

119
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



DETERMINACION DEL PATRON MORFO-
METRICO DE Apis mellifera LINN.
ANTES DE LA INVASION DE LA ABEJA
AFRICANA EN APIARIOS DE JALAPA, VER.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ELVA MARIA DEL ROCIO MANZANO BONILLA

MEXICO, D. E.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

	Página
I.- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVOS	7
III.- AREA DE ESTUDIO	8
A.- Localización geográfica	8
B.- Condiciones ambientales	10
1.- Topografía	10
2.- Clima y vegetación	11
IV.- METODOS DE ESTUDIO	15
A.- Colecta de muestras	18
B.- Disección y montaje	19
C.- Medición	23
V.- RESULTADOS	28
A.- Análisis de varianza	37
B.- Análisis multivariado discriminante	43
VI.- DISCUSION	47
VII.- CONCLUSIONES	53
VIII.- BIBLIOGRAFIA	54

RESUMEN.

Se realizó un análisis morfológico a poblaciones de abejas de origen europeo (Apis mellifera Linn.) en apiarios de zonas aledañas a Jalapa, Ver., con el fin de obtener su patrón morfométrico antes de la invasión de enjambres africanos a la zona, utilizando para ello la longitud del ala anterior, longitud del fémur, largo y ancho del espejo del tercer esternito abdominal y distancia entre los espejos del mismo.

El muestreo se realizó en los meses de Agosto y Noviembre de 1988 y las muestras se procesaron en el laboratorio de Insectos Sociales del Centro de Ecología de la UNAM.

Los resultados se evaluaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza y un análisis discriminante. Se obtuvo variabilidad morfológica entre los apiarios, encontrándose que los caracteres útiles para separar grupos de abejas fueron la longitud del ala, longitud del fémur y largo del espejo del tercer esternito abdominal, aún así los resultados dejan ver que las abejas de las zonas aledañas a Jalapa, Ver. son típicas abejas europeas diferentes a los enjambres africanos que están invadiendo México.

I.- INTRODUCCION.

En 1956 se importaron al sur de Brasil reinas de abejas africanas Apis mellifera scutellata L. (Ruttner, 1986) (A. m. adansonii L. según otros autores como Gonçalvez (1974)) procedentes de Transval y de Tabora en Tanzania para tratar de desarrollar la apicultura en ese país. Hasta entonces, los intentos de adaptar a las abejas melíferas de origen europeo a las condiciones climáticas brasileñas no habían dado resultado.

En 1957, 26 enjambres de estas abejas escaparon del apiario experimental donde se encontraban y empezaron a multiplicarse demostrando que estaban perfectamente adaptadas al clima tropical de Sudamérica (Gonçalvez, 1974). Se esperaba que el cruce de estas abejas con las europeas existentes (principalmente A. m. mellifera) diera lugar a híbridos, sin embargo las ventajas selectivas de las abejas africanas resultaron dominantes sobre las abejas de origen europeo, y estas últimas no tuvieron oportunidad para transmitir por mucho tiempo sus caracteres a nuevas generaciones.

Las abejas africanas presentan características que las hacen difíciles de manejar para su explotación apícola. Por ejemplo:

- a) Alta tendencia a enjambrar. Las abejas europeas enjambran 1 ó 2 veces al año y las africanas lo hacen hasta 16 veces (Otis, 1982).
- b) Alto nivel de producción de la feromona de alarma unido a un gran número de placas sensoriales en las antenas que las hace tener un bajo umbral de reclutamiento para defender el nido (Collins & Rinderer, 1982).
- c) Ataque masivo: la defensa de la colonia involucra a cientos de abejas. En las europeas llegan a ser sólo decenas.
- d) Migración como respuesta a condiciones desfavorables o disturbios como manejo, fuego, depredadores, etc.
- e) Baja producción de miel puesto que no la almacenan: la utilizan para reproducirse continuamente (Ruttner, 1986).

La abeja africana al cruzarse libremente con las de origen europeo formó un híbrido llamado abeja africanizada, que retiene muchas características de sus antecesores africanos. Dos ó tres años después de la colonización vuelven a predominar básicamente las características africanas en las poblaciones residentes.

Taylor (1977) siguiendo la dispersión de la abeja africana desde que se escaparon los enjambres en Brasil observó que en un primer período de 6 años (1957 a 1963) las abejas africanas recorrieron 81 km por año en clima subtropical reproduciéndose y saturando el lugar.

Posteriormente, de 1963 a 1966 avanzaron 483 km por año en un clima tropical seco con precipitación media anual de 500 a 1500 mm y una larga estación seca.

Taylor (1977), explica que el clima es muy similar a ambientes africanos subecuatoriales, donde las abejas africanas son abundantes y al ir invadiendo nuevas zonas en América se observó que aumentando la cantidad de precipitación las tasas de dispersión son más lentas.

