



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESTIMACIÓN DE LA INTROGRESIÓN DE DOS POBLACIONES
DE ABEJAS MELÍFERAS A PARTIR DE UNA PRUEBA
MORFOMETRICA**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA:

RICARDO ALFREDO MURRAY ARZATE

**TUTOR: CARLOS GUSTAVO VÁSQUEZ PELÁEZ
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

COMITÉ TUTOR:

JOSÉ MANUEL BERRUECOS VILLALOBOS

JOSÉ LUIS URIBE RUBIO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MÉXICO D.F. ABRIL 2013



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.

El autor da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para que la tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

MVZ. RICARDO ALFREDO MURRAY ARZATE

DEDICATORIAS

Antes que a nadie: a Dios por darme salud y fortaleza para seguir con fe el día a día.

A mi esposa Liliana:

Por el amor y las palabras precisas que siempre tienes para mí: Te adoro.

A mi hijo Iker:

Por ser inspiración y motivo de ser mejor todos los días. Precioso, eres la luz de mi vida.

A mis queridos padres:

Irma y Ricardo, por todo su amor y apoyo. Les estoy eternamente agradecido.

A mi abuelita:

Ma. Enriqueta Su y Alvarado, por toda la fe que me tiene y el cariño que me brinda.

A mis hermanos:

Yésica y Alejandro, por su cariño y amor; hermanos míos, los quiero mucho.

A mi suegra:

Sra. Guadalupe Cortés Rodríguez, por tener una hija tan hermosa y por el apoyo que nos ha dado siempre.

A mis primos, tíos, sobrinos y cuñados:

Muchas gracias por los buenos momentos y palabras de aliento.

A todos mis amigos:

Héctor, Pablo, Alejandro (q.e.p.d.), Yuria, Cristina, Lissette, Andrea, Maru, muchas gracias por ser otra familia; saben que los quiero como tal.

A todos ustedes, mil gracias, ¡No sé qué haría sin ustedes!

A G R A D E C I M I E N T O S

Mi más sincero agradecimiento a mi Tutor:

Dr. Carlos G. Vásquez Peláez

Por su dedicada enseñanza y paciencia. Porque siempre tuvo un momento para esclarecer mis dudas y darme buen consejo.

Al Comité Tutorial:

Dr. José Manuel Berruecos Villalobos.

Por la singular forma de transmitir todo ese vasto conocimiento.

Dr. José Luis Uribe Rubio.

Por la dedicación, empeño y tenacidad que siempre me inculca, en la consecución de mis estudios profesionales.

A los honorables y distinguidos miembros de mi jurado:

Dra. Laura Guadalupe Espinosa Montaña

Dr. José Manuel Berruecos Villalobos

Dr. Miguel Ángel Carmona Medero.

M. en C. Angélica Genoveva Gris Valle

Dr. Gabriel Otero Colina

Mi profundo agradecimiento y reconocimiento por sus aportaciones y atinadas recomendaciones que enriquecieron este trabajo.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. A mi Facultad, con cariño y afecto, por formarme como profesional y ser una institución donde siempre hay nuevos horizontes que descubrir.

A mis maestros y compañeros de Posgrado. Este logro también es de ustedes; gracias por enriquecer este trayecto académico.

A los maestros y amigos del Departamento de Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos:

Adriana, Angie, Dra. Laura, Daniel, José de la Luz, Ángel, Ernesto, de todo corazón les doy gracias por tener el apoyo y la guía de personas tan especiales.

No podía dejar de mencionar al MVZ. José Antonio Zozaya Rubio, un referente obligado en la Apicultura, gracias al cual descubrí, comprendí mejor y sobre todo despertó en mí el interés por el fascinante y complejo mundo de las abejas.

Al Dr. Ernesto Guzmán Novoa, por sus certeros comentarios, crítica constructiva y ayuda brindada, en la realización de este trabajo.

Al Programa de la Abeja Africana del Distrito Federal, a la MVZ. Joyce Guillén Palafox y a la Biol. Esperanza Ochoa Torres por las facilidades brindadas para la realización del análisis morfométrico en las instalaciones del Laboratorio de Diagnóstico e Identificación Apícola de la SAGARPA, delegación Distrito Federal.

A la MVZ. Verónica Trejo Rojas, por todo el apoyo y disposición que tuvo en la administración de la beca ante el CONACyT.

Una mención muy especial para la M. en C. Clara Aguillón García, porque en los momentos más difíciles y extenuantes siempre tuvo las palabras y la solución para tomar una nueva perspectiva y que todo nuevamente retomara el buen cauce.

A todos ustedes mi más franco agradecimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
LISTA DE CUADROS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
1.0 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.4 Hipótesis	4
2.0 MATERIAL Y MÉTODOS	5
Área de estudio	5
Caracterización del material biológico utilizado	5
Establecimiento de las colonias experimentales	6
Colonias de abejas con manejo integral	7
Homologación de poblaciones	7
Revisión periódica	7
Cambio de reinas	8
Alimentación	8
Cambio de panales viejos	9
Control de enfermedades	9
Control de enjambrazón	9
Descripción del manejo limitado de las colonias	10
Evaluación del efecto del manejo en las proporciones genotípicas	10
Análisis estadístico	10
3.0 RESULTADOS	11
4.0 DISCUSIÓN	13
5.0 CONCLUSIONES	16
6.0 REFERENCIAS	17
7.0 CUADROS Y FIGURAS	20

RESUMEN

Ricardo Alfredo Murray Arzate. Estimación de la introgresión de dos poblaciones de abejas melíferas a partir de una prueba morfométrica. Bajo la dirección del Dr. Carlos G. Vásquez Peláez, Comité tutorial: Dr. José Manuel Berruecos Villalobos y Dr. José Luis Uribe Rubio.

La africanización es problema que afecta a la apicultura nacional, haciendo necesario que los productores apliquen manejo integral (MI) de las colonias, para disminuir su impacto. El objetivo de este trabajo fue estimar el efecto del manejo de un productor sobre el grado de introgresión de genes africanizados en una población con MI y otra con manejo limitado (ML) en el lapso de un año. Como población inicial (PI) se establecieron 85 colonias, en San Francisco de los Romo, Aguascalientes, las cuales recibieron MI para homologar poblaciones de julio a septiembre de 2010. Al término de dicho trimestre, se muestrearon las 85 colonias para efectuar el análisis de identificación morfométrico FABIS 1. Las proporciones de colonias europeas (EHB), africanizadas (AHB) y no clasificadas (NC) fueron 24.70%, 36.47% y 38.82% respectivamente. En octubre de 2010 se separaron aleatoriamente 39 colonias para formar una muestra representativa de la población inicial, que continuaron con MI y permanecieron en Aguascalientes, mientras que otras 20 se separaron bajo criterios empíricos, las cuales fueron transportadas a Puebla para proporcionarles ML. Se analizaron los datos de las colonias seleccionadas aleatoria e empíricamente para practicar una χ^2 y se encontró que entre las colonias aleatoriamente seleccionadas y la PI no hubo diferencias significativas ($P>0.05$), mientras que sí hubo diferencias significativas ($P<0.05$) en las proporciones genotípicas de las colonias enviadas a Puebla y la PI. Doce meses después, se muestrearon las 39 colonias con MI y las 20 con ML. Mediante la prueba de χ^2 se encontraron diferencias entre la PI y la muestra de Aguascalientes después de un año de MI; entre las proporciones de las colonias que llegaron a Puebla antes y después de ML; entre las colonias con MI donde se cambiaron reinas; en las colonias con MI que no tuvieron clasificación en FABIS 1 y no se cambiaron reinas. Con MI la proporción de EHB aumentó 18.88%, mientras que la proporción de AHB disminuyó 16.96%. Con ML hubo un decremento de europeas del 25% y las africanizadas aumentaron 35%. Se postula que MI es efectivo para controlar la africanización y aumentar la proporción de EHB, de una manera práctica y aceptable al apicultor

Palabras clave: abeja melífera / africanización / selección empírica / manejo integral / manejo limitado / longitud de ala.

