

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
COORDINACION DE POSGRADO.



DISTRIBUCION DE LA ABEJA AFRICANIZADA
(*Apis mellifera* L.) EN EL ESTADO DE JALISCO.

M.V.Z. FELIPE DE JESUS BECERRA GUZMAN

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

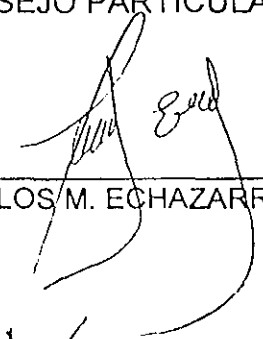
ZAPOPAN, JALISCO, JULIO DE 2000

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

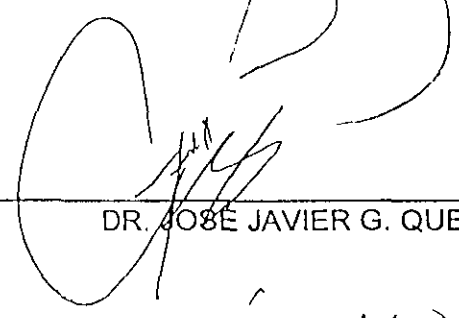
**MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE ÁREAS DE TEMPORAL.**

CONSEJO PARTICULAR

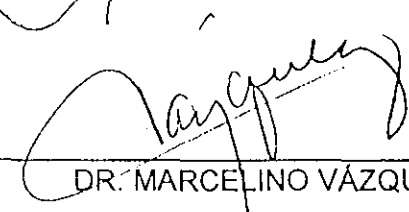
DIRECTOR:


DR. CARLOS M. ECHAZARRETA GONZÁLEZ.

ASESOR:


DR. JOSÉ JAVIER G. QUEZADA EUÁN.

ASESOR:


DR. MARCELINO VÁZQUEZ GARCÍA.

ZAPOPAN, JALISCO, JULIO 2000.

El presente trabajo se desarrollo como parte del proyecto de investigación *"Monitoreo Morfométrico de las Abejas, ante el Arribo de la Abeja Africana, en el Estado de Jalisco"* del Centro de Investigaciones Apícolas de la Facultad de Agronomía (1989 - 1994) y del proyecto de investigación *"Caracterización de la Apicultura: ii. Dispersión de la Abeja Africanizada en el Estado de Jalisco"* del Laboratorio de Investigaciones y Desarrollo Apícola del Centro Universitario de la Costa Sur (1995 - 1998), de la Universidad de Guadalajara.

DEDICATORIAS.

A Dios:

Por tantas cosas bellas: la vida, mi esposa, mis hijos, mis padres, mi trabajo, mis estudios, etc., así como la fuerza y alegría de cada día.

A ti Francis:

Compañera, amiga, mi amor, mi fortaleza, mi motivo de lucha de cada día, por tu estímulo, tus detalles, tu paciencia para lograr la meta, por ser como eres.

A mis hijos Luis Felipe y Omar Fernando:

Motivo de mi trabajo, ejemplo de alegrías, sonrisas e inocencia que siempre están alentándome, que me han enseñado a aprender.

A mis Padres y hermanas:

Por su apoyo, dedicación, experiencia y estímulo para seguir y llegar a la meta trazada.

A la familia Contreras Escareño:

Por que siempre nos apoyaron en este camino.

A mis amigos:

A todos los que contribuyeron en algo a logro de esta meta.

Diego Cabrera Cauich ⁽¹⁾ tu desaparición mello este trabajo.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con financiamiento de la Universidad de Guadalajara, de la partida para el Desarrollo de la Investigación Científica.

A la Universidad de Guadalajara, un espacio para mi desempeño profesional, por la oportunidad de estudiar y obtener este grado.

A Carlos Echazarreta González por la dirección en este trabajo, la motivación constante, y tu apoyo total en todo momento.

A Javier Quezada Euán por tu asesoría, los consejos y bibliografía proporcionada para el desarrollo del trabajo.

A Marcelino Vázquez García por su asesoría constante dentro de la tesis

A Fanny por su motivación para desarrollar y llegar a concluir.

A todos académicos de la División de Ciencias Agronómicas del CUCBA, en especial a los profesores del Posgrado de Manejo de Áreas de Temporal.

A todos los apicultores de Jalisco que participaron y aportaron muestras de abejas y por compartir sus experiencias en las salidas de campo.

A los amigos William May Itzá, Roberto Miranda Medrano, Eusebio Vicario Mejía, Humberto Moo Valle, Edith García Real, Luis Eugenio Rivera Cervantes, Ramón Cuevas Guzmán, Ana Parra, Max García, Adriana Nathal Vera por su apoyo, e insistencia a continuar y su amistad que me brindan.

A todos los compañeros del CUCSUR, que me apoyaron.

A todas las personas que colaboraron de una u otra forma en la realización del presente trabajo.

RESUMEN

Con la perspectiva de contribuir al conocimiento de la distribución y abundancia de la abeja africanizada (*Apis mellifera* L.) en el estado de Jalisco se realizó un estudio de 1989 a 1997 en colonias de abejas. El objetivo fue conocer la distribución de la abeja en el estado; la densidad de colonias africanizadas; la variación de los caracteres morfométricos medidos y las modificaciones de los caracteres entre grupos de abejas.

La abeja africana fue introducida a Brasil en 1956, un año después 26 enjambres escaparon accidentalmente, dispersándose por todo América. Llegó a México en 1986 por Chiapas y en febrero de 1990 al estado de Jalisco. La cruce con la abeja europea presente generó un híbrido denominado abeja africanizada. A simple vista no es posible diferenciar la abeja europea y la africanizada. Existen diversas técnicas para diferenciarlas. El método FABIS identifica una colonia de abejas por el largo del ala y fémur.

Se obtuvieron 1,894 muestras de colonias de abejas. Las colonias silvestres de abejas africanizadas avanzaron de sur a norte, el frente de dispersión se encontró del estado de Colima por la costa y de Michoacán por la ribera del lago de Chapala. En 3 años se observó una distribución de la africanización en todo el estado.

La frecuencia de colonias africanizadas aumentó de forma gradual cada año, inició con 19.23 % y alcanzó 82.69 % en 1997. Los primeros 3 años de africanización la densidad fue < 30 %, los siguientes años > 60 % de africanización. Al análisis por zonas la Central con 1,286 muestras y la Zapotlán con 608 colonias, en ambas la africanización aumentó de forma ascendente, en Zapotlán el aumento es discontinuo pero constante. No se observó una diferencia de africanización entre zonas atribuible a la cantidad de colmenas, la Central presenta 1.27 colm/km² y la Zapotlán cuenta con 5.79 colm/km².

En las colonias silvestres la africanización inician con una frecuencia > 50 %. En las colonias manejadas la africanización se reportó hasta 1991, presentó dos años < 14 % de africanización, al tercer año aumentó al 59.7 % y al cuarto año mostró similar africanización que las silvestres.

El largo de los caracteres morfométricos de las abejas antes del arribo de la abeja africanizada fue mayor que la media para abejas europeas de la técnica FABIS; y más grandes que el reportado por otros estudios. La media de los caracteres morfométricos disminuyó anualmente. Las colonias manejadas iniciaron con una media similar a la estatal, las silvestres su media inicial es más pequeña. Durante el estudio se observó en colonias manejadas presentaron una disminución mayor de los caracteres morfométricos que en las colonias silvestres.

Los caracteres morfométricos en la población europea presentó un rango más amplio de disminución de la media de la longitud del ala, que la africanizada. En las colonias manejadas la población europea disminuyó de forma más amplia y continua el promedio del largo del ala, y la población africanizada mantuvo la media. En las silvestres la longitud media europea y africanizada mostró una disminución mínima.

LISTA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
LISTA DE CONTENIDO.	ii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS USADAS.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Uso y manejo de las abejas.....	4
2.1.1. La apicultura en México.....	4
2.1.2. La apicultura en Jalisco.....	6
2.2. La abeja africanizada.....	7
2.2.1. Introducción de la abeja africana a América.....	7
2.2.1.1. Abeja africana ó abeja africanizada, definición.....	8
2.2.2. Características y adaptación de la abeja africanizada.....	8
2.2.2.1. Adaptación evolutiva de las abejas a su medio ambiente original.....	9
2.2.2.2. Diferencias en la biología de las abejas africanizadas y las abejas europeas.....	10
2.2.2.3. El proceso de la africanización.....	13
2.2.2.4. La hipótesis de un no-hibridismo en la africanización.....	15
2.2.3. Dispersión de la abeja africanizada.....	16
2.2.3.1. Dispersión de la abeja africanizada en América.....	16
2.2.3.2. Dispersión en México de la abeja africanizada.....	18
2.2.4. Efectos de la abeja africanizada.....	20
2.2.4.1. Efectos de la abeja africanizada en América.....	21
2.2.4.2. Efectos de la abeja africanizada en México.....	23
2.2.4.3. Efectos de la abeja africanizada en Jalisco.....	25
2.3. Métodos de identificación de la abeja africanizada.....	25
2.3.1. Estudios morfométricos realizados.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Descripción del área de estudio.....	29
3.1.1. Marco Geográfico de Jalisco.....	29
3.1.2. Superficie de Jalisco.....	29
3.1.3. Fisiografía de Jalisco.....	30
3.1.4. Hidrología de Jalisco.....	31

3.1.5. Suelos de Jalisco.....	31
3.1.6. Climas de Jalisco.....	32
3.1.7. Regiones apícolas de Jalisco.....	34
3.2. Zonificación para el muestreo.....	35
3.3. Colecta de muestras de abejas.....	37
3.3.1. Distribución geográfica del muestreo.....	37
3.3.2. Distribución del muestreo por tipo de colonia.....	37
3.4. Análisis morfométrico.....	38
3.4.1. Disección.....	38
3.4.1.1. Ala.....	38
3.4.1.2. Fémur.....	39
3.4.2. Montaje y medición.....	39
3.4.3. Despeje de fórmula.....	41
3.5. Manejo de datos.....	43
4. RESULTADOS.....	44
4.1. Distribución geográfica de la africanización en el estado de Jalisco.....	44
4.2. Desarrollo de la africanización en el estado de Jalisco.....	53
4.2.1. Desarrollo de la africanización en el estado.....	53
4.2.2. Desarrollo de la africanización por zonas de estudio en el estado de Jalisco.....	55
4.2.2.1. Desarrollo de la africanización en la zona Central.....	55
4.2.2.2. Desarrollo de la africanización en la zona Zapotlán.....	56
4.2.2.3. Africanización entre las dos zonas de estudio del estado.....	57
4.2.3. Desarrollo de la africanización por tipo de colonia en el estado de Jalisco.....	58
4.2.3.1. Desarrollo de la africanización en colonias manejadas....	58
4.2.3.2. Desarrollo de la africanización en colonias silvestres.....	59
4.2.3.3. Africanización comparada entre los dos tipos de colonia.....	60
4.2.3.4. Africanización de colonias manejadas entre las dos zonas.....	61
4.2.3.5. Africanización de colonias silvestres entre las dos zonas.	62
4.3. Variación de los caracteres morfométricos medidos en las abejas del estado de Jalisco.	63
4.3.1. Variación de los caracteres morfométricos de las abejas del estado de Jalisco.....	63
4.3.1.1. Largo de ala.....	63
4.3.1.2. Largo de fémur.....	63
4.3.1.3. Índice FABIS.....	63
4.3.2. Variación de los caracteres morfométricos de las abejas por zonas de estudio del estado de Jalisco.....	65
4.3.2.1. Largo de ala.....	65
4.3.2.2. Largo de fémur.....	65
4.3.2.3. Índice FABIS.....	65
4.3.2.4. Análisis de varianza de los caracteres morfométricos de las abejas entre zonas.....	67
4.3.2.5. Prueba de <i>t</i> a las medias de alas y fémures por zona.....	67
4.3.3. Variación de los caracteres morfométricos de las abejas por tipo de colonia del estado de Jalisco.....	68

4.3.3.1. Largo de ala.....	68
4.3.3.2. Largo de fémur.....	68
4.3.3.3. Índice FABIS.....	68
4.3.3.4. Análisis de varianza de los caracteres morfométricos de las abejas entre tipo de colonia.....	70
4.3.3.5. Prueba de <i>t</i> a las medias de alas y fémures por tipo de colonia.....	70
4.4. Modificación en los caracteres morfométricos en las poblaciones africanizadas y europeas.....	71
4.4.1. Cambios en los caracteres morfométricos en las poblaciones AAf y AE en el estado de Jalisco.....	71
4.4.1.1. Largo de ala.....	71
4.4.1.2. Largo de fémur.....	71
4.4.1.3. Índice FABIS.....	71
4.4.2. Cambios en los caracteres morfométricos en las poblaciones AAf y AE por zonas de estudio del estado.....	73
4.4.2.1. Cambios en el coeficiente FABIS en la zona Central.....	73
4.4.2.1.1. Largo de ala.....	73
4.4.2.1.2. Largo de fémur.....	73
4.4.2.1.3. Índice FABIS.....	73
4.4.2.2. Cambios en el coeficiente de FABIS en la zona Zapotlán.....	75
4.4.2.2.1. Largo de ala.....	75
4.4.2.2.2. Largo de fémur.....	75
4.4.2.2.3. Índice FABIS.....	75
4.4.3. Cambios en los caracteres morfométricos en las poblaciones AAf y AE por tipo de colonia del estado.....	77
4.4.3.1. Cambios en el coeficiente de FABIS de colonias manejadas.....	77
4.4.3.1.1. Largo de ala.....	77
4.4.3.1.2. Largo de fémur.....	77
4.4.3.1.3. Índice FABIS.....	77
4.4.3.2. Cambios en el coeficiente de FABIS de colonias silvestres.....	79
4.4.3.2.1. Largo de ala.....	79
4.4.3.2.2. Largo de fémur.....	79
4.4.3.2.3. Índice FABIS.....	79
5. DISCUSIÓN.....	81
5.1. Distribución geográfica de la africanización en el estado de Jalisco.....	82
5.2. Desarrollo de la africanización en el estado de Jalisco.....	85
5.2.1. Desarrollo de la africanización en el estado.....	85
5.2.2. Desarrollo de la africanización por zonas de estudio en el estado de Jalisco.....	89
5.2.2.1. Desarrollo de la africanización en la zona Central.....	89
5.2.2.2. Desarrollo de la africanización en la zona Zapotlán.....	90
5.2.2.3. Africanización entre las dos zonas de estudio del estado.....	90
5.2.3. Desarrollo de la africanización por tipo de colonia en el estado de Jalisco.....	91
5.2.3.1. Desarrollo de la africanización en colonias manejadas....	91
5.2.3.2. Desarrollo de la africanización en colonias silvestres.....	93
5.2.3.3. Africanización comparada entre los dos tipos de	

colonia.....	94
5.2.3.4. Africanización de colonias manejadas entre las dos zonas.....	94
5.2.3.5. Africanización de colonias silvestres entre las dos zonas.	96
5.3. Variación de los caracteres morfométricos medidos en las abejas del estado de Jalisco.....	97
5.3.1. Variación de los caracteres morfométricos de las abejas del estado de Jalisco.....	97
5.3.2. Variación de los caracteres morfométricos de las abejas por zonas de estudio del estado de Jalisco.....	100
5.3.3. Variación de los caracteres morfométricos de las abejas por tipo de colonia del estado de Jalisco.....	101
5.4. Modificaciones en los caracteres morfométricos en las poblaciones africanizadas y europeas.....	103
5.4.1. Cambios en los caracteres morfométricos en las poblaciones Aaf y AE en el estado de Jalisco.....	103
5.4.2. Cambios en los caracteres morfométricos en las poblaciones Aaf y AE por zonas de estudio del estado.....	104
5.4.3. Cambios en los caracteres morfométricos en las poblaciones Aaf y AE por tipo de colonia del estado.....	105
5.5. La apicultura de Jalisco y su perspectiva.....	108
6. CONCLUSIONES.....	109
7. RECOMENDACIONES.....	110
8. LITERATURA CITADA.....	111
9. ANEXOS.....	128



LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1. Grupos climáticos presentes en el estado de Jalisco.....	33
Cuadro 3.2. Número de muestras de abejas colectadas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997.....	37
Cuadro 3.3. Número de muestras de abejas colectadas clasificadas por colonias manejadas y colonias silvestres, en los años de 1989 a 1997, del estado de Jalisco.....	38
Cuadro 4.1. Frecuencia de abejas europeas y africanizadas en el estado de Jalisco de los años 1989 a 1997 por análisis morfométrico FABIS.....	53
Cuadro 4.2. Africanización en la zona Central del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.....	55
Cuadro 4.3. Africanización en la zona Zapotlán del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.....	56
Cuadro 4.4. Frecuencia de abejas europeas y africanizadas en colonias manejadas del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.....	58
Cuadro 4.5. Frecuencia de abejas europeas y africanizadas en colonias silvestres en el estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.....	59
Cuadro 4.6. Media de la longitud del ala anterior, longitud del fémur y del índice FABIS en las abejas del estado de Jalisco.....	64
Cuadro 4.7. Media de la longitud del ala anterior (mm), longitud del fémur (mm) y del índice FABIS en las abejas por zonas del estado de Jalisco.....	66
Cuadro 4.8. Resultados del ANDEVA para cada uno de los caracteres medidos entre las colonias de las zonas de estudio de estado de Jalisco.....	67
Cuadro 4.9. Media de la longitud del ala anterior (mm), longitud del fémur (mm) y del índice FABIS en las abejas por tipo de colonia del estado de Jalisco...	69
Cuadro 4.10. Resultados del ANDEVA para cada uno de los caracteres medidos entre tipo de colonia del estado de Jalisco.....	70
Cuadro 4.11. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones Aaf y AE, de las muestras del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.....	72
Cuadro 4.12. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones Aaf y AE, de las muestras de la zona Central del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.....	74
Cuadro 4.13. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones Aaf y AE, de las muestras de la zona Zapotlán del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.....	76
Cuadro 4.14. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones Aaf y AE, de las muestras por tipo de colonia manejada del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Dispersión de la abeja africanizada en el Continente Americano.....	17
Figura 2.2. Dispersión de la abeja africanizada en México.....	19
Figura 3.1. Ubicación geográfica de estado de Jalisco.....	30
Figura 3.2. Orografía e Hidrología del estado de Jalisco.....	32
Figura 3.3. Regiones apícolas en el estado de Jalisco, de acuerdo a SAGAR y porcentaje que representa del censo de colmenas.....	35
Figura 3.4. División del estado de Jalisco en las dos zonas de estudio.....	36
Figura 3.5. Ala anterior y puntos a medir la longitud del ala en el FABIS.....	41
Figura 3.6. Fémur posterior y puntos a medir la longitud de fémur en el FABIS.....	41
Figura 4.1. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1989 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	44
Figura 4.2. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1990 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	45
Figura 4.3. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1991 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	46
Figura 4.4. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1992 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	47
Figura 4.5. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1993 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	48
Figura 4.6. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1994 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	49
Figura 4.7. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1995 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	50
Figura 4.8. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1996 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	51
Figura 4.9. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1997 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).....	52
Figura 4.10. Africanización del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).....	54
Figura 4.11. Comparación de la africanización entre las dos zonas de estudio (Central y Zapotlán) del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).....	57
Figura 4.12. Comparación de la africanización entre los dos tipos de colonias (manejadas y silvestres) del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).....	60
Figura 4.13. Comparación de la africanización en colonias manejadas entre las dos zonas en estudio del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).....	61
Figura 4.14. Comparación de la africanización en colonias silvestres entre las dos zonas en estudio del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).....	62

Figura 4.15. Longitud media de las alas en las abejas colectadas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	64
Figura 4.16. Longitud media de las alas por las zonas de estudio, del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	66
Figura 4.17. Longitud media de las alas por tipo de colonias en que se colectaron las abejas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	69
Figura 4.18. Longitud anual del ala por categoría de resultado de FABIS, en las abejas colectadas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	72
Figura 4.19. Longitud anual del ala por categoría de resultado de FABIS, en las abejas colectadas en la zona Central del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	74
Figura 4.20. Longitud anual del ala por categoría de resultado de FABIS, en las abejas colectadas en la zona Zapotlán del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	76
Figura 4.21. Longitud anual del ala por categoría de resultado de FABIS, en las abejas colectadas en colonias manejadas del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	78
Figura 4.22. Longitud anual del ala por categoría de resultado de FABIS, en las abejas colectadas en colonias silvestres del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).....	80
Figura 9.1. Población de colmenas y producción de miel en el estado de Jalisco.....	133
Figura 9.2. Producción de miel y africanización en el estado de Jalisco.....	134

LISTA DE ABREVIATURAS USADAS

AA	Abeja africana (abeja originaria de Africa).
AAf	Abeja africanizada.
AE	Abeja europea (abeja originaria de Europa).
cm	Centímetro.
cm ²	Centímetro cuadrado.
colm/km ²	Colmenas por kilometro cuadrado.
FABIS	Sistema de identificación rápido de abejas africanizadas (del ingles: Fast Africanized Bee Identification System).
h	Hora.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (Gobierno Federal Mexicano).
kg	Kilogramo.
km	Kilometro.
km ²	Kilometro cuadrado.
l	Litro.
m	Metro.
ml	Mililitro.
msnm	Metros sobre el nivel del mar.
PNCAA	Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, (SAGAR, Gobierno Federal Mexicano).
s	Segundo.
ton	Tonelada.
SAGAR	Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, (Gobierno Federal Mexicano).
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, (Gobierno Federal Mexicano).
SPP	Secretaria de Programación y Presupuesto, (Gobierno Federal Mexicano).

1. INTRODUCCIÓN

Las abejas además de producir miel, son importantes en la naturaleza al realizar la polinización de muchos vegetales, colaborando en la preservación de los mismos. En los cultivos intensivos permite obtener incrementos tanto en calidad como en cantidad de frutos. Contribuyendo a la sustentabilidad de los ecosistemas y la producción agrícola.

A nivel mundial México es el quinto país productor de miel. Jalisco es el segundo estado en importancia apícola en el país. La apicultura como toda explotación pecuaria enfrenta diversos retos y problemas. En el país uno de los problemas más importantes es la africanización de sus apiarios.

La abeja africana fue introducida a Brasil en 1956, con el objeto de realizar un mejoramiento genético en las abejas (Kerr, 1967). Un año después por accidente escaparon algunos enjambres con sus respectivas reinas, los que se multiplicaron y cruzaron con las abejas ahí explotadas, proceso conocido como africanización. Dispersándose desde entonces a la fecha por casi toda América.

En las abejas africanizadas predominan las características de sus ancestros africanos, tales como alta defensividad, así como ser altamente enjambradoras y migratorias. Tales características han provocado que apicultores abandonen la actividad, así como bajas en la producción de miel. Lo que ha motivado diversos estudios sobre estas abejas.

Las diferencias morfológicas entre las abejas europeas y las abejas africanizadas no son perceptibles a simple vista, por lo que se han diseñado diversos métodos para su diferenciación. Uno de los más usados se basa en la medición de la longitud del ala anterior y del fémur posterior, conocido como FABIS (Sylvester y Rinderer, 1987).

En las regiones donde llega la abeja africanizada cada año aumenta el número de enjambres silvestres y las colonias europeas manejadas exhiben características africanizadas (Camazine y Morse, 1988; Quezada-Euán y Medina, 1998), con sus consecuentes efectos en la producción y en la sociedad, lo que no ha sido evaluado de forma integral generando opiniones diversas.

A pesar de ser de gran importancia la actividad apícola en México, sólo se ha realizado un estudio sistemático relacionado al proceso de africanización, en el estado de Yucatán (Echazarreta *et al.*, 1992; Echazarreta y Paxton, 1997; Paxton *et al.*, 1991; Quezada-Euán, 2000; Quezada-Euán y Hinsull, 1995; Quezada-Euán y May-Itzá 1996; Quezada-Euán y Medina, 1998 y Quezada-Euán *et al.*, 1996); se carece de un estudio integral del proceso de la africanización en Jalisco, los siguientes resultados son producto de un trabajo desarrollado y financiado por la Universidad de Guadalajara, por medio de proyectos de investigación.

En el presente estudio se postulan como hipótesis: i) la africanización de las abejas en el estado de Jalisco aumenta porcentualmente en forma constante anualmente; y ii) la media de la longitud del ala y del fémur es menor en cada año de estudio.

El presente trabajo busca generar información y planteamientos sobre la evolución de la africanización, así como sus posibles repercusiones en el estado de Jalisco, con el fin de presentar un panorama de la situación actual, sugerir acciones para su manejo y propiciar reflexiones e inferencias para el desarrollo de nuevos proyectos de investigación.

OBJETIVO GENERAL

Conocer la distribución de la abeja africanizada (*Apis mellifera* L.) en el estado de Jalisco en el periodo de 1989 a 1997.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar el porcentaje de africanización anual en el estado.
2. Estimar el porcentaje de africanización por zonas y tipo de colonia.
3. Determinar la variabilidad de los caracteres morfométricos medidos entre grupos de abejas.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. USO Y MANEJO DE LAS ABEJAS

La apicultura es la explotación racional de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) con el objeto de obtener un beneficio económico. Es una actividad de gran importancia a nivel mundial por la miel que produce, estimada en 1.1 millones de ton para 1995 (Morales, 1997). Aún más importante, es la polinización que las abejas realizan en los vegetales, que permite aumentar cosechas (p.ej. : calabaza, pepino, melón, sandía, manzana, etc.) y coadyuvar a la preservación de las especies vegetales (Meléndez, 1997).

Las abejas melíferas son insectos sociales que viven en grandes comunidades (aproximadamente 80,000 habitantes), en alojamientos naturales (huecos de arboles), o alojamientos proporcionados por el hombre (colmenas). Son muy útiles para el ser humano ya que generan diez productos susceptibles de ser explotados por el mismo, tales como la miel, el polen, la cera, la jalea real, los propóleos, el veneno, la producción de abejas reinas, la producción de núcleos, obtención de larvas de abeja para consumo humano, así como el arrendamiento de colmenas para la polinización de cultivos específicos (Carmona *et al.*, 1996).

2.1.1. LA APICULTURA EN MÉXICO

En el país antes de la llegada de los españoles no se contaba con la abeja melífera (Calkins, 1974). En algunas regiones se explotaban las abejas nativas de América, pertenecientes a la subfamilia Meliponinae, las cuales se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del país (Quezada-Euán y González-Acereto, 1994).

Los Mayas cultivaron desde antes de la llegada de los españoles a la abeja *Melipona beecheii* B. en la península de Yucatán y Centroamérica (Quezada-Euán y González-Acereto, 1994). Actualmente se continúa el manejo de esta abeja, así como otras especies en Yucatán (Echazarreta *et al.*, 1997), y en otras regiones como el Tacaná, Chiapas; Actopan, Veracruz y la Sierra Norte de Puebla, en donde los Nahuas y Totonacas explotan la *Scaptotrigona mexicana* G. (Medina y González, 1995).

Las primeras abejas melíferas (*A. mellifera*) las introdujeron los españoles, se estima que en 1760 arribaron por el puerto de Veracruz. De ahí se distribuyeron a todo el sur del Continente; pero las abejas de castilla o europeas no se introdujeron a la península de Yucatán, dado que los españoles cuidaron y conservaron la producción de miel y cera de meliponinos (Calkins, 1974).

Se estima que México produce el 7 % del total de la producción de miel de abeja en el mundo (Morales, 1997). Es el quinto país productor de miel superado por China, E.U.A., Ucrania y Argentina (Echazarreta *et al.*, 1997). Se ubica como el tercer país exportador de miel en el mundo después de Argentina y China (Apitec, 1998). Ingresan por este concepto en miel y cera, alrededor de 30 millones de dólares cada año. Por otra parte, se calcula que el valor de las colmenas, instalaciones y vehículos para la apicultura asciende a 100 millones de dólares (Morales, 1997).

México cuenta con 1'800,000 colmenas, manejadas por 40,000 apicultores (Cajero, 1999), con una producción promedio de 30 kg por colmena (SAGAR, 1998). Un 97 % de colmenas modernas, el resto son de tipo rústico (SAGAR, 1998). En 1998 se produjeron más de 54,000 ton de miel, exportándose 26,321 ton a países europeos y a Norteamérica (Cajero, 1999). La apicultura es el segundo renglón del sector agropecuario que genera divisas al país (Morales, 1997).

2.1.2. LA APICULTURA EN JALISCO

El estado de Jalisco tiene un censo de 237,669 colmenas, con una producción de 6,091 ton de miel (INEGI, 1999). Es considerado el 2° estado apícola ya que aporta el 12 % de la miel en el ámbito nacional (Bancomext, 1997), superado solo por Yucatán que produce el 17 % (Echazarreta *et al.*, 1997).

Por su superficie y ubicación geográfica, cuenta con una gran variedad de climas y microclimas que permiten el uso y aprovechamiento de las abejas. El 18 % de las colmenas son de productores comerciales, el 40.5 % de semi-comerciales, el 33.4 % de medianos y el 7.9 % de pequeños productores. Se estima existen 34,000 colmenas rústicas (SARH, 1990c).

La apicultura está en manos de 1,330 apicultores (SARH, 1990c). En su mayoría son campesinos y ejidatarios (81 %), similar a lo reportado a nivel nacional (Cajero, 1999); para ellos la producción de miel es un ingreso complementario a la actividad agropecuaria, como sucede en Yucatán (Echazarreta, 1999b).

En el desarrollo de la actividad se observa una falta de capacitación de los productores (Cajero, 1999), un mínimo aprovechamiento de los diversos productos que generan las abejas, sin un reporte específico, pero similar a Yucatán donde pocos producen jalea real (7 %) y polen (2 %) (Echazarreta, 1999a). Aunado a esto, la comercialización de la miel se realiza por medio de unos cuantos acaparadores del producto (Berrón, 1999), que transfieren pobres ganancias a los productores.

El mercado de la miel en un 80 % es la exportación, principalmente a Alemania; el resto se consume en la entidad y poco se vende al interior del país. Son las regiones del sur y centro del estado los lugares en donde se obtiene más de la mitad de la producción total estatal (SARH, 1990c).

2.2. LA ABEJA AFRICANIZADA

2.2.1. INTRODUCCIÓN DE LA ABEJA AFRICANA A AMERICA

La producción de miel en Brasil no era importante en la década de los 50's a pesar de contar con territorio, clima y flora favorables. Ante la poca adaptación de las abejas introducidas de Europa, principalmente *A. m. mellifera*, el gobierno favoreció la importación de abejas de Africa, con el fin de mejorar la industria (Goncalves *et al.* 1991).

En 1956 se importaron reinas de origen africano a Brasil (Camazine y Morse, 1988). Se realizaron varios viajes y envíos de reinas fecundadas, en suma se trasladaron 133 reinas del sur de Africa, de las cuales sobrevivieron 46 reinas (Kerr, 1967). Identificadas en un principio como abejas del género *A. m. adansonii*, después clasificada como *A. m. scutellata* (Ruttner, 1988).

El objetivo era realizar un programa de mejoramiento genético que eliminara ó minimizara las características indeseables de las abejas africanas (Gary *et al.*, 1985). Las colonias con las reinas importadas se mantuvieron con doble excluidor de reinas en la piquera; pero un apicultor visitante un año después los retiro y cuando se dieron cuenta de esto, 26 colonias habían escapado (Kerr, 1967).

A finales de los años cincuenta y durante los sesenta, se esperaba que los genes de las abejas escapadas se diluirían al cruzarse con la población existente, de ancestros europeos (Page, 1989); pero la naturaleza no ha seguido las expectativas humanas (Guzmán-Novoa, 1986).

Los genes africanos dominaron en las cruzas progresivas, predominando las características conductuales y fenotípicas de los ancestros africanos (Taylor, 1988). Cuando se presentaron problemas por su alta defensividad, de personas aguijoneadas y fallecimientos, el mundo les dio

importancia y el sensacionalismo las denominó como las 'abejas asesinas' (Camazine y Morse, 1988).

2.2.1.1. Abeja Africana ó Abeja Africanizada: Definición

A las abejas hijas producto del apareamiento de abejas africanas (AA) y las abejas europeas (AE) explotadas por los brasileños se le ha denominado con diversos términos, el más común y consensado es: abeja africanizada (AAf), término usado por primera vez por Goncalves (1974).

De aquí que el término 'abeja africanizada' se refiera a las abejas descendientes de la cruce anteriormente descrita, con diversos grados de hibridación y que presentan características de la población de AA y que se ha dispersado por Sudamérica, Centroamérica y Norteamérica (Echazarreta, 1993). Así se manejará este termino en el presente documento.

2.2.2. CARACTERÍSTICAS Y ADAPTACIÓN DE LA ABEJA AFRICANIZADA

Las AAf han suplantado el stock europeo (Gary *et al.*, 1985); después de 42 años estas abejas se encuentran en casi toda América, ocupando una área aproximada a unos 20 millones de kilómetros cuadrados (Rinderer *et al.*, 1993b). Se estiman unos 50 a 100 millones de enjambres en Latinoamérica (Winston, 1992).

La africanización ha sido posible por la conjunción de diversos factores, tales como: Aspectos biológicos evolutivos de las abejas; características medio ambientales de América; estrategias de adaptación de las AAf y la manipulación del hombre.

2.2.2.1. Adaptación evolutiva de las abejas a su medio ambiente original

Se tienen reconocidas 24 subespecies de *A. mellifera* con 3 orígenes Europa, Africa del sur y oeste Asiático (Ruttner, 1988). El proceso evolutivo de las subespecies las abejas conllevó a la adaptación al ecosistema que los rodea; estas características adaptativas a su medio ambiente revela los antecedentes de la africanización (Winston, 1987)

Las características de sus ecosistemas son muy diferentes: Europa posee un clima templado, con una abundancia de recursos florísticos predecibles y con una baja intensidad de predadores; en contraste Africa cuenta con un clima tropical, con una abundancia de recursos florísticos impredecibles y con una alta intensidad de predadores (Winston, 1992).

El clima y la abundancia de recursos van muy ligados, el clima templado presenta un ciclo de estaciones climáticas bien definidas, apoyadas por días más largos antes de la floración, que favorece el aumento de la población para coleccionar grandes cantidades de néctar para la invernada, por lo mismo las abejas buscan nidos más abrigados y forman grupos grandes de abejas para regular la temperatura; la cría de los zánganos se realiza en las épocas adecuadas para la sustitución de reinas y los apareamientos (Camazine y Morse, 1988; Paxton, 1993; Rinderer, 1988; Rinderer y Hellmich, 1991; Rinderer *et al.*, 1993b; Winston, 1987).

En contraste el clima tropical no tiene estaciones climáticas bien definidas, no hay una relación entre la longitud del día y la disponibilidad de alimento; no hay invierno, la floración depende de las lluvias, las que son impredecibles, esto genera flujos de néctar mas diluido y por periodos cortos por lo mismo las abejas migran fácilmente en busca de alimento, forman nidos pequeños, se anidan en cualquier recoveco o a la intemperie; los flujos de néctar los transforman en cría, no guardando abundantes reservas de miel



(Camazine y Morse, 1988; Paxton, 1993; Rinderer, 1988; Rinderer y Hellmich, 1991; Rinderer *et al.*, 1993b; Winston, 1987).