Cuando una especie de insecto nocivo se introduce en un nuevo ambiente, las preocupaciones inmediatas son el rango geográfico que ocupará y el impacto relativo que tendrá en los diferentes hábitats. Las abejas africanas al ir avanzando hacia nuevas áreas, sólo se han detenido en zonas con bajas temperaturas. En el sur de Argentina, el límite de distribución de abejas africanas parece estar dado por una temperatura media alta de 16 °C en el mes más frío (julio) (Taylor y Spivak, 1984). Este punto es objeto todavía de discusiones, Dietz et. al. y Krell et. al. (en Rinderer, 1986) encontraron que las abejas africanizadas invernan más hacia el sur por lo que se puede pensar que los factores climáticos no son las únicas razones para limitar el rango y distribución de abejas africanas y pueden estar influyendo otros factores como los biológicos.

Se consideran como "abejas africanas", a los enjambres silvestres que han estado llegando a México de Centroamérica, ya que tienen un comportamiento y morfología igual al de las abejas del centro-sur de Africa (Apis mellifera scutellata) (Boreham y Roubik, 1986; SARH, 1986). Por otra parte, se han denominado "abejas africanizadas" a las que actualmente predominan en el sur de

Brasil y que son abejas en cuyo comportamiento prevalecen características de las abejas africanas, pero parcialmente modificadas por su cruzamiento y selección con razas europeas. En las zonas climáticamente favorables (con una isoterma media alta del mes más frío del año mayor a 19 °C) la saturación es inevitable, por lo cual todas las abejas serán africanas. En las líneas estimadas de invernación (con una isoterma media alta del mes más frío del año entre 16 y 19 °C.) se favorecerá la hibridización entre abejas europeas y africanas (SARH, 1986). Taylor (1988) estima que más abajo de estos rangos, formas intermedias (híbridos) serán encontradas, pero su relativa frecuencia dependerá del flujo genético de las poblaciones africanas silvestres y de abejas europeas manejadas por apicultores.

La apicultura ha cambiado drásticamente en aquellos países donde existe saturación de abejas africanas; Paraguay y Bolivia abandonaron esta práctica, Venezuela y Colombia que eran países exportadores de miel han pasado a ser importadores. Fenómenos similares pudieron suceder en Panamá donde llegaron en 1982, en Costa Rica en 1983, a Nicaragua en 1984 y a Honduras y el Salvador en 1985 (SARH, 1986).

Finalmente, en 1986 llegaron los primeros enjambres a México, y en 1988 al centro del Estado de Veracruz.

Desde que se comprobó su efecto sobre la apicultura, las abejas africanas han sido objeto de numerosos estudios sobre comportamiento, dispersión e identificación con el fin de amortiguar el impacto tan drástico que se espera de su invasión a zonas apícolas desarrolladas como las de Yucatán, Jalisco y Morelos en México, Florida, Texas y California en E.U.A.

Para estudiar el proceso de africanización en un área, una forma es contar con un patrón morfométrico de las abejas de dicha área, ya que las abejas de origen europeo pueden ser distintos ecotipos adaptados a diferentes climas y tipos de vegetación.

El presente trabajo está encaminado, junto con otros que se están realizando, a aportar información morfométrica de las poblaciones de abejas de origen europeo (*Apis mellifera*) en apiarios ubicados en los alrededores de Jalapa, Ver., previo a la llegada de las abejas africanas. También está encaminado a que con el patrón morfométrico que se obtenga, se realicen estudios posteriores de investigación.

II.- OBJETIVOS.

Los objetivos generales de este trabajo son los siguientes:

- 1.- Determinar el patrón morfométrico de abejas europeas, en apiarios ubicados en los alrededores de Jalapa, Ver.
- 2.- Definir diferencias entre los apiarios experimentales, para conocer el patrón morfométrico de cada uno.
- 3.- Relacionar los resultados obtenidos con los datos existentes de abejas europeas de otros lugares.

III.- AREA DE ESTUDIO.

III.A.- LOCALIZACION GEOGRAFICA.

El área de estudio se encuentra en la región central del Estado de Veracruz, en un transecto de la Ciudad de Jalapa al Puerto de Veracruz, donde se instalaron 6 apiarios experimentales (Fig. 1).

Según Soto (1986), las coordenadas y las altitudes en m snm las localidades próximas a los apiarios son las siguientes: El apiario "la Joya" se localiza a una Latitud Norte de 19° 37', Longitud Oeste de 97° 01' y a una altitud de 1950. El apiario "Conafrut" (instalado en las afueras de la ciudad de Jalapa) a una Latitud Norte de 19° 32', Longitud Oeste de 96° 50' y a una altitud de 1180. El apiario "El Lencero" a una Latitud Norte de 19° 25', Longitud Oeste de 96° 48' y a una altitud de 920. El apiario "Cerro Gordo" a una Latitud Norte de 19° 34', Longitud Oeste de 96° 38' y a una altitud de 480. El apiario "Tamarindo" a una Latitud Norte de 19° 21', Longitud Oeste de 96° 29' y a una altitud de 100. El apiario "Soledad de Doblado" a una Latitud Norte de 19° 03', Longitud Oeste de 96° 25' a una altitud de 20.