S U M M A R Y

The Africanization is a problem that impacts the performance of the National apiculture, it's necessary that beekeepers apply integrated management (IM) to the honeybee colonies, with the purpose of diminish its negative effects. The objective of this paper was to estimate the effect of the beekeeper management on the grade of introgression of Africanized genes in a population with IM and another population with limited management (LM), along a year. An initial population (IP) of 85 colonies was established in San Francisco de los Romo, Aguascalientes; they received IM to homologate populations among the colonies form July to September of 2010. At the end of that three-month period, sampling of adult workers of the 85 hives was practiced and FABIS 1 analysis was performed. The observed proportions of European, Africanized and undetermined population within the hives were 24.70%, 36.47% and 38.82% respectively. In October 2010, 39 colonies were selected randomly, in order to create a representative sample of the initial population, and continued to be under IM, while other 20 hives were chosen by the beekeeper empirical criteria and taken to Puebla, where they were subject of limited hive management. The data of the colonies pooled randomly and by empiric criteria were analyzed with a chi-square test (χ^2), founding no significant differences ($P>0.05$) between the genotypic proportions of the IP and the random sample ($n=36$); while in the other hand, significant differences ($P<0.05$) were founded between the genotypic proportions of the IP and the empirical pooled sample ($n=20$). 12 mo. later, a new sampling was taken from 39 of the integrated management population and the 20 of the limited hive management. A chi-square test (χ^2) was made to the resulting data. The χ^2 found significant differences ($P<0.05$) between the initial population ($n=85$) and the population under IM; and between the sample of Puebla after and before a year of limited hive management; among those hives with IM that were subject of queen bee replacement; among those hives not classified by FABIS 1 and those that were not subject to queen bee replacement. Meanwhile in the hives with full management, the European population increased 18.88%, the Africanized population diminished 16.96%. In the other hand, in the population with limited hive management the European proportion diminished 25% as the Africanized proportion grew 35%. Therefore, there was evidence that with full hive management, the European honeybee proportion can be increased, while the Africanized honey bee hives proportion can be not only controlled, but diminished as well, in a way that results acceptable and practical to the beekeeper.

Key words: honey bee / Africanization / empiric selection/ full management / limited management / wing length

LISTA DE CUADROS.

Cuadro 1. Estimadores de las diferentes poblaciones.

Cuadro 2. Número de colonias y frecuencias genotípicas resultantes del análisis morfométrico para la longitud del ala anterior (LAA).

Cuadro 3. Datos de las colmenas alojadas en Aguascalientes con manejo integral, con o sin cambio de reinas, así como sus frecuencias genotípicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hoja del registro de campo.

Figura 2. Preparación de doce alas anteriores de abejas obreras adultas, listas para ser medidas por la técnica FABIS 1.

Figura 3. Preparación de alas posteriores de abejas adultas en montura para diapositiva y en carrusel para proyección y medición mediante la técnica FABIS 1.

Figura 4. Calibración de imagen para la técnica FABIS 1, mediante la proyección de un micrómetro ocular con escala de 25 cm.

Figura 5. Medición de ala anterior en la técnica FABIS 1, mediante la proyección de alas anteriores de abejas adultas.

Figura 6. Comparación entre las proporciones fenotípicas de la población inicial $n=85$ con respecto a la muestra aleatoria Ags0 $n=39$, antes de ser sometida a manejo integral ($P>0.05$; $\chi^2_2= 1.0772$).

Figura 7. Comparación entre las proporciones de la población inicial después del muestreo aleatorio ($n=46$) con respecto a las proporciones de la muestra de Puebla (Pue0 $n=20$), antes de ser sometida a manejo limitado ($P<0.05$; $\chi^2_2=48.5879$).

Figura 8. Comparación del cambio proporcional de los fenotipos entre la de población inicial ($n=85$) y la muestra que permaneció en Aguascalientes ($n=39$) después de ser sometida a manejo integral (Ags1) ($P<0.05$; $\chi^2_2= 20.8334$).

Figura 9. Comparación del cambio proporcional de la muestra $n=20$ consigo misma, antes (Pue0) y después de ser sometida a manejo limitado (Pue1) ($P<0.05$; $\chi^2_2= 49.0237$).

Figura 10. Comparación entre las colonias sometidas a cambio de reinas en la muestra de Aguascalientes antes de manejo integral (Ags0) y después de manejo (Ags1) ($P<0.05$; $\chi^2_2=89.0519$).

Figura 11. Comparación entre las colmenas no clasificadas por FABIS 1 y que no se cambiaron reinas, antes y después de manejo integral ($P<0.05$; $\chi^2_1=37.5$).

1.0 INTRODUCCIÓN

La apicultura debe conducirse hacia la promoción de estrategias de manejo homogéneas buscando la estandarización de los procesos productivos. Tiene su principal aplicación en el manejo del crecimiento poblacional de las colonias de abejas, el mejoramiento genético, la alimentación, el control de enfermedades, la división de colonias, la producción de miel y la optimización de los recursos. Es común que exista variación en el crecimiento de las colonias que integran el apiario, pero dicha variación se debe en general a las diferencias con las cuales las colonias son atendidas por parte del apicultor, considerando además que la mayor parte de las colonias de México se encuentran en zonas africanizadas, lo que incrementa dicha variación¹.

En la práctica cotidiana, frecuentemente se tiene dentro del apiario colonias con distintos niveles de desarrollo y con frecuencia, también distintas proporciones de colonias de origen africanizado o europeo¹, a juzgar por los accidentes ocasionados por las abejas, que han causado la muerte de cientos de personas y miles de animales^{2,3}.

La expresión de la colonia para la producción de miel, al igual que otras muchas características, está afectada por el genotipo, el ambiente y por su interacción⁴. Por ello, para mantener colonias productivas debemos ofrecerles las mejores condiciones de desarrollo, empleando los mejores criterios de medición de las variables que afectan la producción¹. De este modo, el manejo integral de las colonias debe verse como si el apiario fuera la unidad productiva, proporcionándole equipo, alimentación, reinas de calidad, sanidad adecuada, homogenización de las poblaciones y el espacio que requiere cada colonia, evitando la presencia de colonias débiles que son susceptibles al pillaje, a las enfermedades y son promotoras de contagio a otras colonias^{1,5,6}.

La actuación oportuna y adecuada del apicultor debe satisfacer las necesidades de la colonia para evitar la pérdida de recursos económicos^{1,6,7}. El mejorar las técnicas de manejo favorecerá el tener colonias más populosas y sanas, lo cual es un eslabón importante en el proceso productivo, ya que estas colonias tienen mayores probabilidades de ser aprovechadas en las distintas opciones de producción^{1,8}. Por otra parte, la africanización de las abejas y sus consecuencias se deben en mucho a la falta de un manejo integral de las

colonias del apiario, que incluye el cambio de reinas de mala calidad o africanizadas, por otras, preferentemente de origen europeo³. Disminuir la frecuencia de colonias africanizadas en los apiarios, así como la tecnificación y la integración de manejos específicos que favorezcan la productividad y rentabilidad de los apiarios, puede repercutir positivamente en toda la cadena apícola^{1,3}.

1.1 Antecedentes

La mayoría de los productores del país tienen colonias de origen africanizado en sus apiarios^{9,10}. Así mismo, cada productor realiza actividades apícolas distintas, dependiendo del sistema de producción, teniendo como ejemplo aquellas que están dirigidas a la producción de miel, núcleos de abejas, polinización o cría de reinas¹¹. Sin embargo, la presencia de colonias africanizadas ha contribuido a que las técnicas de manejo se hayan adecuado a la nueva apicultura que se encuentra en todo el territorio nacional desde hace más de 25 años¹⁰. A la llegada de las abejas africanizadas a nuestro país en 1986¹² se han realizado diversos cambios de manejo, de manera especial en los sistemas de producción de miel, crianza de reinas, alimentación, división de colonias¹⁰ y polinización¹³. El comportamiento defensivo podrá ser el principal distintivo de estas abejas¹⁴; sin embargo, otras características como la evasión de la colmena¹⁵ y el comportamiento reproductivo ventajoso en las áreas de congregación¹⁶ han permitido que la mayoría de las colonias del país se hayan africanizado, trayendo consecuencias negativas en la producción de miel, pérdida de unidades productivas y elevación de costos de producción¹⁴.

Ante esta situación, la mayoría de los productores se han preocupado por controlar el proceso de africanización. Sin embargo, poco se ha avanzado, ya que la producción de miel está afectada^{17,18}, los inventarios se mantienen de manera discreta con tendencia a la baja¹⁹ y el número de productores no se ha incrementado en los últimos 10 años¹. Además, nuestro país es deficitario en la producción de reinas, pues solamente se logran producir cerca de 400,000 de 1'800,000 que se requieren anualmente³. Por ello, muchos apicultores no cambian ni el 20% de sus reinas; esta situación promueve la africanización de las colonias, ya que el reemplazo de reinas viejas se realiza en forma natural debido a un predominio de zánganos africanizados en las áreas de congregación donde se aparean con reinas vírgenes, mismas heredan genes africanizados a la siguiente generación²⁰⁻²².