En el clima tropical de Africa muchas colonias de abejas son destruidas por predadores como las hormigas safari, el tejón mielero y el hombre. A diferencia de los habitantes europeos que cuidaron y reconstruyeron los nidos, el africano destruía y se retiraba después de obtener la miel; desarrollando las abejas tropicales mecanismos de defensa mediante un aguijoneo de respuesta rápida y en masa, el abandono del nido o la migración. En tanto, la abeja de clima templado ha tenido una evolución con pocos predadores, por lo que no desarrolló una respuesta de aguijoneo significativa (Camazine y Morse, 1988; Rinderer y Hellmich, 1991; Rinderer *et al.*, 1993b; Winston, 1987; 1992).

2.2.2.2. Diferencias en la biología de las abejas africanizadas y las abejas europeas

Por las características medio ambientales de sus sitios de origen, las abejas a lo largo de miles de años han desarrollado estrategias diferentes para perpetuar la especie (Rinderer y Hellmich, 1991; Seeley, 1985).

La AAf presenta un ciclo de vida más corto que la AE, el huevo eclosiona en 69.6 h en las AAf y en 73.3 h promedio en las AE (Harbo *et al.*, 1981). El tiempo de desarrollo de la cría de abejas obreras es de 18.5 días para las AAf y 21 días promedio para las AE (Winston, 1991), el tiempo de desarrollo de la reina es de 15 días para las AAf y de 16 días para las AE (Winston, 1992). Para los zánganos el tiempo de desarrollo larval es similar (Winston, 1991). Lo anterior permite un desarrollo más rápido de la colonia por unidad de espacio (Winston, 1991).

En la etapa de adulta la expectativa de vida de las AAf es menor viven

en promedio 12 a 18 días en el verano y las AE viven de 15 a 38 días (Winston, 1992); en el invierno de Sudamérica las AAF viven 22.7 días y las europeas 26.3 días (Winston, 1991).

La cantidad de huevos que ovoposita la reina AAF es mayor ya que presenta el doble de postura en un acumulado anual comparativamente con la reina AE (Otis, 1981); además las AAF utilizan el 80 % de las celdas de cera con cría y las AE usan generalmente el 65 % (Winston, 1991). La postura de huevos para zánganos es realizada durante casi todo el año por colonias de AAF y aun en nidos con población pequeña (Rinderer *et al.*, 1987a); en tanto que las colonias de AE solo crían machos en épocas propicias y en colonias fuertes (Echazarreta, 1993).

El flujo de néctar las colonias de AAF aprovechan para la reproducción de colonias, denominada enjambrazón, las AE forman 3.6 enjambres al año, en tanto las AAF producen de 6 a 12 enjambres (Otis, 1981). En una enjambrazón la colonia se divide, formando dos comunidades aptas para desarrollarse (Rinderer *et al.*, 1993b).

Además de la división por enjambres, las AAF presentan una alta tendencia al abandono del nido (Rinderer y Hellmich, 1991), en tanto las AE raramente abandonan su nido (Paxton, 1993). El abandono del nido se da para garantizar su sobrevivencia, se conocen dos tipos: migración y evasión (Winston, 1991).

La migración se da por falta de alimento, como una sequía prolongada, la colonia busca un área con floración que les proporcione alimento (Rinderer y Hellmich, 1991; Winston, 1991).

La evasión se realiza cuando la colonia es afectada por disturbios, como ataque de predadores, fuego, u otras causas que obligan a las abejas a huir, dejando cría y alimento (Rinderer y Hellmich, 1991; Winston, 1991).

La movilidad de colonias por enjambres reproductivos o migratorios es la base de la dispersión, se han detectado enjambres que ubican su nuevo nido a 100 km de distancia del nido origen (Paxton, 1993; Seeley, 1985).

Los requerimientos para los espacios para anidar, son diferentes entre los grupos de abejas, las AE buscan cavidades cerradas, amplias, buscan espacios de 20 a 80 l (Seeley, 1985) con un volumen promedio de 45 l y áreas de panal de 23,000 cm² (Winston, 1991), en tanto las AAf seleccionan un volumen en promedio de 22 l, con un área de panal de 8,000 a 11,000 cm² (Winston, 1991); además de no ser tan selectivas en cuanto a la cavidad, se introducen en espacios no cerrados, estrechos y en ocasiones ubican sus panales a la intemperie o en ramas de arboles (Camazine y Morse, 1988; Gary *et al.*, 1985; Winston, 1992). Siendo esto ventajoso para las AAf en los procesos de migración y dispersión (Camazine y Morse, 1988; Seeley, 1985).

En el acopio de alimentos la AAf son más eficientes que las AE, ya que las flores del trópico producen un néctar más diluido y las flores se localizan en mayor superficie; mientras que las zonas templadas las floraciones se tienen en grandes cantidades por unidad de superficie y presentan más cantidad de néctar, así como un mayor porcentaje de azúcares; por lo que las AE son más selectivas al néctar. Que les proporciona desventaja ante las AAf que colectan néctares más diluidos, cuando existe baja disponibilidad de néctar, cuando hay lluvia ligera, bajas temperaturas, con baja intensidad de la luz, en ocasiones por las noches, son más oportunistas (Gary *et al.*, 1985; Winston, 1987). Las AAf muestra un gran énfasis por el polen (Paxton, 1993); usan mayor diversidad florística y transportan mayor cantidad de polen por viaje (Rinderer, 1988).

Las AAf se han conocido más por su comportamiento defensivo, que por otra característica, estas abejas son extremadamente sensibles a la vibración, olores fuertes, movimientos y su respuesta es rápida con un gran

aguijoneo, protegen un área más amplia alrededor de su colonia y tardan más tiempo en tranquilizarse después de un disturbio (Gary *et al.*, 1985; Rinderer *et al.*, 1993b). Estudio sobre defensividad observa que las AAf inician el aguijoneo en un lapso de 1 – 5 s en tanto las AE en 10 s. En una bandera de piel se obtuvieron 10 aguijones de AE y 80 de AAf. Con pelotita de gamuza agitada por un minuto se reportan 26 aguijones en AAf por 0 de las AE (Winston, 1992).

2.2.2.3. El proceso de la africanización

La colonización de las AAf en América es quizá el evento biológico más grande de este siglo (Rinderer y Hellmich, 1991). ¿Cómo se ha dado este proceso a partir de 26 enjambres escapados? Cómo ésta población africana predominó en un área que tenía AE por más de 100 años, es un misterio (Page, 1989). A la fecha se han aclarado algunas cosas, pero queda mucho por investigar

Las AA se escapan del apiario experimental y se encontraron en un nuevo mundo con las mejores condiciones; clima tropical, recursos alimenticios en abundancia y bajo nivel de predadores, lo que permitió su rápido desarrollo (Rinderer *et al.*, 1993b).

Además de la propia importación de las abejas, la manipulación del hombre coadyuvó más a la expansión de la africanización en Brasil, posterior al escape de los enjambres se realizó un programa para multiplicar a las reinas AA que permanecieron; cientos de abejas reinas hijas se repartieron entre los apicultores del sur de Brasil (Spivak *et al.*, 1991). La progenie de esas reinas contribuyeron a la dispersión de la AAf (Rinderer *et al.*, 1993b). Para 1963 se estima híbrida el 70 % de las colonias del estado de Sao Paulo (Nogueira-Neto, 1964).

Los híbridos africanizados repitieron las estrategias de sus progenitores, lo que les ha permitido predominar sobre las AE existentes. Además que han existido múltiples factores que les han favorecido (Rinderer, 1988).

La abundancia de recursos alimenticios y el clima contribuyeron a un crecimiento acelerado de los nidos, esto propició un mayor número de enjambres, la alta densidad de nidos generó más nidos, un enjambre es factible que dé origen a 60 nuevos enjambres en el lapso de un año, entre colonias hijas y colonias hijas de las hijas (Winston, 1987). Una colonia fuerte puede generar en el mismo periodo 2 o más enjambres después de salir el enjambre primario (Otis, 1981), por lo que en poco tiempo saturaron áreas. Se reportan hasta 108 enjambres por km² (Camazine y Morse, 1988).

Las AAF invierten la mayor parte del alimento en energía para desarrollar cría, incluida la formación de zánganos y reinas (Rinderer *et al.*, 1985; Hellmich *et al.*, 1991), lo que fomentó la colonización de las AE, al generar un flujo genético hacia la población europea (Page, 1989).

La producción continua de reinas por periodos largos, favorece la enjambrazón múltiple (Rinderer y Hellmich, 1991); las reinas presentan un parasitismo social al introducirse en otras colonias, regularmente se da por ausencia de reina (Danka y Rinderer, 1988), o cuando la reina ya es vieja y presenta bajos niveles de ferormonas (Hellmich y Rinderer, 1991). Este proceso se denomina 'usurpación de la reina', hasta un 40 % de las colonias son usurpadas (Vergara *et al.*, 1993). Y en algunos casos obreras del enjambre ingresan a matar la reina, para que luego ingrese la nueva reina (Danka y Rinderer, 1988; Dietz *et al.*, 1989); en ambos casos la colonia presenta un reemplazo genético (Danka *et al.*, 1992).

Los zánganos han jugado un papel importante en la africanización. Las colonias de AAF producen 2 a 4 veces más zánganos que las AE (Rinderer *et*

al., 1987a); después ellos migran a otras colonias en lo que se conoce como 'parasitismo de los machos', las colonias de AE los reciben e inhiben la producción de nuevos zánganos (Rinderer *et al.*, 1985), en tanto la colonia de AAf se estimula para producir más zánganos (Hellmich *et al.*, 1991). Las colonias de AE desarrollan zánganos por un tiempo más corto que las colonias AAf (Spivak, 1992; Echazarreta y Paxton 1997).

El vuelo de apareamiento de la reina es otra etapa favorable para la difusión de genes africanizados, por el número de zánganos AAf en las áreas de congregación (Echazarreta, 1993); las abejas presentan diferente horario de vuelo entre subespecies, existe un traslape en los horarios, pero la mayoría de las reinas AAf vuelan más tarde que los zánganos AE y son fecundadas por zánganos AAf, en tanto las reinas AE vuelan mas temprano coincidiendo con el horario de los zánganos AE y con altas posibilidades de fecundarse con ellos (Kerr y Bueno, 1970; Hellmich *et al.*, 1991), pero esto es poco probable ante la gran cantidad de zánganos AAf presentes (Hellmich *et al.*, 1991) y a que el zángano AAf es más rápido que los zánganos locales (Camazine y Morse, 1988). Por otro lado las reinas AAf vuelan distancias más grandes para fecundarse con zánganos de otras zonas, y las reinas de AE realizan un vuelo corto con muchas posibilidades de que sea fecundada con machos del mismo apiario (Hellmich *et al.*, 1991).

2.2.2.4. La hipótesis de un no-hibridismo en la africanización

Las AAf han reemplazado a las AE, el proceso de hibridación de estas nuevas poblaciones es aún motivo de controversia (Quezada-Euán y Hinsull, 1995). Una hipótesis sostiene que la población de abejas es un híbrido africano-europeo en base a una introgresión paterna, por parte de los zánganos en el apareamiento, pero un rápido crecimiento de las poblaciones silvestres de descendientes maternos africanos en áreas con poca densidad

de colonias europeas, hace que se pierdan las características de AE en las colonias silvestres (Rinderer y Hellmich, 1991; Rinderer *et al.*, 1993b). La segunda hipótesis indica que las AAF son básicamente una migración materna de enjambres de la población africana que tiene resistencia a la introgresión de genes europeos, probablemente por una incompatibilidad genética, que elimina a los híbridos de la población silvestre a causa de una desventaja del componente genético europeo (Hall y Muralidharan, 1989; Hall, 1992; Harrison y Hall, 1993).

2.2.3. DISPERSIÓN DE LA ABEJA AFRICANIZADA

La AAF se ha dispersado por toda América al no contar con barreras naturales que impidieran su avance, con una tendencia de avanzar hacia el norte, de acuerdo a lo estimado en un primer estudio (Taylor, 1977).

Su avance se estimó que sería regido por las condiciones ambientales, altitudinales y de temperatura mínima (Taylor, 1977). No avanzó en las regiones donde la temperatura promedio es inferior a los 16° C (Taylor, 1988). La disponibilidad de alimento ha sido determinante para su avance, si hay alimento disponible avanza lentamente, al faltar este las abejas buscan nuevos sitios con un avance rápido (Seeley, 1985). La velocidad de dispersión de la AAF se ha reportado variable de 200 a 500 km por año en el neotrópico (Taylor, 1977).

2.2.3.1. Dispersión de la abeja africanizada en América

Los enjambres de AAF se dispersaron por todo el territorio brasileño cruzando sus fronteras, hacia el oeste llegó hasta la barrera física y climática de los Andes (Taylor, 1988). Llegan a Paraguay en 1965, en 1967 a Bolivia y Argentina (Taylor, 1977), en este país su desplazamiento a sido hasta el

paralelo 30° (Kerr *et al.*, 1982). Arriban los enjambres en 1968 a Uruguay (Taylor, 1977) (Figura 2.1).

El frente de dispersión hacia el norte llega a la Guyana Francesa en 1974 (Taylor, 1977), ese mismo año se detecta en la zona andina de Perú (Kent, 1989); en 1977 a Venezuela (Hellmich y Rinderer, 1991); en Colombia en 1979, en 1982 en Ecuador (Labougle, 1991) y en la zona costa de Perú en 1985 (Kent, 1989).

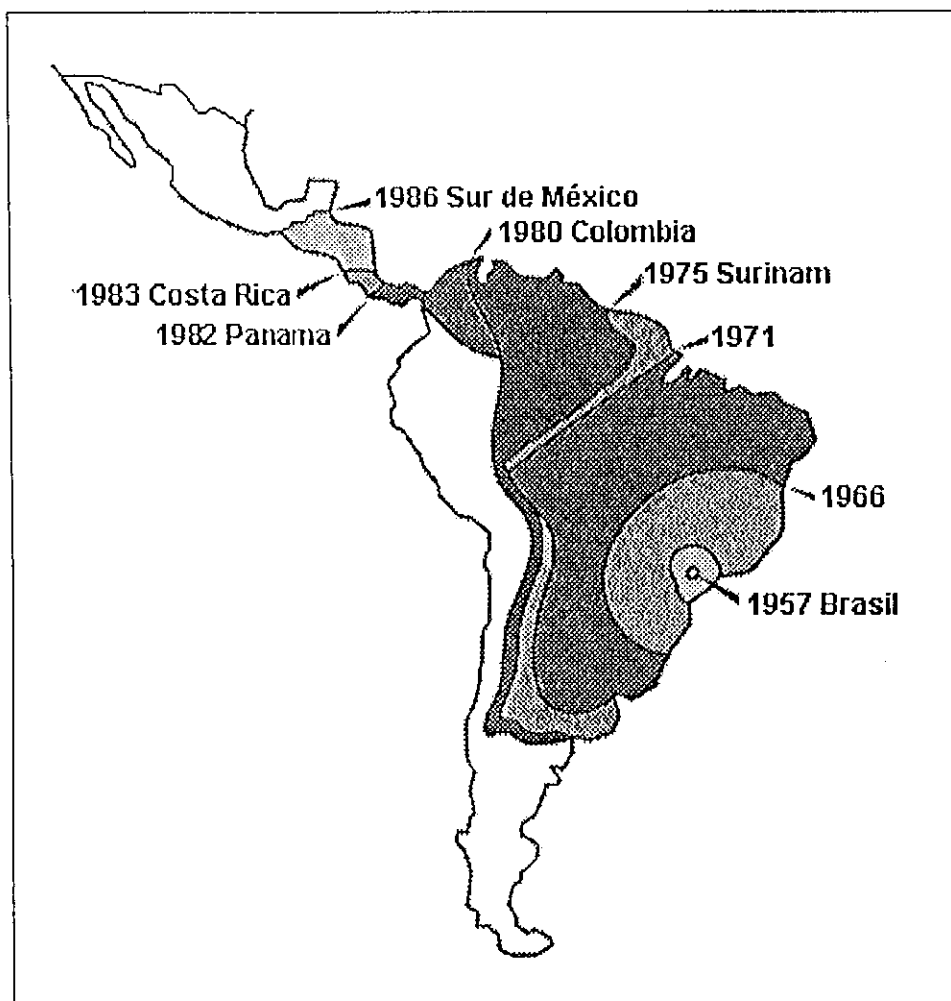


Figura 2.1. Dispersión de la abeja africanizada en el Continente Americano. (tomado y adaptado de Taylor, 1985)

A partir de los enjambres de Colombia se inicia la africanización de Centroamérica. En 1982 se identificó la AAF en Panamá (Boreham y Roubik, 1987). Se dispersaron hacia el norte, llegan a Costa Rica en 1983 (Spivak, 1991), Honduras en 1985, entra a Guatemala a fines de 1985 (Labougle, 1991) y a Belice en 1986 (Villanueva *et al.*, 1991), dispersándose las AAF rumbo a la frontera de México (Figura 2.1).

2.2.3.2. Dispersión en México de la abeja africanizada

Los primeros enjambres de AAF arribaron a México en septiembre de 1986, se identificaron cerca de Tapachula en el estado de Chiapas (Moffet *et al.*, 1987).

La dispersión de la AAF se estudio antes de que llegara al país, se estimo que en todo México se establecerían las abejas, el 72 % del territorio seria zona de saturación, el 21 % zona de convivencia y el 7 % de ocupación temporal (Zozaya y Fierro, 1985). El avance por las zonas costeras se estimo como la ruta de dispersión rápida hacia el norte de enjambres de AAF hacia los Estados Unidos (Taylor, 1977).

Las AAF se dispersaron hacia el norte y en dirección de la península de Yucatán, para abril de 1987 se localizan en La Unión, Quintana Roo, en la frontera con Belice (Labougle, 1991). En el estado de Yucatán se reportó en septiembre de 1987 (Barrios *et al.*, 1990; Paxton *et al.*, 1991) (Figura 2.2).

Los enjambres africanizados avanzaron rápidamente por la costa Pacífico, se detectaron en mayo de 1987 en Tapanatepec, Oaxaca, (Labougle, 1991). En la costa del Golfo de México se localizó el primer enjambre en Tenosique, Tabasco en julio de 1987 (Rivera, 1990). Dos meses después ya se encontraba en Agua Dulce, Veracruz, en el resto del año el frente de avance se extendió hasta el Istmo de Tehuantepec (Labougle, 1991) (Figura 2.2).

En 1988 las Aaf se movieron por la costa del Golfo hasta Veracruz, Veracruz en mayo, y por la costa del Pacífico se identifican en octubre en Puerto Escondido, Oaxaca (Rivera, 1990). Para 1989 en la costa del Golfo en julio se colectan Aaf en Tuxpán Veracruz; por el Pacífico entraron a Guerrero, en agosto estaban en Atoyac, cerca de Acapulco (Labougle, 1991); en octubre en Lázaro Cárdenas Michoacán (Rivera, 1990); en el centro del país se ubica en los valles centrales de Oaxaca (Labougle, 1991).

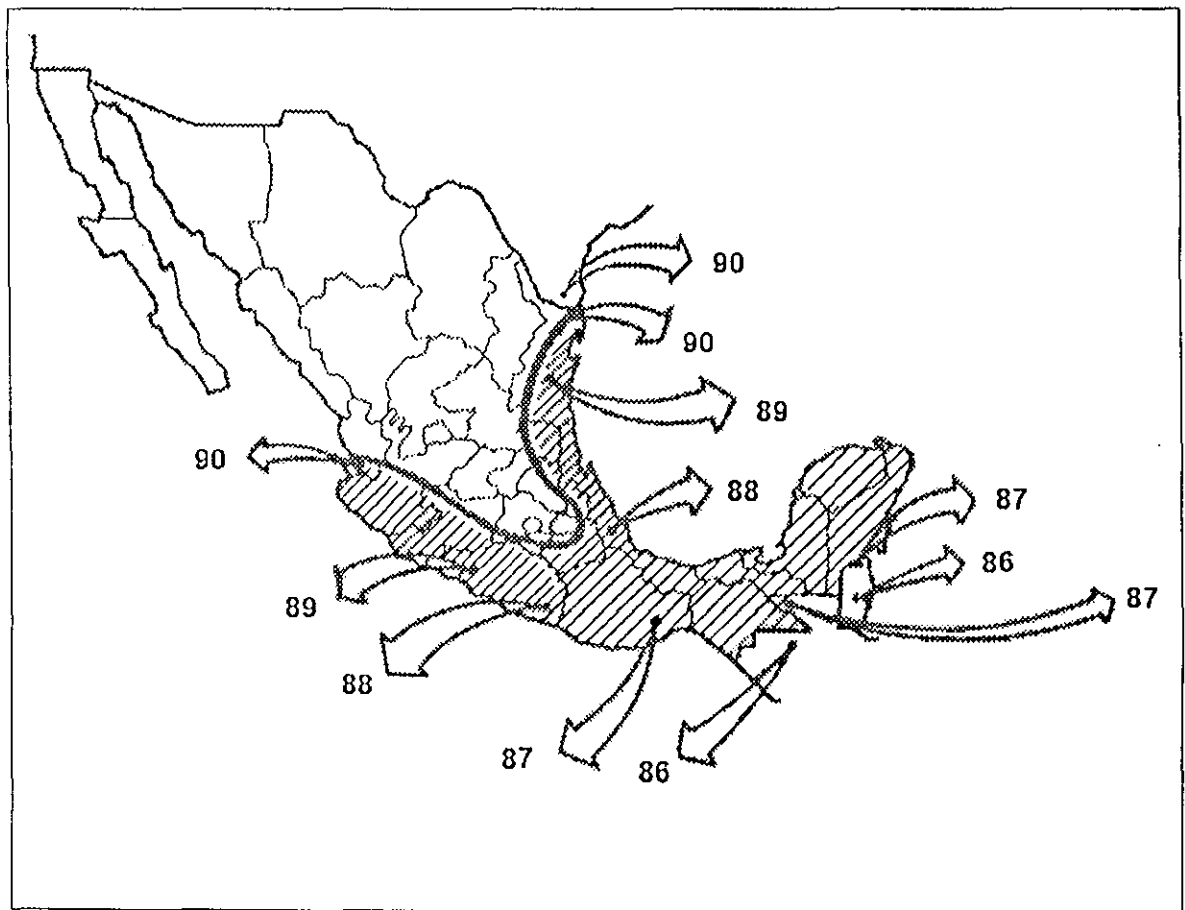


Figura 2.2. Dispersión de la abeja africanizada en México. (tomado de SARH, 1990a)

En 1990 en la costa del Golfo en el primer semestre se identificaron las Aaf en el estado de Tamaulipas (Labougle, 1991); en la costa del Pacífico

avanzo por los estados de Michoacán y Colima; en el centro del país se detectaron en Tehuacán, Puebla, en el estado de Tlaxcala y cerca de Valle de Bravo, estado de México (Labougle, 1991). En febrero se detecto cerca de Manzanillo, Colima (Rivera, 1990); en octubre de ese mismo año llegó a los Estados Unidos, por Hidalgo, Texas (Rubink *et al.*, 1996) (Figura 2.2).

La dispersión de las AAf por la costa del Oceano Pacifico fue en promedio de 393 km/año y por costa del Golfo de México promedio de 425 km/año de avance anual (Rivera, 1990). Se comprobo que las AAf presentan corredores migratorios por las costas, en Veracruz se capturaron más enjambres en altitudes inferiores a los 500 msnm, que en zonas mas elevadas (Vázquez, 1990). En Oaxaca el 75.6 % de 6,616 enjambres capturados en 14 meses fueron en la zona costa (Nañez *et al.*, 1990). Estudios demuestran que las margenes de los ríos son corredores naturales para las abejas por ser fuentes permanentes de alimentos, así como centros reproductores de enjambres (Antunes y Pérez, 1990; Nañez *et al.*, 1990; Vazquez, 1990).

El frente de avance de las AAf, por la costa del Pacífico llegó a Jalisco en febrero de 1990 (SARH, 1990a), iniciando su dispersión por las diferentes regiones del Estado.

2.2.4. EFECTOS DE LA ABEJA AFRICANIZADA

La africanización a tenido un tremendo impacto en la apicultura (Winston, 1992). Los efectos de las AAf en América han sido diversos dependiendo del grado de desarrollo de la apicultura de cada país en el cual se dispersaron (Vivas, 1995); en la mayoría disminuyó la población de colmenas y reportan bajas en la producción de miel.

Se reportan innumerables accidentes por picaduras de abejas a humanos, provocando alarma entre la población por su defensividad. Se

calcula unas 1,000 defunciones a lo largo de 42 años de dispersión en todo el hemisferio occidente, los animales picados o muertos por las abejas son muchos más (Rinderer *et al.*, 1993b); cabe mencionar que los decesos anuales de personas por aguijoneo de abejas, no superan las muertes por mordedura de víbora.

2.2.4.1. Efectos de la abeja africanizada en América

En Brasil poco después de su escape las AAF demostraron su defensividad, efecto que resintieron los apicultores. La mayoría eran rústicos y con pocos conocimientos enfrentaron muchos problemas, la mayoría abandonó la actividad en los primeros años de la africanización, la producción de miel se tambaleó (Goncalves *et al.*, 1991). El sensacionalismo de la prensa y del cine fueron devastadores (Goncalves, 1996). A partir de 1971 se desarrolló una estrategia para recuperar la actividad, se reorganizaron y capacitaron los productores, se promovió la investigación, consiguiendo una recuperación de la actividad (Goncalves *et al.*, 1991).

A largo plazo la africanización ha beneficiado a Brasil, la producción en la década de 1950 fue en promedio de las 5,000 ton de miel, para 1995 se obtuvo una producción superior a las 40,000 ton/miel (Goncalves, 1996).

En Bolivia la apicultura disminuyó en un 90 % y en Paraguay se redujo totalmente (Labougle y Zozaya, 1986).

En Argentina solo afectó la región noreste, al norte del paralelo 30° se redujo la explotación. Al sur del paralelo se ubica el 90 % de las colmenas, la producción no ha disminuido (Kerr *et al.*, 1982). En 1997 fue el 1^{er} país exportador mundial de miel, comercializo 62,000 ton/miel (Apitec, 1998).

Diferentes son los efectos en Venezuela, en 1976 se produjeron 530 ton/miel y para 1981 la producción fue de menos de 100 ton (Camazine y

Morse, 1988). El rendimiento de miel por colmena era de 75 a 125 kg/año antes de la africanización, para 1981 bajo a 25 – 30 kg/año. El 90 % de los apicultores abandonaron la actividad (Hellmich y Rinderer, 1991).

En Perú por su defensividad se reubican los apiarios, se da el abandono de la actividad por los productores; los que se adaptaron y continuaron obtienen buenos rendimientos 30.5 kg/miel en colonias africanizadas, contra 16.8 kg/miel de las colonias europeas (Kent, 1989).

En Colombia antes del ingreso se obtenía un rango de 86 – 134 kg de miel por colmena en 1979, para 1981 el rango bajo a 10 a 35 kg/colonia (Vivas, 1995), por lo anterior de ser productor y exportador, pasó a ser importador de miel.

Panamá tenía una apicultura con 10 años de crecimiento, al momento de ingresar la AAf en 1982 contaba con 21,806 colmenas, en manos de 369 apicultores, con una producción de 946.7 ton/año de miel; para 1989 se tienen el 80% menos de colonias 3,613, solo 179 apicultores y una producción de 99.1 ton/miel, dejando de ser un modesto país exportador (Caron y Gray, 1991).

En Centroamérica la africanización ocasionó una baja del 50 % de la producción de miel en forma general (Vivas, 1995). Costa Rica de ser un exportador de miel y contar con 50,000 colmenas al arribo de la AAf, 10 años después produce el 50 % de miel y es un país importador (Ramírez, 1994). En Belice el 85 % de la apicultura se desarrolla en la zona norte, en el período de 1983 – 1988 presentó una producción promedio de 200 ton/anuales. En 1986 arribaron los primeros enjambres de AAf, cuatro años más tarde el impacto es igual que en otros países de la región, 80 % de las colonias están africanizadas, la producción de miel se desplomó un 70 % (Villanueva *et al.*, 1991).

2.2.4.2. Efectos de la abeja africanizada en México

México es uno de los pocos países que realizó acciones con la finalidad de prever y disminuir los efectos negativos de la AAf. El Gobierno Federal creó en 1985, por decreto Presidencial el Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana (PNCAA), incorporado a la SARH, con el objeto de proteger esta actividad pecuaria, disminuir su impacto negativo en los productores y evitar al máximo los riesgos y daños a la sociedad que pudiesen ocasionar las AAf (SARH, 1990a).

El PNCAA cuenta con varios subprogramas, entre otros, los de monitoreo y seguimiento, de mejoramiento genético y de investigación, que están involucrados de forma directa en conocer más de la AAf e implementar mecanismos de seguimiento y control de su avance (SARH, 1990a).

Hasta 1992 no se ha presentado una baja sustantiva en la producción de miel a nivel nacional. La producción de miel en conjunto de los estados de Chiapas y la península de Yucatán disminuyó en los tres primeros años después de la invasión de las AAf, sin embargo las condiciones pobres del flujo de miel habrían contribuido también en esta disminución (Guzmán-Novoa y Page, 1994).

Estadísticas del PNCAA muestran que el promedio de producción de miel anual por colonia disminuyó de 32.5 kg en 1985 – 1986 a 26.8 kg en la cosecha 1991 – 1992; información que concuerda con reportes de apicultores individuales del sureste de México que indican tener una disminución del 15 a 50 % de la producción por colonia (Guzmán-Novoa y Page, 1994).

Los apicultores le atribuyen la baja en la producción a la enjambrazón, la evasión y la competencia de las colonias silvestres. También consideran los fracasos a los problemas asociados con el manejo de abejas defensivas (Guzmán-Novoa y Page, 1994).

La AAf ha obligado a realizar cambios en el manejo de los apiarios, que ha traído como consecuencia un aumento en los costos de producción, aproximadamente entre el 30 a 50 %. Estos nuevos costos se generan al tener que reubicar los apiarios, se requiere dar más manejo a las colonias, lo que implica más mano de obra y los empleados cobran más dado que las abejas pican mas, son más los insumos, tales como la compra de reinas para el cambio anual, equipo de protección, una mayor alimentación y mas gasolina al tener que recorrer mayores distancias para revisar las colmenas (Guzmán-Novoa y Page, 1994).

En el estado de Yucatán para 1994 la producción de miel se ha mantenido igual que antes de la africanización, aun y cuando presenta 52 % de colmenas africanizadas (Quezada-Euán *et al.*, 1996).

A ocho años del arribo de la AAf a la península de Yucatán se indica que no hay baja significativa de la producción de miel (Villanueva y Collin-Ucán, 1996).

El avance de las AAf a continuado, al transcurrir del tiempo las cosas ha cambiado a nivel nacional, el censo de colmenas han disminuido en los últimos años, en 1993 se contabilizaban 2.4 millones de colonias y para 1997 se reportan 1.8 millones. La producción anual de miel en México en 1991 fue de 69,495 ton, en 1993 se produjeron 61,973 ton y en 1997 se cosecharon 53,681 ton de miel (Cuadro 9.1). En las exportaciones de miel un récord fue 1991 con 50,089 ton, en 1993 se vendieron a otros países 34,949 ton y para 1997 se exportan 22,681 ton de miel (SAGAR, 1998). Lo anterior es atribuible en la segunda mitad de la década pasada al impacto de la AAf, y a la pérdida de material por el huracán Gilberto en el sureste. En la década de los 90's han ocurrido periodos largos de sequía, huracanes y más recientemente la varroasis (SAGAR, 1998).

2.2.4.3. Efectos de la abeja africanizada en Jalisco

En el estado de Jalisco la representación estatal del PNCAA, crea el Comité de Protección para la Abeja Africana en 1991. En 1993 se eliminaron 12,195 enjambres, el 80 % de ellos africanizados (Orozco y Alcalá, 1994).

En 1992 hubo 203 personas aguijoneadas y 6 defunciones. En 1993 se tienen 1,091 personas aguijoneadas, falleciendo 11 (Orozco y Alcalá, 1994).

De los accidentes de 1993, el 96 % se presentó en el área rural, 70 % en el sexo masculino y en cuanto a edad 31 % en el grupo de 25 a 44 años. De las 11 defunciones, por sexo 10 fueron masculinos, en cuanto a edad 36 % en mayores de 60 años y 55 % entre los 45 y 60 años; el 9 % sucedieron en zona urbana el resto en el área rural (Orozco y Alcalá, 1994).

En cuanto al número de colmenas éste se ha mantenido de acuerdo a las cifras oficiales (Cuadro 9.2), en 1993 se reportan 197,971 colmenas (INEGI, 1994) y para 1997 se tienen 237,669 colonias (INEGI, 1999).

La producción de miel aumenta de 1990 a la fecha (Cuadro 9.2), en 1990 se cosecharon 5,013 ton de miel (SAGAR, 1998), en 1994 la producción alcanzó las 7,304 ton (INEGI, 1995) y en 1998 se obtuvieron 6,091 ton de miel (INEGI, 1999).

2.3. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE ABEJA AFRICANIZADA

La dispersión de la AAf y la gran similitud entre ambas abejas creó la necesidad de desarrollar métodos que permitieran diferenciar entre AA y AAf (Daly y Balling, 1978; Rinderer y Sylvester, 1987); se han desarrollado diversas metodologías para su diferenciación, se cuenta con técnicas de campo como de laboratorio (Daly, 1991).

Las técnicas de campo se realizan para evaluar un gran número de

colonias, entre las que encontramos pruebas de comportamiento, defensividad, aguijoneo, frecuencia de enjambrazón, medida del diámetro de las celdas (Daly, 1991) la medición del ala anterior con escala plástica (Prieto-Merlos y Guzmán-Novoa, 1996).

De las técnicas de laboratorio se han desarrollado técnicas morfométricas, como el análisis discriminante DALY (Daly y Balling, 1978), el FABIS creado por Rinderer y Sylvester (Rinderer *et al.*, 1986; Sylvester y Rinderer, 1986; Sylvester y Rinderer, 1987), el método DALY por sistema computarizado (Daly, 1991); otras técnicas son el análisis electrofóretico de isoenzimas (Nunamaker y Wilson, 1981); la determinación por cromatografía de gases de hidrocarburos de cutícula abdominal (Carlson y Bolten, 1984), de cera de panal (Brand *et al.*, 1991); las diferencias de ADN nuclear y mitocondrial entre AE y AAf (Hall, 1986; Quezada-Euán y Hinsull, 1995).