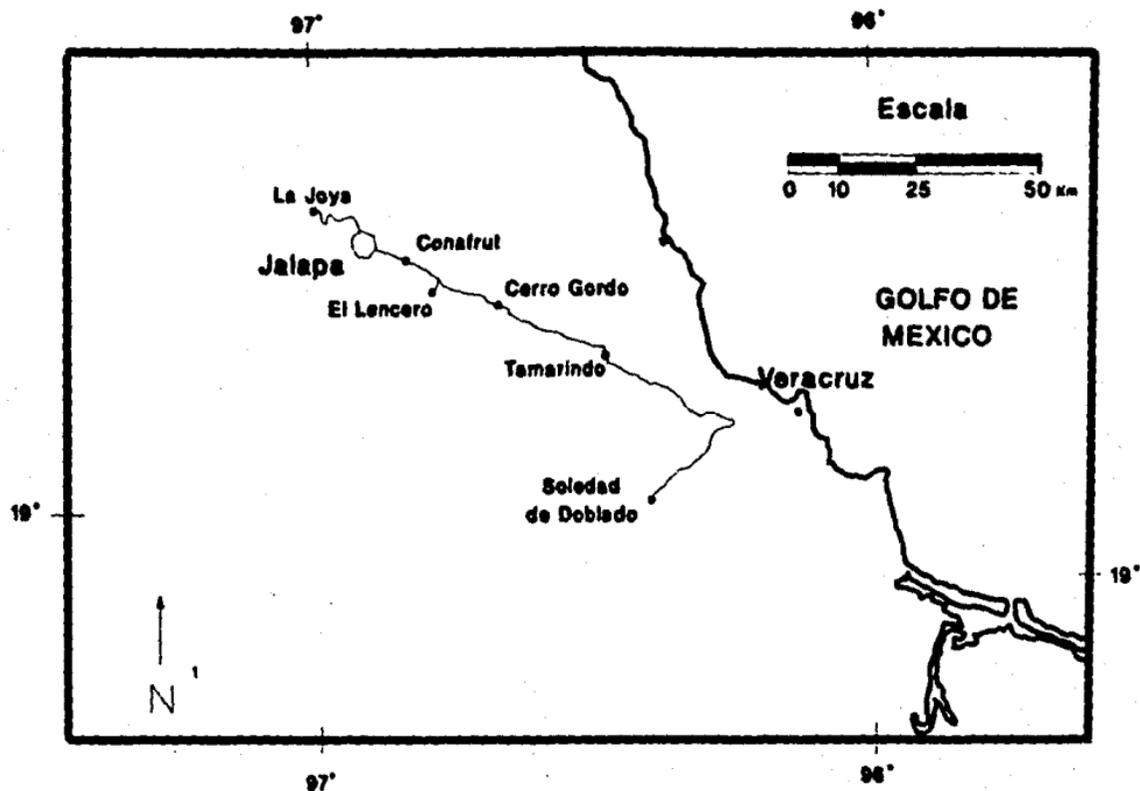


Fig. 1.- Localización geográfica del área de estudio.

(INEGI-SPP, 1985)

III.B.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Veracruz por su localización geográfica, es uno de los estados de la República Mexicana que cuenta con una gran variedad de especies de plantas, y como resultado de las variantes topográficas y latitudinales los factores climáticos son también variados en este estado.

III.B.1.- TOPOGRAFIA.

El estado de Veracruz está compuesto principalmente de zonas de baja altitud, ya que en muchos sitios, ésta es menor a los 100 m snm. Sin embargo, en él se halla ubicada una prolongación importante del sistema montañoso de México, que es parte de la Sierra Madre Oriental y también del Cinturón Neovolcánico que cruza el país.

Estas formaciones son muy importantes, ya que incluyen la montaña más alta de México que es el Pico de Orizaba, que alcanza una altitud de 5 747 m snm, la sierra de los Tuxtles, que está compuesta por una serie de conos volcánicos de aproximadamente 1,700 m snm de altitud.

En el extremo sur del Estado, en los límites con Oaxaca se encuentran algunas zonas montañosas de la Sierra Madre del Sur que alcanza una altitud de 1000 m snm. El resto del estado es más o menos plano, con excepción de una pequeña sierra (Sierra de Tantina) localizada al norte del estado y que alcanza los 700 m snm. (Gómez-Pompa, 1982).

III.B.2.- CLIMA Y VEGETACION.

Los factores climáticos son variados en este Estado, explicando en gran parte los tipos de distribución de la vegetación. La temperatura tiene un efecto considerable en la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal. Para entender la distribución de las especies, no son los valores promedio los que tienen mayor significancia, sino los valores de las temperaturas extremas mínimas porque sirven como filtros. La distribución de muchas especies en Veracruz muestra ser determinada por las temperaturas de invierno, debido a que otros factores (principalmente suelo y precipitación) parecen no exceder los límites de tolerancia de la

mayoría de las especies vegetales, ésto es interesante porque sugiere la posibilidad de hacer estudios experimentales para observar el efecto de la baja temperatura sobre poblaciones de especies en la zona de baja altitud en el límite tropical, en relación a la adaptación de otras especies u otras poblaciones a este mismo factor en otras latitudes. Es probable que en México se encuentren ecotipos de especies tropicales resistentes a condiciones térmicas extremas. Las temperaturas muy frías (abajo de 0° centígrados) son frecuentes en las montañas y ausentes en las zonas de baja altitud (Gómez-Pompa, 1982).