1.2 JUSTIFICACIÓN

Siendo la africanización un problema que afecta el desarrollo de la apicultura nacional, en especial a aquellos apicultores de bajos recursos, es necesario que los productores apícolas cuenten con técnicas de manejo accesibles y fáciles de implementar que permitan disminuir la africanización de las colonias. Los productores de abejas reinas y de miel deben de contar con técnicas de manejo integral, orientadas principalmente establecer colonias fuertes y en lo posible dóciles, y en aras de cumplir con estos objetivos, se deben incluir en su manejo el cambio de reinas en malas condiciones y/o de colonias defensivas, la alimentación a base de jarabe de azúcar y de sustituto proteico, la homologación de poblaciones, el control de enjambrazón y la medicina preventiva y correctiva.

Sin embargo, en tanto no se apliquen técnicas de selección basadas en mediciones objetivas y evaluadas mediante procesos matemáticos válidos, no habrá certidumbre sobre si la selección es realmente efectiva desde el punto de vista productivo y de control de la africanización. Es por eso que en este trabajo se evalúa la forma en que la selección empírica y el trabajo integral afectan en la introgresión de genes africanizados en las colonias de apiarios comerciales, comparando este tipo de manejo con una población con manejo limitado. Entiéndase por introgresión la infiltración de los genes de una especie en el cúmulo genético de otra, a través de retrocruzas repetidas con un híbrido interespecífico con uno de los padres²³.

1.3 OBJETIVOS

1. Estimar el impacto que tiene la forma de selección empírica (efectos de muestreo) por parte de un productor apícola en las proporciones genotípicas de las colonias.
2. Estimar si el tipo de manejo, integral o limitado, modifica las proporciones genotípicas en las colonias.

1.4 HIPÓTESIS

1. La selección empírica es capaz de modificar las proporciones genotípicas dentro de un apiario comercial.
2. El cambio de reinas es el principal factor de cambio genético dentro de una población apícola comercial.
3. La proporción de colonias africanizadas en los apiarios disminuye cuando las colonias de los mismos reciben un manejo integral.

2.0 MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo se realizó entre julio de 2010 y septiembre de 2011 en dos localidades: a) el municipio de San Francisco de los Romo, Aguascalientes, ubicado en el paralelo 22° 07' latitud norte y en el meridiano 102° 07' longitud oeste. Cuenta con un clima semiseco con una temperatura media anual de 17.4 °C y una precipitación pluvial media de 526 mm; b) el municipio de Chignahuapan, Puebla, localizado en el paralelo 19° 32' 42'' latitud norte y el meridiano 97° 57' 18'' longitud oeste. Este municipio cuenta con un clima templado subhúmedo semifrío, con lluvias en verano y parte del otoño, una temperatura media anual de 12 °C y precipitación media anual de 950 mm²⁴.

Caracterización del material biológico utilizado

El número total de colonias empleadas en este trabajo fue de 85 y se encontraban alojadas en colmenas tipo Langstroth. Se evaluaron los efectos de muestreo aleatorio y empírico, en el cambio en la proporción de colonias africanizadas y europeas en cada apiario a través de un ciclo apícola en colonias donde sí y no se cambiaron reinas, y en colonias técnicamente bien manejadas (manejo integral) y mal manejadas (manejo limitado). Para la identificación de las colonias como europeas o africanizadas, se tomaron muestras de abejas adultas de cada una de las colonias para realizar un análisis morfométrico de la longitud del ala anterior (LAA), de acuerdo con la metodología FABIS (Fast Africanized Bee Identification System, por sus siglas en inglés) propuesta por Sylvester y Rinderer (1987)²⁵, que a continuación se describe.

Al término del ciclo apícola se realizó un muestreo a la población bajo manejo integral y uno más a la población con manejo limitado. Las abejas fueron tomadas del interior de la cada colmena y se colocaron el alcohol al 70% para su posterior procesamiento en el laboratorio. Esto se realizó abriendo cada una de las colmenas, se aplicaron en ese instante dos a tres expulsiones de humo, se retiraron la tapa exterior y un bastidor del centro del nido de cría y se tomó la una muestra aleatoria de las abejas adultas que ahí se encontraban; esto se realizó pegando el borde de un frasco a la superficie inferior del bastidor inclinado y con un movimiento firme pero suave, se barrían a las abejas al interior. Cada frasco

que contenía abejas fue debidamente identificado con el nombre del apicultor, nombre del apiario, número de colmena, la fecha de colecta y el grupo experimental al cual pertenecía (manejo integral o manejo limitado).

El análisis consistió en la disección y preparación del ala anterior de 12 abejas (la técnica marca 10, pero por seguridad, se prepararon dos más) (Fig. 2) que fueron montadas entre dos cubreobjetos del No. 1 de 22 mm. X 40 mm., a las cuales se les unían los extremos con cinta transparente, de tal modo que las alas quedaran firmemente sujetadas. Posteriormente, se colocó cada preparación en monturas de plástico para diapositiva (Fig. 3). Para medir las alas, se calibró el proyector de diapositivas mediante el uso de un micrómetro ocular (una escala de 1 cm dividida en cien partes), y con la ayuda de una regla de plástico transparente de 50 cm se ajustó el enfoque del aparato de tal modo que la escala proyectada del micrómetro tuviera una medida exacta de 25 cm sobre una superficie blanca y lisa (Fig. 4). Después, se proyectaron las alas sobre la pared y se midió en centímetros, siguiendo la metodología propuesta (Fig. 5). El número total de mediciones fue de 1,400, correspondientes a las abejas de 144 muestras. El resultado del método FABIS 1 fue tomado en cuenta como una probabilidad del 90% a pertenecer a un genotipo. Esto es, si la media es < 9.01 mm la muestra tiene un 90% de probabilidad de pertenecer al genotipo africanizado; en contraste si la media es > 9.11 mm, se tiene la probabilidad del 90 % de pertenecer al genotipo europeo. Sin embargo, para valores intermedios no existe clasificación, puesto que el método no puede discriminar dichos valores, y a esas muestras se les denominaron como no clasificadas.

Establecimiento de las colonias experimentales

En el municipio de San Francisco de los Romo, Aguascalientes, por espacio de tres meses, de julio a septiembre de 2010, se prepararon 85 colonias de una población denominada inicial que comenzaron con tres panales con cría operculada, dos panales con reservas de alimento y aproximadamente 3.5 kg de abejas obreras, las cuales fueron desarrolladas hasta completar nueve bastidores mediante manejo integral compuesto por homologación de poblaciones, revisión periódica, cambio de reinas (cuyo origen se explicará en el apartado cambio de reinas), alimentación con suplementación proteica, cambio de panales viejos, control de enfermedades y enjambrazón. Al término de los tres meses, se practicó un

muestreo de abejas adultas y se realizó un análisis FABIS 1 para conocer la proporción de colonias de origen europeo, africanizado y no clasificado de la población inicial.

Posteriormente, en octubre de 2010, se practicó una separación aleatoria de 39 colonias, para ser trabajadas bajo manejo integral y de las 46 restantes otras 20 colmenas fueron separadas bajo criterio empírico por parte del productor y fueron trasladadas al estado de Puebla, en el municipio de Chignahuapan, para recibir manejo limitado en lo que respecta a revisión periódica, alimentación, cambio de reinas, cambio de panales y sanidad (medicación contra loque americana y europea y varroasis). Al cabo de un año, se volvieron a muestrear los apiarios: 39 de Aguascalientes y las 20 de Puebla; dichas muestras fueron nuevamente analizadas mediante el método FABIS 1.

Se fijó la utilización de dos diferentes tipos de manejo para poder generar alguna evidencia de que el tipo de manejo (integral o limitado) en las colonias, influye sobre el fenotipo de la población, propiciando la introgresión de los genes africanizados o europeos en las poblaciones de abejas.

Colonias de abejas con manejo integral

Homologación de poblaciones. Se estandarizó el tamaño de las colonias para un crecimiento óptimo de las poblaciones, y para que se mantuvieran según la época del ciclo apícola, con una población moderada en temporadas de invierno y secas, y en el momento de la preparación para la floración, tuvieran una población considerablemente fuerte. De las colonias más fuertes, se sustrajeron panales con cría operculada con abejas, los cuales fueron introducidos en las colonias más débiles. Los panales sustraídos fueron reemplazados por bastidores con una hoja de cera estampada, para que las abejas construyeran celdas en ellas y las incorporaran a la dinámica de crecimiento poblacional.