Las técnicas morfométricas se basan en medidas de diversas estructuras del cuerpo de las abejas permitiendo caracterizar abejas o colonias enteras con una baja probabilidad de error (Ayala, 1990b)

Los estudios de morfometría en abejas se inician en 1925 por Alpatov (citado por Daly, 1991). En abejas esta técnica se ha utilizado para definir subespecies de *A. mellifera* en el mundo (Ruttner, 1988). Existen unos cincuenta caracteres que permiten su identificación, de acuerdo al grado de complejidad del estudio a realizar (Ruttner, 1988). Los caracteres utilizados mas comúnmente son la longitud de la glosa, longitud y anchura de las alas, los ángulos de las venas alares, la longitud del 3er par de patas, la anchura del metatarso, distancia entre los espejos de la cera del tergito III, diámetro longitudinal y transversal del esternito VI, entre otros (Ruttner, 1988).

Una de las aplicaciones más importante de la morfometría fue la tarea de diferenciar entre las AAf y AE en el continente Americano (Daly y Balling, 1978). Los resultados obtenidos por diferentes investigadores señalan la

existencia de diferencias en el tamaño corporal entre AAF y AE siendo las primeras mas pequeñas que las AE (Ayala, 1990a)

Los únicos métodos oficialmente aceptados para la identificación de estas abejas son los métodos morfométricos. Ante la necesidad de contar con un método rápido el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estableció el método FABIS (Prieto-Merlos y Guzmán-Novoa, 1996).

El análisis morfométrico FABIS, por sus iniciales en inglés: Fast Africanized Bee Identification System, se traduce en: Sistema rápido para la identificación de AAF (Sylvester y Rinderer, 1987), se realiza al obtener la media de la longitud del ala anterior y la longitud del fémur posterior, de 10 abejas de una colonia (SARH, 1990b; Sylvester y Rinderer, 1986).

La longitud del ala anterior identifica correctamente un 85 % (Rinderer *et al.*, 1987b) y el 92 % (Ayala, 1990b) de las muestras colectadas. La longitud del ala anterior y la del fémur posterior son las dos variantes con mayor peso en la función discriminante de AFUSDA7 (Quezada-Euán y May-Itzá, 1996). Este sistema ocupa de poco tiempo de elaboración por muestra, es el menos costoso y requiere de poco entrenamiento, por lo que su uso esta altamente difundido.

2.3.1. ESTUDIOS MORFOMÉTRICOS REALIZADOS

Se cuenta con diversos estudios sobre la africanización, realizados en diversas áreas geográficas, y con diferentes técnicas morfométricas (Cuadro 9.3, 9.4 y 9.5) en México Alejandro (1994), Arteaga (1990), Arvizu (1996), Ayala (1990a; 1990b), Bernardo (1996), Carranza (1992), Echazarreta *et al.* (1992), García (1991), Hernández (1993), Hernández y Pérez (1992), Herrera (1996), Lozano (1990), Macías (1993), Mandujano *et al.* (1994), Paxton *et al.* (1991), Perales (1994), Quezada-Euán (1991), Quezada-Euán (2000),

Quezada-Euán y May-Itzá (1996), Quezada-Euán y Medina (1998), Quezada-Euán *et al.* (1996), Rinderer *et al.* (1991), Romero y Otero (1990), Romero y Romero (1994), Rubink *et al.* (1996), Trejo-Cruz y Quintero (1990), Vivas (1995); en otros países Boreham y Roubik (1987), Daly y Balling (1978), Rinderer *et al.* (1986; 1987; 1990; 1993a), Rubink *et al.* (1996), Sylvester y Rinderer (1987).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la distribución de las AAF en el estado de Jalisco se realizó un muestreo y análisis morfométricos durante 9 años.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Jalisco se ubica en el occidente de la República Mexicana; cuenta con una gran diversidad de climas y vegetaciones ya que abarca de la zona costera hasta el altiplano mexicano (Figura 3.1).

3.1.1. MARCO GEOGRÁFICO DE JALISCO

Jalisco está comprendido al norte 22°45' al sur 18°55' de latitud norte; al este 101°28', al oeste 105°42' de longitud oeste. Colinda al norte, con los estados de Nayarit, Aguascalientes y Zacatecas; al este con Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato y Michoacán; al sur con Michoacán, Colima y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y Nayarit (INEGI, 1999).

3.1.2. SUPERFICIE DE JALISCO

La extensión del estado es de 80,137 km², que representa el 4 % de la superficie del país (INEGI, 1999).

Esta dividido en 124 municipios, los más importantes por su actividad económica y la concentración humana: Guadalajara, Puerto Vallarta, Zapotlán el Grande, Zapopan, Ocotlán, Tepatitlán, y Lagos de Moreno (INEGI, 1999).

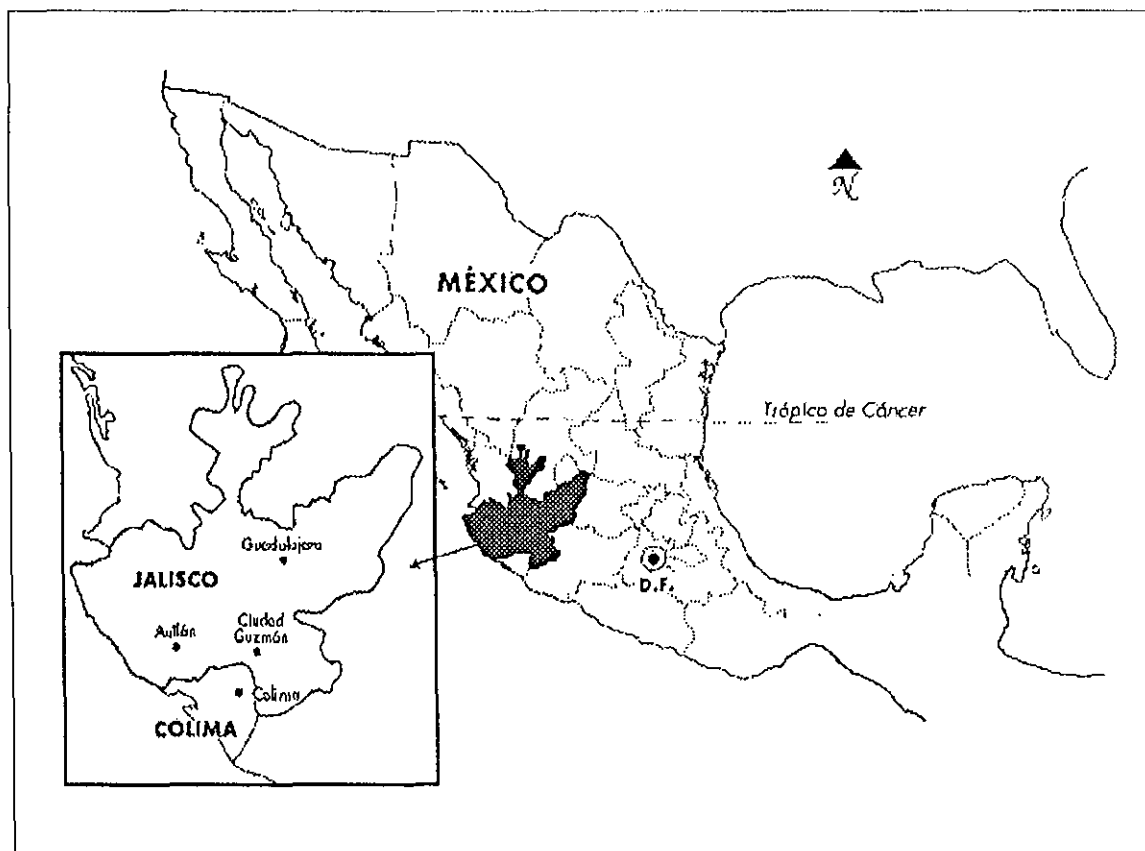


Figura 3.1. Ubicación geográfica del estado de Jalisco. (adaptado de INEGI, 1999)

3.1.3. FISIOGRAFÍA DE JALISCO

La topografía de Jalisco reviste características irregulares, siendo de tipo montañoso, que incluye cerriles, lomeríos, planos, valles y vasos lacustres. Es atravesado en la porción norte y costera por estribaciones de la Sierra Madre Occidental, con una altitud que varía de 900 a 3,000 msnm. La zona sur y parte del centro son cruzadas por la Sierra Volcánica Transversal; al norte y oeste forman parte de la Altiplanicie Central del País, con altitudes desde los 0 hasta el nevado de Colima con 4,260 msnm (INEGI, 1999) (Figura 3.2).

3.1.4. HIDROLOGÍA DE JALISCO

Las corrientes y cuerpos de agua se clasifican en 7 regiones hidrológicas, destacando la región Lerma-Santiago que cubre el 51.08 % de la superficie del estado. En esta se ubica el lago de Chapala, el río Santiago, el río Verde, el río Juchipila y el río Bolaños, estos y sus afluentes riegan el centro, el norte y noreste del estado.

La región Armeria-Coahuayana cubre el 15.85 % de la superficie estatal, con la laguna de Sayula, el río Ayuquila-Armeria, el río Tuxcacuesco y el río Tuxpán, irriga la región suroeste y sur del estado. También al sur del estado se tiene una porción de la región Balsas, la cual cubre el 4.62 % del estado mediante el río Tepalcatepec.

Por ultimo formando un bloque que conjunta las 3 regiones hidrológicas de la costa del Pacífico, la Huicicila, la Ameca y la Costa; la suma de estos cubren el 28.02 % de la superficie estatal; recogen las aguas del oeste y suroeste. Aquí se ubica la presa de La Vega, los ríos Ameca, el Cuale, el Tuito, el Tomatlán, el Cuitzmala, el Chacala - Purificación y el Marabasco (INEGI, 1999) (Figura 3.2).

3.1.5. SUELOS DE JALISCO

De la superficie estatal cuenta con diversos tipos de vegetación, el 31.13 % esta cubierta de bosque, el 23.63 % presenta un uso para la agricultura, el 24.57 % son de selva, el 9.36 % corresponde a pastizal, el 9.04 % es de matorral y el 2.27 % presenta otro uso (INEGI, 1999).

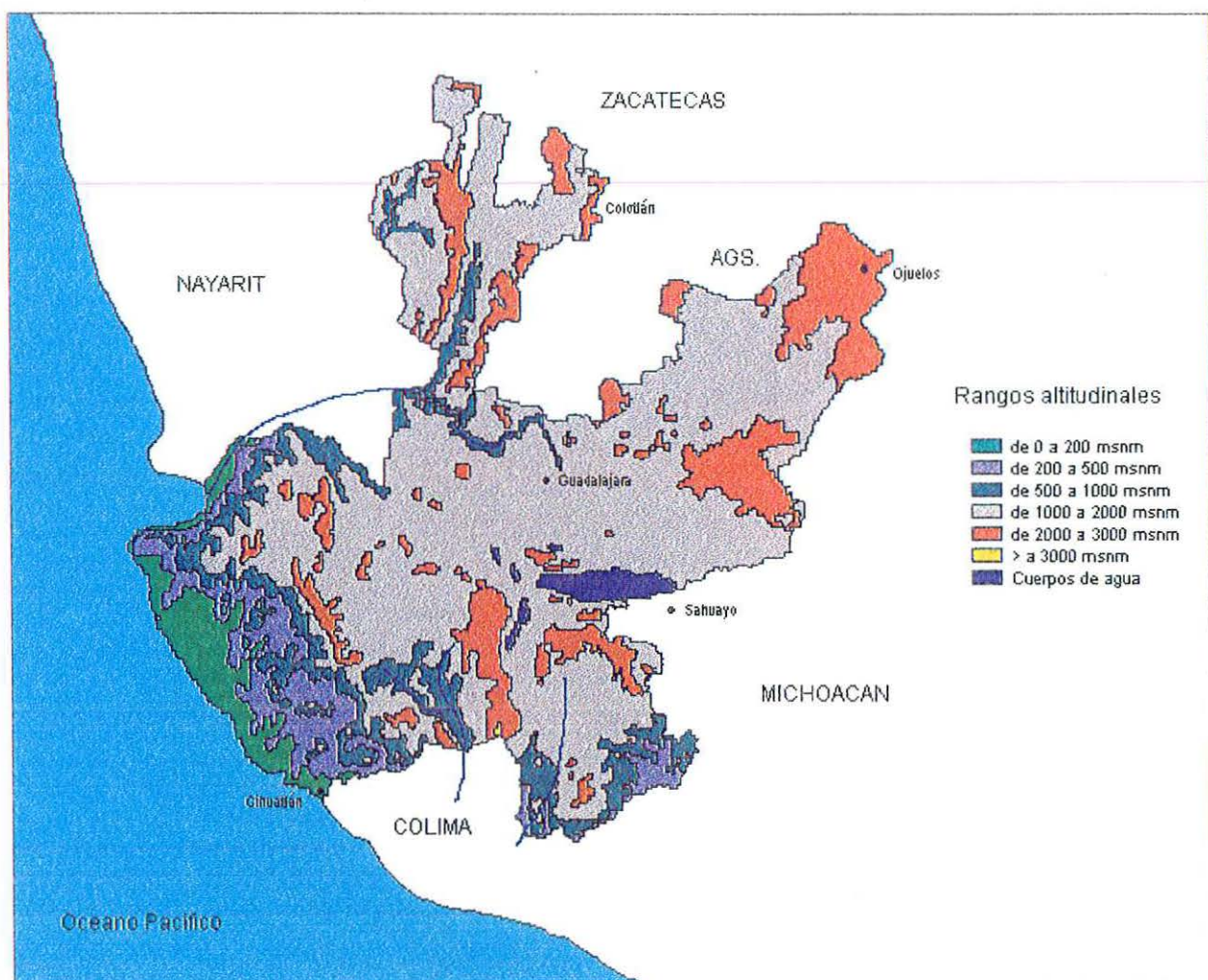


Figura 3.2. Orografía e Hidrología del estado de Jalisco. (adaptado de INEGI, 1999)

3.1.6. CLIMAS DE JALISCO

Presenta la entidad grandes contrastes por la conformación variada del relieve y la influencia de masas de agua, tanto marítimas como lacustres (Cuadro 3.1). Se encuentran variantes de climas semisecos hacia el norte y noreste; climas templados en las partes altas de las sierras; semicálidos en la zona centro y alrededores de Chápala y climas cálidos a lo largo de toda la costa (INEGI, 1999).

Cuadro 3.1. Grupos climáticos presentes en el estado de Jalisco. (Adaptado de INEGI, 1999)

CALIDOS	CÁLIDOS SUBHUMEDOS	<ul style="list-style-type: none"> * Es el clima más cálido de los básicos en Jalisco. * Presente en el 25% de la superficie estatal. * Precipitación: 800-1500 mm media anual. * Temperatura: 22-26° C, media anual. * Fórmula: Aw1, Aw2. * Región: Declives del Pacífico. * Vegetación: Selva baja, selva mediana, pastizal y bosques aciculi-esclerófilos.
	SEMICALIDOS	<ul style="list-style-type: none"> * Abarca el 3 % de la superficie del estado. * Precipitación: 800-1000 mm media anual. * Temperatura: mayor de los 18° C, media anual. * Fórmula: A(C)wO, A(C)w1 y A(C)w2. * Región: al N por curso del río Mascota, Talpa de Allende, Magdalena y río Santiago. * Vegetación: bosques aciculi, esclero y mesófilo de alta montaña.
TEMPLADOS	SEMICALIDOS	<ul style="list-style-type: none"> * Ocurre en un 44 % de la superficie estatal. * Precipitación: 700 a 100 mm, media anual, con lluvias en verano. * Temperatura. 18-22° C media anual. * Fórmula: (A) C (wO), (A) C (w2). * Región: Cuencas centrales, Los Altos y Montañas. * Vegetación: Selva baja caducifolia, pastizal, bosque caducifolio, espinoso y escuamifolio.
	TEMPLADOS	<ul style="list-style-type: none"> * Clima estable (mesotémico), presente en el 14 % de Jalisco. * Precipitación: 700 a 100 mm, media anual * Temperatura: 14 a 18° C, media anual. * Fórmula: C(wO), C (w1), C (w2). * Región: de los Cañones, Cuencas Centrales y Sur. * Vegetación: selva baja caducifolia, B. Aciculifolio y esclerófilo y pastizales.
	SEMIFRIOS	<ul style="list-style-type: none"> * Ocurre en el 1 % de la superficie estatal. * Precipitación: mayor a los 1200 mm, media anual. * Temperatura: 14° C, media anual. * Fórmula: C(E) (w2). * Región: al sur del estado a más de 2000 msnm. * Vegetación: B. aciculifolio, linearifolio, eiculiesclerófico y zacatonales.
SECOS	SEMISECOS	<ul style="list-style-type: none"> * Se encuentra presente en el 14 % del estado. * En este clima la evaporación excede a la precipitación pluvial. * Precipitación: 500 a 700 mm media anual. * Temperatura: 13-18° C media anual. * Fórmula: BS1(h'), BS1h, BS1k. * Región: región de los Cañones y Montañosas * Vegetación: pastizales, vegetación mixta y xerófito.

3.1.7. REGIONES APÍCOLAS DE JALISCO

Por sus características físicas y geográficas el estado de Jalisco se ha dividido en 5 regiones para estudios apícolas (SAGAR docto. Interno); las que se han denominado: Costa, Sur, Centro, Los Altos y Norte (Figura 3.3).

REGIÓN COSTA.- Se distingue por sus características de zona costera con clima calido y vegetación de bosque y selva abundante dadas las condiciones de alta humedad. Está comprendida por los municipios que van de Cihuatlán a Puerto Vallarta limitada por la Sierra Madre Occidental (Carmona *et al.*, 1996), cuenta con 9,495 colmenas, el 5.2 % de la suma del estado (INEGI, 1996).

REGIÓN SUR.- Determinada por las características del bosque tropical caducifolio con clima subtropical, templado semicálido y temperaturas frías en la regiones altas. Comprendida por diferentes municipios como Zapotlán el Grande, Sayula, Zacoalco, Cuautla, Pihuamo, Venustiano Carranza y la Manzanilla, siendo esta zona donde se encuentran los apicultores con gran número de colonias (Carmona *et al.*, 1996), presenta 100,935 colmenas, que equivalen al 55.25 % del censo estatal (INEGI, 1996).

REGIÓN CENTRO.- Cuenta con un clima templado, semicálido subhúmedo y vegetación variable con zonas de bosque, pastizales y áreas de siembra, comprende al centro del Estado desde Hostotipaquillo a Atenguillo, de Cuquio a la Barca (Carmona *et al.*, 1996), tiene 47,339 colmenas, que representa el 25.91 % del inventario (INEGI, 1996).

REGIÓN DE LOS ALTOS.- Esta región abarca desde Yahualica enlazando con Degollado y formando un triángulo que cierra en Ojuelos siendo la parte oriente del estado (Carmona *et al.*, 1996). Región alta, con clima templado semicálido y semiseco al este (INEGI, 1999). En el censo de colmenas comprende el 12.33 % del total estatal, con 22,534 colmenas (INEGI, 1996).

REGIÓN NORTE.- Comienza en el municipio de San Martín de Bolaños y concluye en el municipio más al norte del estado Huejuquilla el Alto (Carmona *et al.*, 1996). Tiene una orografía irregular, de los 700 msnm en riberas del río Bolaños, que atraviesa a lo largo toda la región, a los 2,000 msnm en las partes más altas; por esto en la región se identifican todos los climas y tipos de vegetación presentes en el estado (INEGI, 1999). Se reportan solo 2,397 colmenas el 1.31 % de la actividad apícola (INEGI, 1996).

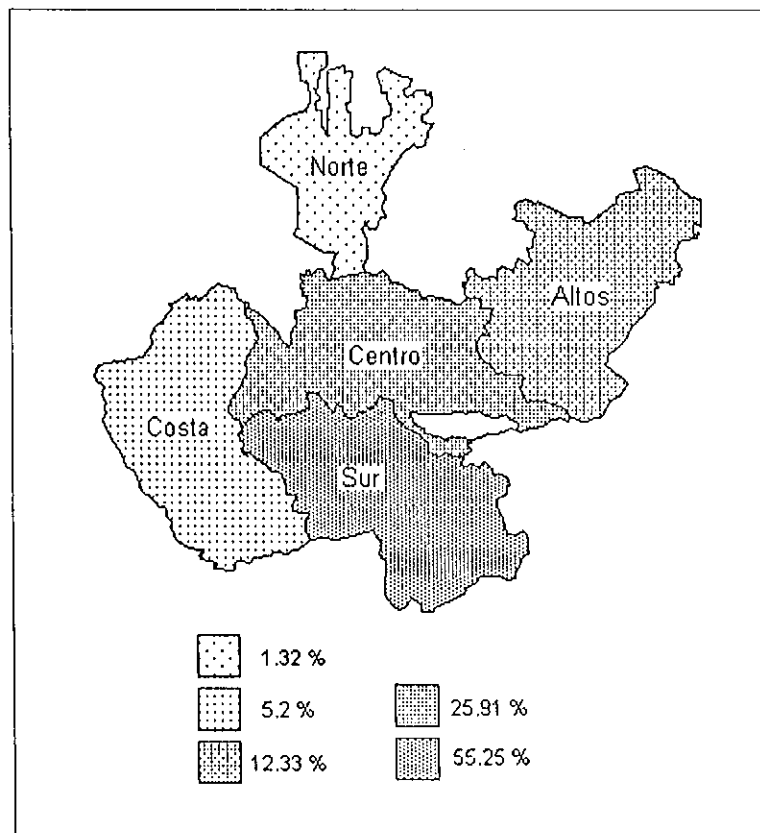


Figura 3.3. Regiones apícolas en el estado de Jalisco, de acuerdo a SAGAR y porcentaje que representa del censo de colmenas.

3.2. ZONIFICACIÓN PARA EL MUESTREO

Para el presente trabajo se realizó una división del estado de Jalisco en dos zonas: Zapotlán y Central (Figura 3.4). De esta forma cada zona agrupa

aproximadamente el 50 % de la población apícola.

La zona Central se estableció con las regiones apícolas de la Costa, del Centro, de Los Altos y la Norte (Figura 3.3.). Estas conjuntan el 44.75 % del censo apícola, presenta el 77.82 % de la superficie de Jalisco, que genera una densidad de 1.27 colm/km². Presenta altitudes de 0 a 2,500 msnm, por lo mismo abarca todos los climas del estado (Cuadro 3.1). Por lo anterior conjunta con todos los tipos de vegetación (INEGI, 1999).

La zona Zapotlán se integra por la región apícola del Sur, que suma el 55.25 % de las colmenas, con el 22.18 % de la superficie estatal y con una densidad de 5.79 colm/km². De orografía irregular, ya que incluye la sierra del sur con el volcán de Colima. Presenta un clima cálido subhúmedo en las partes bajas, semicálido y templado en las partes altas y en algunas partes de montaña templado semifrío. Contando con una vegetación principalmente de bosque y áreas de uso agrícola, pocas selvas y matorral (INEGI, 1999).

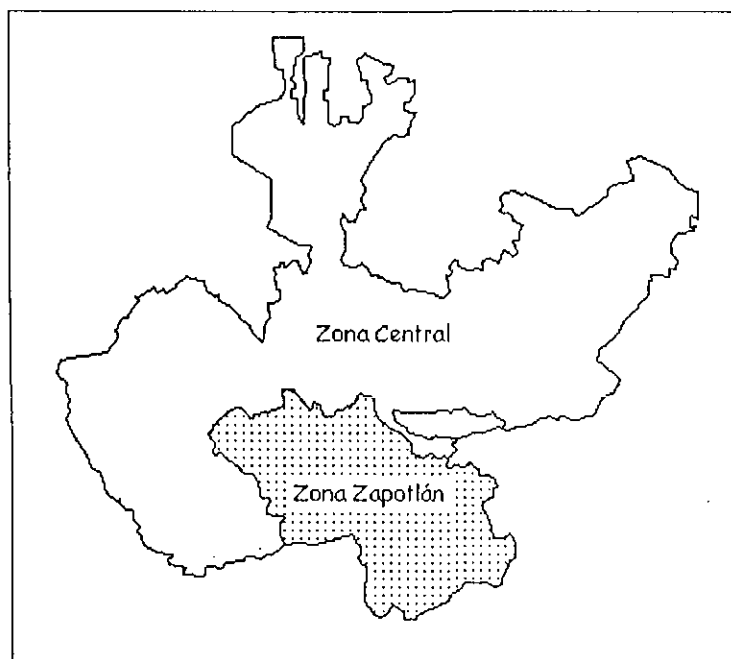


Figura 3.4. División del estado de Jalisco en las dos zonas de estudio.

3.3. COLECTA DE MUESTRAS DE ABEJAS

Para la realización de este monitoreo, se colectaron muestras de colonias de abejas, se tomaron 50 abejas obreras, de una misma colonia, se preservaron en frascos con alcohol al 70 %. Se etiquetaron con los datos para su identificación (fecha de colecta, nombre del apiario, número de colmena, localidad, domicilio del propietario, tipo de colonia).

Los frascos con abejas se trasladaron al área de diagnóstico morfométrico del Centro de Investigaciones Apícolas de la Facultad de Agronomía (1989-1994) y en el Laboratorio de Investigaciones y Desarrollo Apícola del Centro Universitario de la Costa Sur (1995-1997), de la Universidad de Guadalajara. Cada muestra se registró con numeración progresiva, para su seguimiento y control.

3.3.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA DEL MUESTREO

Se obtuvieron 1,894 muestras de colonias de abejas, a lo largo del muestreo, con la siguiente distribución por año y zona (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Número de muestras de abejas colectadas en el Estado de Jalisco, en los años de 1989 a 1997.

Zonas	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total
Central	18	44	267	317	161	166	111	171	31	1286
Zapotlán	5	8	74	166	58	103	57	116	21	608
Total	23	52	341	483	219	269	168	287	52	1894

3.3.2. DISTRIBUCIÓN DEL MUESTREO POR TIPO DE COLONIA

Las muestras se clasificaron en cuanto al tipo de colonia manejada o silvestre. Se colectaron 1,473 muestras de manejadas (77.8 %) y 421

muestras de silvestres (21.2 %), en el cuadro 3.3 se presenta la distribución por tipo de colonia y por fecha de colecta.

Cuadro 3.3. Número de muestras de abejas colectadas clasificadas por colonias manejadas y silvestres, en los años de 1989 a 1997, del Estado de Jalisco.

Año	Colonias Manejadas	Colonias Silvestres
1989	18	5
1990	33	19
1991	176	165
1992	295	188
1993	201	18
1994	260	9
1995	162	6
1996	282	5
1997	46	6
Total	1473	421

3.4. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

La técnica utilizada para la identificación de AE y AAF fue el análisis morfométrico FABIS. De acuerdo a este análisis se tomaron las longitudes de los caracteres morfológicos de alas anteriores y fémures posteriores (Sylvester y Rinderer, 1987; Rinderer *et al.*, 1987b; SARH, 1990b).

3.4.1. DISECCION

3.4.1.1. Ala

Se tomaron 12 abejas al azar de cada muestra y se colocaron sobre un pedazo de papel secante.

Se desprendió el ala anterior derecha de cada abeja; sujetando con una pinza al espécimen por el tórax y con otra pinza se desprendió el ala desde su base (SARH, 1990b).

Cada ala desprendida se revisó a detalle, bajo el estereoscopio para detectar que la escotadura de la vena costal estuviera intacta (Figura 3.5), que el ala estuviera completa en la periferia y sin desgarres en el interior. Esto permite lograr una medición de longitud correcta.

Bajo el estereoscopio, con un bisturí de punta fina, se realizó un corte transversal en la base del ala, hacia adentro, cuidando la escotadura de la vena costal, con objeto de quitar la parte esclerotizada de la misma (Sylvester y Rinderer, 1987).

3.4.1.2. Fémur

Desde la coxa se desprendió la tercera pata posterior derecha, de la misma abeja de la que se obtuvo el ala anterior. Se separaron los segmentos que se unen a la tibia y el fémur: el trocánter y el basitarso. Se cuidó que el fémur conservara en su porción superior la protuberancia denominada cóndilo (Figura 3.6), retirándole el músculo que éste presenta; todo el proceso se realizó con apoyo del estereoscopio.

Conforme se terminaba cada pieza anatómica se acomodaba en una caja de petri, en orden secuencial, el ala y el fémur de cada abeja. Si alguna estructura de encontraba rasgada o rota se desechaba toda esa muestra-abeja y se tomaban el ala y fémur de otra abeja (Sylvester y Rinderer, 1987).

3.4.2. MONTAJE Y MEDICIÓN

Se colocaron el ala y el fémur en cubreobjeto diferente. Se unieron dos cubreobjetos, de 22 x 40 mm, con una cinta adhesiva transparente por uno de sus extremos, a manera de bisagra. Se colocaron las alas en el cubreobjetos, acomodadas en dos filas de seis alas y se fijaron uniendo el extremo opuesto de los cubreobjetos con otro pedazo de cinta adhesiva

transparente. Los fémures se colocaron en un cubreobjeto en dos filas de 6 fémures, en el mismo orden que el ala del par correspondiente a la misma abeja; cubriéndolos con un pedazo de cinta adhesiva transparente de las mismas medidas que el cubreobjeto (Sylvester y Rinderer, 1987).

Se pegó una etiqueta adhesiva en la parte inferior de cada uno de los cubreobjeto con los datos de identificación: número de muestra, localidad y fecha de colecta (SARH, 1990b).

Para la medición se colocó un proyector para diapositivas, sobre un plano horizontal, a 1.40 m de altura, a una distancia de 5 a 6 m de una pared lisa de color blanco mate. Se adhirió un micrómetro ocular con cinta adhesiva transparente a un cubreobjetos y este último se colocó en una montura para diapositivas. Se calibró la imagen de la siguiente manera. El micrómetro colocado en el cubreobjetos, se proyectó en la pared y se ajustó, haciendo coincidir la escala del micrómetro (1 cm) con la escala de 50 cm de una regla de plástico (Sylvester y Rinderer, 1987).

Para la medición de las estructuras, se colocó el cubreobjeto de cada muestra entre una montura plástica para diapositivas, las que se acomodaron en el carrusel del proyector de diapositivas. Se ordenaron por número de muestra, las alas seguidas de sus fémures en orden secuencial (SARH, 1990b).

Se realizó la medición de las 12 piezas anatómicas, con ayuda de la regla. La longitud del ala se tomó desde la escotadura de la vena costal a la parte distal del ala (Figura 3.5).

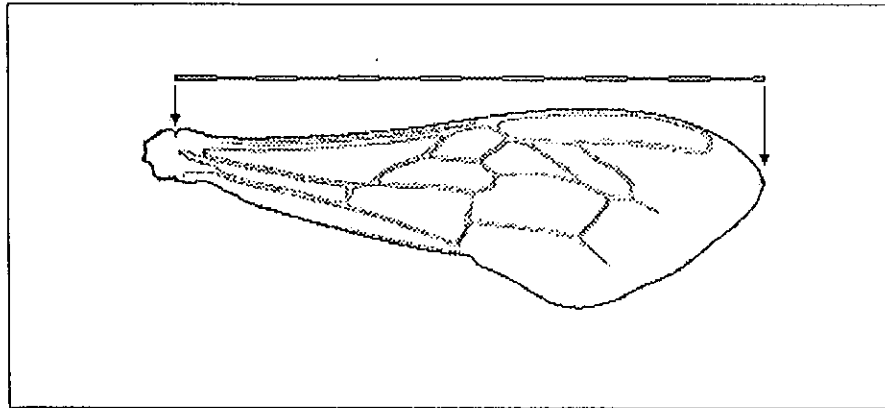


Figura 3.5. Ala anterior y puntos a medir la longitud del ala en el FABIS. (Tomado de Sylvester y Rinderer, 1987)

La medición del fémur se realizó desde la parte superior del cóndilo hasta la unión del fémur con la tibia (Figura 3.6).

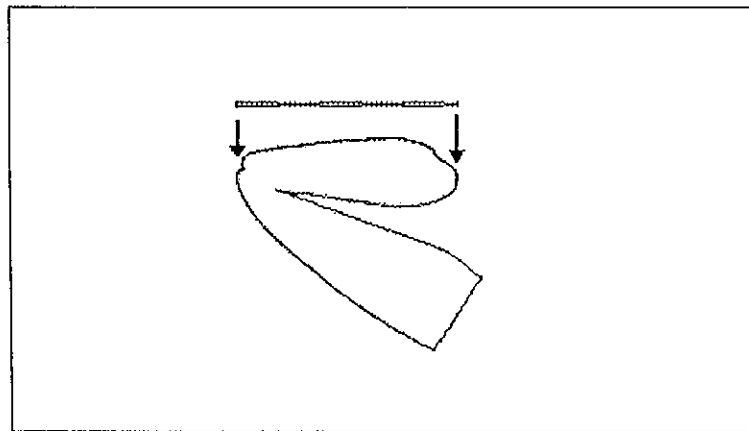


Figura 3.6. Fémur posterior y puntos a medir la longitud del fémur en el FABIS. (Tomado de Sylvester y Rinderer, 1987)

3.4.3. DESPEJE DE FÓRMULA

En la bitácora se anotaron las lecturas de cada muestra, de forma que se tiene la medida de cada ala y la correspondiente del fémur de la misma abeja. (Sylvester y Rinderer, 1987).

Se procedió a realizar los cálculos de la técnica FABIS para determinar la clasificación como abejas europeas (AE) ó abejas africanizadas (AAf) de cada muestra de acuerdo a Sylvester y Rinderer (1987b).

Sé obtuvo el promedio de la longitud de ala, con la siguiente fórmula:

$$\text{Promedio longitud de ala} = \frac{\Sigma \text{long. de ala} \times 2}{100}$$

Donde: Σ = Es la sumatoria de la longitud del ala de cada muestra.
2 = Factor de conversión para llevar la cantidad a la unidad métrica.
100 = Se divide entre cien para hacer la conversión de la lectura a milímetros y obtener el promedio de las alas medidas.

Y el promedio de la longitud de los fémures, con la fórmula:

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

Se procedió a despejar la fórmula de la función discriminante para el FABIS (Sylvester y Rinderer, 1987)

Función discriminante:

$$\text{Índice FABIS} = -104.422 + (8.5414 \times \text{prom. long. ala ant.}) + (10.4132 \times \text{prom. long. fémur})$$

Donde: prom. long. ala ant. = Promedio de la longitud de las alas anteriores de la muestra
prom. long. fémur = Promedio de la longitud de los fémures de la muestra

El resultado obtenido se comparó con los siguientes valores críticos que identifican a las abejas.

Valores críticos:

Europeas
 $\geq + 0.001$

Africanizadas
 $\leq - 0.001$

(SARH, 1990; Sylvester y Rinderer 1987)

Si el índice obtenido es igual o mayor a + 0.001 entonces las abejas se identifican como abejas europeas (SARH, 1990b).

Si el índice obtenido es igual o menor a - 0.001 las abejas se identifican como abejas africanizadas (SARH, 1990b).