La precipitación es el factor ecológico más importante que afecta la vegetación del Estado a cualquier altitud; en la mayor parte del estado existen dos épocas muy bien marcadas: la época de lluvias y la de sequía, siendo esta última la estación más fría y la más importante, porque la cantidad de lluvia varía grandemente y de esta variación depende el tipo de vegetación en la región, además de que la precipitación en la estación de sequía no es producida por los vientos alisios, sino por masas polares de aire (llamadas "nortes") que acarrearán lluvias y en algunas áreas, bajas temperaturas (Gómez-Pompa, 1982).

El apiario La Joya, presenta un clima tipo C(fm)b(e)g (Soto, 1986) que corresponde a un clima templado húmedo; se observa en esta localidad que la vegetación corresponde a Bosque de pino-encino y Bosque caducifolio.

El apiario Conafrut, presenta un clima tipo C(fm)w''b(i')g que corresponde a templado húmedo; predominando Bosque de liquidambar-encino y Bosque caducifolio, además de que se encuentra en un huerto.

El apiario El Lancero, presenta un clima tipo (A)C(w'')a(e)g que corresponde a semicálido el más cálido de los templados C; corresponde a esta localidad una vegetación de Bosque de encino.

El apiario Cerro Gordo, presenta un tipo de clima Aw1''(w)(i')g que corresponde a cálido subhúmedo; se presenta en esta localidad una vegetación de Selva baja caducifolia.

El apiario Tamarindo, presenta un clima tipo Aw0''(w)(i')g el más seco de los cálidos subhúmedos; la vegetación corresponde a Selva baja caducifolia.

El apiario Soledad de Doblado, presenta un clima tipo Aw0''(w)(i')g. el más seco de los cálidos subhúmedos; presenta una vegetación que corresponde a Selva baja caducifolia (Gómez-Pompa, 1982) Fig. 2.

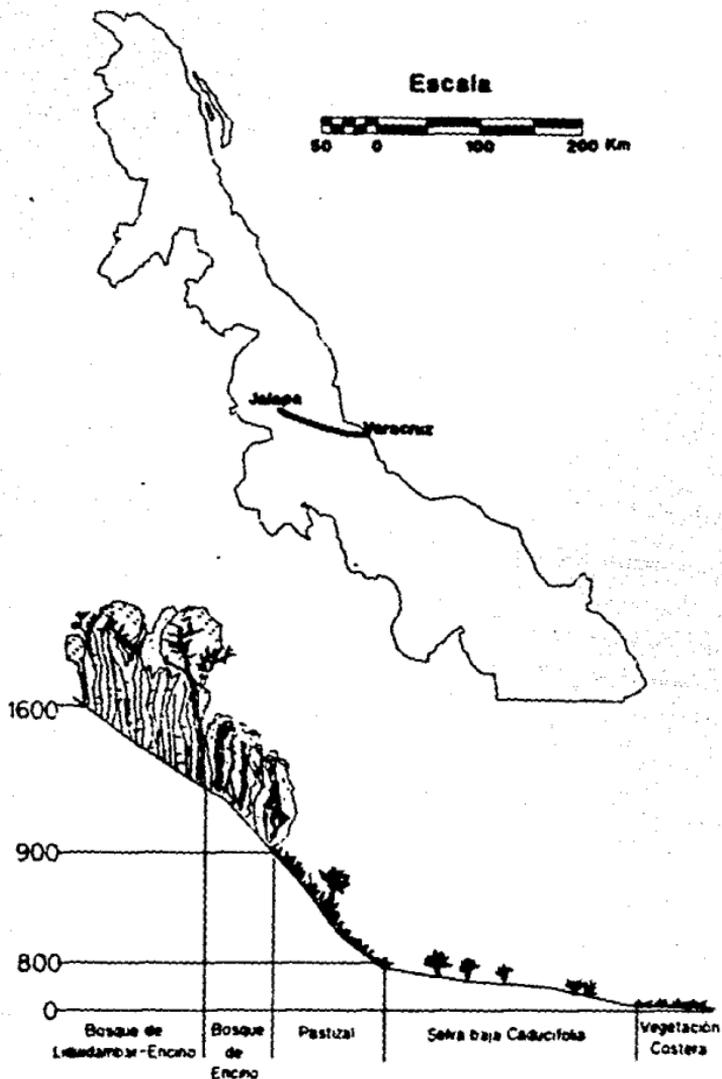


Fig. 2.- Perfil de vegetación en la región entre Jalapa y la Cd. de Veracruz
 (Gómez-Pompa, 1982)

IV.- METODOS DE ESTUDIO.

De manera general podemos decir que morfometría es la medición y análisis de la forma. La tarea de la morfometría es obtener medidas morfológicas que se utilizan para analizar tendencias, contrastes y hacer comparaciones. En muchos casos, la taxonomía ha necesitado de métodos morfométricos que permitan diferenciar entre grupos de organismos, por ejemplo, entre las especies del género Apis y las subespecies o razas geográficas de A. mellifera, el tamaño es la fuente más importante de variación (Daly en Arteaga, 1990).

Los métodos morfométricos pueden ser aplicados a especímenes que son fácilmente preservados secos o en fluido. Una desventaja es que el fenotipo está sujeto a cambios medioambientales. Esto puede ocasionalmente cancelar el ancestro genético (Daly y Balling, 1978).