Revisión periódica. Las colonias se revisaron cada 14 días, se homologaron las poblaciones, se alimentaron, se introdujo una reina nueva en las colonias huérfanas, así como a las que tenían reinas viejas o defectuosas y a las colonias más defensivas. A las reinas se les evaluó la capacidad de postura; a las colonias su fortaleza y el estado sanitario. Al final de cada revisión se tomó nota acerca del número de reinas introducidas, colonias

enfermas y huérfanas. En la hoja de registro (Fig. 1), se anotó el estatus del apiario, incluyendo el número de colmenas y los bastidores dentro de ellas así como el número de alzas instaladas. Esta información fue de utilidad para realizar la programación de actividades y equipos a emplear, en la siguiente revisión.

Cambio de reinas. Esta actividad se realizó desde el inicio del trabajo en todas las colonias y, posteriormente, en las colonias con manejo integral que presentaran fallas en la postura, muerte o pérdida de la reina, hecho evidente por la presencia de celdas reales de reemplazo o emergencia durante la revisión. En total se reemplazaron o introdujeron 51 reinas nuevas. La reina nueva fue introducida en la colonia, a la cual se le preparó retirándole la reina existente, destruyendo celdas reales presentes y eliminando y renovando abejas obreras viejas por jóvenes; así mismo, se introdujeron panales con cría operculada en aquellas colonias que lo requirieron. La reina joven fecundada estaba alojada en una jaula Benton y acompañada por obreras jóvenes. Para introducirla se le retiraban las obreras y se quitaba el tapón de corcho del candi (azúcar pulverizada y jarabe de fructuosa); la jaula se colocaba al centro del nido entre dos panales de cría operculada y con la malla de alambre hacia arriba; a los dos días se removía el candi casi en su totalidad para que las obreras liberaran a la nueva reina. Las abejas reinas utilizadas en este trabajo eran hijas de reinas importadas de origen europeo, de las razas carniola (*Apis mellifera carnica*), caucásica (*Apis mellifera caucasica*) e italiana (*Apis mellifera ligustica*), que el apicultor adquirió en eventos de difusión técnica (Seminarios Americanos de Apicultura y Congresos apícolas) donde apicultores de Estados Unidos vendieron abejas reinas comerciales y éstas a su vez fueron utilizadas como pie de cría para producir reinas comerciales de libre fecundación.

Alimentación. Las colonias fueron alimentadas cada 14 días con una solución de azúcar y agua en proporciones de 2:1 y 1:1, en cantidades de 3-4 litros, dependiendo del desarrollo de la colonia y la temporada de año. Ésta se ofreció en alimentadores internos para evitar el pillaje. Así mismo se proporcionó una alimentación proteica a base de harina de soya, polen y azúcar en 3:1:4, partes respectivamente, a la cual se le adicionaron dos partes más de agua para hacer una pasta. A cada colonia se le dosificaron 250 g que se colocaron sobre los cabezales de los bastidores de la cámara de cría. La alimentación tuvo dos funciones

principales: 1) el mantenimiento y 2) la estimulación del crecimiento poblacional; la primera, de mantenimiento, se otorgó sobre todo en los meses de año donde no hubo alimento natural (mayo a agosto) con una composición de azúcar y agua de 2:1, cuyo objetivo era el consumo lento por parte de la colonia. La segunda de estimulación, con una composición azúcar y agua de 1:1, cuyo objetivo fue la rápida utilización por parte de la colonia para obtener un crecimiento rápido y se aplicó nueve semanas antes del inicio de la floración para que se desarrollaran colonias fuertes (con muchas abejas) para que participaran exitosamente en la colecta de néctar que posteriormente se transformaría en miel.

Cambio de panales viejos. El reemplazo de panales viejos, rotos o en mal estado es una actividad que se realizó en casi la totalidad de las colmenas, substituyéndose al menos dos panales por colonia por bastidores alambrados con cera estampada. Esta actividad se llevó a cabo para evitar el desarrollo de obreras de tamaño inferior al normal y para prevenir riesgos sanitarios²⁶.

Control de enfermedades. En las colonias manejo integral se realizó un control correctivo de las enfermedades de la cría como la loque americana y europea, comunes en los apiarios del país. A las colonias que presentaron signos de enfermedad como fueron olor desagradable, opérculos hundidos o perforados con cambios de coloración y larvas con cambio de color de blanco perlado a azulado o negro, se les aplicó un tratamiento de terramicina, de acuerdo con las indicaciones del laboratorio* (sobre de 200 g mezclado con 400 g de azúcar pulverizada y se espolvorearon 20 g de la mezcla sobre los cabezales una vez por semana por cuatro semanas). Para el control de la varroasis se emplearon tiras de flumetrina de acuerdo con lo recomendado por el fabricante**. Todo tratamiento químico se retiró 12 semanas previas al inicio de la floración para evitar la contaminación de la miel.

Control de enjambrazón. Como medida de manejo integral de las colonias, seis semanas antes del inicio de la floración, se revisaron los nidos y se destruyeron las celdas reales en caso de encontrarlas. Asimismo se aumentó el espacio de las colmenas, colocando alzas o sustrayendo panales del nido de cría e introduciendo cera estampada, con el propósito de aminorar o controlar la enjambrazón.

* Pfizer-Oxitetraciclina, uso veterinario.

**Laboratorios Bayer- Bayvarol ®.

Descripción del manejo limitado de las colonias

Estas colonias de abejas (n=20) recibieron muy poco manejo, siendo la revisión periódica cada 18 días. No se introdujeron reinas nuevas para reemplazar las reinas viejas y/o de mala calidad. Cuando se encontraron colonias huérfanas, se les introdujo un bastidor con cría abierta, para que la colonia formara su propia reina. Se alimentó escasamente con dos litros de jarabe de azúcar, no se controló la enjambrazón, asimismo tampoco se cambiaron panales viejos por nuevos ni se introdujo cera estampada. No se trataron enfermedades tanto bacterianas como parasitarias. Durante la revisión sólo se anotó el número de bastidores con abejas y cría por colmena, si estaba huérfana y se le había introducido un bastidor con cría abierta.

Evaluación del efecto del manejo en las proporciones fenotípicas

Para medir el cambio de las proporciones genotípicas de las colonias sujetas a selección aleatoria y empírica, manejo integral y limitado a través de la introgresión de genes africanizados en las poblaciones europeas y viceversa, así como para contrastar las diferencias en las proporciones que se suscitan al cambiar o no las reinas, se empleó la identificación morfométrica por medio del método FABIS 1, anteriormente descrito.

Análisis estadístico

Tanto de la población inicial (n=85), como las muestras n=39 y n=20 antes del después de ser sujetas al manejo integral y limitado, respectivamente, se obtuvieron los estimadores de tamaño de muestra (n), media (μ) y desviación estándar (σ), así como el coeficiente de variación (CV), el error estándar (EE), el intervalo de confianza (IC), el límite superior de confianza (LSC) y límite inferior de confianza (LIC). Se realizaron pruebas de Ji-Cuadrada ($\chi^2_{2 \alpha=0.05}$)²⁷ para estimar si el método de selección con bases empíricas es aleatorio o los criterios del apicultor produjeron un sesgo. Así mismo, también se contrastó la población inicial con la población después de un año con manejo integral (MI); se compararon la población enviada a Puebla antes y después de ser sometida a manejo limitado y las colonias de Aguascalientes (MI) con cambio y sin cambio de reinas.

3.0 RESULTADOS

Los estimadores de las poblaciones inicial (n=85), de la muestra ubicada en Aguascalientes antes de ser sometida a manejo integral (Ags0 n=39), de la muestra enviada a Puebla antes de ser sometida a manejo limitado (Pue0 n=20), de la muestra ubicada en Aguascalientes posterior al MI (Ags1 n=39) y de la muestra ubicada en Puebla posterior al ML (Pue1 n=20), se presentan en el Cuadro 1.

La descripción del número de colonias y frecuencias, resultado del análisis morfométrico para la longitud del ala anterior (LAA) en las abejas correspondientes a la población inicial n=85 después de tres meses de homologación de colonias, la muestra Ags0 n=39 antes de ser sujeta a manejo integral y muestra Pue0 n=20 antes de ser sujeta a manejo limitado y las poblaciones que recibieron manejo integral (Ags1 n=39) y limitado (Pue1 n=20) después de un ciclo apícola, se encuentran en el Cuadro 2.

En el Cuadro 3 se disponen los datos de las colmenas alojadas en Aguascalientes con manejo integral, donde se indica si se hizo o no el cambio de reinas.