3.5. MANEJO DE DATOS

Los datos obtenidos se anotaron en una bitácora y se capturaron en una base de datos, en un equipo personal de cómputo para obtención de resultados, cuadros y gráficas de frecuencia.

Los resultados se clasificaron y se analizaron por: i) Distribución geográfica anual. ii) Densidad de colonias africanizadas. iii) Variación de los caracteres morfométricos. iv) Modificación en los caracteres morfométricos en poblaciones AAF y AE. Los datos fueron clasificados por el estado, por zonas (Central y Zapotlán) y por tipo de colonia (manejada o silvestre).

Con el fin de comparar las características de las colonias colectadas al inicio y al final del estudio, se aplicó el análisis de varianza de una vía (ANDEVA) las medidas de los caracteres morfométricos. En las medias entre zonas geográficas del muestreo, se planteó la hipótesis nula (H_0): "No existen diferencias entre caracteres morfométricos entre grupos de abejas por zonas geográficas de muestreo". En las medias entre tipos de colonias muestreadas, la hipótesis nula (H_0) fue: "No existen diferencias entre caracteres morfométricos entre grupos de abejas por tipo de colonia".

Se aplicó la prueba de t a los promedios anuales de los caracteres morfométricos medidos, en las colonias clasificadas por zonas de estudio y también por tipo de colonia, con el objeto de estimar si las medias son diferentes significativamente durante el estudio.

4. RESULTADOS

Para el estudio de la distribución de las AAf en el estado de Jalisco se realizaron colectas de colonias de abejas manejadas y silvestres entre los años 1989 y 1997. Las muestras fueron procesadas por métodos morfométricos en el laboratorio Apícola de la Universidad de Guadalajara.

4.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA AFRICANIZACIÓN EN EL ESTADO DE JALISCO

Las muestras de 1989 no reportan abejas con características de AAf (Figura 4.1).

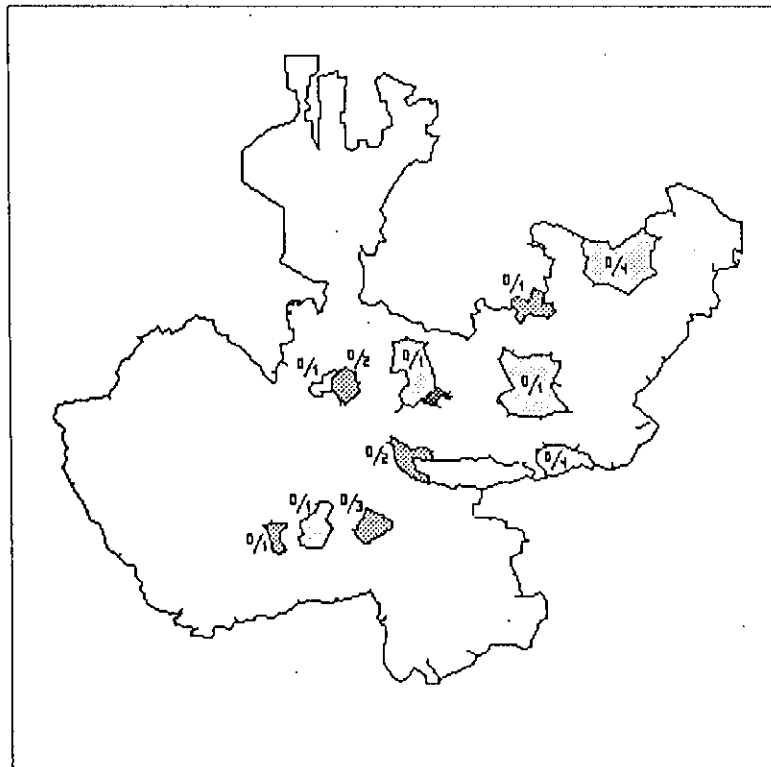


Figura 4.1. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1989 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

En 1990 se detectaron las primeras AAf en muestras que provenían de la costa y cerca del lago de Chapala (Figura 4.2).

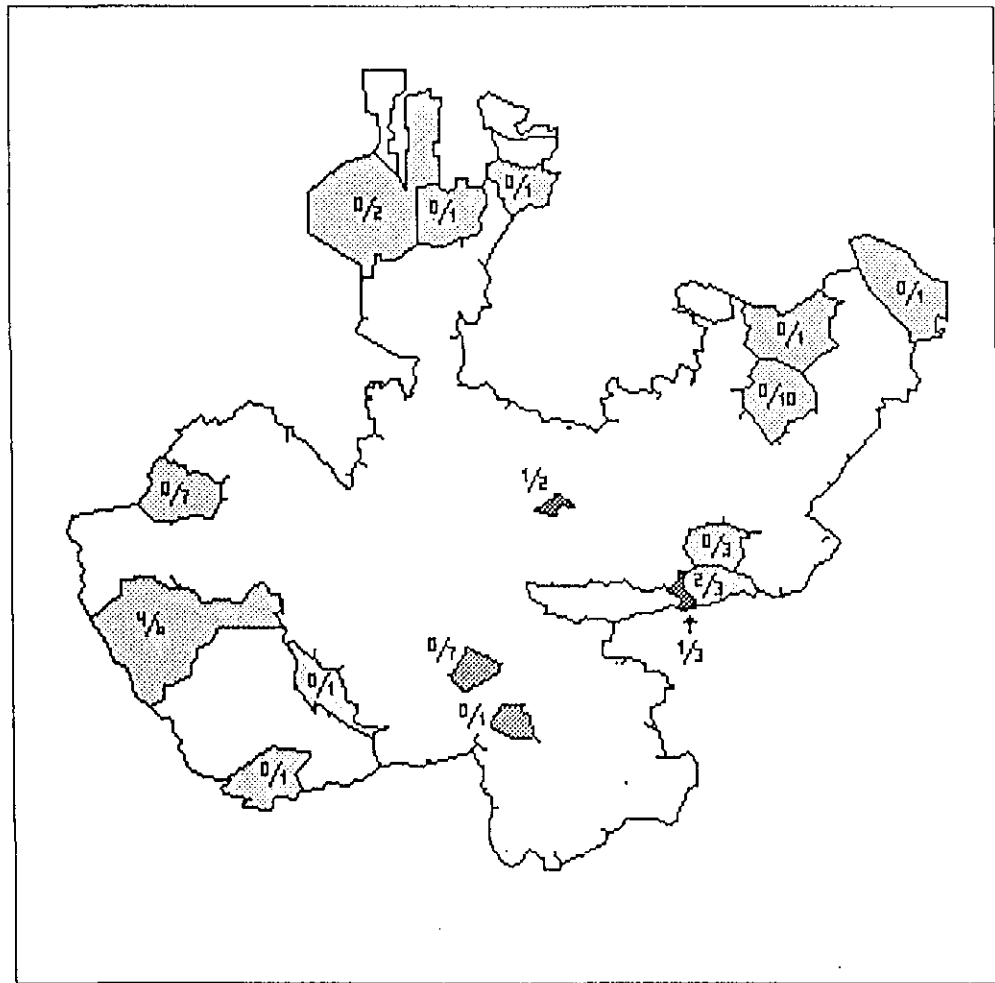


Figura 4.2. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1990 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

Para 1991 se observó de resultados africanizados en la costa, el sur y el centro del estado, sin encontrarse en la región de los altos y en la región norte (Figura 4.3).

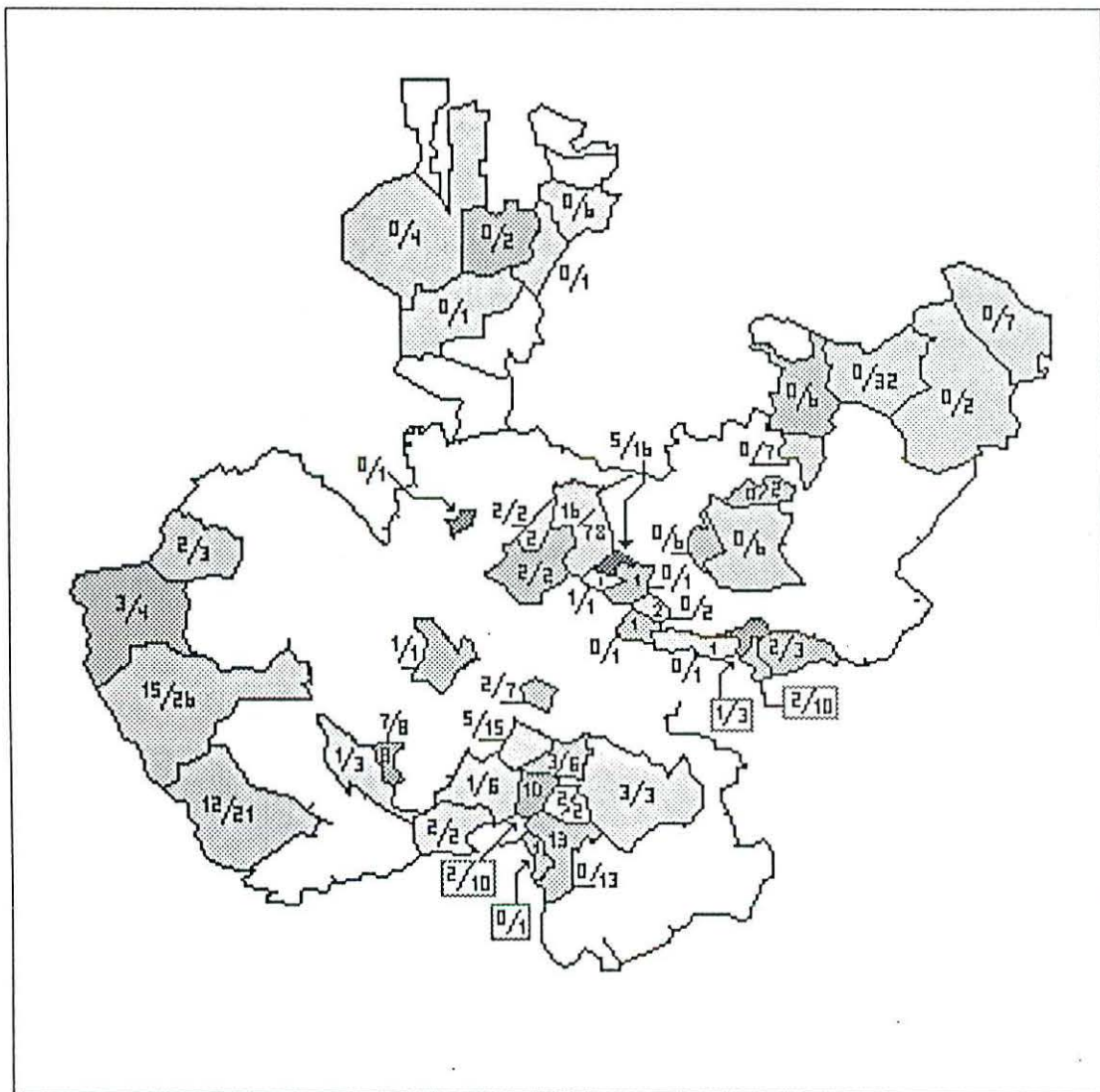


Figura 4.3. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1991 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

A partir de 1992 las AAF están distribuidas en todo el estado de Jalisco, como se observó en las figuras 4.5 a 4.9.

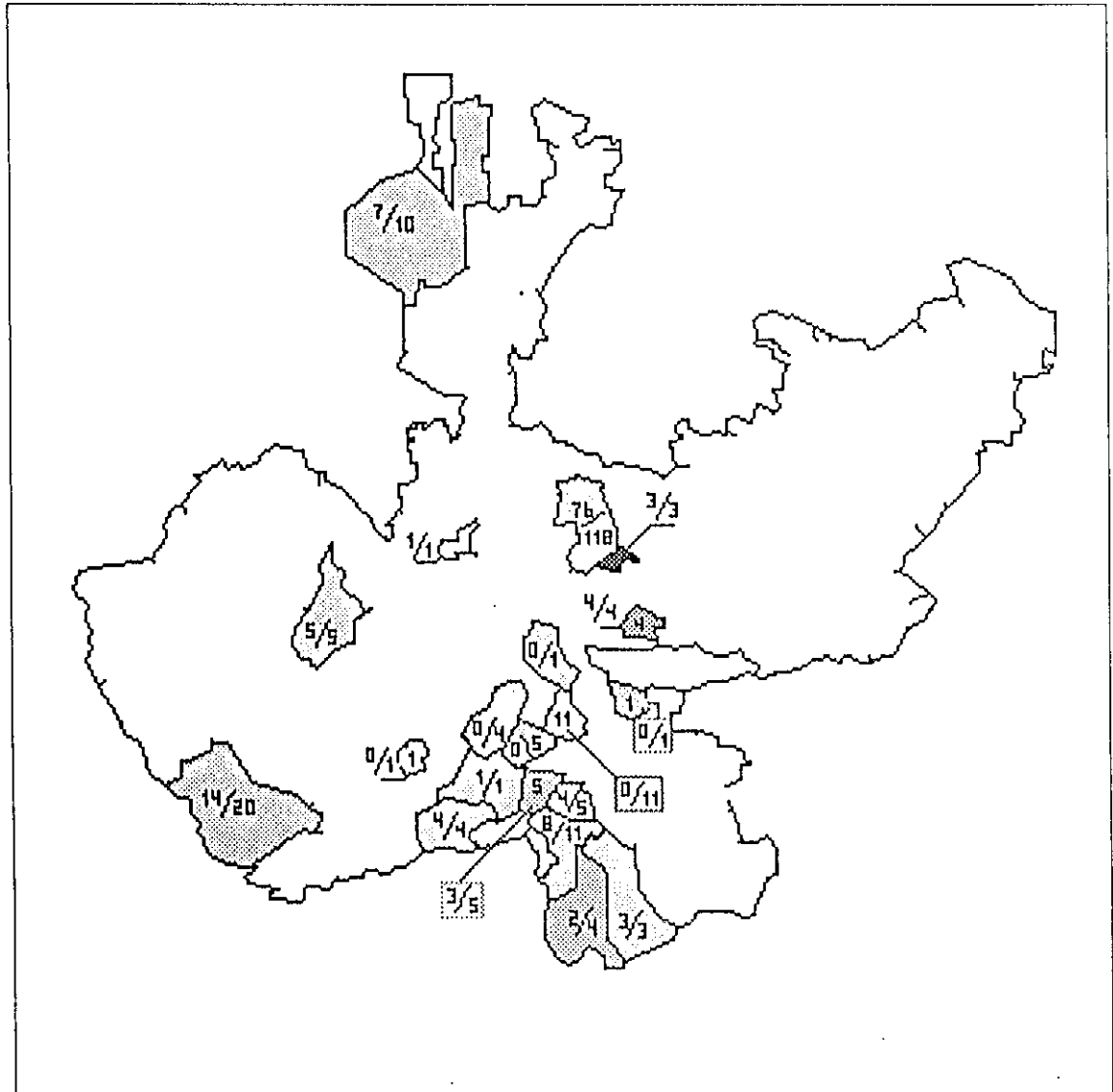


Figura 4.5. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1993 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

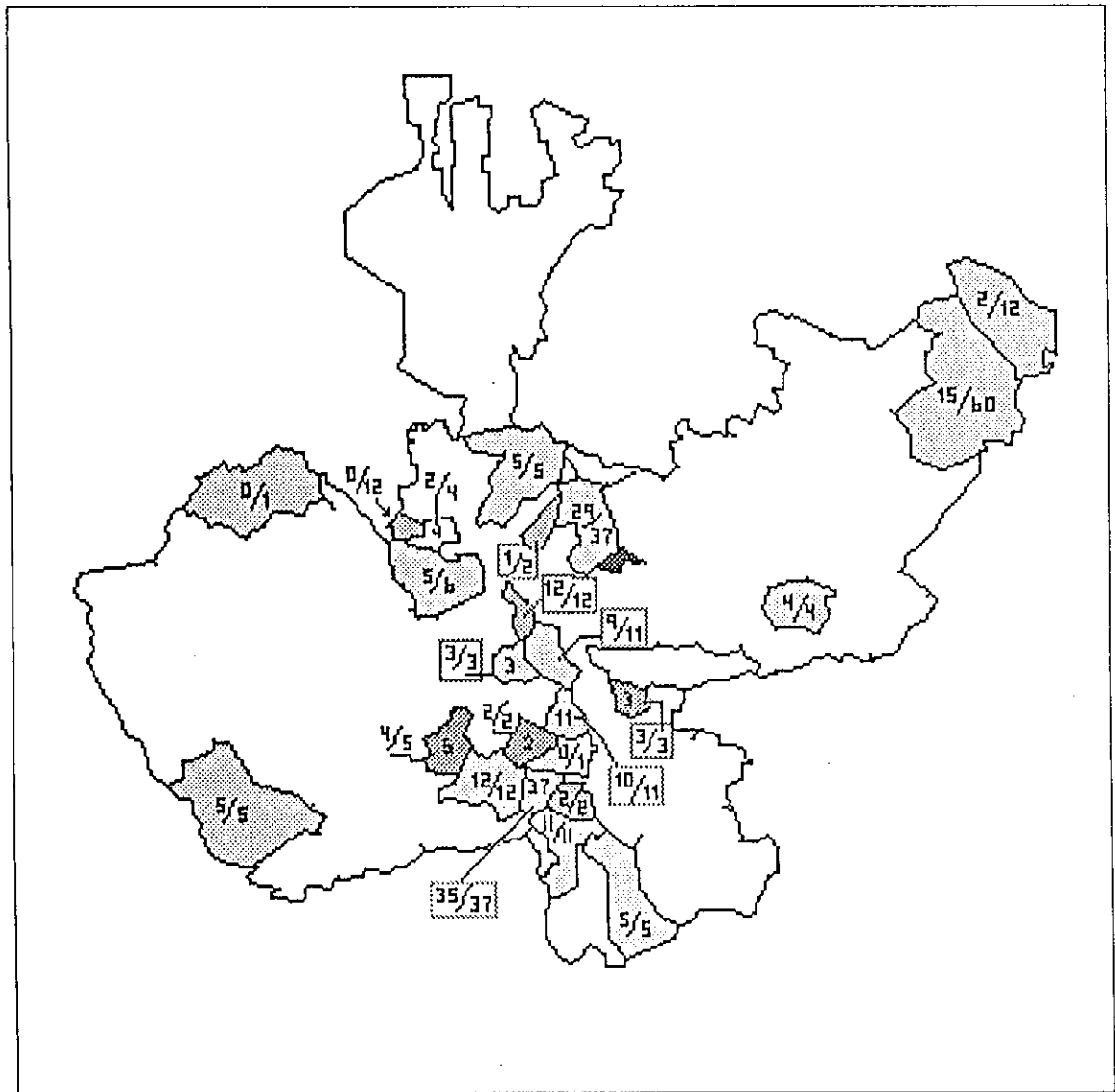


Figura 4.6. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1994 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

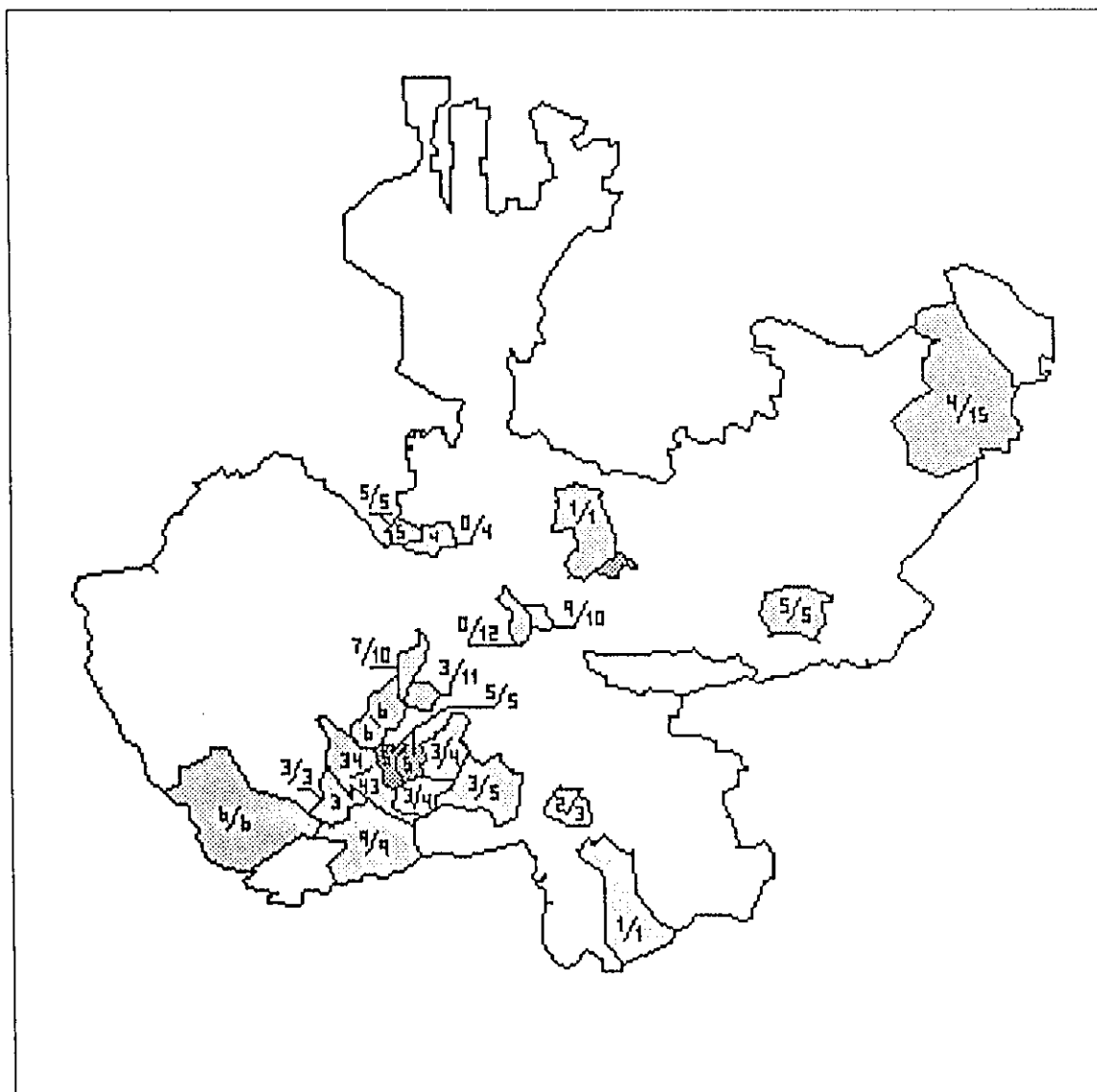


Figura 4.7. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1995 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

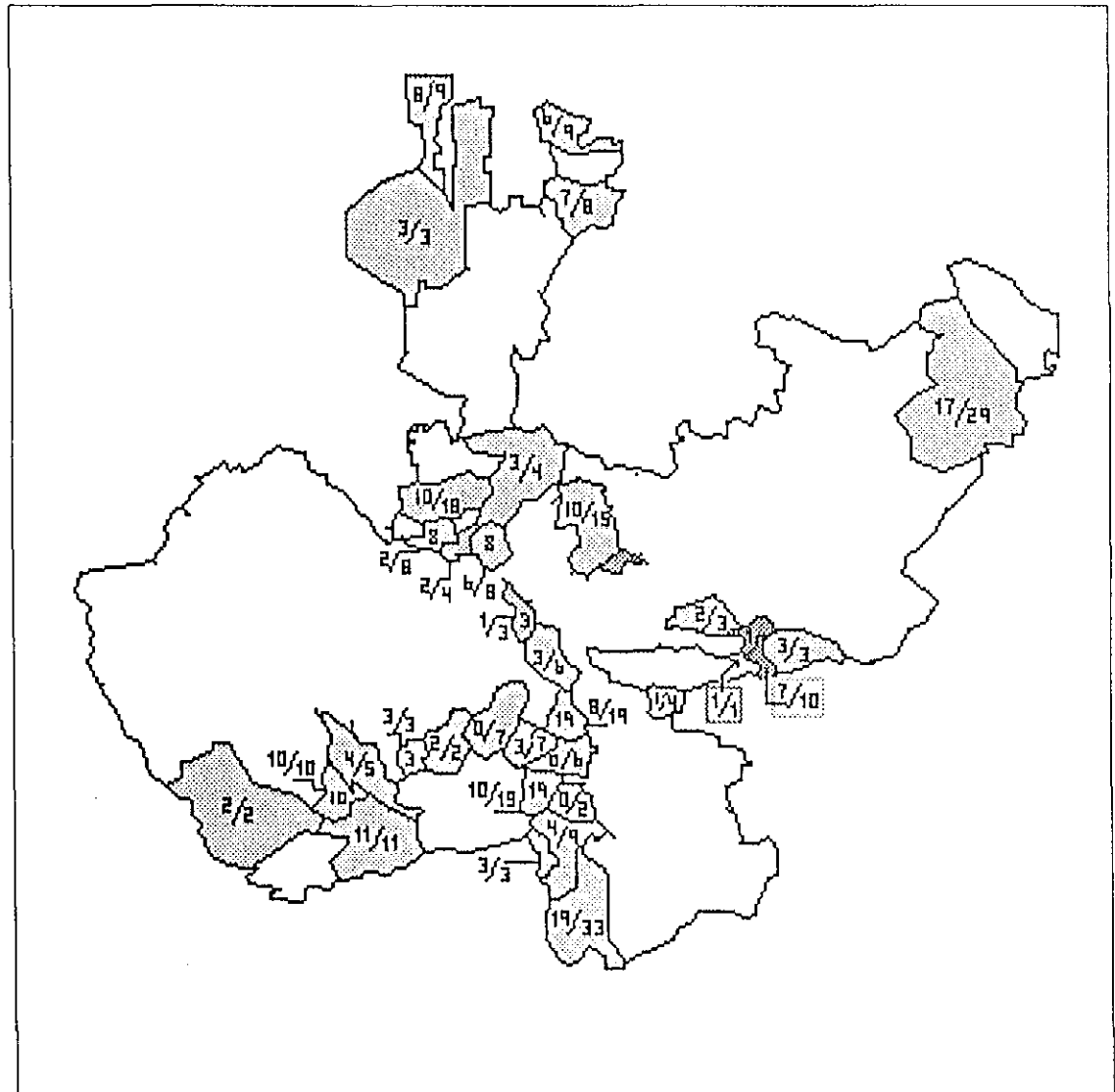


Figura 4.8. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1996 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

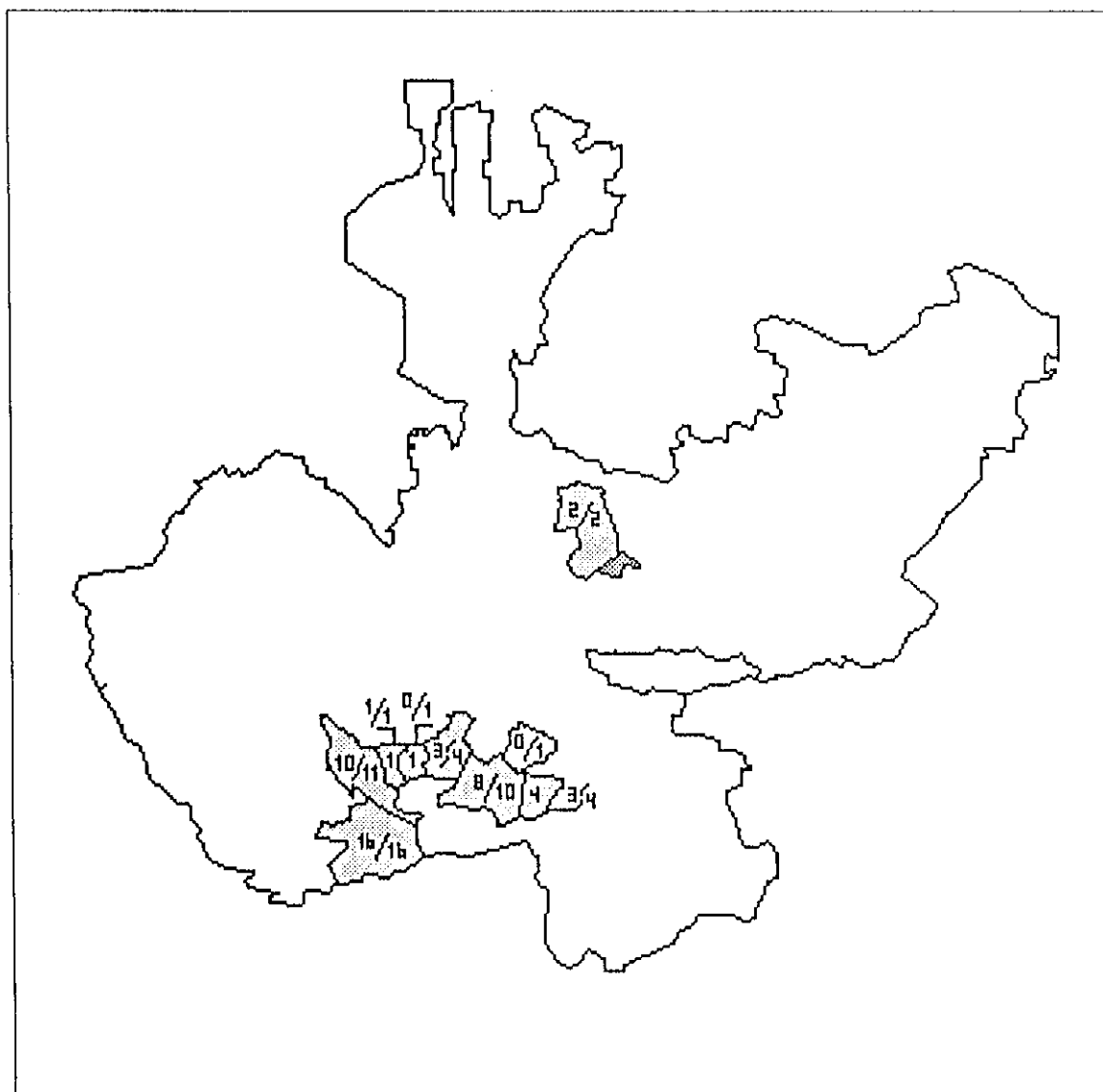


Figura 4.9. Distribución geográfica de muestras africanizadas en 1997 por municipios (número de africanizadas/total de muestras colectadas).

4.2. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN EN EL ESTADO DE JALISCO

4.2.1. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN EN EL ESTADO

Se presentan los resultados de todas las muestras colectadas en el estado de Jalisco, de forma global (Cuadro 4.1).

La AAf se detectó a partir de 1990. Se observa que el número de muestras con resultados africanizados se incrementa cada año (Cuadro 4.1), a partir de 1990, presentando una baja en el porcentaje en 1996 y aumentando para 1997 al 82.69 %.

Cuadro 4.1. Frecuencia de abejas europeas y africanizadas en el estado de Jalisco de los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.

Año	Total Muestras	Europeas		Africanizadas	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1989	23	23	100		
1990	52	42	80.77	10	19.23
1991	341	246	72.14	95	27.86
1992	483	342	70.81	141	29.19
1993	219	84	38.36	135	61.64
1994	269	87	32.34	182	67.66
1995	168	55	32.74	113	67.26
1996	287	113	39.37	174	60.62
1997	52	9	17.31	43	82.69
Total	1894	1001		893	

La proporción de AAf se mantiene por 3 años abajo del 30 %. En el cuarto año esta se eleva al 61 % manteniéndose en los años siguientes por arriba de ese porcentaje (Figura 4.10). Elevándose al 82 % para el noveno año de estudio.

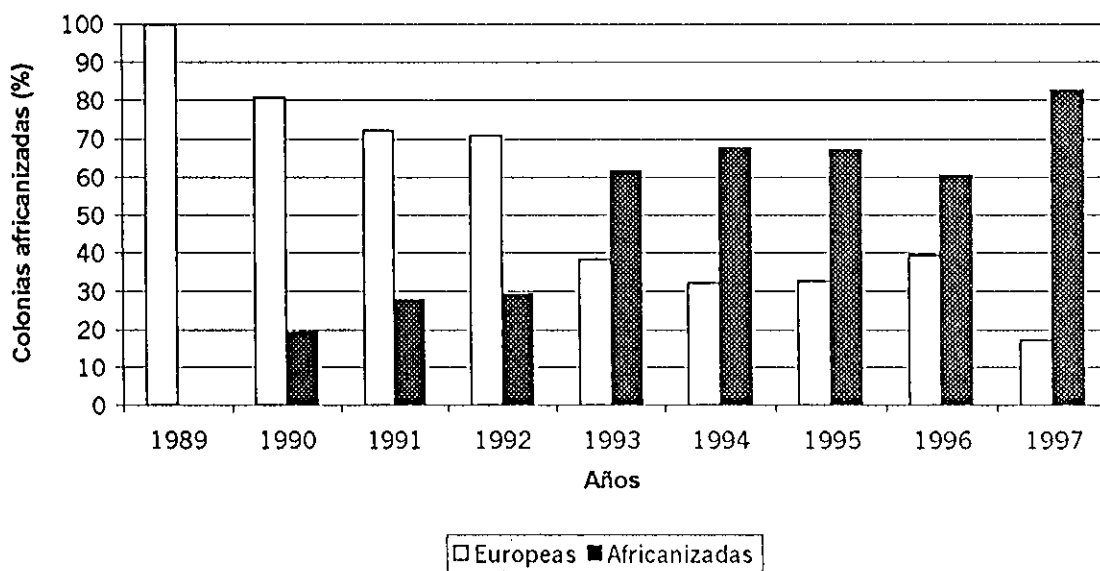


Figura 4.10. Africanización del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).

4.2.2. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN POR ZONAS DE ESTUDIO EN EL ESTADO DE JALISCO

El Estado de Jalisco para el presente estudio se dividió en dos zonas denominadas: zona Central y zona Zapotlán (ver Figura 3.4).

4.2.2.1. Desarrollo de la africanización en la zona Central

Esta zona abarca la mayor superficie del estado.

La AAF se detectó por primera vez en 1990 en un 22.73 % de las muestras. Esta aumentó paulatinamente al 25.09 % el año siguiente y al 37.85 % en 1992. En 1993 se elevó al 68.32 % (Figura 4.11), bajó al 51.8 % el año siguiente, retomando el alza para 1995 con un 64.86 % de africanización, llegando al 90.3 % en 1997 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Africanización en la zona Central del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.

Año	Total Muestras	Europeas		Africanizadas	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1989	18	18	100		
1990	44	34	77.27	10	22.73
1991	267	200	74.91	67	25.09
1992	317	197	62.15	120	37.85
1993	161	51	31.68	110	68.32
1994	166	80	48.19	86	51.80
1995	111	39	35.13	72	64.86
1996	171	52	30.41	119	69.59
1997	31	3	9.68	28	90.32
Total	1286	674		612	

4.2.2.2. Desarrollo de la africanización en la zona Zapotlán

La zona Zapotlán cuenta con alta densidad de colmenas, en ella se ubica el 55 % del censo apícola.