Para Ruttner (en Arteaga, 1990) la morfometría presenta dos características básicas: 1) las variables usadas para los análisis estadísticos son las medias de los caracteres de abejas de una colonia y no los caracteres de abejas individuales y 2) los datos numéricos resultantes de mediciones exactas analizados con métodos estadísticos son usados para la clasificación de abejas.

Desde que las abejas africanas entraron al Continente Americano y se comprobaron sus efectos negativos para la apicultura, la necesidad de identificar colonias de abejas se hizo imprescindible.

DuPraw (en Daly y Balling, 1978) fue el primero en aplicar análisis discriminante a caracteres medibles de alas de abejas del viejo mundo.

Daly y Balling (1978) utilizaron análisis morfométrico para separar colonias de abejas europeas de africanas. Crearon un proceso que utiliza 25 caracteres medibles del cuerpo de una abeja obrera, sometieron los datos a análisis discriminante en el cual las medidas de dos o más caracteres son ponderados y combinados linealmente para dar una máxima separación de dos o más grupos.

Usando el método con un programa de computadora encontraron que la combinación que da la mejor discriminación con un mínimo de dos caracteres es el ancho del espejo del tercer esternito abdominal y el ángulo 39 del ala anterior. Cada carácter adicional agregado disminuye la tasa de error, de esta manera el largo del ala anterior, largo del fémur, largo de la tibia y una medida del ala posterior dan una separación que puede ser correcta en un 96.5 %.

Esta técnica es adecuada para separar dos o más grupos taxonómicos, pero requiere de equipo especializado, ocupa mucho tiempo y necesita una computadora programada para hacer los cálculos necesarios. Posteriormente Daly et. al. (1982) mejoraron el procedimiento usando un digitalizador conectado a la computadora que calcula e imprime la identificación, ambos métodos usan 10 abejas por colonia. Aunque es un gran adelanto el empleo de éste método se requieren de 5 hrs para hacer una determinación y da un 100 % de separación correcta.

Posteriormente, Sylvester y Rinderer (1986) desarrollaron un método con algunos de los caracteres usados por Daly, dándole el nombre de FABIS (Fast Africanized Bee Identification System) en español, sistema rápido para identificación de abejas africanizadas. FABIS es un método que utiliza la longitud del ala anterior (es una de las medidas más importantes para identificación de abejas), este caracter da un 85 % de certeza en una colonia, si la colonia no se separa correctamente con el ala anterior, se utilizan los siguientes caracteres además del ala anterior, el ala posterior, el fémur y el peso de la abeja (limpio de excremento, polen y néctar). Si no hay claridad en la identificación, se procede a usar la técnica de Daly para la confirmación del análisis.

Rinderer et. al. (1987) usaron 6 medidas morfométricas: longitud del ala anterior, longitud parcial del ala posterior, longitud del fémur, peso fresco, peso seco y peso en alcohol. El peso en alcohol lo eliminaron ya que con análisis univariado no resultó determinante. Realizaron un análisis con función discriminante por etapas para identificar de las cinco variables cuál proporcionaba el valor óptimo, obteniendo que el ala anterior discrimina mejor entre dos poblaciones, los otros caracteres fueron ordenados de acuerdo a su poder discriminante:

Peso fresco > Longitud del fémur > Peso seco > Longitud parcial del ala posterior.

IV.A.- COLECTA DE MUESTRAS.

A principios de agosto de 1988 se visitaron los apiarios El Lencero y la Joya y en noviembre del mismo año los apiarios Tamarindo, Conafrut, Cerro Gordo y Soledad de Doblado.

La colecta se realizó muestreando todas las colmenas de cada apiario (siempre y cuando fuera posible ya que algunas colmenas presentaron baja población), se colectaron aproximadamente

30 abejas obreras al azar del interior de la colmena, se colocaron en una cámara letal de cianuro para posteriormente transferirse a frascos con alcohol al 70 % para su preservación.

De esta forma se transportaron a la Ciudad de México al Laboratorio de Insectos Sociales del Centro de Ecología de la UNAM.

El número de muestras colectadas fue en total de 128, la distribución de cada apiario fue la siguiente: La joya 24, El Lencero 21, Cerro Gordo 26, Tamarindo 23, Conafrut 23 y Soledad de Doblado 11.

IV.B.-DISECCION Y MONTAJE.

Se usó una versión modificada de Daly (1978), es decir de cada muestra se tomaron 12 abejas y se les disectaron: el ala anterior, el fémur y el tercer esternito abdominal.

Las alas se disectaron con ayuda de pinzas entomológicas (Fig. 3a), se les limpió de músculo excedente y se montaron en seco entre dos cubreobjetos de 22 X 40 mm, uniendo los extremos del cubreobjetos con cinta adhesiva; se etiquetaron con la fecha en que fueron colectadas, el número de muestra y de apiario (Fig. 3b).