Por medio de una prueba de χ^2 se determinó que la muestra de tamaño Ags0 (n=39) no tenía diferencias significativas ($P > 0.05$; $\chi^2_2 = 1.0772$) con respecto a la población inicial (n=85) en las proporciones de cada fenotipo (Fig.6). En contraste, y por efecto de muestreo empírico y que el tamaño de muestra enviada a Puebla fue muy pequeño (n=20) hubo una diferencia significativa ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 48.5879$) en las proporciones de cada fenotipo con respecto a la población inicial restante al muestreo aleatorio (n=46) (Fig. 7). Se determinó que esta muestra no es válida para ser comparada con respecto a la población inicial, pero sí para hacer la comparación consigo misma, antes y después de ser llevada a Puebla, después de haber sido sometida a un ciclo apícola con manejo limitado.

Al analizar las diferencias entre las proporciones fenotípicas de la población inicial (n=85) y la muestra n=39 después de ser sujeta a manejo integral por medio de la χ^2 se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 20.8334$) después del ciclo apícola (Fig. 8). Por otro lado, como la muestra n=20 enviada a Puebla y separada por métodos empíricos probó ser diferente de la población inicial se procedió a hacer la comparación de la misma muestra antes y después del manejo limitado, encontrándose diferencias significativas ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 49.0237$) (Fig. 9). Al realizar la comparación en 28 colonias con MI, donde se hizo cambio

de reinas, se observó diferencia significativa ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 89.0519$), antes y después del MI (Fig. 10).

Finalmente se hizo la comparación de las 11 colonias no clasificadas por FABIS 1 y que no fueron sujetas a cambio de reinas por criterio del apicultor antes y después del MI encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$; $\chi^2_1 = 37.5$) (Fig. 11) .

4.0 DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio señalan que en el apiario que recibió un manejo limitado y sin cambio de reinas, se elevó la proporción de colonias africanizadas en un 35% en comparación con ella misma en la etapa inicial. Anteriores estudios han demostraron que el proceso de africanización se debe a que en las zonas africanizadas los apareamientos entre las reinas y los zánganos favorecen a los que son de origen africanizado^{15,28}. Asimismo demostraron que el proceso de africanización puede ser revertido si se reemplazan a las reinas africanizadas por reinas de origen europeo, y encontraron que una característica que es afectada por este fenómeno es la longitud del ala anterior de las abejas, presentándose una mayor probabilidad de que las abejas pertenezcan a un patrón africanizado cuando la longitud del ala es menor a 9.01 mm y ésta se incrementa cuando se realiza el cambio de reinas, lográndose longitudes de ala superiores a 9.11 mm²⁸. Sin embargo, y de acuerdo con Guzmán y Page (1999)²⁸, aun en la porción de colonias que estuvo bajo manejo integral pero que no se tuvo reemplazo de reinas se observó un incremento significativo de colonias africanizadas, ($P < 0.05$; $\chi^2_1 = 37.5$), y en aquellas colonias a las cuales se les reemplazó la reina se incrementó la proporción de colonias europeas y se observó una disminución muy significativa ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 89.0519$) en el número de colonias africanizadas. Estudios realizados en México²⁹ demuestran que la longitud del ala y la defensividad de las colonias tienen una correlación negativa ($r = -51$), por ello en los apiarios con manejo limitado se espera que los problemas asociados a la africanización se acentúen. Todo parece indicar que el cambio de las proporciones de colonias africanizadas y europeas en los apiarios con manejo integral y con manejo limitado se debió al reemplazo de reinas, debido a que en el apiario con manejo integral se disminuyó la proporción de colonias africanizadas y se incrementó la de europeas. Sin embargo, para la muestra que quedó con manejo limitado existen otros factores que pueden estar afectando el incremento de la proporción africanizada, como sería la densidad de enjambres silvestres en la zona africanizada, el debilitamiento de las colonias y la propensión a ser usurpadas por enjambres africanizados, así como el reemplazo natural de las reinas que da origen a que emerjan reinas vírgenes que se aparean en zonas africanizadas. Aunque no se cuantificó la densidad de enjambres africanizados por km², esto sin duda influye en el proceso de africanización de las

colonias³⁰⁻³², incluso se ha demostrado que el control de enjambres africanizados en una región es una estrategia que posibilita la disminución de colonias africanizadas en los apiarios³³. En este caso es notable cómo en la población establecida en Puebla con manejo limitado, el cambio fenotípico en el transcurso de un año es claramente manifiesto, tal y como lo reportan Fierro *et al* (1987)³⁴, en un estudio hecho en Chiapas cuando la abeja africanizada apenas tenía un año de haber entrado a territorio nacional. La evidencia muestra que un año después de hallarse los primeros enjambres, el análisis morfométrico del 73% (n=394) de colonias comerciales, determinó que ya había africanización.

La falta de reinas de buena calidad o de ascendencia materna europea contribuye al proceso de africanización. La gran mayoría de los criadores de abejas reinas no someten a sus ejemplares de pie de cría a pruebas rigurosas de medición objetiva y análisis matemáticos válidos, sino que su selección se basa en la experiencia y en la observación empírica. Si bien esto pudo contribuir a aminorar el problema de africanización en este estudio, no es del todo efectivo, puesto que todavía se observa africanización (20.51%) y colonias sin clasificación (35.89%), debido a que no existe un método científico aplicado a la crianza de abejas basado en la cuantificación de caracteres, análisis e interpretación de datos. Esto explica que la cantidad de abejas reinas que se produce a nivel nacional es insuficiente y de mala calidad, tanto así que no logra solucionar la gran demanda que hay en México, pues solo se produce el 18% de la demanda potencial, lo cual significa un déficit de 1,400,000 reinas³.

Por esta razón, una alta proporción de colonias africanizadas está presente en los apiarios del país. En este trabajo, las colonias de la población inicial pertenecían a un productor tecnificado y especializado en la crianza de reinas, por lo que las colonias de Aguascalientes presentaron menor proporción de colonias africanizadas y mayor cantidad de europeas en contraposición del apiario que se trasladó a Puebla y al que no se realizó el cambio de reinas, lo cual respalda los estudios realizados en zonas africanizadas donde se realiza el cambio de reinas africanizadas por europeas^{28,35}.

Las ventajas competitivas de los zánganos africanizados en las áreas de congregación sobre los zánganos europeos también contribuye a un incremento en la población de colonias

africanizadas en los apiarios¹⁵. Por ejemplo, las colonias que recibieron un mal manejo, como la del Puebla, se debilitaron lo que las hizo vulnerables a la usurpación. También el pobre estado de las colonias posiblemente afectó la calidad de la reina, por lo que las reinas fueron reemplazadas y las nuevas reinas que emergieron, se aparearon de forma natural, y debido a la ventaja competitiva de los zánganos africanizados éstos tuvieron mayor éxito en los apareamientos, modificando la estructura genética de las poblaciones y por ello la proporción de colonias africanizadas en los apiarios^{16,35}.

5.0 CONCLUSIONES

1. El manejo integral de las colonias de abejas melíferas controla y disminuye el nivel de africanización, siendo el cambio de reinas el factor principal que contribuye a dicho efecto. En contraste, el manejo limitado de las colonias conduce al incremento de la africanización.
2. El manejo integral previene en alguna medida la evasión y usurpación de colmenas donde habitan colonias de origen materno europeo.
3. Es necesaria la capacitación de los productores apícolas para llevar a cabo una estrategia integral de manejo, enfocada a la producción de miel y al control de la africanización de las colonias.
4. La implementación de métodos bioestadísticos, que conlleve a la medición de características de interés, como en este caso el largo del ala anterior y el análisis e interpretación de dichos datos, es medular para dar como resultado información veraz y objetiva que haga posible un plan de mejoramiento genético en abejas, con el objeto de hacer más eficiente el manejo integral de las colonias, y con ello abatir de forma contundente la africanización.
5. La utilización de reinas certificadas como europeas reducirá la africanización. Es indispensable hacer conciencia en los productores de reinas que clasifiquen y garanticen sus reinas.
6. Es necesario iniciar un proyecto a gran escala para la producción de reinas certificadas a fin de cubrir la demanda nacional y hacer así un programa nacional de control de la africanización en México.

