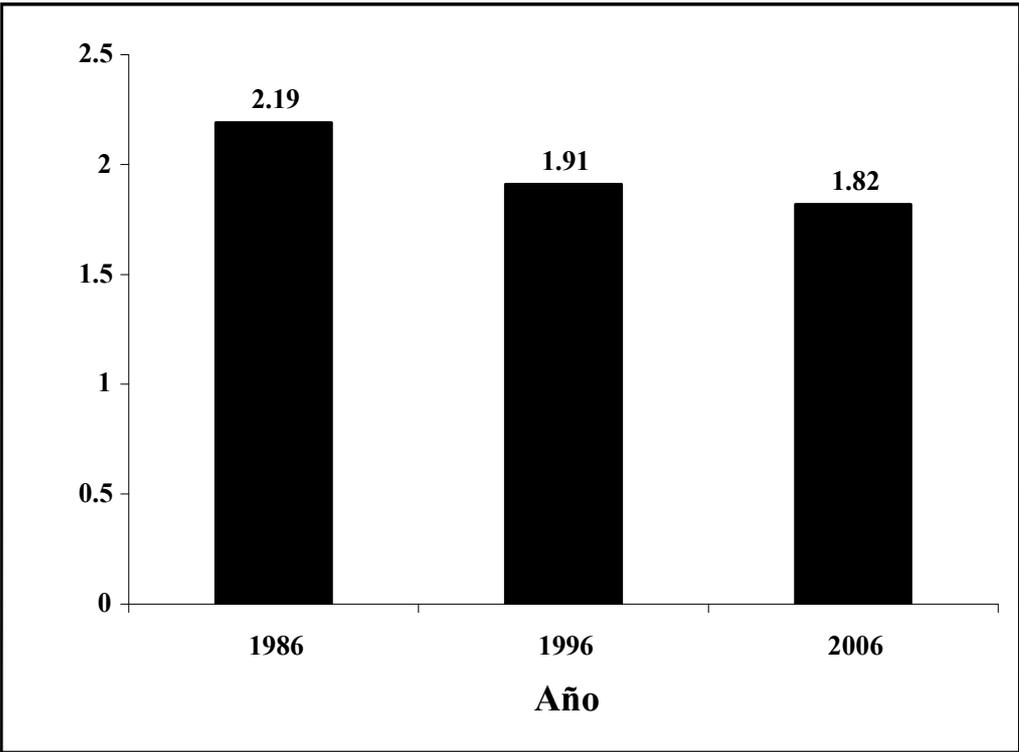
**Figura 3.** Exportación de miel en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento (SAGARPA 2009).



**Figura 4.** Producción promedio de miel por colmena en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento (SAGARPA 2009).



**Figura 5.** Número de colmenas en México el año de la llegada de las abejas africanizadas (1986), 10 años después (1996) y 20 años después (2006) de este evento (SAGARPA 2009).



**Figura 6.** Número de personas muertas por picaduras de abejas en México entre 1988 y 2001 (SAGARPA 2009).