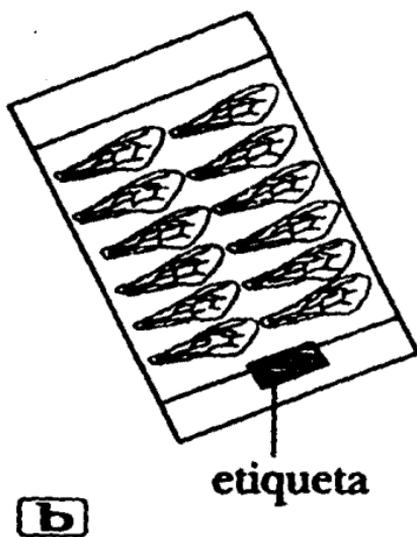
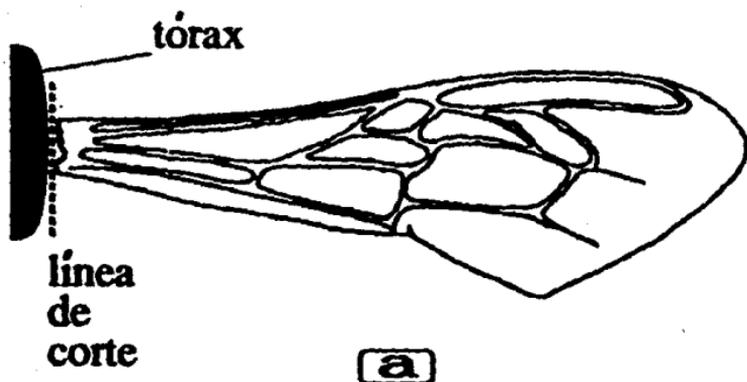


Fig. 3. Discción y montaje de ala anterior de doce abejas obreras.

Los fémures se disectaron junto con la tibia (Fig. 4a) para facilitar su montaje y medición, se limpió de músculo excedente con pinzas entomológicas (Fig. 4b), se montaron en seco en un solo cubreobjetos de 22 X 40 mm y se les fijó pasándoles por encima una cinta adhesiva transparente (Fig. 4c).

El tercer esternito abdominal se disectó con ayuda de pinzas entomológicas bajo el microscopio estereoscópico (Fig. 5a), se les limpió de músculo y partículas de cera raspándole con las pinzas hasta que estuviesen limpios (Fig. 5b), se colocaron durante 10 minutos en crisoles con KOH al 10 % previamente calentados a una temperatura aproximada de 50 °C en una placa de calentamiento; todo esto con el fin de quitar el excedente de músculo. Se sacaron de los crisoles y uno por uno se lavaron en agua para irse colocando en placas de tinción con fushina básica al 2 %, después de 10 minutos se sacaron y se fueron lavando en agua y colocándose en papel de estrasa para que se absorbiera el agua y se montaron en seco entre dos cubreobjetos de 22 X 40 mm unidos de los extremos por cinta adhesiva, finalmente se etiquetaron (Fig. 5c).

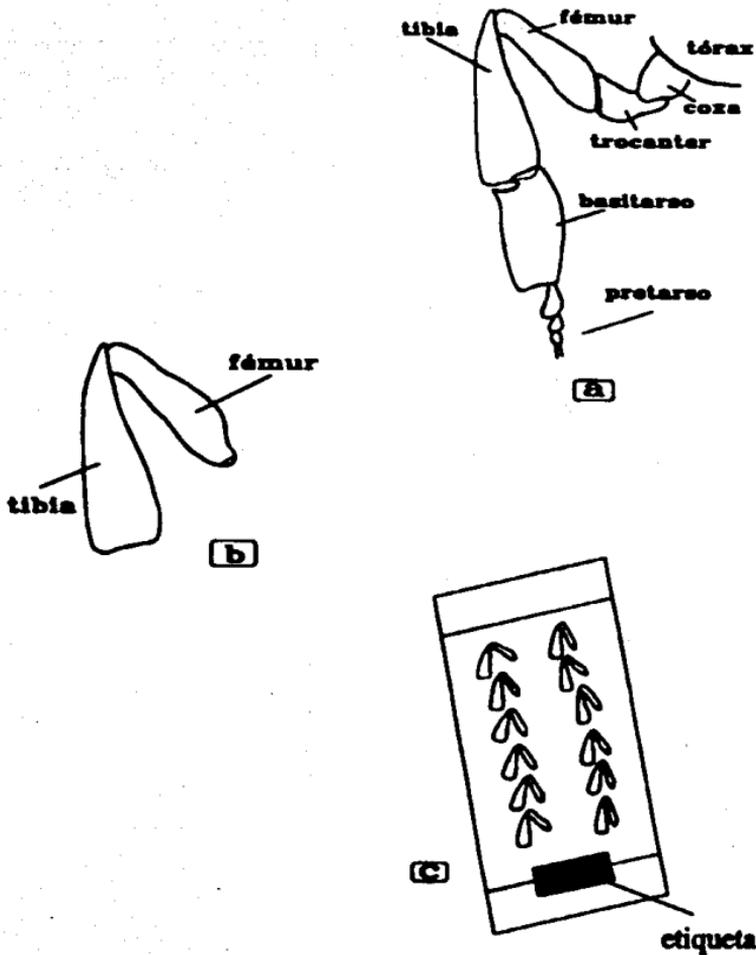


Fig. 4. Discción y montaje de fémur y tibia de doce abejas obreras.

IV.C.- MEDITION.