Fue hasta 1991 que se detectaron muestras como AAf. De 74 colonias 28 son AAf (37.84 %) y 46 son europeas (62.1 %). En 1992 el porcentaje de colonias AAf bajó al 12.65 %. Al siguiente año la africanización se elevó al 43.1 % (Cuadro 4.3). Para 1994 se observó la más elevada proporción de colonias AAf con el 93.2 %. El séptimo año presentó un 71.9 %, el octavo año un 47.4 % y el noveno año presento el 71.4 % de africanización (Figura 4.11).

Cuadro 4.3. Africanización en la zona Zapotlán del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.

Año	Total Muestras	Europeas		Africanizadas	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1989	5	5	100		
1990	8	8	100		
1991	74	46	62.16	28	37.84
1992	166	145	87.35	21	12.65
1993	58	33	56.90	25	43.10
1994	103	7	6.80	96	93.20
1995	57	16	28.07	41	71.93
1996	116	61	52.58	55	47.41
1997	21	6	28.57	15	71.43
Total	608	327		281	

4.2.2.3. Africanización entre las dos zonas de estudio del estado

En la zona Central se detectaron las primeras muestras AAf en 1990 y en la zona Zapotlán en 1991 (Figura 4.11).

La zona Central presentó un aumento continuo en la proporción de colonias AAf durante los años de estudio con un ligero descenso solo en 1994 (Cuadro 4.2).

La zona Zapotlán presenta un aumento discontinuo en la proporción de colonias AAf. En 1991 el 37.8 % de colonias fueron AAf, para 1992 baja la africanización al 12.6 % y aumenta hasta llegar en 1994 al 93.2 %, los siguientes dos años baja al 47.4 % y en 1997 se eleva al 71.4 % de africanización (Cuadro 4.3).

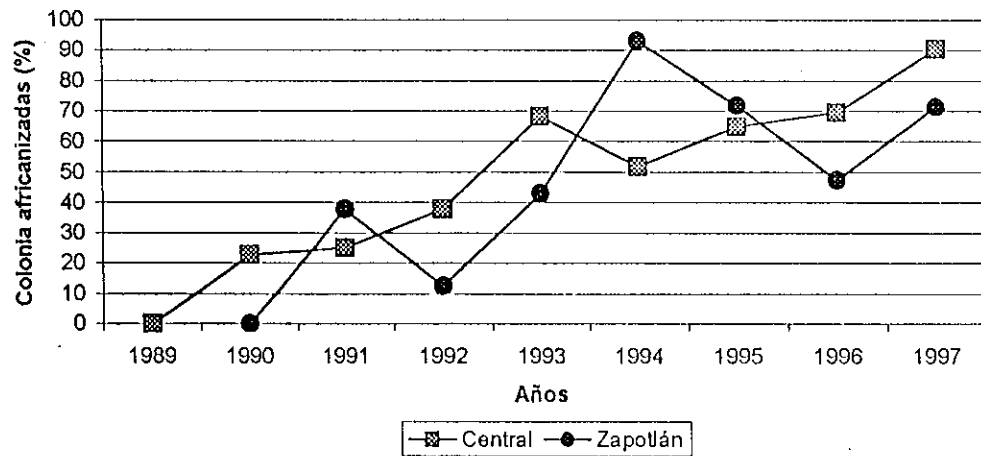


Figura 4.11. Comparación de la africanización entre las dos zonas en estudio (Central y Zapotlán) del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).

4.2.3. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN POR TIPO DE COLONIA EN EL ESTADO DE JALISCO

La distribución de la Aaf por tipo de colonia, manejadas y silvestres (Cuadro 3.4), dio los siguientes resultados.

4.2.3.1. Desarrollo de la africanización en colonias manejadas

Para 1989 y 1990 todas las muestras de colonias manejadas fueron europeas. En 1991 se detectaron 6.25 % de muestras africanizadas. Los dos primeros años del trabajo se presentó un porcentaje por abajo del 15 %. En 1993 las muestras africanizadas aumentaron al 60 %; a partir de ese año el porcentaje se encontró arriba de esa cifra, En 1996 se presentó una ligera baja en el porcentaje de africanización en las colonias manejadas (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Frecuencia de abejas europeas y africanizadas en colonias manejadas del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.

Año	Total Muestras	Europeas		Africanizadas	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1989	18	18	100		
1990	33	33	100		
1991	176	165	93.75	11	6.25
1992	295	256	86.78	39	13.22
1993	201	81	40.30	120	59.70
1994	260	85	32.69	175	67.31
1995	162	54	33.33	108	66.67
1996	282	112	39.72	170	60.28
1997	46	9	19.57	37	80.43
Total	1473	813		660	

4.2.3.2. Desarrollo de la africanización en colonias silvestres

En 1990 se reportaron las primeras colonias silvestres AAf. De 19 muestras 10 fueron africanizadas (52.6 %). La africanización por 3 años se mantuvo en un rango cercano al 50 %, en 1993 se elevó al 83.3 %; en los siguientes años el porcentaje se mantiene entre los 77 y el 100 por ciento de las muestras de AAf (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Frecuencia de abejas europeas y africanizadas en colonias silvestres en el estado de Jalisco los años de 1989 a 1997, por análisis morfométrico FABIS.

Año	Total Muestras	Europeas		Africanizadas	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1989	5	5	100		
1990	19	9	47.37	10	52.63
1991	165	81	49.09	84	50.91
1992	188	86	45.74	102	54.26
1993	18	3	16.67	15	83.33
1994	9	2	22.22	7	77.78
1995	6	1	16.67	5	83.33
1996	5	1	20	4	80
1997	6			6	100
Total	421	188		233	

4.2.3.3. Africanización comparada entre los dos tipos de colonia

Muestras de AAf fueron detectadas en colonias manejadas en 1991. Durante los dos primeros años con africanización el porcentaje fué menor a 20 % (Cuadro 4.4). En 1993 el porcentaje de colonias con rasgos AAf se elevó a 59.7 %. Durante los siguientes años la proporción de colonias AAf se mantuvo entre el rango de 60 a 80 %.

En tanto, las colonias silvestres en 1990 presentaron 52.6 % de muestras AAf. En los dos años subsiguientes incrementó en el rango de 50 a 60 %. En 1993 se elevó la africanización al 83.3 % (Cuadro 4.5), el siguiente año bajó al 77.7 %, manteniéndose los siguientes años entre este y el 100 por ciento (Figura 4.12).

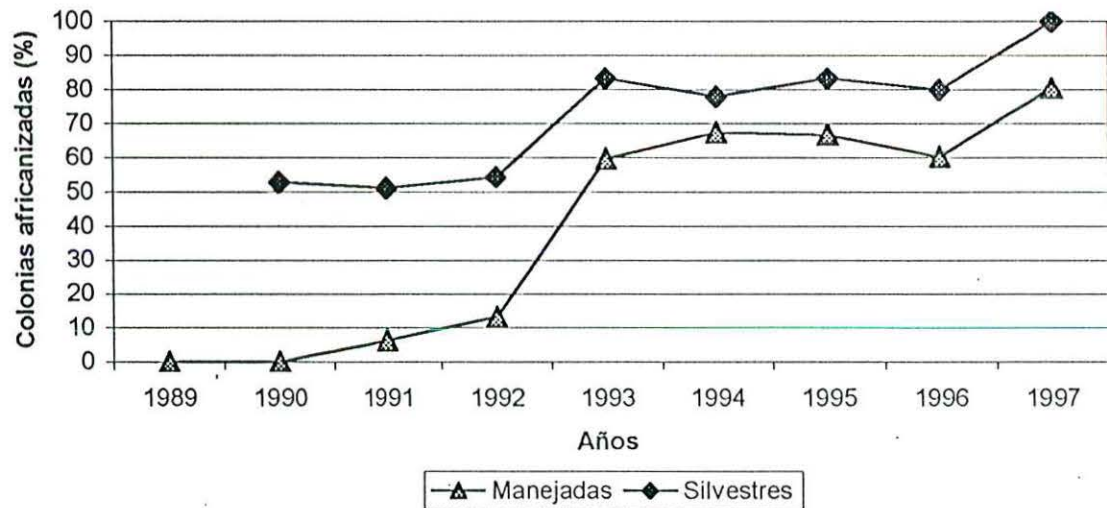


Figura 4.12. Comparación de la africanización entre los dos tipos de colonias (manejadas y silvestres) del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).

4.2.3.4. Africanización de colonias manejadas entre las dos zonas

Las colonias manejadas en ambas zonas presentan menos del 20 % de muestras africanizadas en 1991 y 1992; en 1993 los dos zonas aumenta su porcentaje por arriba del 40 % (Figura 4.13). Las colonias manejadas de la zona central presentaron el 65.9 % en 1993 y de ahí asciende paulatinamente hasta llegar al 88.4 % en 1997, con excepción de un descenso en 1994. La zona Zapotlán en 1993 reporta un 43.8 %, en 1994 se eleva al 93.1 %; presentando una baja de dos años 71.9 % y 47.4 % en 1995 y 1996 respectivamente, para 1997 el porcentaje de AAf aumentó al 70 %.

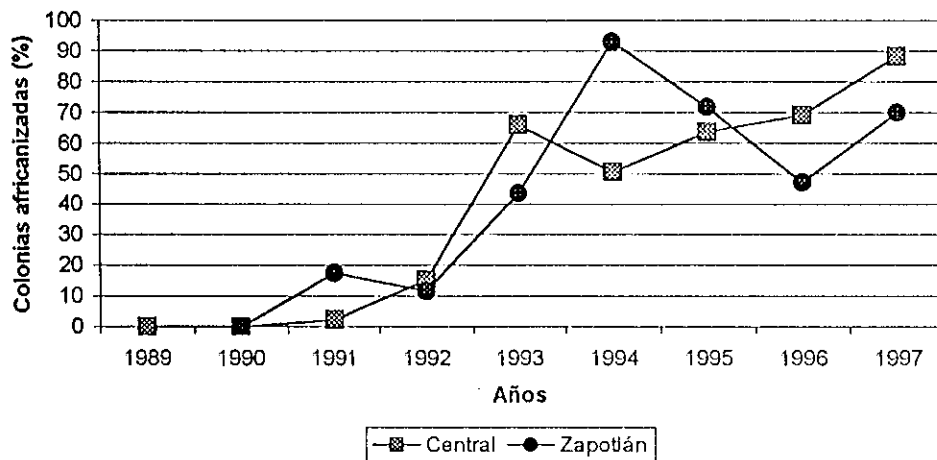


Figura 4.13. Comparación de la africanización en colonias manejadas entre las dos zonas en estudio del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).

4.2.3.5. Africanización de colonias silvestres entre las dos zonas

El 58 % de las colonias silvestres de la zona Central en 1990 fueron identificadas como AAf. En 1991 la proporción baja al 46.7 % y de ahí inició un acenso continuo hasta llegar en 1997 al 100 % (Figura 4.14). La zona Zapotlán presenta un 71.4 % de AAf en 1991; para 1994 el 100 %.

A partir de 1992 para la zona Zapotlán y de 1994 para la zona Central la africanización se observa variable dado que disminuyó el número de muestras colectadas (de 8 – 4 por año) probablemente al perder los apicultores el interés por tomar muestras de colonias silvestres (Figura 4.14).

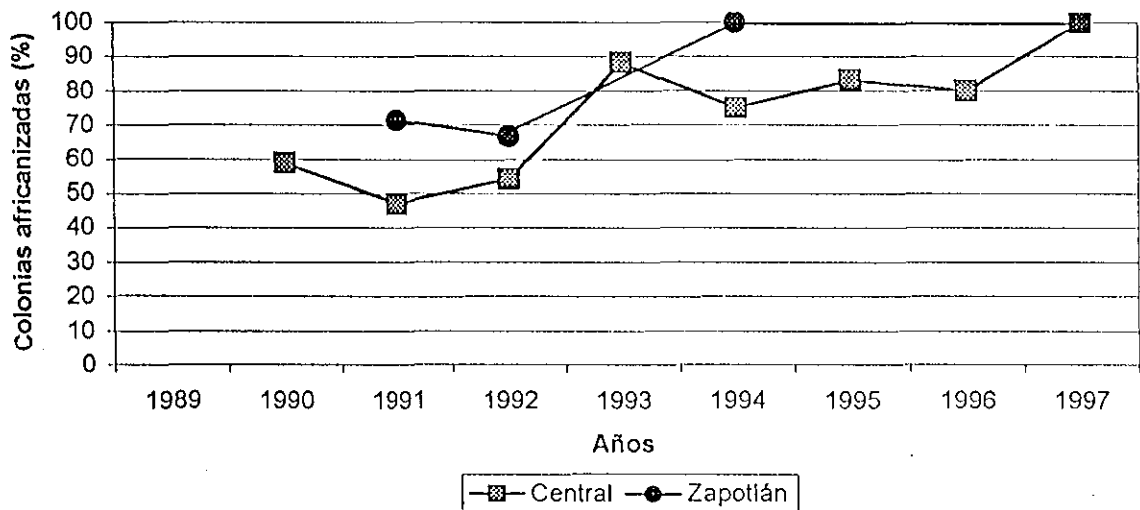


Figura 4.14. Comparación de la africanización en colonias silvestres entre las dos zonas en estudio del estado de Jalisco a lo largo de 9 años (en porcentaje).

4.3. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS MEDIDOS EN LAS ABEJAS DEL ESTADO DE JALISCO

Los caracteres medidos (largo de ala anterior y largo de fémur) así como los valores del índice de FABIS, se analizaron por su promedio anual.

4.3.1. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE LAS ABEJAS DEL ESTADO DE JALISCO

4.3.1.1. Largo de ala

La longitud media del ala al inicio del estudio se encontró con el valor promedio de 9.312 mm y disminuyó con los años del estudio. Se concluyó nueve años después con 8.880 mm (Cuadro 4.6).

4.3.1.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures se inició con el valor de 2.750 mm y se observó con una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio. Se concluyó nueve años después con 2.592 mm (Cuadro 4.6).

4.3.1.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició con el valor de 3.804 y al termino de los nueve años de muestreo se encontró un índice de -1.575 (Cuadro 4.6), el cual se observa que disminuyó a lo largo de los años del estudio.

Se observó en las dos estructuras morfológicas y el índice FABIS que la disminución están relacionadas y no se presenta de forma lineal (Figura 4.15) ya que no presentó cambios entre 1991 y 1992, así como una mayor longitud promedio e índice FABIS en 1996.

Cuadro 4.6. Media de la longitud del ala anterior, longitud del fémur y del índice FABIS en las abejas del estado de Jalisco.

Año	Largo de Ala (mm)	Largo de Fémur (mm)	Media del Índice FABIS
1989	9.312	2.750	3.804
1990	9.195	2.706	2.272
1991	9.129	2.667	1.164
1992	9.121	2.665	1.233
1993	9.003	2.615	-0.280
1994	8.930	2.607	-0.991
1995	8.963	2.606	-0.724
1996	8.969	2.620	-0.518
1997	8.880	2.592	-1.575

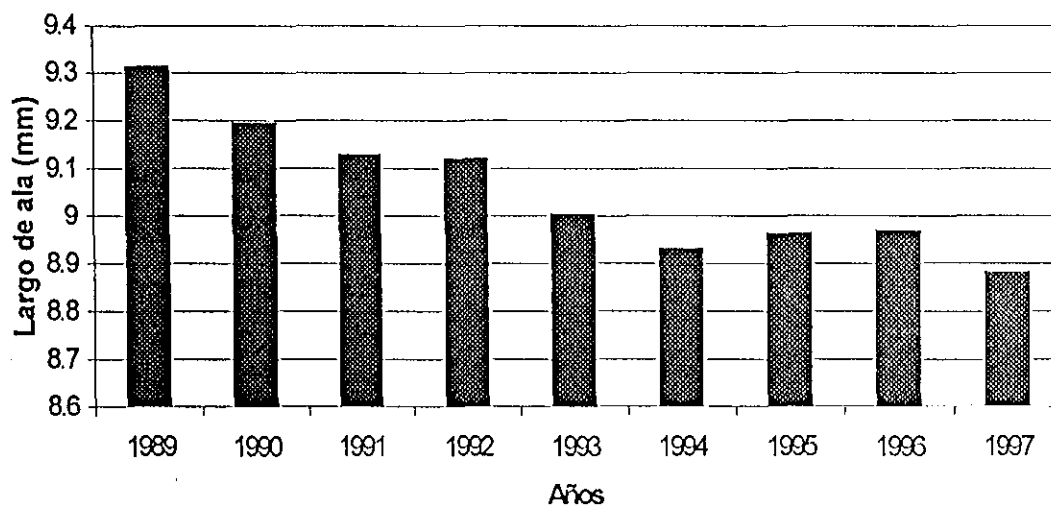


Figura 4.15. Longitud media de las alas en las abejas colectadas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.3.2. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE LAS ABEJAS POR ZONA DE ESTUDIO DEL ESTADO DE JALISCO

Se clasificaron los resultados de las medias de los caracteres medidos por las dos zonas de estudio (Central y Zapotlán)

4.3.2.1. Largo de ala

La longitud media del ala disminuyó durante los años del estudio. En la zona Central se inició con la longitud de 9.313 mm y concluyó nueve años después con 8.850 mm. En la zona Zapotlán inició con el valor promedio de 9.307 mm y nueve años después se encontró 8.925 mm (Cuadro 4.7).

Se observa de forma gráfica las diferencias de las medias anuales de las alas por las regiones de estudio (Figura 4.16).

4.3.2.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures se observó con una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio. En la zona Central se inició con la longitud de 2.758 mm y se concluyó nueve años después con 2.585 mm. En la zona Zapotlán inició con el valor promedio de 2.723 mm y nueve años después se encontró 2.601 mm (Cuadro 4.7).

4.3.2.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en la zona Central con un valor de 3.913 y se concluyó nueve años después con -1.903. La zona Zapotlán inició con el valor promedio de 3.435 de índice FABIS y tras nueve años de muestreo presentó -1.092 (Cuadro 4.7), el cual se observa que disminuye a lo largo de los años del estudio.

Cuadro 4.7. Media de la longitud del ala anterior (mm), longitud del fémur (mm) y del índice FABIS en las abejas por zonas del estado de Jalisco.

Año	Largo de Ala	Largo de Ala	Largo de Fémur	Largo de Fémur	Índice FABIS	Índice FABIS
	Central	Zapotlán	Central	Zapotlán	Central	Zapotlán
1989	9.313	9.307	2.758	2.723	3.913	3.435
1990	9.168	9.340	2.699	2.745	1.961	3.944
1991	9.141	9.084	2.671	2.653	1.279	0.795
1992	9.087	9.186	2.646	2.699	0.750	2.155
1993	8.959	9.126	2.599	2.660	-0.825	1.232
1994	8.983	8.844	2.624	2.580	-0.360	-2.008
1995	8.962	8.966	2.604	2.609	-0.749	-0.675
1996	8.927	9.033	2.613	2.632	-0.963	0.138
1997	8.850	8.925	2.585	2.601	-1.903	-1.092

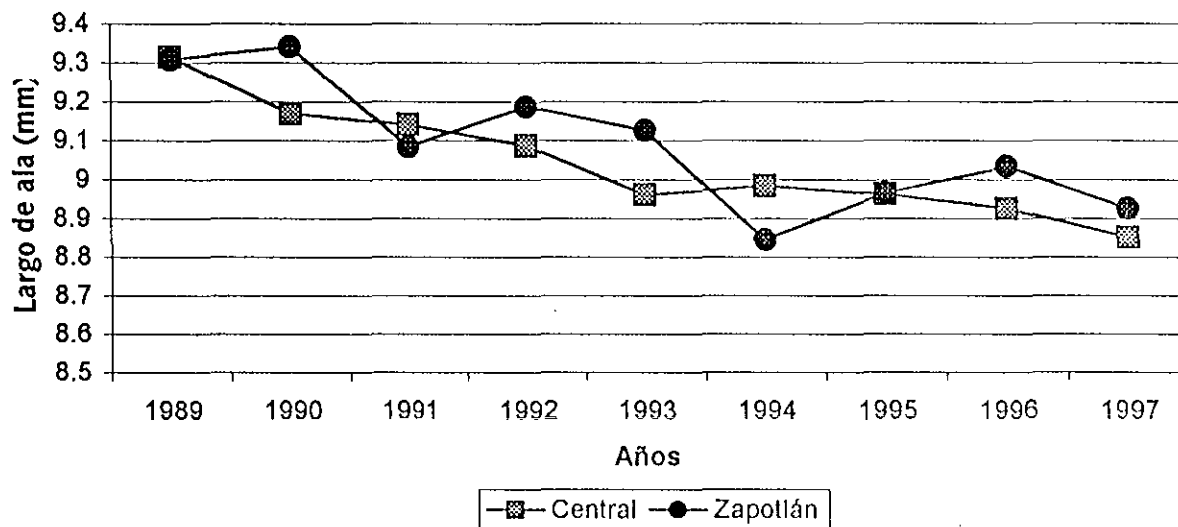


Figura 4.16. Longitud media de las alas por las zonas de estudio, del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.3.2.4. ANDEVA a longitudes de las abejas por zona de colecta

Los resultados del ANDEVA a las variables medidas por cada zona de estudio se presentan (Cuadro 4.8). El largo de ala en los años 1990 y 1997 de la zona Central se encontró diferencia significativa. En el largo de fémur en los años 1990 y 1997 de la zona Central se encontró diferencia significativa. El largo de ala en los años 1990 y 1997 de la zona Zapotlán se encontró diferencia significativa. En el largo de fémur en los años 1990 y 1997 de la zona Zapotlán se encontró diferencia significativa.

Cuadro 4.8. Resultados del ANDEVA para cada uno de los caracteres medidos entre las colonias de las zonas de estudio del estado de Jalisco.

TIPO	CARACTER	1990		1997		Valor de f	Signif.
		Media	D.E.	Media	D.E.		
ZONA CENTRAL	Ala	9.265	0.2069	8.850	0.1150	161.805	0.0000 *
	Fémur	2.726	0.0697	2.585	0.0425	114.996	0.0000 *
ZONA ZAPOTLAN	Ala	9.340	0.1124	8.869	0.1693	110.144	0.0000 *
	Fémur	2.7452	0.0525	2.590	0.0426	94.299	0.0000 *

D.E. Desviación estándar.

* Diferencia significativa.

4.3.2.5. Prueba de *t* a las medias de alas y fémures por zona

La prueba de *t* se aplico a las medias anuales de las muestras colectadas desde 1989 a 1997, el resultado muestra que los dos grupos no difieren significativamente de sus medias a lo largo del estudio.

4.3.3. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE LAS ABEJAS POR TIPO DE COLONIA DEL ESTADO DE JALISCO

Se clasificaron los resultados de las medias de los caracteres medidos por el tipo de colonia (manejada y silvestre)

4.3.3.1. Largo de ala

La longitud media del ala disminuyó con el avance de los años del estudio. En las colonias manejadas se inició con una longitud de 9.320 mm y se concluyó nueve años después con 8.900 mm. En las colonias silvestres inició con el valor promedio de 9.284 mm y nueve años después se encontró 8.734 mm (Cuadro 4.9).

Se observa de forma gráfica las diferencias de las medias anuales de las alas por las regiones de estudio (Figura 4.17).

4.3.3.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures se observa con una tendencia a ser más pequeños con el avance de los años del estudio. En las colonias manejadas se inició con la longitud de 2.754 mm y se concluyó nueve años después con 2.599 mm. En las colonias silvestres inició con el valor promedio de 2.736 mm y nueve años después se encontró 2.539 mm (Cuadro 4.9).

4.3.3.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en las colonias manejadas con un valor de 3.932 y se concluyó nueve años después con -1.339. Las colonias silvestres iniciaron con el valor promedio de 3.371 de índice FABIS y nueve años después presentó -3.383 (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Media de la longitud del ala anterior (mm), longitud del fémur (mm) y del índice FABIS en las abejas por tipo de colonia del estado de Jalisco.

Año	Largo de Ala	Largo de Ala	Largo de Fémur	Largo de Fémur	Índice FABIS	Índice FABIS
	Manejada	Silvestre	Manejada	Silvestre	Manejada	Silvestre
1989	9.320		2.754		3.932	
1990	9.306	9.002	2.735	2.657	3.541	0.134
1991	9.253	8.996	2.707	2.631	2.689	-0.201
1992	9.194	9.006	2.696	2.616	2.183	-0.257
1993	9.013	8.896	2.620	2.565	-0.151	-1.715
1994	8.931	8.893	2.608	2.604	-0.979	-1.348
1995	8.969	8.816	2.607	2.565	-0.661	-2.405
1996	8.971	8.888	2.621	2.565	-0.495	-1.794
1997	8.900	8.734	2.599	2.539	-1.339	-3.383

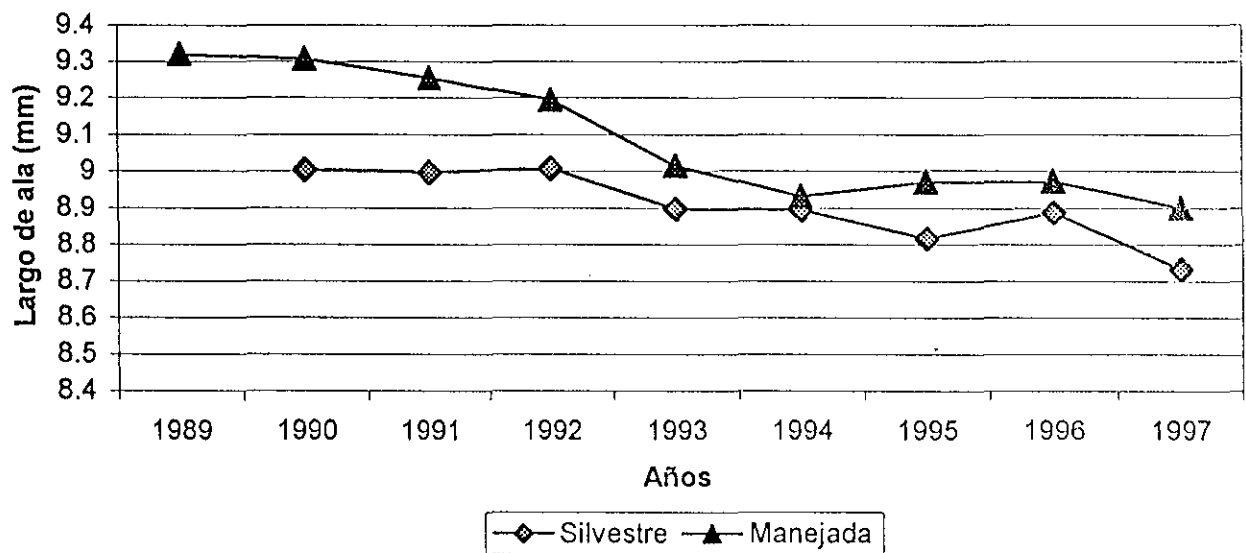


Figura 4.17. Longitud media de las alas por tipo de colonias en que se colectaron las abejas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.3.3.4. ANDEVA a longitudes de las abejas por tipo de colonia

Los resultados del ANDEVA a las variables medidas por tipo de colonia se presentan (Cuadro 4.10). El largo de ala en los años 1990 y 1997 de colonia manejada presentó diferencia significativa. En el largo de fémur en los años 1990 y 1997 de colonia manejada se encontró diferencia significativa. El largo de ala en los años 1990 y 1997 de colonia silvestre se encontró diferencia significativa. En el largo de fémur en los años 1990 y 1997 de colonia silvestre se encontró diferencia significativa.

Cuadro 4.10. Resultados del ANDEVA para cada uno de los caracteres medidos entre tipo de colonia del estado de Jalisco.

TIPO	CARÁCTER	1990		1997		Valor de f	Signif.
		Media	D.E.	Media	D.E.		
COLONIA MANEJADA	Ala	9.301	0.124	8.889	0.124	174.674	0.0000 *
	Fémur	2.652	0.051	2.598	0.042	136.465	0.0000 *
COLONIA SILVESTRE	Ala	9.077	0.168	8.734	0.096	13.205	0.0015 *
	Fémur	2.652	0.070	2.539	0.020	28.699	0.0000 *

D.E. Desviación estándar.

* Diferencia significativa.

4.3.3.5. Prueba de *t* a las medias de alas y fémures por tipo de colonia

La prueba de *t* se aplicó a las medias anuales de las muestras colectadas desde 1989 a 1997, el resultado muestra que los dos grupos no difieren significativamente de sus medias a lo largo del estudio.

4.4. MODIFICACIÓN EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AFRICANIZADAS Y EUROPEAS

En este apartado los datos se clasificaron en los dos grupos de resultados que se obtienen con el FABIS abejas europeas o africanizadas.

4.4.1. CAMBIOS EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AAF Y AE EN EL ESTADO DE JALISCO

4.4.1.1. Largo de ala

La longitud media del ala en las colonias AAF se reduce poco inició con una longitud de 8.873 mm y concluyó ocho años después con 8.836 mm. En las colonias AE inició con el valor promedio de 9.312 mm y nueve años después disminuyó a 9.095 mm (Cuadro 4.11).

4.4.1.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures en las colonias AAF inició con una longitud de 2.617 mm y ocho años después presentó 2.578 mm. En las colonias AE se observó con una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio, se inició con la longitud de 2.750 mm y se concluyó nueve años después con 2.659 mm (Cuadro 4.11).

4.4.1.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en las colonias AAF con -1.3751 y ocho años después concluyó con -2.105 . Para las colonias AE inició con el valor promedio de 3.804 y nueve años de muestreo presentó 0.955 (Cuadro 4.11).

Se muestra de forma gráfica los cambios en morfometría de las alas de la población apícola de Jalisco, por medias anuales (Figura 4.18).

Cuadro 4.11. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones AAf y AE, de las muestras del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.

Año	Largo de Ala (mm)		Largo de Fémur (mm)		Índice FABIS	
	AAf	AE	AAf	AE	AAf	AE
1989		9.312		2.750		3.804
1990	8.873	9.272	2.617	2.728	-1.375	3.162
1991	8.854	9.235	2.585	2.703	-1.877	2.502
1992	8.887	9.217	2.578	2.700	-1.667	2.429
1993	8.875	9.211	2.570	2.688	-1.850	2.243
1994	8.824	9.152	2.576	2.672	-2.221	1.580
1995	8.868	9.159	2.575	2.668	-1.854	1.597
1996	8.864	9.131	2.591	2.666	-1.725	1.341
1997	8.836	9.095	2.578	2.659	-2.105	0.955

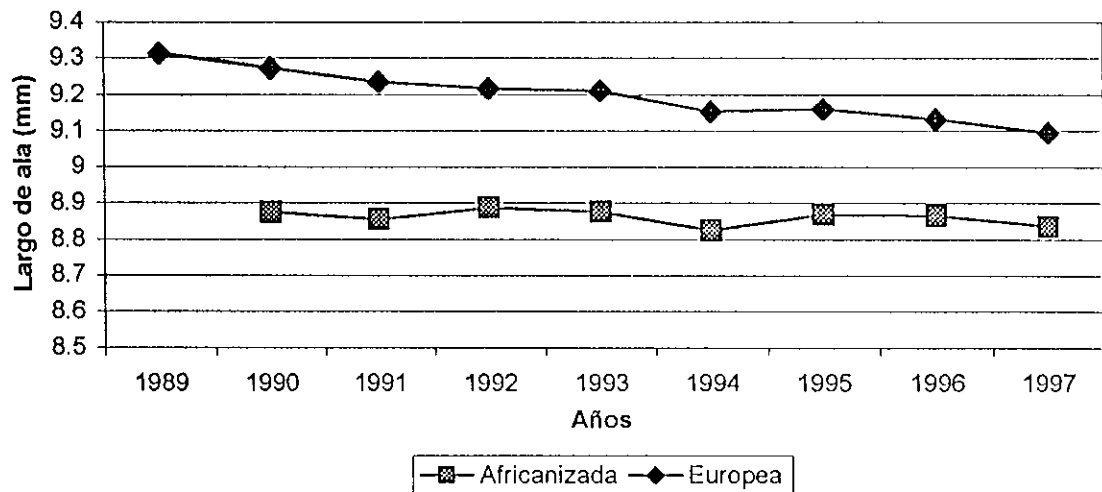


Figura 4.18. Longitud anual del ala por categoría de resultados de FABIS, en las abejas colectadas en el estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.4.2. CAMBIOS EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AAF Y AE POR ZONAS DE ESTUDIO DEL ESTADO

4.4.2.1. Cambios en el coeficiente de FABIS en la zona Central

4.4.2.1.1. Largo de ala

La longitud media del ala en las colonias AAF inició con una longitud de 8.873 mm y se concluyó ocho años después con 8.831 mm. En las colonias AE inició con el valor promedio de 9.313 mm y nueve años después concluyó con 9.025 mm (Cuadro 4.12).

4.4.2.1.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures en las colonias AAF inició con una longitud de 2.617 mm y ocho años después presentó 2.576 mm. En las colonias AE se observó con una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio, se inició con la longitud de 2.758 mm y se concluyó nueve años después con 2.672 mm (Cuadro 4.12).

4.4.2.1.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en las colonias AAF con -1.375 y se concluyó ocho años después con -2.160 . Para las colonias AE iniciaron con el valor promedio de 3.913 de índice FABIS y nueve años de muestreo presentaron 0.493 (Cuadro 4.12).

Se muestra de forma gráfica las diferencias de las medias anuales de las alas por categoría de resultados de FABIS (Figura 4.19).

Cuadro 4.12. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones AAf y AE, de las muestras de la zona Central del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.