6.0 REFERENCIAS

1. URIBE-RUBIO JL. Manual de manejo integral de las colonias de las abejas (*Apis mellifera* L.) para incrementar la producción de miel. INIFAP-Grupo Fundación Produce Estado de México 2010.
2. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, Dirección General de Ganadería. México (DF): SAGARPA, 2000:26.
3. GUZMÁN-NOVOA E. Impacto de la africanización de las abejas en México. *Imagen Vet* 2004;4:22-25.
4. FALCONER DS, MACKAY TFC. Introducción a la genética cuantitativa. Ed Acribia. Zaragoza, España 2006.
5. AMBROSE JT. Management for honey production. In: DADANT AND SONS editors. *The Hive and the honey bee*. Hamilton, Ill. USA, 2000.
6. DELAPLANE KS. Primeras lecciones en apicultura. Dadant Publishing. 2007
7. JEAN-PROST P, LE-CONTE Y. Apicultura. 4ta. Edición. Mundiprensa. 2007
8. JAY SC. The essence of beekeeping. *Bee World* 1979;60:140-142.
9. TAYLOR OR, DELGADO A, BRIZUELA A. Rapid loss of European traits from feral neotropical African bee populations in Mexico. *Am Bee J* 1991;131:783.
10. GUZMÁN-NOVOA E, ESPINOSA-MONTAÑO LG, CORREA-BENÍTEZ A, GUZMÁN-NOVOA G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Vet Méx*, 2011;42(2):149-178
11. SCHMIDT JO, BUCHMANN SL. Other products of the hive. In: Dadant and Sons. *The hive and the honey bee*. Hamilton, Ill. USA, 2000.
12. MOFFETT JO, MAKI DL, ANDRE T, FIERRO MM. The Africanized bee in Chiapas, Mexico. *Am Bee J* 1987;127:517-520.
13. DANKA RG, HELLMICH RL II, RINDERER TE, COLLINS AM. Responses of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) to pollination management stress. *Anim Behav* 1987;80:621-624
14. GUZMÁN-NOVOA E, PAGE RE. Genetic dominance and worker interactions affect honey bee colony defense. *Behav Ecol* 1994;5:91-97.

15. SCHNEIDER SS, DEGRANDI-HOFFMAN G, SMITH DR. The African honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. *Ann Rev Entomol* 2004;49:351-376.
16. RINDERER TE, STELZER JA, OLDROYD BP, BUCO SM, RUBINK WL. Hybridization between European and Africanized honey bees in the Neotropical Yucatan Peninsula. *Science* 1991;253:309-311.
17. URIBE-RUBIO JL, GUZMÁN-NOVOA E, HUNT GJ, CORREA-BENÍTEZ A, ZOZAYA RJA. Efecto de la africanización sobre la producción de miel, comportamiento defensivo y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el Altiplano mexicano. *Vet Méx* 2003;34:47-59.
18. GUZMÁN-NOVOA E, URIBE-RUBIO JL. Honey production by European, Africanized and hybrid honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Mexico. *Am Bee J* 2004;144:318-320.
19. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN [base de datos en Internet]. Servicio de información estadística agroalimentaria (SIAP) [citado 2011]. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
20. TAYLOR OR. Displacement of European honey bee subspecies by an invading African subspecies in the Americas. In: HOOPINGARNER R, CONNOR L, editors. *Apiculture for the 21st Century*. Cheshire, CT:Wicwas Press, 1999:38-46.
21. HALL HG. Genetic and physiological studies of African and European honey bee hybridizations: past, present and into the 21st century. In: HOOPINGARNER R, CONNOR L, editors. *Apiculture for the 21st Century*. Cheshire, CT:Wicwas Press, 1999:52-59.
22. QUEZADA-EUAN JJG, PAXTON RJ. Rapid intergenerational changes in morphology and behaviour in colonies of Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) from tropical Yucatan, Mexico. *J Apic Res* 1999;38:93-104.
23. HOUGHTON MIFFLIN CO. The American Heritage ® Dictionary of the English language. USA 2000.
24. INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), página web: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=01>. 2011.
25. SYLVERSTER HA, RINDERER TE. Fast Africanized identification system (FABIS) manual. *Am Bee J*. 1987;127:511-516.
26. KILLION EE. The production of comb and bulk comb Honey. In: Dadant and Sons. *The Hive and the Honey Bee*. Hamilton, Ill. USA 2000

27. GREENWOOD, P.E., NIKULIN, M.S. A guide to chi-squared testing. Wiley, New York 1996.
28. GUZMÁN-NOVOA E, PAGE RE. Selective breeding of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in Africanized areas. J Econ Entomol 1999;92:521-525.
29. URIBE-RUBIO JL. Loci de efectos genéticos que afectan el comportamiento productivo y componentes del comportamiento defensivo de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) (Tesis de Maestría) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 2001.
30. KERR WE. Contribuição a ecogenetica da algumas especies de abelhas. Cienc Cult 1971;23:89-90.
31. ROUBIK DW. An overview of Africanized honey bee populations: reproduction, diet and competition. En: NEEDMAN GR, PAGE RE, DELFINADO-BAKER M, BOWMAN CE, editors Africanized honeybees and bee mites. Chichister, England. Ellis Horwood Ltd. 1988;45-54.
32. RATNIEKS FLW, PIERY MA, CUADRIELLO I. The natural nest and nest density of the Africanized honey bee (Hymenoptera, apidae) near Tapachula, Chiapas, Mexico. Can Entomol 1991;123:353-359.
33. CARON DM. Africanized honey bees in the Americas. AI Root Co. 2001.
34. FIERRO MM, BARRAZA A, MAKI DL, MOFFET JO. The effects of the first year of Africanization of honey bee populations in Chiapas, Mexico. Am Bee J 1987;127:845.
35. VARGAS-CAMPOY F. Transferencia de tecnología para el manejo integral de los apiarios en la Huasteca hidalguense. Revista Innovando Juntos. Fundación Hidalgo Produce A.C. editor. 2010;7(27):4-14.
36. HELLMICH RL II. Continuing commercial queen production after the arrival of Africanized honey bees. In: Spivak M, Fletcher DJC, Breed MD, editors. The "African" Honey Bee. Boulder Co:Westview, 1991:187-197.

7.0 CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Estimadores de las diferentes poblaciones.

Estimadores	Poblaciones				
	a	b	c	d	e
n	85	39	20	39	20
μ	9.0547 mm	9.0333 mm	9.1273mm	9.0923mm	9.0342mm
σ	± 0.1426 mm	± 0.1426 mm	± 0.1021 mm	± 0.0898 mm	± 0.1712 mm
C.V.	1.1894%	1.5794%	1.1189%	0.9876%	1.895%
E.E.	0.0116	0.02284	0.02283	0.0147	0.0382
I.C.	0.0227	0.04478	0.04476	0.0288	0.0748
L.S.C.	9.0774	9.0781	9.1721	9.1211	9.109
L.I.C.	9.032	8.9885	9.0826	9.0635	8.9594

a= Población Inicial.

b= Muestra de tamaño n=39 seleccionada aleatoriamente de la inicial antes de manejo integral.

c= Muestra de tamaño n=20 seleccionada empíricamente antes de ser enviada a Puebla y ser sujeta a manejo limitado.

d= Muestra de tamaño n=39 después de manejo integral.

e= Muestra de tamaño n=20 después de manejo limitado.

n= Número de muestra.

μ = Media muestral.

σ = Desviación estándar de la muestra

C.V.= Coeficiente de variación

E.E.= Error estándar.

I.C.= Intervalo de Confianza

L.S.C.= Límite superior de confianza.

L.I.C.= Límite inferior de confianza.

Cuadro 2. Número de colonias y frecuencias genotípicas resultantes del análisis morfométrico para la longitud del ala anterior (LAA).

Genotipo	Poblaciones				
	a	b	c	d	e
	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
Europea	24.7 (21)	20.51 (8)	60 (12)	43.59 (17)	35 (7)
Africanizada	36.47 (31)	38.46 (15)	15 (3)	20.51 (8)	50 (10)
No Clasificada	38.82 (33)	41.02 (16)	25 (5)	35.9 (14)	15 (3)

a= Población Inicial.

b= Muestra de tamaño n=39 seleccionada aleatoriamente de la inicial antes de manejo integral.

c= Muestra de tamaño n=20 seleccionada empíricamente antes de ser enviada a Puebla y ser sujeta a manejo limitado.

d= Muestra de tamaño n=39 después de manejo integral.

e= Muestra de tamaño n=20 después de manejo limitado.

Cuadro 3. Datos de las colmenas alojadas en Aguascalientes con manejo integral, con o sin cambio de reinas, así como sus frecuencias genotípicas.

Genotipo	a % (n)	b % (n)	c % (n)	d % (n)
Europea	28.57 (8)	60.71 (17)	0 (0)	0 (0)
Africanizada	53.57 (15)	17.85 (5)	100 (11)	72.72 (8)
No Clasificada	17.85 (5)	21.43 (6)	0 (0)	27.27 (3)

- a= Porción de la población sujeta a cambio de reinas antes de ser manejadas integralmente.
b= Porción de la población sujeta a cambio de reinas después de ser manejadas integralmente.
c= Porción de la población no sujeta a cambio de reinas antes de ser manejadas integralmente.
d= Porción de la población no sujeta a cambio de reinas después de ser manejadas integralmente.