Las muestras se montaron en marcos de plástico o cartón para dispositivos (Fig. 6a y 6b), se proyectaron en una pantalla por medio de un proyector Kodak Ektagraphic con foco FF 200 de 150 mm calibrándose con un micrómetro ocular graduado de 10 mm, hasta una distancia que diera una imagen ampliada de 25 cm. Se midieron las imágenes proyectadas con reglas de 25 cm.

Se hicieron 10 mediciones de cada muestra montada, de los siguientes parámetros:

- Longitud del ala anterior, desde la muesca hasta la parte más distal (Fig. 7a).
- Longitud del fémur, del ápice hasta donde hace ángulo con la tibia (Fig. 7b).
- Largo del espejo del tercer esternito abdominal, la parte más distal (Fig. 7c).
- Ancho del espejo del tercer esternito abdominal, la parte más distal (Fig. 7d).

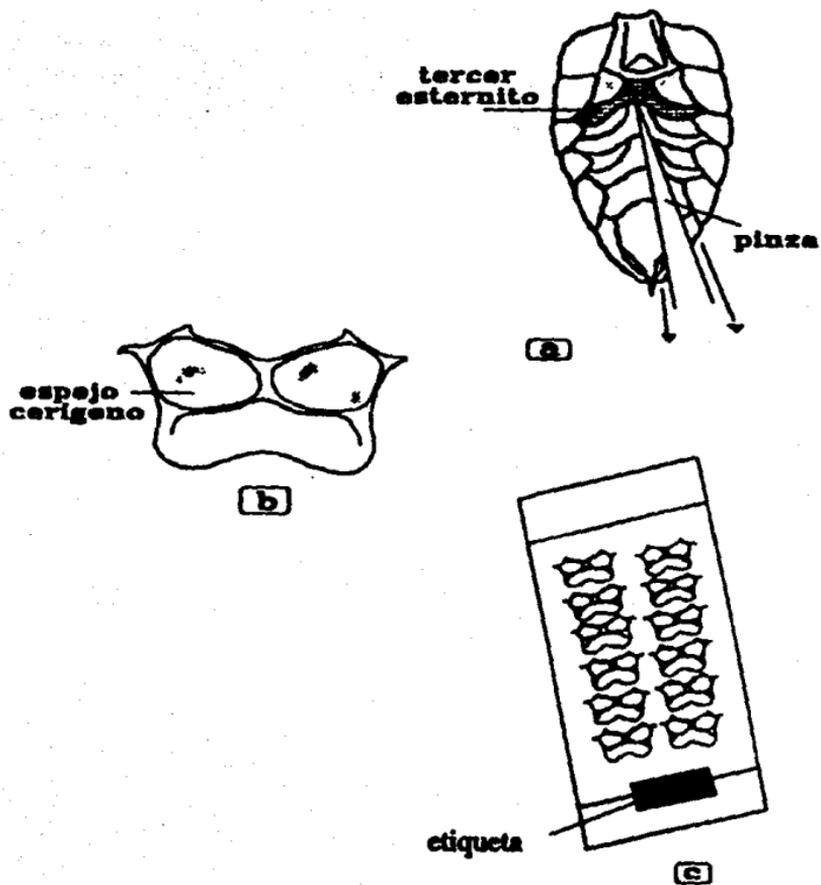


Fig. 5. Disección y montaje del tercer esternito abdominal de doce abejas obreras.

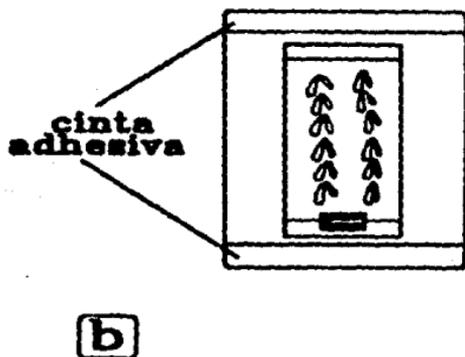
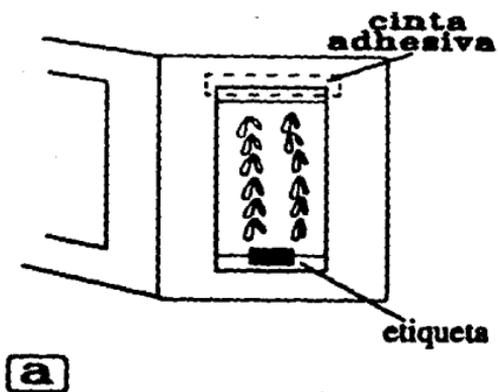
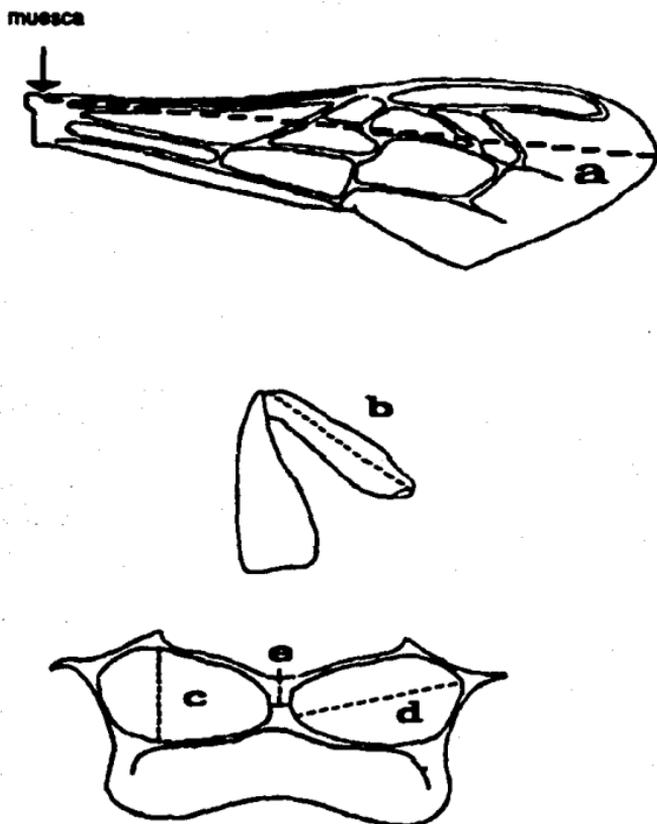