Año	Largo de Ala (mm)		Largo de Fémur (mm)		Índice FABIS	
	AAf	AE	AAf	AE	AAf	AE
1989		9.313		2.758		3.913
1990	8.873	9.255	2.617	2.723	-1.375	2.972
1991	8.839	9.243	2.585	2.705	-2.002	2.573
1992	8.880	9.212	2.573	2.691	-1.775	2.289
1993	8.873	9.145	2.565	2.672	-1.912	1.520
1994	8.818	9.161	2.577	2.676	-2.270	1.692
1995	8.848	9.173	2.569	2.669	-2.092	1.730
1996	8.840	9.125	2.588	2.670	-1.965	1.328
1997	8.831	9.025	2.576	2.672	-2.160	0.493

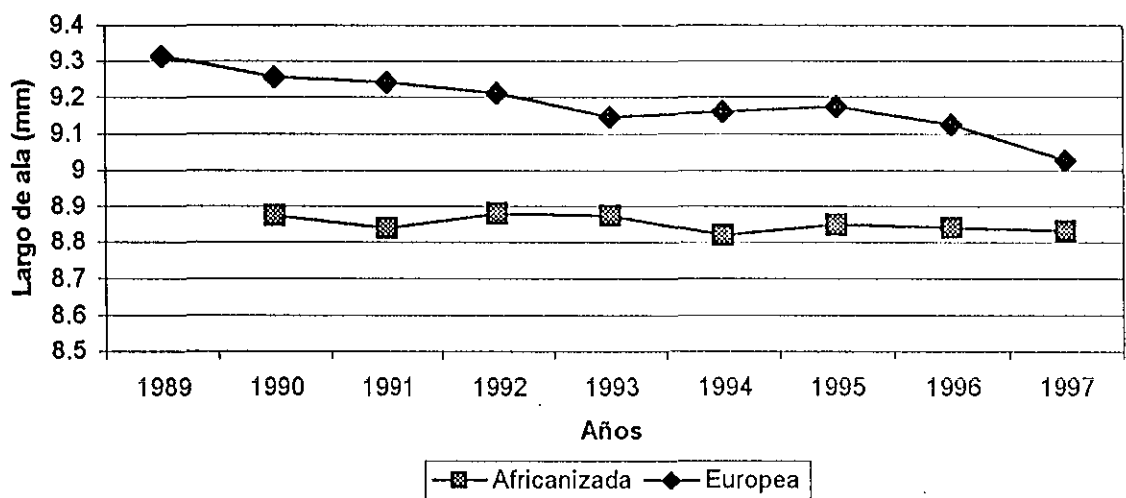


Figura 4.19. Longitud anual del ala por categoría de resultados de FABIS, en las abejas colectadas en la zona Central del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.4.2.2. Cambios en el coeficiente de FABIS en la zona Zapotlán

4.4.2.2.1. Largo de ala

La longitud media del ala en las colonias AAf inició con una longitud de 8.891 mm y se concluyó ocho años después con 8.844 mm. En las colonias AE disminuyó con los años del estudio, inició con el valor promedio de 9.307 mm y nueve años después presentó 9.129 mm (Cuadro 4.13).

4.4.2.2.2. Largo de fémur

La longitud media del fémur en las colonias AAf inició con una longitud de 2.583 mm y ocho años después presentó 2.581 mm. En las colonias AE se observó una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio, se inició con la longitud de 2.723 mm y se concluyó nueve años después con 2.653 mm (Cuadro 4.13).

4.4.2.2.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en las colonias AAf con -1.575 y se concluyó ocho años después con -2.004 . Para las colonias AE iniciaron con el valor promedio de 3.435 de índice FABIS y nueve años de muestreo presentó 1.187 (Cuadro 4.13).

Se muestra de forma gráfica las diferencias de las medias anuales de las alas por categoría de resultados de FABIS (Figura 4.20).

Cuadro 4.13. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones AAf y AE, de las muestras de la zona Zapotlán del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.

Año	Largo de Ala (mm)		Largo de Fémur (mm)		Índice FABIS	
	AAf	AE	AAf	AE	AAf	AE
1989		9.307		2.723		3.435
1990		9.340		2.745		3.944
1991	8.891	9.201	2.583	2.695	-1.575	2.239
1992	8.925	9.224	2.606	2.713	-1.051	2.619
1993	8.880	9.312	2.592	2.712	-1.576	3.359
1994	8.829	9.048	2.576	2.635	-2.176	0.296
1995	8.903	9.125	2.587	2.665	-1.435	1.273
1996	8.918	9.136	2.597	2.663	-1.207	1.351
1997	8.844	9.129	2.581	2.653	-2.004	1.187

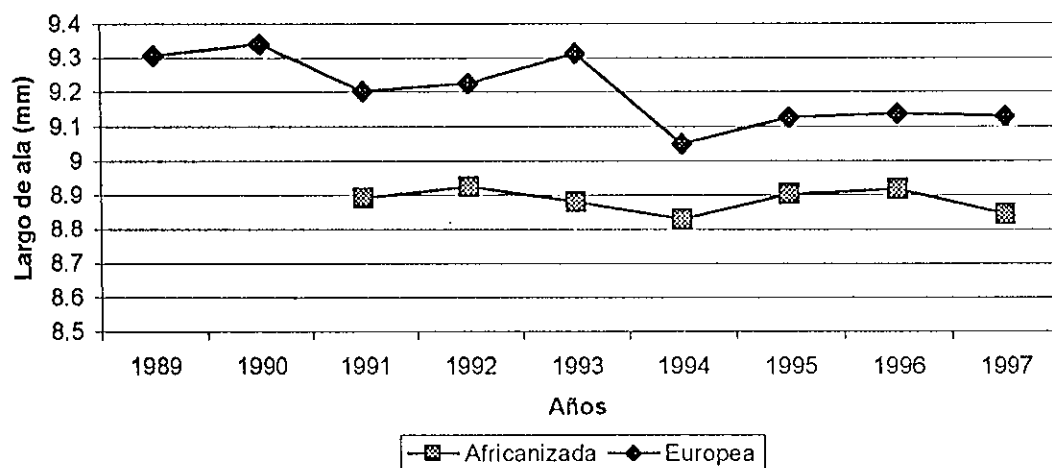


Figura 4.20. Longitud anual del ala por categoría de resultados de FABIS, en las abejas colectadas en la zona Zapotlán del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.4.3. CAMBIOS EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AAF Y AE POR TIPO DE COLONIA DEL ESTADO

4.4.3.1. Cambios en el coeficiente de FABIS de colonias manejadas

4.4.3.1.1. Largo de ala

La longitud media del ala en las colonias AAF inició con una longitud de 8.928 mm y se concluyó siete años después con 8.852 mm. En las colonias AE disminuye con los años del estudio, inició con el valor promedio de 9.320 mm y nueve años después presentó 9.095 mm (Cuadro 4.14).

4.4.3.1.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures en las colonias AAF inició con una longitud de 2.633 mm y siete años después presentó 2.584 mm. En las colonias AE se observó una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio, se inició con la longitud de 2.754 mm y se concluyó nueve años después con 2.659 mm (Cuadro 4.14).

4.4.3.1.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en las colonias AAF con -0.739 y se concluyó siete años después con -1.898 . Para las colonias AE iniciaron con el valor promedio de 3.932 y nueve años de muestreo presentaron 0.955 (Cuadro 4.14).

Se muestra de forma gráfica las diferencias de las medias anuales de las alas por los resultados de FABIS (Figura 4.21).

Cuadro 4.14. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones AAf y AE, de las muestras por tipo de colonia manejada del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.

Año	Largo de Ala (mm)		Largo de Fémur (mm)		Índice FABIS	
	AAf	AE	AAf	AE	AAf	AE
1989		9.320		2.754		3.932
1990		9.306		2.735		3.541
1991	8.928	9.275	2.633	2.713	-0.739	2.966
1992	8.916	9.237	2.594	2.711	-1.250	2.706
1993	8.880	9.210	2.574	2.688	-1.766	2.240
1994	8.824	9.152	2.576	2.672	-2.222	1.578
1995	8.873	9.161	2.576	2.669	-1.802	1.620
1996	8.865	9.131	2.591	2.667	-1.712	1.351
1997	8.852	9.095	2.584	2.659	-1.898	0.955

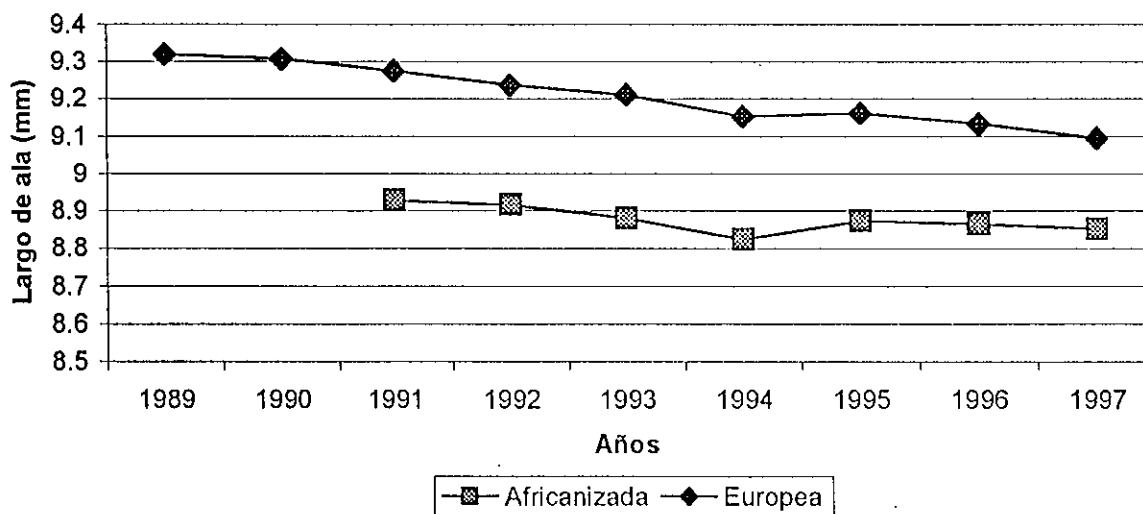


Figura 4.21. Longitud anual del ala por categoría de resultados de FABIS, en las abejas colectadas en colonias manejadas, del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

4.4.3.2. Cambios en el coeficiente de FABIS de colonias silvestres

4.4.3.2.1. Largo de ala

La longitud media del ala en las colonias AAf inició con una longitud de 8.873 mm y se concluyó ocho años después con 8.734 mm. En las colonias AE disminuyó con los años del estudio, inició con el valor promedio de 9.284 mm y ocho años después presentó 9.104 mm (Cuadro 4.15).

4.4.3.2.2. Largo de fémur

La longitud media de los fémures en las colonias AAf inició con una longitud de 2.6178 mm y ocho años después presentó 2.539 mm. En las colonias AE se observó una tendencia a ser más pequeños con los años del estudio, se inició con la longitud de 2.736 mm y se concluyó ocho años después con 2.576 mm (Cuadro 4.15).

4.4.3.2.3. Índice FABIS

La media del índice FABIS inició en las colonias AAf con -1.375 y se concluyó ocho años después con -3.383 . Para las colonias AE iniciaron con el valor promedio de 3.371 y ocho años de muestreo presentaron 0.159 (Cuadro 4.15).

Se muestra de forma gráfica las diferencias de las medias anuales de las alas por los resultados de FABIS (Figura 4.22).

Cuadro 4.15. Promedio de los caracteres morfométricos clasificados por poblaciones AAf y AE, de las muestras por tipo de colonia silvestre del estado de Jalisco los años de 1989 a 1997.

	Largo de Ala (mm)	Largo de Ala (mm)	Largo de Fémur (mm)	Largo de Fémur (mm)	Índice FABIS	Índice FABIS
Año	AAf	AE	AAf	AE	AAf	AE
1989						
1990	8.873	9.145	2.6178	2.700	-1.375	1.811
1991	8.844	9.153	2.578	2.686	-2.026	1.713
1992	8.876	9.159	2.572	2.668	-1.827	1.603
1993	8.829	9.233	2.543	2.676	-2.520	2.312
1994	8.820	9.149	2.582	2.680	-2.198	1.626
1995	8.766	9.068	2.554	2.624	-2.956	0.351
1996	8.834	9.104	2.563	2.576	-2.282	0.159
1997	8.734		2.539		-3.383	

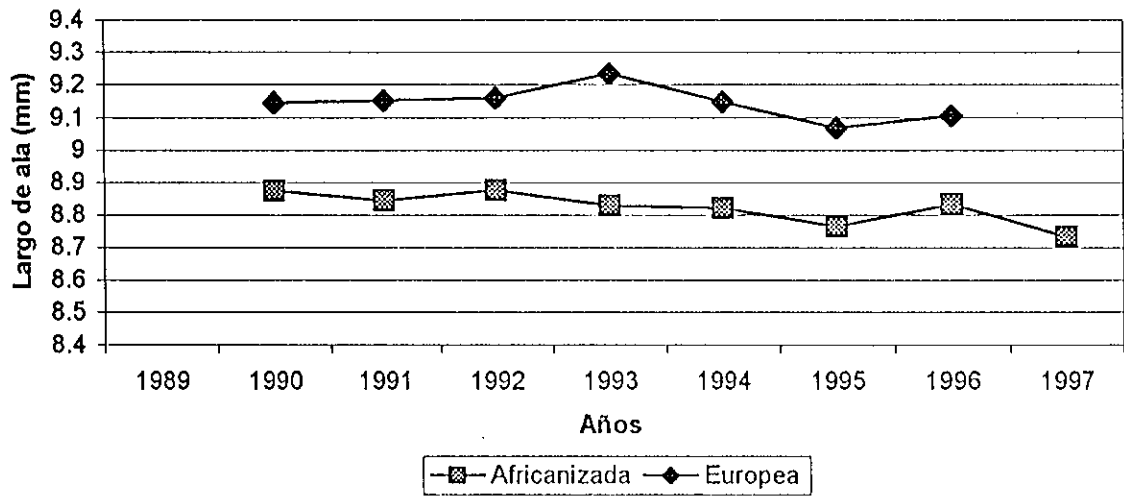


Figura 4.22. Longitud anual del ala por categoría de resultados de FABIS, en las abejas colectadas en colonias silvestres, del estado de Jalisco en los años de 1989 a 1997 (en milímetros).

5. DISCUSIÓN

La africanización es un fenómeno que ha afectado los diversos países por los que se ha dispersado (Rinderer *et al.*, 1993b). Esta afectando la apicultura del estado de Jalisco, se tiene una gran cantidad de enjambres, personas que han sido aguijoneadas y accidentes con defunciones (Orozco y Alcalá, 1994), se presentan colonias altamente defensivas y algunos productores abandonan sus colmenas.

Entre las AE y las AAf, no hay un rasgo característico diferencial; la morfometría es un método oficialmente aceptado para la identificación de estas abejas (Prieto-Merlos y Guzmán-Novoa, 1996). Existen diferentes técnicas para identificar a las abejas africanizadas, desde técnicas de campo, hasta técnicas de alta especialización (Daly, 1991), estas ultimas se aplican a pequeños lotes de abejas, por lo complicado de la técnica ó por su elevado costo por muestra analizada.

La morfometría elimina las posibles influencias del medio ambiente que pueden alterar las respuestas a las pruebas de comportamiento, como temperatura, humedad, intensidad de luz, viento, olores, etc. (Daly, 1991).

Se ha cuestionado la eficacia de las técnicas morfométricas (Rinderer *et al.*, 1993a; Guzmán-Novoa *et al.*, 1994). La longitud del ala anterior identifica correctamente al 85 % y al 92.35 % de las muestras AAf (Rinderer *et al.*, 1987; Ayala, 1990b). Un estudio realizado en México indica que las muestras con niveles intermedios y bajos de africanización no son detectadas por éstos métodos (Guzmán-Novoa *et al.*, 1994). Se ha comprobado que alas grandes se relacionan con ADN europeo (Guzmán-Novoa, 1995). La longitud del ala anterior y del fémur son las dos variables con mayor peso en la función discriminante de AFUSDA7 (Quezada-Euán y May-Itzá, 1996) y son las dos

medidas utilizadas por el FABIS. El método más simple es el FABIS ya que implica poco material y tiempo (Prieto-Merlos y Guzmán-Novoa, 1996); por lo tanto permite conocer la distribución de la AAf en una región determinada.

5.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA DE LA AFRICANIZACIÓN EN EL ESTADO DE JALISCO

Geográficamente en el año de 1989 no hay africanización. En 1990 se tiene AAf en dos áreas (Figura 4.2) en la costa y en la ribera del lago de Chapala. En 1991 se confirman franjas de introducción de la AAf; por la costa, el centro y el sur del estado (Figura 4.3), en tanto no hay AAf en las áreas de los altos y norte. Para 1992 las colonias africanizadas se reportan prácticamente en todo el estado (Figura 4.4). En los años subsecuentes se confirma que hay AAf en todo el estado.

Los enjambres migratorios de AAf arribaron al estado de Jalisco por el sur de acuerdo a este muestreo, por dos frentes de dispersión del estado de Colima por la costa y por el estado de Michoacán. Estudios en México muestran que las AAf presentan corredores migratorios por las costas (Nañez *et al.*, 1990; Vázquez, 1990). Situación similar en Jalisco, ya que la costa presenta características favorables, como un clima tropical, para la dispersión de las AAf.

La africanización se consideró, de acuerdo a la SARH ¹, se desplazaron hacia el interior del estado de Jalisco a partir de las colonias que arribaron por la costa sur. Avanzando hacia el centro del estado por las vertientes de los ríos Tuxpán y Ayuquila-Armeria (Figura 3.2).

Las colonias africanizadas presentes en los municipios colindantes con

¹ Comunicación personal M.V.Z. Laura I. Orozco S. Coord. Estatal del PNCAA - Jalisco.

el lago de Chapala para el año de 1990 (Figura 4.2), contradicen la anterior aseveración. Estas colonias se podrían considerar, que llegaron a esta región por movilización de apiarios en la apicultura migratoria (Labougle y Zozaya, 1986) acción que ha fomentado la dispersión de las AAF (Paxton *et al.*, 1991); esta información no fue considerada, ni reportada por los productores en el presente muestreo. Los datos de identificación de las muestras clasificadas como africanizadas en éstos municipios indican que provienen de colonias silvestres, lo que permite presuponer que son colonias de un frente de dispersión del estado de Michoacán.

En Michoacán la AAF se reportó en la población de Lázaro Cárdenas en octubre de 1989 (Rivera, 1990), cerca de esta población desemboca el río Balsas, siendo los ríos considerados como corredores naturales para las abejas (Antunes y Pérez, 1990; Nañez *et al.*, 1990). Se estima que algunos enjambres migraron hacia el interior del estado de Michoacán, formando franjas de dispersión por las márgenes del mismo río, el que cuenta con un afluente que inicia al sureste del lago de Chapala, cerca de la población de Sahuayo Mich. (Figura 3.2), se considera que de ahí llegaron a la ribera del lago de Chapala, dispersándose hacia la región centro del estado de Jalisco.

El avance de la AAF en Jalisco se observó con una dirección sur a norte (Figura 4.2 a 4.9), a partir de colonias silvestres de los estados de Colima y Michoacán avanzó a través del estado, con una dirección hacia los estados de Nayarit, Zacatecas y Aguascalientes, este comportamiento concuerda con estudios realizados en Panamá y México (Boreham y Roubik, 1987; Paxton *et al.*, 1991; Rinderer *et al.*, 1991; Rubink *et al.*, 1996).

Las AAF se reportaron en septiembre de 1990 en el estado de Nayarit, al noroeste de Jalisco (Labougle, 1991); lo que representa un avance de 210 km en 7 meses (promedio 30 km/mes), considerado dentro de los parámetros estimados de avance (Taylor, 1977).

En un estudio realizado para estimar dispersión de la AAF en México (Zozaya y Fierro, 1985), preveía que esta se ubicaría en todo Jalisco, excepto en las partes altas del nevado de Colima; los resultados de distribución geográfica, permiten corroborar que las características orográficas y climáticas de Jalisco no fueron impedimento para su avance. El estado es atravesado por la Sierra Madre Occidental y la Sierra Volcánica Transversal (Figura 3.2) que se esperarían retrasaran el avance de las AAF, pero los cauces de los ríos fueron acceso de la costa hacia la porción central de la entidad. Estudio realizado en el sur de Jalisco confirma lo anterior, la dispersión se dio a partir de los ríos (Hernández y Pérez, 1992), situación que fomentó su dispersión, además de contar con flujos de néctar constante (Nañez *et al.*, 1990).

El avance de la africanización en el interior del estado, tomando la población de Cihuatlán como el punto de arribo de la AAF por su ubicación geográfica en la costa sur del estado. La distancia estimada de Cihuatlán a Guadalajara de 210 km, a Ojuelos la población más al este se ubica a 420 km y Colotlán la ciudad más al norte del estado a 360 km (Figura 3.2).

El avance estimado por Taylor (1977) permitía suponer que en un año las AAF cubrieran toda la superficie estatal. Pero los datos permiten observar que la dispersión no siguió las expectativas esperadas (Figura 4.2 a 4.9). El primer año de africanización se encontraron franjas de dispersión en la costa y centro del estado; en 1991 la AAF se dispersó por las regiones costa, del sur y centro (Figura 3.3). Para el tercer año se tuvo una distribución en todo Jalisco de colonias con clasificación de AAF, esto permite estimar un avance más rápido en la costa, menos rápido en el centro del estado y más lento en la porción este, sobre el altiplano mexicano se ubica Ojuelos, con una altitud de 2,200 msnm y un clima semiseco, por lo que considerando sus características adaptativas de la AAF su avance fue mas lento. Un estudio en

la zona de los Altos de Jalisco reporta un enjambre africanizado en diciembre de 1990 en el municipio de Tepatitlán (Herrera, 1996), así mismo indicó que trato de una colonia trasladada de Cd. Guzmán. La movilización de colonias del sur del estado a áreas no africanizadas, es una mecánica ya reportada (Paxton *et al.*, 1991) la cual aumento la africanización de otras regiones por la incredulidad de los apicultores (Barrios *et al.*, 1991). Se podría estimar factible fuese de las colonias silvestres que llegaron a los municipios de la ribera del lago de Chapala, avanzaran hacia la región de los Altos, que es cercana al lago, ya que el estudio mencionado reporta 8 colonias positivas para ese año, pero no indica en especifico en que lugar geográfico se ubicaban las colonias.

En el estado de Yucatán a dos años cinco meses del arribo de la AAf (febrero de 1990), indica que la AAf se encuentra distribuida en toda la entidad (Paxton *et al.*, 1991), el estudio fue realizado con muestras de colonias manejadas solamente y se desarrollo en 15 sitios de muestreo distribuidos en el estado, al comparar las características de los estados observamos que Yucatán presenta una orografía plana, menos de 40 msnm en promedio y su clima es cálido en su mayor extensión subhúmedo; aun con estas diferencias geográficas y climáticas se observa que estos factores no influyeron en la velocidad de dispersión en Jalisco, ya que al tercer año con AAf esta se distribuía en todo el estado.

5.2. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN EN EL ESTADO DE JALISCO

5.2.1. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN EN EL ESTADO

La africanización en el estado aumentó cada año. Lo que se dio como parte del proceso de africanización al llevarse a cabo el avance de las colonias

africanizadas (Gary *et al.*, 1985); al aparearse zánganos de origen africanizado con reinas AE, durante los vuelos de fecundación (Rinderer y Hellmich, 1991); y a la captura y uso de enjambres por los apicultores (Barrios *et al.*, 1990). Este proceso ha sido reportado por diversos autores en otras regiones de América (Camazine y Morse, 1988; Kerr *et al.*, 1982; Mandujano *et al.*, 1994; Quezada-Euán *et al.*, 1996; Quezada-Euán y May-Itzá, 1996; Quezada-Euán y Medina, 1998; Rubink *et al.*, 1996).

Los tres primeros años con presencia de AAF en el estado se observó una distribución por debajo del 30 % de colonias africanizadas (Figura 4.10) lo cual se estima que se dio como reflejo de que el frente de avance de los primeros enjambres se fue cruzando y dispersando de forma paulatina con las abejas explotadas en el estado.

En 1993, cuarto año con AAF en Jalisco la frecuencia aumentó al 60 %, manteniéndose los subsiguientes años por arriba de este porcentaje. Este aumento podría ser reflejo de que el proceso de hibridación es ya más intenso en las colonias del estado; esto mediante la fecundación de las reinas con zánganos AAF y a que se tendría una mayor densidad de enjambres en las diferentes regiones del estado.

La amplia diferencia porcentual entre el año 1992 y 1993 se puede deber posiblemente a la práctica de capturar e introducir enjambres silvestres a colmenas (Barrios *et al.*, 1990), que realizan diversos productores del estado. Se ha considerado que esta acción aumenta la presión de africanización (Quezada-Euán *et al.*, 1996), dado que el frente inicial de AAF es considerado genéticamente africano (Ramírez, 1985; Smith, 1992).

En 1996 se observó una disminución en el porcentaje de africanización comparado con el año anterior, lo que probablemente se debe al aumento en el número de muestras obtenidas (Cuadro 4.1) lo que amplía el universo a analizar y se muestra una frecuencia menor. Esta baja se puede estimar

también como una variación en el flujo genético que reciben las reinas por los zánganos que las fecundan (Echazarreta, 1993), ya que en las áreas de apareamiento se encuentran zánganos de diferentes orígenes (May-ltzá, 1999). También esto podría suponer que la variación entre estos años esta influenciada por el cambio de reinas, como se reporta para Yucatán (Quezada-Euán *et al.*, 1996), se conoce que hay sustitución de reinas, comúnmente de sangre europea, introducidas de otros estados o países, pero no hay información escrita de cuantas reinas se adquieren anualmente, su raza y lugar de origen.

Los resultados aparentemente reportan las tres etapas del proceso de africanización, arribo, reproducción y saturación (SARH, 1990a). A Jalisco en febrero de 1990 arriba la AAf; hasta 1992 la africanización fue <30 %, considerándose el segundo y tercer año la fase de reproducción; en 1993 la africanización es >60 % la etapa de saturación es del tercero al quinto año, lo permite considerar que el proceso en Jalisco se aproxima a lo descrito anteriormente.

Se estimó que a 5 años del arribo de la AAf el 100 % de las colonias de una región serian africanizadas (Ramírez, 1985), en el presente estudio a los 5 años se reportó un 67.66 % de colonias con AAf, esto se podría deber al manejo que proporcionan los apicultores mediante el cambio de reinas introduciendo genes europeos.

En Tamaulipas la africanización se desarrollo con una elevación más linealmente y con mayor rapidez aparentemente (Mandujano *et al.*, 1994), para el quinto año llegó al 90.4 % de africanización (Cuadro 9.3). En tanto para Jalisco se presentó el 67.66 % a cinco años de iniciada la africanización. En Tamaulipas también se empleo la técnica FABIS y trabajaron con colonias silvestres, lo que podría explicar la diferencia en el porcentaje de africanización.

Estudios en Jalisco muestran una africanización en 1991 el 26 % (Carranza, 1992), en 1992 el 27 % en todo el estado (Perales, 1994), en la región sur el 12 % (Macías, 1993) y en la Zona Metropolitana de Guadalajara el 61 % (Hernández, 1993), para 1993 el 68 % (Alejandre, 1994), en 1994 el 66 % (Bernardo, 1996) y en 1995 el 63 % (Arvizu, 1996) de africanización estatal (Cuadro 9.3); al contraste con el presente trabajo estos reportes inician con una menor africanización, en 1993 se eleva la africanización más de lo obtenido en el presente, luego se presenta una disminución continua, que se podría explicar por el tipo de muestreo realizado por los autores, ya que los últimos años los muestreos se baso en las colonias de pocos apicultores y en áreas más cercanas a la Zona Metropolitana de Guadalajara, lo cual al considerar que los productores establecieron programas de introducción de reinas, los pies de cría de origen genético europeo son la posibilidad de reflejar la disminución del porcentaje de africanización que presenta esta serie de muestreos, a partir de 1993.

Yucatán en 1990 presentó un 16 % de africanización al cuarto año del arribo de la AAf (Paxton *et al.*, 1991); en los siguientes dos años se reportó un 33 % y un 40 % de africanización respectivamente (Vivas, 1995). En un período similar Jalisco presentó un resultado > 60 % de africanización (Cuadro 4.1). Los estudios en Yucatán se realizaron mediante un muestreo sistemático en 15 sitios de muestreo que cubren la superficie estatal, en colonias manejadas, en tanto en Jalisco el muestreo fue completamente al azar. La densidad de colmenas en Yucatán, 17 colm/km² (Rinderer *et al.*, 1991) es la probable causa de una africanización más lenta; Jalisco cuenta con 2.96 colm/km². Una alta densidad de colonias europeas se estima que aumenta la cantidad de zánganos AE en las áreas de congregación de zánganos lo que mejoraría las posibilidades en el apareamiento de las reinas (May-Itzá, 1999), disminuiría el parasitismo de los machos (Rinderer *et al.*,

1985). Así mismo al ser de colonias manejadas las muestras, es probable que los apicultores hubiesen realizado cambio de reinas, se sabe que el PNCAA introdujo reinas europeas (May-Itzá, 1999), lo que estaría contribuyendo a tener más posibles cruces entre AE.

En los estados del sureste la africanización se observó una rápida elevación de la frecuencia (Romero y Otero, 1990). En julio de 1988 se reportó un 42 % de africanización y en diciembre del mismo año el 75 % de africanización, esto a dos años de presencia de la AAf en la región. En Jalisco la frecuencia a dos años de africanización es de 29.19 %. El estudio en Chiapas, Quintana Roo y Tabasco, se realizó en colonias manejadas, con la técnica FABIS, sus resultados permite observar que la AAf se dispersó de forma rápida posiblemente alentada por la introducción de enjambres a colmenas, lo que se reportó para la península de Yucatán (Barrios *et al.*, 1990). Al inicio de la africanización se dio un periodo de incredulidad de los productores y por ignorancia capturaron enjambres con lo que aumentaron la africanización. Así mismo las características de la vegetación abundante fomentó la rápida reproducción de las colonias africanizadas. En Jalisco no se tienen las mismas condiciones de recursos vegetales, lo que permitiría tener una dispersión más lenta de la africanización.

5.2.2. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN POR ZONAS DE ESTUDIO EN EL ESTADO DE JALISCO

De acuerdo a la división estatal diseñada (Figura 3.4) para este estudio.

5.2.2.1. Desarrollo de la africanización en la zona Central

La AAf se reportó en esta zona en el año de 1990. El avance porcentual de la africanización de esta región tiene una gran similitud a la frecuencia del

estado. Presentó un aumento gradual de la africanización en la región; se tienen 3 años con un porcentaje $< 40\%$ de africanización y los siguientes 5 años una frecuencia $> 60\%$, excepto el año 1994. Atribuible a la dinámica de la africanización del estado, mediante la dispersión de enjambres, la cruce de zánganos Aaf con reinas de colonias manejadas AE, invasión de reinas Aaf a colmenas pobladas, ocupación de colmenas vacías, así mismo la región Central cuenta con el 77.82% de la superficie estatal, cuenta con los diversos climas y tipos de vegetación del propio estado por lo cual refleja frecuencias similares a las de Jalisco.

5.2.2.2. Desarrollo de la africanización en la zona Zapotlán

En esta zona se conjunta el 55% de las colmenas del estado. Se reportó la Aaf un año después de la zona central, presentando un aumento discontinuo del porcentaje de la africanización, pero cercano al patrón de la africanización del estado. En 1991 se reportó de inicio un 37.8% de colonias africanizadas, valor que se estima alto para un primer año de dispersión de las Aaf, podría considerarse que la Aaf pudo haber arribado a esta zona antes de ser detectada en el presente muestreo. De hecho el primer accidente causado por abejas aparentemente africanizadas en el estado, se presentó en esta zona, en el municipio de Tamazula (Ocho columnas, 1990), este evento fue el que marcó el inicio de las acciones estatales del PNCAA (SARH, 1990c). Una explicación de porqué no se detectó la Aaf en la zona en 1990 es atribuible a un universo reducido de muestras disponibles para ese año y para dicha zona.

5.2.2.3. Africanización entre las dos zonas de estudio del estado

Las muestras clasificadas entre las dos zonas de estudio propuestas para el análisis del proceso de africanización, no presenta diferencias entre

ambas zonas, la frecuencia aumenta de forma ascendente. La zona Zapotlán presenta un aumento discontinuo pero constante (Figura 4.11).

De acuerdo a la densidad de colmenas no se observó una diferencia entre zonas. Se esperaba una diferencia marcada entre zonas ya que la zona Central tiene 1.27 colm/km² y la zona Zapotlán cuenta con 5.79 colm/km². El primer año de africanización, solamente la zona Central presenta AAF por la dispersión de la misma. Se estimaría que los factores de manejo por los apicultores serian un factor de africanización similar ya que como lo cita Barrios *et al.* (1990) en Yucatán los apicultores capturaron enjambres para poblar colmenas.

Un estudio en Yucatán reporta una africanización más lenta (Quezada-Euán *et al.*, 1996), si la comparamos con Jalisco (Cuadro 9.3) el autor discute que el proceso de africanización ha sido mas lento que en Sudamérica, considera que las 17 colm/km² es un factor para la dispersión lenta de las AAF. Con una densidad de colonias menor y una superficie territorial al doble que Yucatán, la AAF en Jalisco sé a cruzado más rápido que en dicho estado, probablemente ante la falta de zánganos europeos en las áreas de fecundación, como se ha reportado (May-Itzá, 1999).

5.2.3. DESARROLLO DE LA AFRICANIZACIÓN POR TIPO DE COLONIA EN EL ESTADO DE JALISCO

5.2.3.1. Desarrollo de la africanización en colonias manejadas

La africanización en colonias manejadas se detecta un año después de ser identificadas en las colonias silvestres de Jalisco (1991), ya que la africanización se dispersa por medio de enjambres (Paxton *et al.*, 1991). Los dos primeros años es > 15 % la frecuencia de africanización, por abajo de la media global del estado; los siguientes años la AAF se eleva a < 60 %, este

porcentaje es algo similar a la media del global de Jalisco. Los primeros años la africanización es baja, lo que se podría explicar como el proceso inicial de la africanización, la que se da a partir de la fecundación de reinas de colonias manejadas por zánganos de enjambres (AAf). Estas reinas dan origen a abejas híbridas y zánganos AAf, lo que aumenta la población de machos AAf de enjambres y manejadas lo que aumenta la dominancia de los machos, he inhibe la producción de zánganos AE (Rinderer *et al.*, 1985).

Un estudio que realizó un muestreo de abejas en julio - agosto y en diciembre de 1988, de colonias manejadas de los estados de Chiapas, Quintana Roo y Tabasco (Romero y Otero, 1990), reportó para agosto 43 %, 29 % y 73 %, y para diciembre 80 %, 70 % y 92 % de africanización con el orden respectivo de los estados indicados. En Jalisco a dos años la AAf en colonias manejadas presentó el 13.22 % de africanización, ambos trabajos emplearon el análisis FABIS. La africanización en 6 meses en el sureste aumentó rápidamente, se estima esto se dio por las condiciones climáticas y florísticas del sur de México que fomentó una dispersión más rápida que en Jalisco.

En Yucatán la africanización en colonias manejadas fue más lenta, que el estudio anterior. Los tres primeros años no se reportó africanización al octavo año con AAf presentó 52 % de africanización en colonias manejadas (Quezada-Euán *et al.*, 1996), se desarrollo un muestreo por cinco años, se aplicó la técnica morfométrica DALY que analiza 25 caracteres morfométricos y se clasificaron las muestras de acuerdo a Rinderer *et al.* (1993a). Esta clasificación permite diferenciar mas ampliamente las AAf y sus híbridos, en cuatro categorías; que permite un diagnóstico más específico a diferencia de la técnica usada en Jalisco. El presente estudio al octavo año con AAf obtuvo un 80.4 % de africanización, este resultado permite estimar que la densidad de colmenas influyó en Yucatán para hacer un proceso más lento de la

africanización, situación que no se observó en Jalisco.