Hoja de Registro de Campo

Apiarios La Providencia				Nombre del Apiario _____									
No. de colmenas _____			Fecha _____			Ubicación del apiario _____							
Colmena Número	Colmena			Cámara de cría						Enfermedad			
	C.C.	A.E.	E.R.	Pob.	#B	P.P.	Alim.	Pol.	Re.	Var.	Cal	Lo.	Tx.
1									H				Flu
2									RN				Oxi
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

Cada renglón corresponde a una colmena.

Leyendas: C.C.= Cámara de cría. A.E.= Alza encimada. E.R.= Excluidor de Reinas. Pob= Población. #B= Número de Bastidores. P.P.= Patrón de Postura. Alim= Alimento reservado. Pol.= Polen Reservado. Re.= Reina. H.= Huérfana. R.N.= Reina Nueva. Var.= Varroa. Cal= Cría de cal. Lo.= Loque. Tx=Tratamiento. Flu= Flumetrina. Oxi.= Oxitetraciclina.

Figura 1. Hoja del registro de campo.

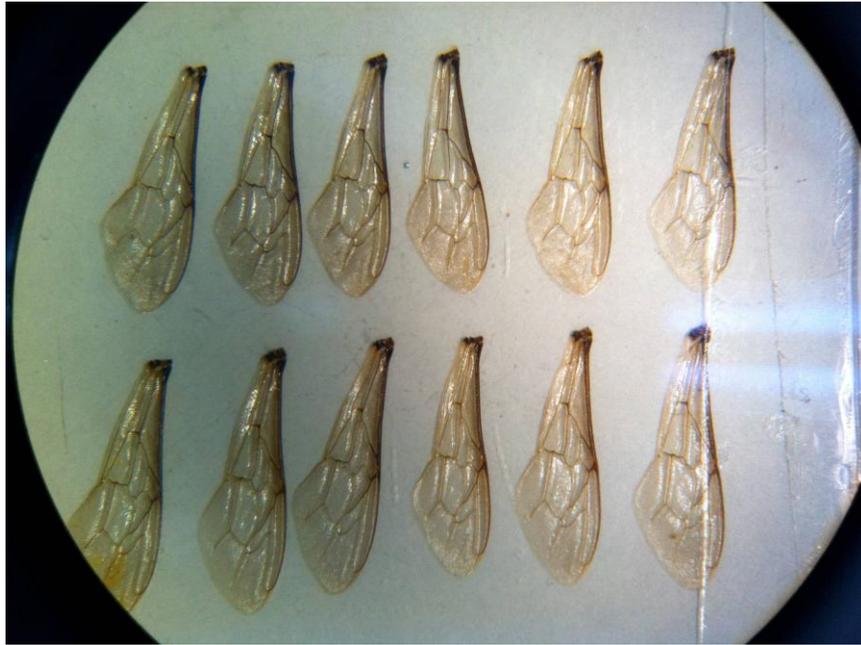


Figura 2. Preparación de doce alas anteriores de abejas obreras adultas, listas para ser medidas por la técnica FABIS 1.



Figura 3. Preparación de alas posteriores de abejas adultas en montura para diapositiva y en carrusel para proyección y medición mediante la técnica FABIS 1.

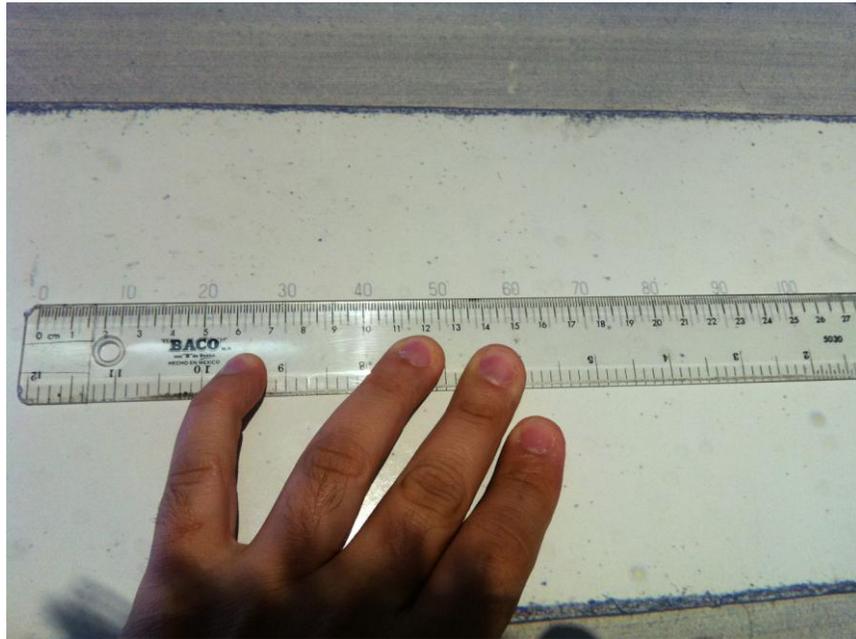


Figura 4. Calibración de imagen para la técnica FABIS 1, mediante la proyección de un micrómetro ocular y cuya escala coincide a 25 cm.



Figura 5. Medición de ala anterior en la técnica FABIS 1, mediante la proyección de alas anteriores de abejas adultas.

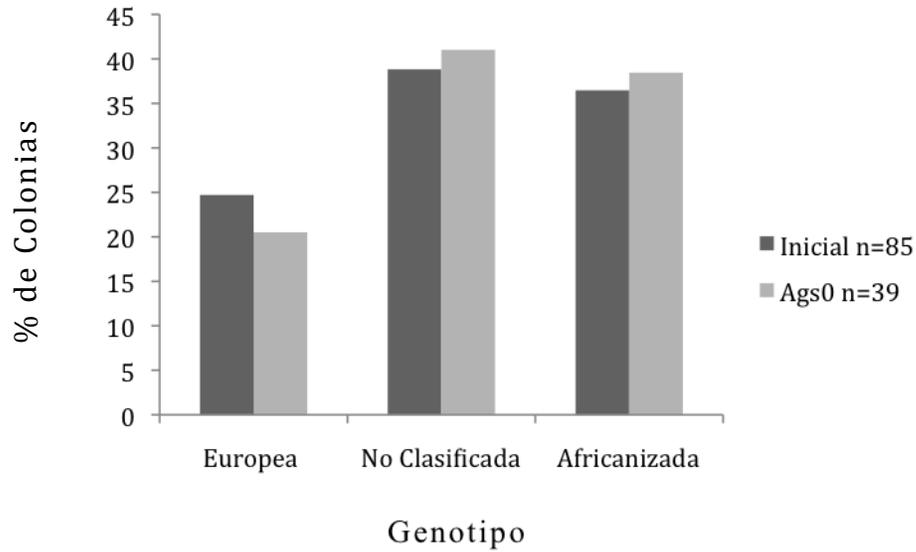


Figura 6. Comparación entre las proporciones fenotípicas de la población inicial n=85 con respecto a la muestra aleatoria Ags0 n=39, antes de ser sometida a manejo integral ($P > 0.05$; $\chi^2_2 = 1.0772$).

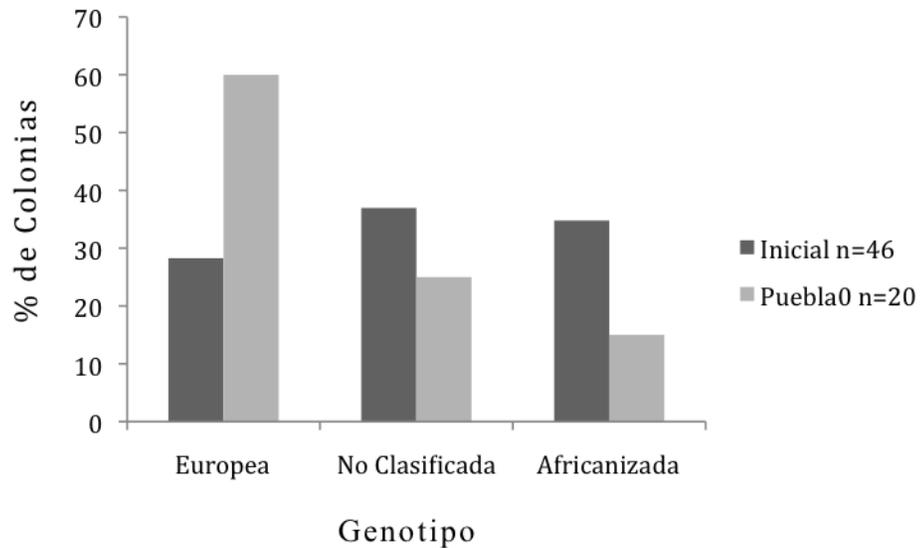


Figura 7. Comparación entre las proporciones de la población inicial después del muestreo aleatorio (n=46) con respecto a las proporciones de la muestra de Puebla (Pue0 n=20), antes de ser sometida a manejo limitado ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 48.5879$).