5.2.3.2. Desarrollo de la africanización en colonias silvestres

Colonias silvestres muestreadas antes de la africanización presentaron resultados AE, al arribo de la AAf se encontró una frecuencia del 52 % por la que se mantiene dos años más, esto parece ratificar que el frente de dispersión se conforma de AAf. A partir del tercer año la africanización se eleva a > 77 %, finalizando el estudio con el 100 % de africanización; estimando que esto se da como un resultado del proceso de hibridación mediante la cruce de zánganos AAf, dispersión de enjambres por medio de enjambraciones y evasiones de los mismos.

En el estado de Tamaulipas la africanización mostró una ascendente continua en estudio realizado con enjambres capturados por medio de líneas de trampeo (Mandujano *et al.*, 1994), la africanización del primer año es de 20 %, al quinto año de 90.4 %. A diferencia en Jalisco las colonias silvestres presentaron el primer año un 52.6 % de africanización y al quinto se presentó un 77.7 %.

Otro estudio indica que los enjambres capturados en Tamaulipas en 5 años de africanización llegaron a presentar el 100 % de africanización y los del sur de Texas en 4 años presentaron un 68.9 % de enjambres africanizados (Rubink *et al.*, 1996) se observa que las abejas capturadas en el estado de Tamaulipas rápidamente se africanizaron. Comparado con Jalisco este presentó a los cuatro años un 83.3 % y a los cinco años 77.3 % de africanización en colonias silvestres.

Los dos trabajos anteriores presentan un proceso de africanización ascendente continuo (Cuadro 9.3), ambos desarrollados en muestras de colonias silvestres, en tanto en Jalisco inicia con un poco más del 50 %, se

mantiene 3 años en ese rango, después 4 años entre 77 y 83 % y el último año el 100 % de africanización, por lo que esta sube por etapas, una diferencia a considerar entre los trabajos es que lo realizado en Tamaulipas es sobre la base de transectos con cajas atrapa-enjambres, y en Jalisco son abejas de colonias silvestres que los productores colectan, o de enjambres eliminados por autoridades en plazas públicas u otros lugares. El número de muestras colectadas en Jalisco disminuyó a partir del 1994, lo que no permite tener una correcta relación de la africanización en colonias silvestres de los últimos 4 años.

5.2.3.3. Africanización comparada entre los dos tipos de colonia

Se reportó AAF en colonias silvestres el primer año del arribo de la africanización y para las colonias manejadas en el segundo año de africanización. Las colonias manejadas presentaron dos años de baja africanización (< 14 %) y después se incrementa al 59.7 %, al cuarto año con AAF esta presenta un porcentaje cercano a la africanización de las colonias silvestres (Figura 4.12); las que iniciaron con una frecuencia de > 50 %. Esto permite considerar que las reinas de las colonias manejadas se cruzan con zánganos AAF, ya que sus características morfométricas tienden a ser AAF, esto muestra que se da un proceso de hibridación mediante la introgresión de genes AAF en las colonias AE como ha sido reportado (Loper, 1997; Quezada-Euán e Hinsull, 1995) que trae como consecuencia la dilución de los genes europeos (Page, 1989), aumentando la población de colonias manejadas AAF, como se reportó en los resultados de Jalisco, al desarrollo del proceso la africanización se aproxima a la africanización de las colonias silvestres.

5.2.3.4. Africanización de colonias manejadas entre las dos zonas

Los resultados de la frecuencia de africanización de las dos zonas es

similar a la global de Jalisco. Se observó una africanización ascendente del tercer al cuarto año con AAF se presenta una elevación de 30 puntos porcentuales en ambas zonas (Figura 4.13), lo que se estima es parte del proceso de hibridación, ya que los enjambres ubicados cerca de los apiarios crían zánganos para las áreas de congregación, la cruce de zánganos AAF al apareamiento con reinas AE, la introducción de enjambres por los apicultores o por invasión y demás mecanismos que generan una dominancia genética de las AAF dentro del llamado proceso de africanización (Echazarreta, 1993; Gary *et al.*, 1985; Rinderer *et al.*, 1985; Vergara *et al.*, 1993; Winston, 1992).

Estudio realizado en Chiapas, Quintana Roo y Tabasco a dos años del arribo de al AAF mostró un 42 % de africanización y en 6 meses esta aumento a 75 %, se observó una rápida africanización (Romero y Otero, 1990), el muestreo fue sobre colonias manejadas, se aplicó la técnica FABIS; lo que podría explicar este aumento es una alta dinámica de africanización por ser el sureste una región de clima tropical lo que fomenta una rápida reproducción y a la posibilidad de que los apicultores introdujeran enjambres a colmenas vacías. En Jalisco esto es diferente ya que tenemos clima tropical sólo en la costa (25 % del estado), el resto es templado y seco, lo que permite suponer que existen diferentes dinámicas de africanización en Jalisco, a dos años de llegada la AAF a este se presenta un 13 % de africanización en colonias manejadas.

Un estudio realizado en Yucatán (Quezada-Euán y Paxton, 1999) demostró que colonias manejadas, con reinas AE y AAF, en las que indujo cambio de reinas por 3 generaciones, con cría natural de reinas y fecundación libre, se presentaron cambios dramáticos en su morfología y comportamiento de una generación a otra. Pasan de AE a AAF y viceversa o en los intermedios (A, AE, EA, E) de acuerdo a la clasificación de Rinderer *et al.* (1993a) que fue la utilizada en el trabajo.

La dinámica de la africanización de las colonias manejadas de Jalisco parece confirmar lo que se ha reportado, se presenta un flujo genético asimétrico dentro del proceso de hibridación (Page, 1989; Rinderer, 1988; Rinderer y Hellmich, 1991) o una incompatibilidad de genes europeos en las AAf (Harrison y Hall, 1993) que da como resultado la africanización de las colonias AE, esto conlleva a una disminución de las colonias europeas en Jalisco, por la africanización de las mismas colonias por los mecanismos anteriormente descritos.

5.2.3.5. Africanización de colonias silvestres entre las dos zonas

Las colonias silvestres de la zona Central inicia con un 58 % de AAf en 1990, y con un 71.4 % en zona Zapotlán en 1991, la africanización se eleva al final del muestreo al 100%. La zona Zapotlán presentó pocas muestras después de 1994, de 4 a 8 muestras por año, lo que genera resultados no representativos. Otros trabajos en colonias silvestres, en Tamaulipas (Mandujano *et al.*, 1994) las colonias presentaron un 90 % de africanización al 5º año con AAf. En Yucatán a 8 años del arribo de la AAf la población silvestre es 100 % africanizada (Quezada-Euán *et al.*, 1996). Otro reporte en Tamaulipas (Rubink *et al.*, 1996) a 5 años que llegó la AAf se presentó en el 100 % de los enjambres africanizados; y en el sur de Texas al 4º año se tiene un 68.9 %. El muestreo en Jalisco permite inferir que los enjambres del frente inicial de africanización son AAf como ha sido descrito (Hall y Muralidharan, 1989; Ramírez, 1985) y que el proceso de africanización de las colonias silvestres en el estado, no se vio influenciado por las colonias europeas, en cambio estas se diluyen de la población silvestre (Quezada-Euán *et al.*, 1996).

5.3. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS MEDIDOS EN LAS ABEJAS DEL ESTADO DE JALISCO

5.3.1. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE LAS ABEJAS DEL ESTADO DE JALISCO

El promedio del largo del ala y del fémur y el índice FABIS a lo largo del estudio disminuyó. Lo anterior se estimó se daría ya que las AAf son más pequeñas en esos caracteres morfométricos medidos (Ruttner, 1988; Sylvester y Rinderer 1987). Por lo que al cruzarse las reinas existentes AE, con zánganos AAf (Hellmich *et al.*, 1991; Rinderer *et al.*, 1985) las características de las AAf se heredan y disminuyen los largos medidos en la descendencia.

Las abejas explotadas en Jalisco presentan antes del arribo de la AAf una media de 9.312 mm de largo de ala y 2.750 mm de largo de fémur, que son valores más altos que la media descrita en la técnica FABIS con 9.281 mm de largo de ala y 2.708 mm de longitud de fémur en abejas clasificadas como AE en el trabajo de Sylvester y Rinderer (1987).

La longitud promedio de las alas de abejas muestreadas antes de la llegada de la AAf a Jalisco es más grande que las AE determinadas por Ayala (1990b); Daly y Balling (1978); García (1991); Goncalves (1970) citado por García (1991); Rinderer *et al.* (1986; 1987); Vivas (1995); y con la primera longitud de ala de los estudios de Lozano (1990); Mandujano *et al.* (1994); Quezada-Euán y Medina (1998); Trejo-Cruz y Quintero (1990) no encontrando autor que presente alas más grandes a las del presente estudio (Cuadro 9.4).

El largo de fémur también presentó una longitud más grande para Jalisco al inicio del estudio comparado con AE reportados por Daly y Balling (1978); Rinderer *et al.* (1986; 1987); Vivas (1995); y con la primera longitud de fémur de los estudios de Mandujano *et al.* (1994); Quezada-Euán y Medina (1998); Trejo-Cruz y Quintero (1990) (Cuadro 9.4).

Las diferencias en la longitud de las estructuras medidas en los estudios morfométricos se puede deber a las características de raza, cambio anual de reina y la cambio de cera estampada en la colmena.

Las abejas presentes en México provienen de importaciones realizadas de Europa en el siglo XVII (Labougle y Zozaya, 1986), se importaron varias subespecies. En años previos a la africanización la SARH importó reinas italianas y caucásicas de criaderos de Hawaii, que se distribuyeron entre los productores del estado (SARH, 1990c). Así mismo los criadores de reinas han importado reinas de diferentes países, principalmente de Estados Unidos, en casos de contrabando (observación personal). Se estima que lo anterior a contribuido a tener alas y fémures más grandes que otros sitios estudiados.

Es ampliamente difundido el cambio anual de reinas, no se tiene un referente de la cantidad de colmenas que reciben este manejo, en Jalisco; así mismo se carece de un control de origen de las abejas reinas madres de parte de los criadores de reinas del estado, aun así esta gran diversidad genética en Jalisco presentó características morfológicas como AE.

Los apicultores realizan el cambio de los panales por cera estampada, en muchos casos de forma anual, esto contribuye a tener celdas más amplias, que repercute en la pupación de las larvas de abejas, resultando abejas adultas más grandes (Seeley, 1985); lo que podría estar contribuyendo a presentar un promedio más grandes de alas y fémures que otros autores.

Al comparar las medias de la longitud tomados en el año de inicio y el último año del muestreo se presentó una disminución continua anual. En el largo en los años 1992 y 1996 (Cuadro 4.6) se mantiene la longitud promedio del año anterior. En el largo del fémur en 1996 hay un repunte y en el índice FABIS en 1992 presentó un pequeño repunte.

En ocho años la media del largo del ala disminuyó 0.432 mm. La media

del largo del fémur 0.158 mm y la media del índice FABIS 5.379. La disminución de los caracteres morfométricos es producto de la cruce de AE con AAf, por la introgresión ya que adiciona genes AAf a las AE por dominancia (Hall, 1992; Smith, 1992) y se obtiene una abeja más pequeña.

El largo del ala disminuyó y 8 años después de iniciada la africanización en Jalisco, la media al final del estudio es mayor que la reportada para las abejas *A. m. scutellata* de Sudáfrica (Ruttner, 1975, citado por Boreham y Roubik, 1987).

Estudio realizado comparando morfometría de abejas de Zambia, Gran Bretaña, Yucatán colonias manejadas y Yucatán colonias silvestres (Quezada-Euán, 1991), reportó longitudes promedio de ala y fémur más pequeñas que las abejas al inicio del presente estudio, las longitudes de Jalisco al final de trabajo ocho años después, son aún más largos que los datos de dicho trabajo a excepción de Gran Bretaña, cuyas longitudes son ligeramente más grandes que las longitudes finales de Jalisco (Cuadro 9.4).

Diversos estudios reportan abejas más pequeñas de largo de ala cada año, la disminución anual es variable (Cuadro 9.5). La disminución anual mayor es de 0.388 mm por año y la menor de 0.019 mm al año (Boreham y Roubik, 1987; García, 1991; Lozano, 1990; Mandujano *et al.*, 1994; Trejo-Cruz y Quintero, 1990; Vivas, 1995).

Una disminución menor se mostró en Yucatán (García, 1991; Vivas, 1995), en estudios con colonias manejadas, ante lo que se podría estimar que ha influido la elevada densidad de colmenas por km² que presenta ese estado (Rinderer *et al.*, 1991).

El flujo genético de la cruce AE – AAf ha sido reportado bidireccional (Quezada-Euán y Medina, 1998), con una dominancia de las AAf (Smith *et al.*, 1989) fenómeno que es lo observado en las características morfológicas de

las abejas explotadas en Jalisco al ser más pequeña la media del largo de las estructuras morfométricas medidas en el transcurso de la africanización.

5.3.2. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE LAS ABEJAS POR ZONA DE ESTUDIO DEL ESTADO DE JALISCO

Al clasificar las muestras colectadas de acuerdo a las zonas establecidas para este estudio (Figura 3.4), los valores iniciales de la media de los resultados del análisis FABIS son similares a las mediciones clasificadas para el estado (Cuadro 4.6).

A lo largo de nueve años de estudio se presentó una disminución gradual continua en ambas zonas (Figura 4.16) se observó para la zona Zapotlán la disminución es discontinua. Al final del estudio la media de la zona Central es menor que la zona Zapotlán (Cuadro 4.7), sin llegar a presentar una diferencia significativa entre las medias entre ambas zonas, confirmado al aplicar la prueba de t a los promedios de los 9 años de estudio.

El análisis de varianza (Cuadro 4.8) mostró diferencias significativas para el largo del ala y para el largo de fémur comparando las muestras del año 1989 contra 1997, en cada una de las dos zonas de estudio.

Un estudio en Yucatán a cinco años de africanización, mostró en longitud de ala y fémur diferencias significativas entre épocas de colecta (mayo-oct. y nov.-dic.), y no diferencias significativas entre zonas (Quezada-Euán y May-Itzá, 1996), la diferencia entre épocas se estimó posiblemente por haber enjambres de colonias manejadas, entre zonas no hay diferencia por la alta densidad de enjambres presentes en el estado. Jalisco a nueve años con AAf no presenta diferencias significativas entre zonas, se estimó que la orografía y el clima no afectaron la dispersión de la AAf en el estado, ya que ambas zonas cuentan con una gran diversidad de altitudes y climas.

5.3.3. VARIACIÓN DE LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE LAS ABEJAS POR TIPO DE COLONIA DEL ESTADO DE JALISCO

Las colonias manejadas presentan un promedio de largo de ala y de fémur e índice FABIS al inicio del trabajo (1989) fue similar a la media de las estructuras obtenidas en las muestras del estado. Las muestras de colonias silvestres se capturan a partir de 1990, la media inicial de las estructuras medidas son más pequeñas que la media estatal.

Los caracteres morfométricos medidos disminuyen de forma continua en las colonias manejadas y en las colonias silvestres los caracteres una disminución discontinua. Al final del estudio la media de las colonias manejadas es mayor pero cercana a las colonias silvestres. La prueba de *t* mostró que no hay una diferencia significativa entre las medias a lo largo de los 9 años de estudio entre ambas tipos de colonias.

La longitud de las alas en las colonias manejadas disminuyó 0.42 mm en 9 años de estudio. Las alas de abejas silvestres disminuyeron 0.268 mm en 8 años de muestreo (Cuadro 4.9). Las colonias silvestres mostraron una disminución discontinua, los tres primeros años se mantiene el mismo largo de ala y fémur, presentó una baja y vuelve a mantener su promedio por dos años más después presentó otra disminución.

La diferencia de menor tamaño de la longitud de los caracteres medidos entre los tipos de colonia se considera que se debió al frente de dispersión de AAF que esta compuesto por abejas genéticamente AAF (Ayala, 1990a) y las colonias manejadas son AE, las cuales al cruzarse las reinas hijas, al momento de sustitución de la reina son fecundadas por zánganos AAF (Hellmich *et al.*, 1991) presentó en las crías una reducción del largo de los caracteres morfométricos medidos en las colonias manejadas.

En Panamá se encontró alas más pequeñas cada año (Boreham y

Roubik, 1987), el estudio se realizó con muestras de enjambres, por 4 años; por lo que ha diferencia del presente trabajo, el largo del ala en colonias silvestres se mantuvo estable los 3 primeros años de la africanización, disminuyendo 0.1 mm para el cuarto año. En Panamá la longitud inicial de las alas es menor, al reportado para Jalisco; lo que permite presuponer que el frente de AAf en Centroamérica presentaba mayor africanización o que las abejas de los enjambres se hibridizarón con las AE en la costa del Pacífico en México, lo que generó abejas con un mayor largo del ala en el muestreo de Jalisco.

En Yucatán se estudiaron los cambios morfométricos entre los dos tipos de colonia (Quezada-Euán y Medina, 1998) reportó para el largo de ala y de fémur de colonias manejadas una disminución continua a lo largo de 10 años. En cambio para las colonias silvestres del primer año al cuarto año hay un aumento del promedio de longitud las estructuras morfológicas medidas, en los años posteriores se da una reducción en la longitud promedio. No hay diferencia significativa entre las longitudes del primer y el último año de las colonias silvestres. Se sugiere que hay una introgresión de genes AE de colonias manejadas en la población silvestre AAf y posteriormente un retorno a las características africanizada por el un flujo asimétrico en el proceso de hibridación.

Para Jalisco no se reflejó un aumento en la longitud de las estructuras medidas, se observa que no disminuyó su longitud en los 3 primeros años, lo que podría estimarse en una introgresión baja de genes AE en las líneas AAf, no tan marcada como en Yucatán probable por la alta densidad de colonias. Después en ambos trabajos los dos tipos de colonias observan una disminución de las longitudes, que se estima como una tendencia de selección natural favoreciendo los genes AAf (Quezada-Euán y Medina, 1998). Al análisis de varianza entre las longitudes del primer y el último año de las

colonias silvestres en Jalisco si hay diferencia significativa (Cuadro 4.10), para Yucatán no hay diferencia significativa (Quezada-Euán y Medina, 1998); si se estima que en Yucatán las colonias silvestres presentan un aumento en el largo de las estructuras medidas y luego una disminución al final del estudio la longitud es similar a la longitud inicial, en cambio en Jalisco la longitud presenta una disminución paulatina que permite considerar una mayor dominancia de los genes africanizados por una introgresión de genes AAf con los años en las cruces de las reinas de las colonias silvestres.

5.4. MODIFICACIÓN EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AFRICANIZADAS Y EUROPEAS

Se desarrolló una clasificación de los datos de acuerdo a los dos grupos de resultados de FABIS, con el objeto de análisis comparativo.

5.4.1. CAMBIOS EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AAF Y AE EN EL ESTADO DE JALISCO

El promedio anual del largo ala, del largo del fémur y del índice FABIS para las AAf no disminuyó mucho a lo largo de 8 años de africanización, la media del ala 0.037 mm, el promedio del fémur 0.039 mm y el índice FABIS 0.73 (Cuadro 4.11); el largo de las alas se mantuvo dentro del rango 8.9 – 8.8 mm (Figura 4.18). En tanto los valores para las AE presentan un rango más amplio de disminución, el promedio del ala 0.217 mm, la media del fémur 0.091 mm y el índice FABIS 2.85; la longitud del ala pasa del rango 9.31 a 9.09 mm en 9 años de africanización.

Los datos corroboran en Jalisco que el frente de dispersión de la africanización esta compuesto por AAf, como había sido reportado anteriormente (Ayala, 1990a; Hall y Muralidharan, 1989; Ramírez, 1985), al

estar compuesto por abejas de menor tamaño, aunque ligeramente mayores que la media para las AAF en la técnica FABIS (Sylvester y Rinderer, 1987).

Al generarse la cruce entre ambas subespecies se genera un híbrido, que presenta en los años de estudio, una tendencia a la reducción del tamaño de las estructuras medidas, esto es evidencia de una introgresión genética (Rinderer y Hellmich, 1991) y que este cruzamiento entre las abejas desemboca en una selección natural favorable a los genes de AAF (Quezada y Medina, 1998), que conlleva a una reducción de los genes europeos en las abejas de una región.

En Panamá se observó que el promedio del largo del ala disminuyó de forma anual (Boreham y Roubik, 1987) llegando a desaparecer las abejas de alas grandes con características de AE de acuerdo a la técnica FABIS, en el presente estudio la longitud media disminuyó, pero el largo del ala llegó después de 9 años de estudio al rango inferior indicado en la técnica FABIS.

En Tamaulipas un estudio de los cambios morfométricos durante el proceso de la africanización (Rubink *et al.*, 1996) mostró que las AE fueron sustituidas por las AAF, a pesar de contar con una alta densidad de AE en el área de estudio, no indicando la densidad de colonias. En Jalisco las abejas con características morfométricas europeas no desaparecieron en 9 años de estudio, mas se encontró una reducción de las estructuras medidas.

5.4.2. CAMBIOS EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AAF Y AE POR ZONAS DE ESTUDIO DEL ESTADO

Al clasificar las muestras colectadas de acuerdo a las zonas establecidas para este estudio (Figura 3.4). Las mediciones de los caracteres morfométricos en las poblaciones africanizadas y europeas son similares a las longitudes de la clasificación estatal.

A lo largo de nueve años de estudio se presenta para las AAf una mínima variación de las medias anuales, lo que permite estimar que no adicionaron características europeas.

Para las AE se observó una disminución de los valores medidos en ambas zonas, atribuible a la introgresión genética que se presenta (Quezada-Euán y Hinsull, 1995) en las colonias europeas, el híbrido se parece rápidamente a las AAf, no se ha determinado exactamente su forma, se puede deber a mecanismos de flujo genético asimétrico (Page, 1989; Rinderer, 1986; Rinderer y Hellmich, 1991); o por una incompatibilidad genética en el híbrido que lo elimina (Hall y Muralidharan, 1989; Harrison y Hall, 1993). Se observó una disminución gradual continua en las colonias AE de la zona Central, para la zona Zapotlán la disminución en las AE es discontinua.

Estudio en Yucatán a cinco años de africanización, mostró que la longitud del ala y fémur aumento entre épocas de colecta (Quezada-Euán y May-Itzá, 1996), fue ligeramente mayor en el segundo muestreo que en el primero (mayo-oct. y nov.-dic.), la diferencia de largo entre épocas se estimó a que posiblemente se tenían enjambres que provienen de colonias manejadas (Quezada-Euán y May-Itzá, 1996). Para Jalisco entre zonas hay diferencias anuales las que comparativamente a lo largo del estudio, ambas zonas disminuyen su longitud, al final las alas y el índice FABIS de la zona Central presentan una disminución poco mayor que la media de la otra zona.

5.4.3. CAMBIOS EN LOS CARACTERES MORFOMÉTRICOS EN LAS POBLACIONES AAF Y AE POR TIPO DE COLONIA DEL ESTADO

Las colonias manejadas presentan un promedio de largo de ala y de fémur e índice FABIS al inicio del trabajo (1989) tanto en AAf y AE similar a la media de la estructuras obtenidas en las muestras del estado. Las colonias silvestres se capturan a partir de 1990, para las AAf la media inicial de las

estructuras medidas es similar a las muestras estatales, y la longitud promedio de las primeras AE son más pequeñas que la media estatal.

Los caracteres morfométricos de las AE medidos en las colonias manejadas disminuyeron de forma continua a lo largo de los años de estudio. Las alas disminuyen 0.22 mm en 9 años de estudio, mientras las AAf su disminución fue de 0.07 mm en 7 años de estudio. En las colonias silvestres muestran una disminución de 0.03 mm en las AAf a lo largo de 8 años, en tanto para las AE las medias presentan un aumento de la longitud de el ala y del índice FABIS para el 4º año de africanización, de 1990 a 1993 aumenta el promedio del largo del ala 0.09 mm, disminuyendo la media dos años después 0.17 mm, presentando él ultimo año un ligero repunte (0.04 mm).

En ambos grupos las colonias AAf presentaron una longitud promedio inicial menor que las AE, esto se estima que las abejas del frente de dispersión de AAf que esta compuesto por abejas genéticamente AAf (Ayala, 1990a), tanto las colonias manejadas y silvestres AE presentan cambio natural de reina, las reinas hijas al fecundarse en campo son fecundadas por zánganos AAf preferencialmente (Hellmich *et al.*, 1991) presentando entonces en las crías de ambos grupos una reducción del largo de los caracteres morfométricos medidos.

En las colonias silvestres se identifican AE, esto se atribuye a que las abejas presentaban desde antes del arribo de la AAf la característica de enjambrazón, lo que explica que en campo existiese la presencia de abejas AE en este tipo de colonia. Estudio en Yucatán reporta abejas más grandes en la época de secas (Quezada-Euán y May-Itzá, 1996), lo que se atribuye a un proceso de enjambrazón estacional reportado por Echazarreta (1993).

Colonias silvestres con AE presentan un ligero aumento del promedio del largo del ala, se reportó para Yucatán que las colonias silvestres los primeros cuatro años presentan un aumento del promedio de longitud las

estructuras morfológicas medidas, en los años posteriores se da una reducción en la longitud promedio (Quezada-Euán y Medina, 1998); en tanto las colonias manejadas presentaron una disminución continua a lo largo de 10 años del estudio. Se estima que se da una introgresión de genes AE de colonias manejadas en la población silvestre AAf y posteriormente un retorno a las características africanizada por el un flujo asimétrico en el proceso de hibridación. En el trabajo de Jalisco en la clasificación de variación de los caracteres morfométricos por tipo de colonia (Figura 4.17) esta introgresión no se observó al aumentar el largo del ala, aun cuando la longitud no disminuyó en los 3 primeros años, se estimó como una introgresión baja de genes AE en las líneas AAf, no tan marcada como en Yucatán. Con esta clasificación de los datos se podría establecer que si se da una introgresión de características más europeas, pero que ante una mayor dominancia de los genes africanizados por una introgresión de genes africanizados en las colonias AE de las colonias silvestres (Quezada-Euán y Medina, 1998) permite observar una baja en la longitud promedio de las alas en las colonias silvestres.

Estudio en colonias silvestres en Panamá mostró una disminución continua del largo anual promedio de alas (Boreham y Roubik, 1987), esto podría deberse a una baja densidad de colonias europeas lo cual dio lugar a una rápida pérdida de características de AE. En el presente estudio las AAf presentan una disminución constante de la longitud promedio, en cambio las AE aun con el ligero aumento y disminución, al final del estudio ambos grupos redujeron su promedio al igual (0.04 mm); se estima que la hibridación con abejas AAf contribuye mediante los mecanismos de selección y dominancia descritos para aumentar cada día su presencia en las colonias de Jalisco.

5.5 LA APICULTURA DE JALISCO Y SU PERSPECTIVA

Para México las predicciones perfilaban que ha los cinco años de arribo de los enjambres africanizados el 100 % de las colonias estarían totalmente africanizadas y se daría el colapso de la actividad (Labougle y Zozaya, 1986; Winston, 1979). El estado de Jalisco a 9 años del arribo de los primeros enjambres de AAf, no se ha presentado el colapso de la actividad, algunos productores han abandonado la actividad. En una análisis matemática (Well *et al.*, 1997) se estimó que la africanización podría presentar dos escenarios de una rápida africanización o una lenta, lo cual se encontró con los diferentes trabajos que esta es variable por la floración y la densidad de colonias de una región determinada.

Los productores reportan una baja en la producción de miel e indican que la africanización se ha estabilizado. Se observa un gran tránsito de enjambres, situación que antes no se daba.

De acuerdo a la información disponible en INEGI el censo de colmenas no ha presentado una disminución (1993–1998) atribuible a la AAf (Figura 9.1). Al contrastar la africanización anual del estado contra la producción de miel (Figura 9.2) se observa una baja en la producción anual de miel, la cual podría ser a causa de la AAf, aun cuando no hay datos específicos que indiquen lo contrario. En 1995 y 1996 se reporta una ligera baja, la cual se presenta a causa de la falta de lluvias (SAGAR, 1998) y se encuentra que en los dos últimos años se ha recuperado la producción.

Por lo anterior se prevé que la apicultura del estado continúe con el proceso de africanización, mediante una hibridación de la población existente de abejas, lo que se requieren son más estudios en el área con el objeto de entender más ampliamente el proceso.

6. CONCLUSIONES

- La abeja africanizada está presente en el estado de Jalisco desde 1990 y en 1996 se encontró en todas las regiones del estado.
- Se encontró para el periodo estudiado que la africanización en el estado de Jalisco aumenta gradualmente cada año, lo que confirma la primera hipótesis planteada "la africanización de las abejas en el estado de Jalisco aumenta porcentualmente en forma constante anualmente".
- Los resultados mostraron que la media de la longitud del ala y del fémur disminuye de forma anual, con lo que se valida la segunda hipótesis planteada "la media de la longitud del ala y del fémur es menor en cada año de estudio".
- Al análisis de los datos la hipótesis nula (H_0): "No existen diferencias entre caracteres morfométricos entre grupos de abejas por zonas geográficas de muestreo"; se rechaza ya que si existen diferencias significativas entre las dos zonas.
- En cuanto a la hipótesis nula (H_0): "No existen diferencias entre caracteres morfométricos entre grupos de abejas por tipo de colonia"; esta no se acepta ya que se observa diferencia significativa entre tipo de colonia.

7. RECOMENDACIONES

- Se requiere de continuar los estudios sobre la africanización en el estado de Jalisco, para generar mas información que por una parte documente el proceso detalladamente, y por otra permita dar bases para el mejor manejo y cría de las abejas en los apiarios.
- Los productores apícolas requieren de dar un manejo integral a las colonias, este manejo inicia con una capacitación adecuada, principio de una buena cosecha de miel; para lograr producir un apicultor requiere de colmenas pobladas, con una gran población de abejas maduras al momento de la floración, lo que se logra realizando cambio anual de la reina, proporcionando alimento en el momento adecuado, manejando un programa de prevención de enfermedades, mas que tratamientos; lo anterior mas revisiones mensuales, manejo de bastidores que permita el ampliar el nido de cría y el cambio anualmente la cera, dará una buena producción de miel si las condiciones de clima y floración son favorables.
- A la par implementar estrategias para el manejo y control de la abeja africanizada que son revisión periódica, cambio anual de reina, de calidad y origen conocido, producción de zánganos europeos, marcaje de reinas, el manejo del apiario con el traje de apicultor y guantes, así como la capacitación continua del productor.
- La africanización en el aspecto social requiere de una atención oportuna por parte de las autoridades municipales, ya que continuará la presencia de enjambres en los núcleos urbanos, estos deberán ser eliminados para evitar accidentes que afecten e impacten a la comunidad.

8. LITERATURA CITADA

- Alejandre J. J. (1994). *Evaluación de la africanización en el estado de Jalisco, por análisis morfométrico en el año de 1993*. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Agronómicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. Méx.; 54 p.
- Antunes M. y Pérez M. (1990). Presencia de la abeja africana en el Municipio de Villa Gonzales Tamaulipas, México. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 67-74.
- Apitec (1998). Argentina líder mundial en exportación de miel. *Apitec* 11: 34.
- Arteaga M. A. (1990). Comparación morfométrica de poblaciones de abejas africanas (*Apis mellifera scutellata* Lep.) en las costas de Oaxaca y Veracruz. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 115-119.
- Arvizu G. (1996). *Determinación de la africanización en las abejas, en 1995, en el estado de Jalisco*. Tesis de licenciatura. División de Desarrollo Regional. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jal. Méx.; 59 p.
- Ayala M. E. (1990a). Características morfológicas de abejas africanas de enjambres en México y Centroamérica. *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 90-93.
- Ayala M. E. (1990b). Desarrollo y evaluación de un método de identificación. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 111-114.

- Barrios C., Pérez E. y Sánchez L. (1990). Efectos y repercusiones de la abeja africana en la península de Yucatán. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 15-33.
- Bernardo M. J. (1996). *Evaluación de la africanización de las abejas por análisis morfométrico en el estado de Jalisco en 1994*. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Agronómicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. Méx.; 63 p.
- Berrón F. (1999). Situación de la comercialización de la miel mexicana. En: Echazarreta C. M. y Arrellano A. (eds.) *Memorias del Primer Foro de Proyectos Integrales: Sistema Producto Miel*, (CONACYT-UADY); 22-23 marzo. Mérida, Yuc., Méx.; pp: 55-59.
- Boreham M. M. y Roubik D. W. (1987). Population change and control of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) in the Panamá Canal area. *Bulletin of the Entomological Society of America* 33(2): 34-39.
- Brand H. M., Puleo S. L. y Brand E. E. (1991). Identification of the africanized bee in South America by the composition of its wax. *BeeScience* 1(2): 106-111.
- Cajero S. (1999). Situación actual de la apicultura mexicana y sus perspectivas. En: Echazarreta C. M. y Arrellano A. (eds.) *Memorias del Primer Foro de Proyectos Integrales: Sistema Producto Miel*, (CONACYT-UADY); 22-23 marzo. Mérida, Yuc., Méx.; pp: 20-28.
- Calkins C. F. (1974). *Beekeeping in Yucatan: a study in historical-cultural zoogeography*. Thesis Ph.D. University of Nebraska, Nebraska, USA; 212 p.

- Camazine S. y Morse R. A. (1988). The africanized honeybee. *American Scientist* 76: 465-471.
- Carlson D. A. y Bolten A. B. (1984). Identification of africanized and european honey bees, using extracted hydrocarbons. *Bulletin of the Entomological Society of America* 30(2): 32-35.
- Carmona J., Domínguez R., Montañez L., Neri M. R. y Tapia M. G. (1996). *Dispersión de la Varroa jacobsoni O. en el estado de Jalisco en 1996*. Tesis de licenciatura. División de Desarrollo Regional. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jal. Méx.; 59 p.
- Caron D. M. y Gray B. (1991). The impact of the africanized bee on beekeeping in Panama. *BeeScience* 1(3): 139-143.
- Carranza F. J. (1992). *Evaluación de la africanización en el estado de Jalisco por análisis morfométrico en el año de 1991*. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. Méx.; 60 p.
- Daly H. V. (1991). Systematics and identification of africanized honey bees. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 13-44.
- Daly H. V. y Balling S. S. (1978). Identification of africanized honeybees in the Western Hemisphere by discriminant analysis. *Journal of the Kansas Entomological Society* 51(4): 857-869.
- Danka R. G. y Rinderer T. E. (1988). Social reproductive parasitism by africanized honeybees. En: Needham G. R., Page R. E., Delfinado-Baker M. y Bowman C. E. (eds.). *Africanized Honey Bees and Bee Mite*. Ellis Horwood Ltd. Chichester, Reino Unido; pp: 214-222.

- Danka R. G., Hellmich R. L. y 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 (3/4): 119-123.
- Dietz A., Vergara C., Perez de Leon A. y Butz V. M. (1989). Africanized honey bees in the Americas. En: *Proceedings of the Fourth International Conference on Apiculture in Tropical Climates*, (IBRA); 6-10 noviembre 1988, Cairo Egipto; pp: 471-477.
- Echazarreta C. M. (1993). *The biology and reproductive behavior of africanized and european honey bee drones (Apis mellifera L.) in tropical Yucatan, Mexico*. Thesis Ph.D. University of Wales, Cardiff, Reino Unido; 258 p.
- Echazarreta C. M. (1999a). Caracterización de la apicultura de la península de Yucatán. *Apitec* 16: 12-17.
- Echazarreta C. M. (1999b). Caracterización de la apicultura en la península de Yucatán. En: Echazarreta C. M. y Arrellano A. (eds.) *Memorias del Primer Foro de Proyectos Integrales: Sistema Producto Miel*. (CONACYT-UADY); 22-23 marzo. Mérida, Yuc., Méx.; pp: 29-43.
- Echazarreta C. M. y Paxton R. J. (1997). Comparative colony development of africanized and european honey bees (*Apis mellifera*) in lowland neotropical Yucatan, Mexico. *Journal of Apicultural Research* 36(2): 89-103.
- Echazarreta C. M., García M., y Paxton R. J. (1992). Dispersión de la abeja africanizada en Yucatán. *Apicultura Moderna* 4: 7-8.
- Echazarreta C. M., Quezada-Euán J. J. G., Medina L. M. y Pasteur K. L. (1997). Beekeeping in the Yucatan peninsula: development and current status. *Bee World* 78(3): 115-127.

- García M. A. (1991). *Distribución de la abeja africanizada en apiarios comerciales del estado de Yucatán. 1990*. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. Méx.; 66 p.
- Gary N. E., Daly H. V., Locke S., Race M. 1985. The africanized honey bee: ahead of schedule. *California Agriculture* 39: 4-7.
- Goncalves L. (1974). The introduction of the african bees (*Apis mellifera adansonii*) into Brazil and some comments on their spread in South America. *American Bee Journal* 114: 414-415, 419.
- Goncalves L. S. (1996). Abelhas africanizadas: uma praga ou um benefício para a apicultura Brasileira? En: *Anais do II Encontro sobre Abelhas*, (USP-Campus Riberáo Preto); 6-9 de junio. Sao Paulo, Brasil. 2: 165-170.
- Goncalves L. S., Stort A. C. y De Jong D. (1991). Beekeeping in Brazil. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 359-372.
- Guzmán-Novoa E. (1986). *Apicultura y abejas africanas*. Ed. Quetzalcoatl, México D.F., Méx.; 71 p.
- Guzmán-Novoa E. (1995). Efecto de la africanización en la producción de miel y en la defensividad de colonias de abejas melíferas. En: *Memorias del IX Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SAGAR); 1-3 septiembre, Colima, Col. Méx.; pp: 67-72.
- Guzmán-Novoa E. y Page R. E. (1994). The impact of africanized bees on Mexican beekeeping. *American Bee Journal* 134(2): 101-106.
- Guzmán-Novoa E., Page R. E. and Fondrk M. K. (1994). Morphometric techniques do not detect intermediate and low levels of africanization in

- the honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Annals of the Entomological Society of America* 87(5): 507-515.
- Hall H. G. (1986). DNA differences found between africanized and european honeybees. *Proceedings of the National Academy Science* 83: 4874-4877.
- Hall H. G. (1992). DNA studies reveal processes involved in the spread of New World african honeybees. *Florida Entomologist* 75 (1): 51-59.
- Hall H. G. y Muralidharan K. (1989). Evidence form mitochondrial DNA that african honey bees spread as continuous maternal linages. *Nature* 339: 211-213.
- Harbo J. R., Bolten A. B., Rinderer T. E. y Collins A. M. (1981). Development periods for eggs of africanized and european honeybees. *Journal of Apicultural Research* 20(3): 156-159.
- Harrison J. F. y Hall H. G. (1993). African-european honeybee hybrids have low nonintermediate metabolic capacities. *Nature* 363: 258-260.
- Hellmich R. L. y Rinderer T. E. (1991). Beekeeping in Venezuela. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 399-411.
- Hellmich R. L., Rinderer T. E., Danka R. G., Collins A. M. y Boykin D. L. (1991). Flight times of africanized and european honey bee drones (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* 84(1): 61-64.
- Hernández A. (1993). *Evaluación de los enjambres de abejas capturadas en la Zona Metropolitana de Guadalajara a un año del arribo de la abeja africana*. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. Méx.; 51p.
- Hernández V. R. y Pérez R. J. (1992). *Identificación de los corredores migratorios naturales de ingresos de la abeja africana (Apis mellifera)*

- scutellata*) en el sur de Jalisco en 1992. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía de Autlán, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jal. Méx.; 93p.
- Herrera L.F. (1996). *Monitoreo y rutas de dispersión de la abeja africana en la zona de los Altos de Jalisco a través de la colocación de la trampa caza-enjambre en el periodo comprendido de diciembre de 1990 a diciembre de 1992*. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Veterinarias. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. Méx.; 86p.
- INEGI (1994). *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. INEGI, Gobierno del Estado de Jalisco; Aguascalientes, Ags. Méx.; pp: 341-352.
- INEGI (1995). *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. INEGI, Gobierno del Estado de Jalisco; Aguascalientes, Ags. Méx.; pp: 318-329.
- INEGI (1996). *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. INEGI, Gobierno del Estado de Jalisco; Aguascalientes, Ags. Méx.; pp: 355-368.
- INEGI (1997). *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. INEGI, Gobierno del Estado de Jalisco; Aguascalientes, Ags. Méx.; pp: 445-458.
- INEGI (1998). *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. INEGI, Gobierno del Estado de Jalisco; Aguascalientes, Ags. Méx.; pp: 419-433.
- INEGI (1999). *Anuario estadístico del estado de Jalisco*. INEGI, Gobierno del Estado de Jalisco; Aguascalientes, Ags. Méx.; pp: 3-31, 447-459.
- Kent R. B. (1989). The African honey bee in Peru: an insect invader and its impact on beekeeping. *Applied Geography* 9: 237-257.
- Kerr W. E. (1967). The history of the introduction of african bees to Brazil. *The South African Bee Journal* 39(2): 3-5.



- Kerr W. E. y Bueno D. (1970). Natural crossing between *Apis mellifera adansonii* and *Apis mellifera lingustica*. *Evolution* 24: 145-148.
- Kerr W. E., del Rio S. de L. y Barrionuevo M. D. (1982). The Southern limits of distribution of the africanized honey bee in South America. *American Bee Journal* 122(3): 196-198.
- Labougle J. M. (1991). Beekeeping in Mexico: past, present and future. *American Bee Journal* 131(2): 132-135.
- Labougle J. M. y Zozaya J. A. (1986). La apicultura en México. *Ciencia y Desarrollo* 69: 17-36.
- Loper G. M. (1997). Genetic evidence of the africanization of feral colonies in S. Arizona between 1993 and 1995. *American Bee Journal* 137(9): 669-671.
- Lozano J. M. (1990). Evolución del proceso de africanización en Oaxaca. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp 58-61.
- Macías J. O. (1993). *Muestreo morfométrico de las abejas en la zona sur del estado de Jalisco, en el año de 1992*. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. Méx.; 59 p.
- Mandujano G. J. A., Rubink W. L., Martínez B. J., Luevano M. P. G. (1994). Dinámica del proceso de africanización en el estado de Tamaulipas y el sur de Texas. En: *Memorias del VIII Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 2-4 septiembre, Villahermosa, Tab. Méx.; pp: 49-52.
- May-Itzá W. de J. (1999). *Variabilidad morfométrica y enzimática de zánganos (*Apis mellifera*) en Yucatán, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. Méx.; 83 p.

- Medina M. y González J. (1995). Meliponicultura en algunas regiones de México. Perspectivas hacia un cultivo racional. En: *Memorias del IX Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SAGAR); 1-3 septiembre, Colima, Col. Méx.; pp: 46-50.
- Meléndez V. (1997). *Polinización y biodiversidad de abejas nativas asociadas a cultivos hortícolas en el estado de Yucatán, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. Méx.; 90 p.
- Moffet J. O., Maki D. L., Andre T., y Fierro M. M. (1987). The africanized bee in Chiapas. *American Bee Journal* 127(7): 517-519, 525.
- Morales C. (1997). La miel mexicana en los mercados del mundo: Situación actual y prospectivas. *Apitec* 1: 2-7.
- Nañez N., Chavez A., Martínez M. y Antunes M. (1990). Corredores migratorios de la abeja africana neotropical en la costa del estado mexicano de Oaxaca. En: *Memorias del III Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); septiembre 1989, Acapulco, Gro, Méx.; pp: 15-18.
- Nogueira-Neto P. (1964). The spread of a fierce african bee in Brazil. *Bee World* 45: 119-121.
- Nunamaker R. A. y Wilson W. T. (1981). Comparison of MDH allozyme patterns in the african honey bee (*Apis mellifera adansonii* L.) and the africanized populations of Brazil. *Journal of the Kansas Entomological Society* 54(4): 704-710.
- Ocho Columnas (1990). Detectan enjambres de "Abeja Africana" en la Estancia municipio de Tamazula. *Periódico Ocho columnas*, 23 de febrero. Guadalajara, Jal., Méx.; Sección local pp: 2.

- Orozco L. I. y Alcalá R. (1994). Comportamiento de los enjambres en la zona metropolitana de Guadalajara y su impacto en la salud pública en el Estado de Jalisco. En: *Memorias del VIII Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 2-4 septiembre, Villahermosa, Tab. Méx.; pp: 45-48.
- Otis G. W. (1981). Population biology of the africanized honey bee. En: Jaisson P. (Ed.) *Social Insects in the Tropics*. Vol. I. Proceedings 1st. International Symposium IUSSI. (IUSSI · Sociedad Mexicana de Entomología) Cocoyoc, Mor., Méx.; pp: 209-219.
- Page R. E. (1989). Neotropical African bees. *Nature* 339: 181-182.
- Paxton R. J. (1993). Africanized honeybees: new ideas in honeybee biology. En: Free J. B. (ed). *Keeping bees*. Ctral. Bkrs. Ass. Publications, Reino Unido; pp: 32-41.
- Paxton R. J., Echazarreta C. M. y García M. (1991). Africanized honey bees in Yucatan, Mexico: a detailed survey. *American Bee Journal* 131(10): 646-648.
- Perales F.J. (1994). *Evaluación de la africanización en el estado de Jalisco, en el año de 1992*. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Agronómicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. Méx.; 68 p.
- Prieto-Merlos D. y Guzmán-Novoa E. (1996). Método simple para la medición de alas de *Apis mellifera* L. En: *Memorias del X Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SAGAR); 2-4 de agosto, Veracruz, Ver. Méx.; pp: 34-38.
- Quezada-Euán J. J. G. (1991). *Morphometric variation of feral and managed colonies of honeybees (Apis mellifera L.) from Yucatan, Mexico*. Thesis M.Phil. University of Wales, Cardiff, Reino Unido; 190 p.

- Quezada-Euán J. J. G. (2000). Hybridization between european and africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in tropical Yucatan, Mexico. II. Morphometric, allozymic and mitochondrial DNA variability in feral colonies. *Apidologie* (en prensa).
- Quezada-Euán J. J. G. y Gonzalez-Acereto J. (1994). A preliminary study on the development of colonies of *Melipona beecheii* in traditional and rational hives. *Journal of Apicultural Research* 33(3): 167-170.
- Quezada-Euán J. J. G. y Hinsull S. M. (1995). Evidence of continued european morphometrics and mtDNA in feral colonies of honey bees (*Apis mellifera*) from the Yucatan peninsula, Mexico. *Journal of Apicultural Research* 34(3): 161-166.
- Quezada-Euán J. J. G. y May-Itzá W. de J. (1996). Características morfométricas, poblacionales y parasitosis de colonias silvestres de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en Yucatan, Mexico. *Folia Entomologica Mexicana* 97: 1-19.
- Quezada-Euán J. J. G. y Medina M. L. (1998). Hybridization between european and africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in tropical Yucatan, Mexico: I. Morphometric changes in feral and managed colonies. *Apidologie* 29: 555-568.
- Quezada-Euán J. J. G. y Paxton R. J. (1999). Rapid inter-generational changes in morphology and behaviour in colonies of africanized and european honey bees (*Apis mellifera*) from tropical Yucatan, Mexico. *Journal of Apicultural Research* 38(1-2): 93-104.
- Quezada-Euán J. J. G., Echazarreta C. M. y Paxton R. J. (1996). The distribution and range expansion of africanized honey bees (*Apis mellifera*) in the state of Yucatan, Mexico. *Journal of Apicultural Research* 35(3/4): 85-95.

- Ramírez W. (1985). La abeja africana, su origen y consecuencias de su presencia en el nuevo mundo. *Noti-UNAPI* 3(11): 4.
- Ramírez W. (1994). Manejo de la abeja africanizada después de 10 años de africanización en Costa Rica. En: *Memorias del VIII Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 2-4 septiembre, Villahermosa, Tab. Méx.; pp: 109-110.
- Rinderer T. E. (1988). Evolutionary aspects of the africanization of honey-bee populations in the Americas. En: Needham G. R., Page R. E., Delfinado-Baker M. y Bowman C. E. (eds.). *Africanized Honey Bees and Bee Mite*. Ellis Horwood Ltd. Chichester, Reino Unido; pp: 13-28.
- Rinderer T. E. y Hellmich R. L. (1991). The process of africanization. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" Honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 95-117.
- Rinderer T. E., Bucu S. M., Rubink W. L., Daly H. V., Stelzer J. A., Riggio R. M. y Baptista F. C. (1993a). Morphometric identification of africanized and european honey bees using large reference populations. *Apidologie* 24: 569-585.
- Rinderer T. E., Collins A. M., Hellmich R. L. y Danka R. G. (1987a). Differential drone production by africanized and european honey bee colonies. *Apidologie* 18: 61-68.
- Rinderer T. E., Daly H. V., Sylvester H. A., Collins A. M., Bucu S. M., Hellmich R. L. y Danka R. G. (1990). Morphometric differences among africanized and european honey bees and their F1 hybrids (Hymenoptera: Apidae). *Annals of the Entomological Society of America* 83(3): 346-351.

- Rinderer T. E., Hellmich R. L., Danka R. G. y Collins A. M. (1985). Male reproductive parasitism: A factor in the africanization of european honey-bee populations. *Science USA* 228: 1119-1121.
- Rinderer T. E., Oldroyd B. P. y Sheppard W. S. (1993b). Africanized bees in the US. *Scientific American* 269(6): 52-58.
- Rinderer T. E., Stelzer J. A., Oldroyd B. P., Buco S. M. y Rubink W. L. (1991). Hybridation between european and africanized honey bees in the neotropical Yucatan Peninsula. *Science* 253: 309-311.
- Rinderer T. E., Sylvester H. A., Brown M. A., Villa J. D., Pesante D. y Collins A. M. (1986). Field and simplified techniques for identifying africanized and european honey bees. *Apidologie* 17(1): 33-48.
- Rinderer T. E., Sylvester H. A., Buco S. M., Lancaster V. A., Herbert E. W., Collins A. M. y Hellmich R. L. (1987b). Improved simple techniques for identifying africanized and european honey bees. *Apidologie* 18(2): 179-197.
- Rivera A. (1990). Avance de las abejas africanizadas en las costas mexicanas del Océano Pacífico y del Golfo de México. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán Sin. Méx.; pp: 120-123.
- Romero C. y Otero G. (1990). Acariosis traqueal de las abejas en áreas de africanización. En: *Memorias del III Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); septiembre 1989, Acapulco, Gro, Méx.; pp: 45-50.
- Romero P. G. y Romero M. (1994). *Evaluación de la africanización de los apiarios en la zona de influencia del distrito de riego 006 "La Barca"*. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Veterinarias. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. Méx.; 94_p.

- Roubik D. y Boreham M. (1990). Learning to live with africanized honeybees. *Interciencia* 15(3): 146-153.
- Rubink W. L., Luevano-Martinez 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(2): 243-251.
- Ruttner F. (1988). *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Alemania; pp: 57-78.
- SAGAR (1998). *Situación actual y perspectiva de la apicultura en México 1990-1998*. Ed. Programa Nacional para el control de la abeja Africana, SAGAR. México D.F., Méx.; 38 p.
- SARH (1990a). *Las abejas africanas y su control*. Manual 2 de Orientaciones Técnicas. Ed. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, SARH. México D.F., Méx.; 84 p.
- SARH (1990b). *Métodos morfométricos para abejas*. Manual 1 de Orientaciones Técnicas. Ed. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, SARH. México D.F., Méx.; 43 p.
- SARH (1990c). *Situación de la apicultura y avance del Programa del Control de la Abeja Africana en Jalisco*. Subdelegación de Ganadería. Delegación estatal en Jalisco. SARH. Documento mecanografiado. Junio.
- Seeley T. D. (1985). *Honeybee ecology. A study of adaptation in social life*. Princeton University Press, USA. 201 p.
- Sheppard W. S., Rinderer T. E., Mazzoli J. A., Stelzer J. A. y Shimanuki H. (1991). Gene flow between african- and european-derived honey bee populations in Argentina. *Nature* 349: 782-784.

- Smith D. R. (1991). African bees in the Americas: Insights from biogeography and genetics. *Trends in Ecology and Evolution* 6(1): 17-21.
- Smith D. R., Taylor O. R. y Brown W. M. (1989). Neotropical africanized honey bees have african mitochondrial DNA. *Nature* 39: 213-215.
- Spivak M. (1991). The Africanization process in Costa Rica. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 137-155.
- Spivak M. (1992). The relative success of africanized and european honeybees over a range of life-zones in Costa Rica. *Journal of Applied Ecology* 29: 150-162.
- Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (1991). Introduction. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 1-9.
- Sylvester H. A. y Rinderer T. E. (1986). Africanized bee: Progress in identification procedures. *American Bee Journal* 126(5): 330-333.
- Sylvester H. A. y Rinderer T. E. (1987). Fast africanized bee identification system (FABIS) manual. *American Bee Journal* 127(7): 511-516.
- Taylor O. R. (1977). The past and possible future spread of africanized honeybees in the Americas. *Bee World* 58(1): 19-30.
- Taylor O. R. (1985). African bees: potential impact in the United States. *Bulletin of the Entomological Society of America* 31(4): 15-24.
- Taylor O. R. (1988). Ecology and economic impact of african and africanized honey bees. En: Needham G. R., Page R. E., Delfinado-Baker M. y Bowman C. E. (eds.). *Africanized Honey Bees and Bee Mite*. Ellis Horwood Ltd. Chichester, Reino Unido; pp: 29-39.

- Trejo-Cruz R. I. y Quintero E. (1990). Una comparación morfométrica entre abejas (*Apis mellifera* L.; Apoidea: Hymenoptera) provenientes del Golfo de México y de la costa Pacífica de Oaxaca, México. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 94-110.
- Vázquez R. D. (1990). Épocas de enjambrazón y principales corredores de enjambres de la zona centro de la unidad operativa II del Programa cooperativo para el control de la abeja africanizada. En: *Memorias del IV Seminario Americano de Apicultura*, (UNAPI-SARH); 7-9 septiembre, Mazatlán, Sin. Méx.; pp: 62-66.
- Vergara C., Dietz A. y de Leon A. P. (1993). Female parasitism of european honey bees by africanized honey bee swarms in Mexico. *Journal of Apicultural Research* 32(1): 34-40
- Villanueva R. y Collin-Ucán W. (1996). La apicultura en la península de Yucatán, México y sus perspectivas. *Folia Entomológica Mexicana* 97: 55-70.
- Villanueva R., César-Dachary A. y Sanchez-Vázquez A. (1991). The impact of the africanization honey bee in north Belize. *American Bee Journal* 131(3): 183-186.
- Vivas M. S. (1995). *Distribución y abundancia de la abeja africanizada (*Apis mellifera* L.) en el Estado de Yucatán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. Méx.; 90 p.
- Wells H., Cakmak I. and Valkenburg D. Van 1997. Alternative honey bee africanization models for Mexico. *Bee World* 78(4): 165-170.

- Winston M. L. (1979). The potential impact of the africanized honey bee on apiculture in Mexico and Central America. *American Bee Journal* 119: 584-586, 642-645.
- Winston M. L. (1987). The biology of temperate and tropical honey bees. En: Winston M. L. (ed) *The Biology of the Honey Bee*. Lincoln, Reino Unido; pp: 220-224.
- Winston M. L. (1991). The inside story: internal colony dynamics of africanized bees. En: Spivak M., Fletcher D. J. C. y Breed M. D. (eds.). *The "African" honeybee*. Westview Press; Boulder, Colorado, USA; pp: 201-212.
- Winston M. L. (1992). The biology and management of africanized honey bees. *Annual Review of Entomology* 37: 173-193.
- Zozaya J. A. y Fierro R. (1985). Limites climáticos estimados para la dispersión de la abeja africana en México. *Noti-UNAPI* 3(8): 1-2.

9. ANEXOS

ANEXO 1

Cuadro 9.1. Producción de miel a nivel nacional en el periodo 1990 - 1997. (Fuente SAGAR, 1998).

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Miel (ton)	66,493	69,495	63,886	61,973	56,432	49,228	49,178	53,681

ANEXO 2

Cuadro 9.2. Censo de colmenas y producción de miel en el estado de Jalisco, en el periodo 1993 - 1998. (Fuente: INEGI 1994-1999).

Años	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Colmena (número)	197,973	259,983	182,700	182,700	202,866	237,669
Miel (ton)	7,718	7,718	4,344	4,604	6,065	6,091

ANEXO 3

Cuadro 9.3. Frecuencia de la africanización reportadas por otros autores.

AUTOR	LUGAR	AÑO	TIPO	n	AFRICANIZACIÓN (%)
Mandujano <i>et al.</i> , 1994	Tampico	1988	Silvestre	331	0
		1989	Silvestre	270	20
		1990	Silvestre	247	36.8
		1991	Silvestre	2,083	66.2
		1992	Silvestre	1,639	67.9
		1993	Silvestre	314	90.4
Carranza, 1992	Jalisco	1991	Manejadas y silvestres	265	26.02
Macias, 1993	Región Sur Edo. Jalisco	1992	Manejadas y silvestres	231	12.55
Hernández, 1993	Zona Metropolitana Guadalajara	1991-1992	Silvestres	351	61.51
Perales, 1994	Jalisco	1992	Manejadas y silvestres	551	27.04
Alejandro, 1994	Jalisco	1993	Manejadas y silvestres	462	68.82
Bernardo, 1996	Jalisco	1994	Manejadas y silvestres	310	66.44
Arvizu, 1996	Jalisco	1995	Manejadas y silvestres	220	63.0
Vivas, 1995	Yucatán	1990	Manejada	337	16
		1991	Manejada		33
		1992	Manejada	289	40
Rubink <i>et al.</i> , 1996	Tamaulipas	1988	Silvestre	282	0
		1989	Silvestre	105	1.9
		1990	Silvestre	146	29.5
		1991	Silvestre	400	74.7
		1992	Silvestre	127	99.2
		1993	Silvestre	35	100
	Texas	1988	Silvestre	145	0
		1989	Silvestre	115	0
		1990	Silvestre	90	1.1
		1991	Silvestre	167	38.5
		1992	Silvestre	277	50.9
		1993	Silvestre	45	68.9
Quezada <i>et al.</i> , 1996	Yucatán	1988	Manejada		0
		1989	Manejada		1
		1990	Manejada		16
		1991	Manejada		17
		1992	Manejada		50
		1993	Manejada		52

ANEXO 4

Cuadro 9.4. Relación de longitud de ala y fémur reportadas por otros autores.

AUTOR	LUGAR		n	ALAS	RANGO	DS	FÉMUR	RANGO	DS
Ruttner, 1975	Sudáfrica			8.677					
	Oeste ecuatorial			8.500					
Dally y Balling, 1978	USA		297	9.120	8.59-9.62	1.67	2.66	2.53-282	0.052 4
	Brasil, Guyana, Surinam, Argentina		101	8.650	8.330-8.950	0.152	2.51	2.40-2.65	0.054 8
Rinderer y Sylvester, 1986	USA	EHB	50	9.197			2.620		
	Venezuela	AHB	50	8.64			2.529		
Rinderer y Sylvester, 1987	EUA	EHB	100	9.281	9.098-9.460	0.078	2.708	2.46-277	0.040
	Venezuela	AHB	84	8.715	8.412-8.950	0.103	2.531	2.44-2.61	0.033
Boreham y Roubik, 1986	Panamá	1982		8.68					
		1983		8.60					
		1984		8.58					
		1985		8.53					
Ayala, 1990a	Pto. Escondido, Oax.		303	8.779		0.144	2.532		0.042
	Tapanatepec, Oax.		171	8.738		0.120	2.561		0.041
	Choapas, Veracruz		68	8.681		0.108	2.504		0.060
	Chiapas		96	8.807		0.151	2.523		0.076
	Guatemala		33	8.755		0.119	2.484		0.046
	Caribe		19	8.870		0.133	2.539		0.054
	Oaxaca		41	8.725		0.135	2.505		0.053
Ayala, 1990b	Oaxaca, México	AA		<8.80					
		AE		>9.20					
Arteaga, 1990	Oaxaca		95	8.81	8.52-9.13	0.14	2.55	2.43-2.73	0.05
	Veracruz		205	8.72	8.48-9.18	0.10	2.55	2.44-2.71	0.04
Trejo- Cruz y Quintero, 1990	Valle Hermoso, Tam. (AE)		53	8.928	8.648-9.162	0.108	2.644	2.55-2.72	0.049
	Tamaulipas Norte (AE)		101	9.187	8.872-9.506	0.117	2.719	2.62-2.82	0.040
	Tamaulipas Sur (AE)		100	9.130	8.928-9.446	0.127	2.692	2.65-2.73	0.026
	Tamaulipas Sur (AAf)		21	8.770	8.484-9.030	0.054	2.608	2.57-2.66	0.027
	Veracruz 1988, (AE)		100	9.090	8.888-9.400	0.053	2.674	2.60-2.76	0.036
	Veracruz 1988 (AAf)		100	8.745	8.486-8.975	0.154	2.549	2.40-2.64	0.043
	Veracruz 1990 (AAf)		100	8.750	8.467-8.970	0.097	2.539	2.46-2.61	0.029
	Oaxaca 1987 (AE)		100	9.074	8.540-9.468	0.149	2.676	2.58-2.57	0.037
	Oaxaca 1988(AAf)		100	8.752	8.364-9.146	0.178	2.517	2.16-2.66	0.075
	Oaxaca 1989 (AAf)		100	8.725	8.362-8.982	0.124			

Continuación del cuadro 9.4.

AUTOR	LUGAR	n	ALAS	RANGO	DS	FÉMUR	RANGO	DS
Silvester y Rinderer, 1987	FABIS	AE	9.281	9.098-9.46		2.208	2.46-2.77	
		AAf	8.715	8.412-8.959		2.531	2.44-2.61	
García, 1991	Goncalves (1970)	AE	8.948		0.167			
		AAf	8.464		0.14			
	Daly (1978)	AE	9.12		0.165			
		AAf	8.65		0.152			
	García (1991), Yucatán	AE	295	9.05	8.71-9.36	0.10		
AAf		95	8.9	8.30-9.19	0.14			
Vivas, 1995	Yucatán	AE	173	8.991		0.009	2.606	0.003
		AAf	116	8.860		0.011	2.550	0.004
	Mismas muestras según USD/93	A		8.800		0.15	2.528	0.005
		AE		8.899		0.020	2.557	0.007
		EA		8.935		0.105	2.585	0.003
		E		9.037		0.11	2.624	0.004
Quezada-Euán, 1991.	Yucatán manejadas	44	8.488	8.28-8.72	0.84	2.508	2.29-2.64	0.55
	Yucatán silvestres	14	8.382	8.06-8.56	0.128	2.442	2.32-2.59	0.047
	Zambia	4	7.972	7.83-8.07	0.102	2.332	2.30-2.37	0.030
	Gran Bretaña	4	8.955	8.86-9.04	0.075	2.638	2.58-2.69	0.044
Quezada-Euán y Medina, 1998	Yucatán	86-87 Man	85	9.034		0.015	2.590	0.018
		1988, Silv	45	8.732		0.012	2.492	0.012
		1991, Man	283	8.997		0.016	2.572	0.012
		1992, Man	289	8.939		0.019	2.564	0.003
		1992, Silv.	61	8.891		0.012	2.518	0.017
		1993, Man	300	8.905		0.028	2.531	0.012
		1993, Silv.	63	8.858		0.006	2.519	0.012
		1994, Man	306	8.867		0.037	2.533	0.023
		1994, Silv.	65	8.751		0.016	2.510	0.009
		1996, Man	283	8.845		0.038	2.526	0.022
		1996, Silv.	30	8.762		0.021	2.499	0.016
Lozano, 1990	Oaxaca	Feb. 1988		9.137	8.904-9320			
		Abr. 1988	10	8.909				
		Jun. 1988	83	8.806				
		Sep. 1988	843	8.752				
		Ene. 1989	1849	8.749				
Mandujano et al., 1994	Tamaulipas	1988	331	9.18			2.64	
		1989	270	9.14			2.64	
		1990	247	9.05			2.61	
		1991	2083	8.91			2.62	
		1992	1639	8.90			2.63	
	1993	314	8.78			2.58		

ANEXO 5

Cuadro 9.5. Relación de la disminución promedio anual de la longitud del ala reportadas por otros autores.

AUTOR	LUGAR	LARGO DE ALA (mm)		DIFERENCIA (mm)	AÑOS	MEDIA ANUAL (mm)
		INICIO	FIN			
Lozano, 1990	Oaxaca	9.137	8.749	0.388	1	0.388
Trejo-Cruz y Quintero, 1990	Oaxaca	9.074	8.725	0.349	3	0.116
	Veracruz	9.090	8.750	0.340	3	0.113
Mandujano <i>et al.</i> , 1994	Tamaulipas	9.18	8.78	0.400	6	0.066
Presente trabajo	Jalisco	9.312	8.880	0.432	8	0.054
Boreham y Roubik, 1987	Panamá	8.68	8.53	0.150	4	0.037
García, 1991 Vivas, 1995	Yucatán	9.05	8.991	0.059	3	0.019

ANEXO 6

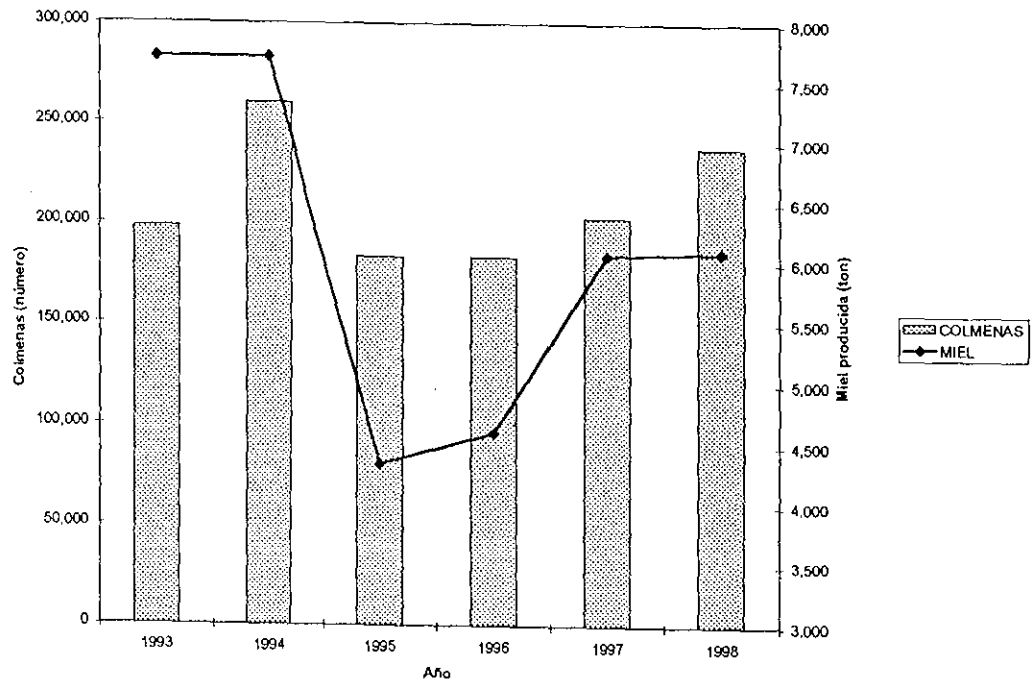


Figura 9.1. Población de Colmenas y producción de miel en el estado de Jalisco.

ANEXO 7

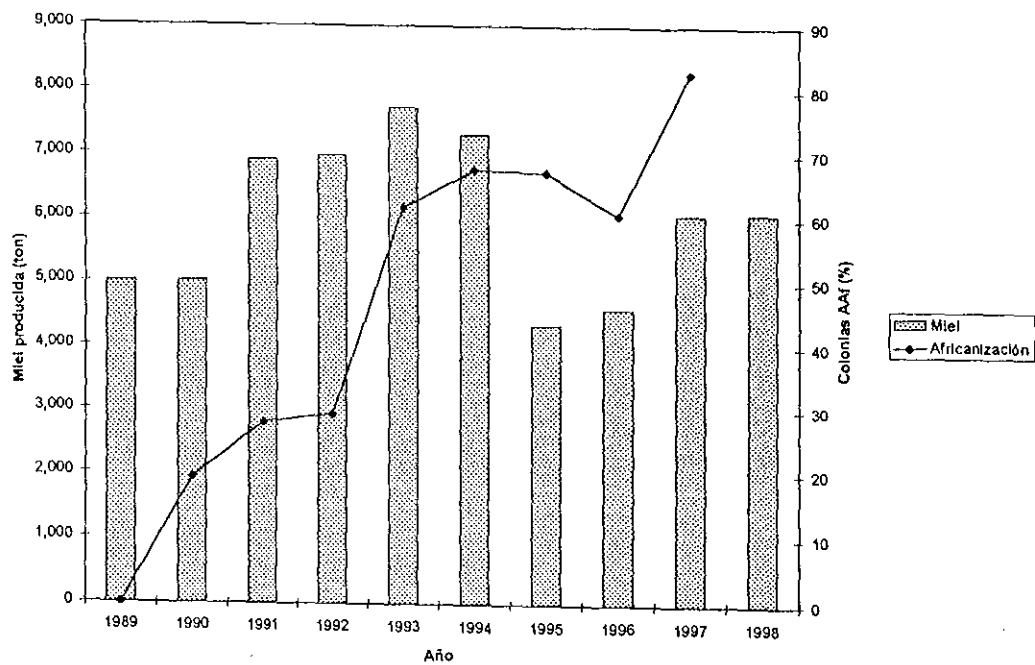


Figura 9.2. Producción de miel y africanización en el estado de Jalisco.