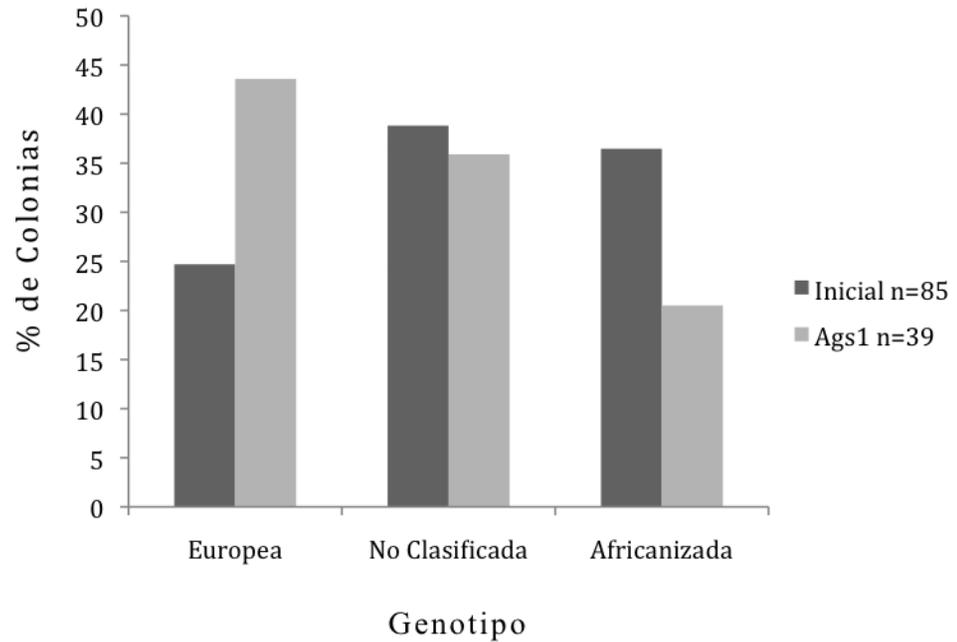


Figura 8. Comparación del cambio proporcional de los fenotipos entre la de población inicial (n=85) y la muestra que permaneció en Aguascalientes (n=39) después de ser sometida a manejo integral (Ags1) ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 20.8334$).

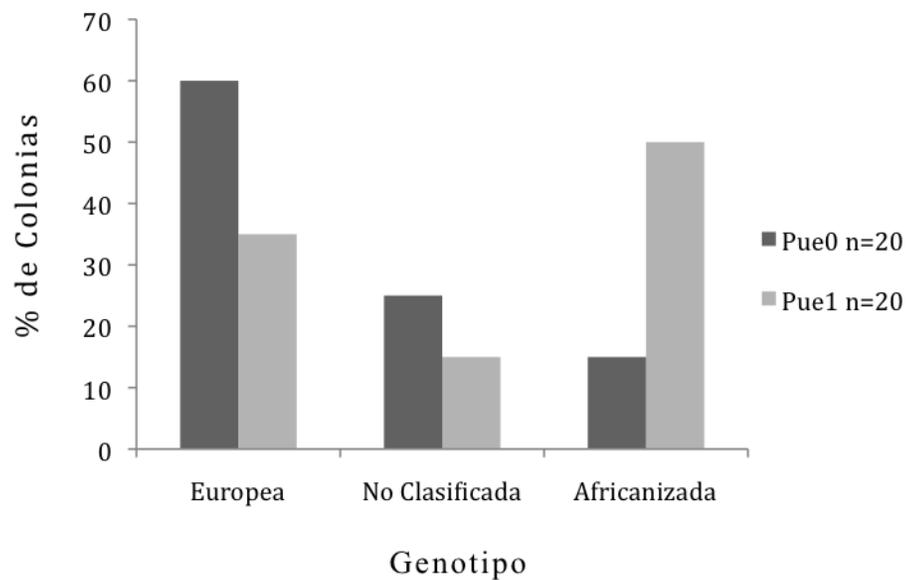


Figura 9. Comparación del cambio proporcional de la muestra n=20 consigo misma, antes (Pue0) y después de ser sometida a manejo limitado (Pue1) ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 49.0237$).

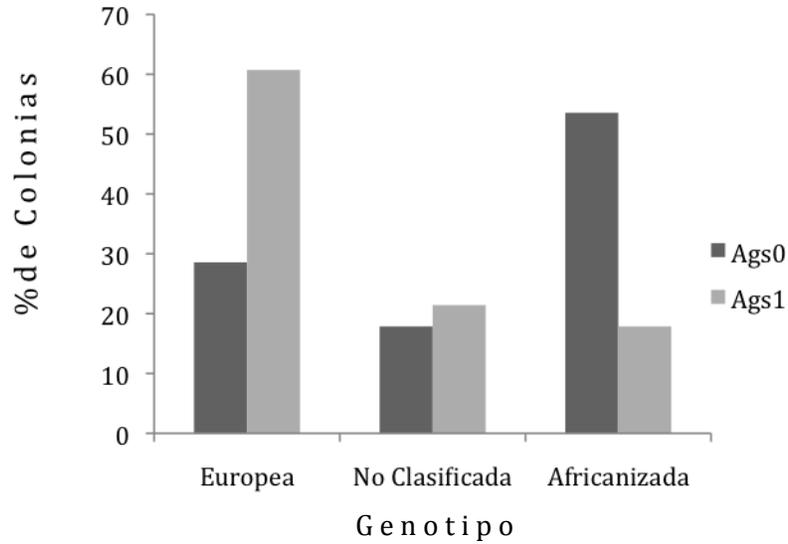


Figura 10. Comparación entre las colonias sometidas a cambio de reinas en la muestra de Aguascalientes antes de manejo integral (Ags0 n=28) y después de manejo integral (Ags1 n=28) ($P < 0.05$; $\chi^2_2 = 89.0519$).

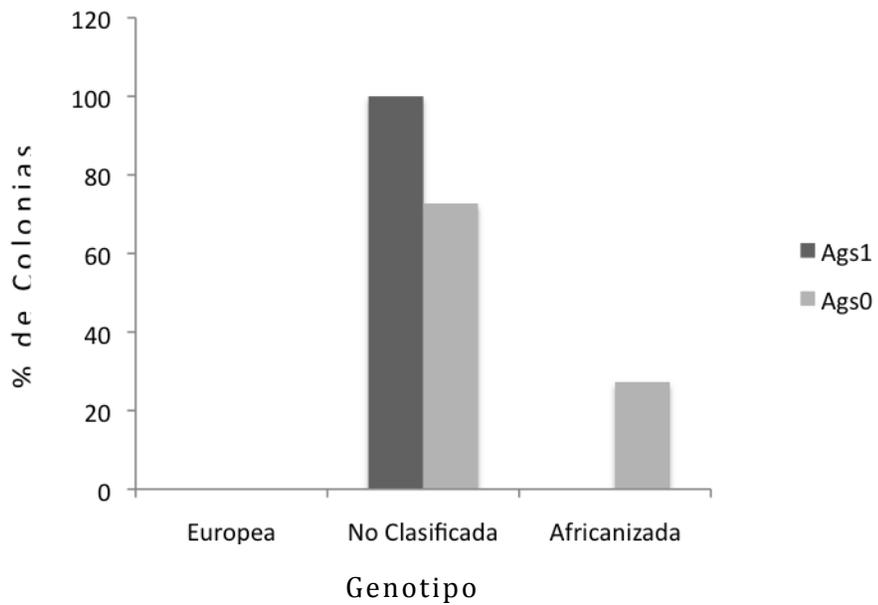


Figura 11. Comparación entre las colmenas No Clasificadas por FABIS 1 y que no se cambiaron reinas, antes (Ags0 n=11) y después (Ags1 n=11) de manejo integral ($P < 0.05$; $\chi^2_1 = 37.5$).