Fig. 6. Colocación de laminillas en monturas para diapositivas.

- Distancia entre los dos espejos del tercer esternito abdominal, la parte mas corta (Fig. 7e).

Las medidas obtenidas directamente de las mediciones se procesaron por computadora usando DBase III plus obteniéndose las medidas reales mediante un cálculo de regla de tres.



- a Longitud del ala anterior
- b Longitud del fémur
- c Largo del espejo cerígeno del tercer estamito abdominal
- d Ancho del espejo cerígeno del tercer estamito abdominal
- e Distancia entre espejos cerígenos del tercer estamito abdominal

Fig. 7. Medidas Morfológicas del cuerpo de una abeja obrera.

V.- RESULTADOS.

Los resultados estadísticos se muestran en la tabla 1.

La longitud del ala osciló entre 8.752 y 9.539 mm con una media total de 9.150 mm y desviación estándar de 0.139 mm (Fig. 8 y Tabla 1).

La longitud del fémur varió entre 2.488 y 2.820 mm con una media total de 2.711 mm y una desviación estándar de 0.048 (Fig. 9 y Tabla 1).

El largo del espejo del esternito se encontró entre 1.196 mm y 1.476 mm con una media total de 1.332 mm y desviación estándar de 0.050 mm (Fig. 10 y Tabla 1).

El ancho del espejo del esternito varió entre 2.272 mm y 2.520 mm con una media total de 2.392 mm y una desviación estándar de 0.054 mm (Fig. 11 y Tabla 1).

La distancia entre espejos del esternito varió entre 0.172 mm y 0.348 mm con una media total de 0.258 mm y desviación estándar de 0.036 mm (Fig. 12 y Tabla 1).

Tabla 1. Valores estadísticos de longitud de ala, longitud del fémur, largo del espejo del tercer esternito abdominal, ancho del espejo del tercer esternito abdominal y distancia entre espejos del tercer esternito abdominal de 128 muestras de abejas europeas en zonas aledañas a Jalapa, Ver.

Estadístico	V a r i a b l e s (mm)				
	Ala	Fémur	Esternito Largo	Esternito Ancho	Est-dist. entre esp.
Media	9.150	2.711	1.332	2.392	0.258
Dev.est.	0.139	0.048	0.050	0.054	0.036
Mediana	9.145	2.718	1.328	2.392	0.260
Moda	8.952	2.700	1.336	2.404	0.260
Error est.	0.012	0.004	0.004	0.005	0.003
Varianza	0.019	0.002	0.003	0.003	0.001
Rango	0.787	0.332	0.280	0.248	0.176
Val. max.	9.539	2.820	1.476	2.520	0.348
Val. min.	8.752	2.488	1.196	2.272	0.172
Sig. de F	0.000	0.124	0.000	0.002	0.015

En la Tabla 2 se presentan las medias y la desviación estándar de los cinco caracteres morfométricos para cada apiario.

Los histogramas de frecuencias de los cinco parámetros considerados se encuentran representados en las Figs. 8 a 12.

Tabla 2. Parámetros estadísticos correspondientes a longitud ala, longitud de fémur, largo, ancho y distancia entre espejos del tercer esternito abdominal de abejas europeas en zonas aledañas a Jalapa, Ver.

Apiario	n	Carácter (mm)									
		ala		Fémur		Tercer esp.		esternito abdominal		dist. esp.	
		med	ds	med	ds	med	ds	med	ds	med	ds
1	24	9.299	.128	2.729	.042	1.349	.044	2.404	.062	.237	.037
2	21	9.065	.124	2.698	.040	1.305	.037	2.386	.051	.269	.037
3	26	9.164	.085	2.722	.053	1.318	.036	2.415	.050	.263	.028
4	23	9.108	.100	2.708	.056	1.302	.040	2.401	.042	.264	.042
5	23	9.120	.137	2.696	.040	1.348	.041	2.354	.049	.251	.032
6	11	9.108	.141	2.710	.049	1.408	.048	2.389	.050	.271	.027
Total	128	9.150	.139	2.711	.048	1.332	.050	2.392	.054	.258	.036

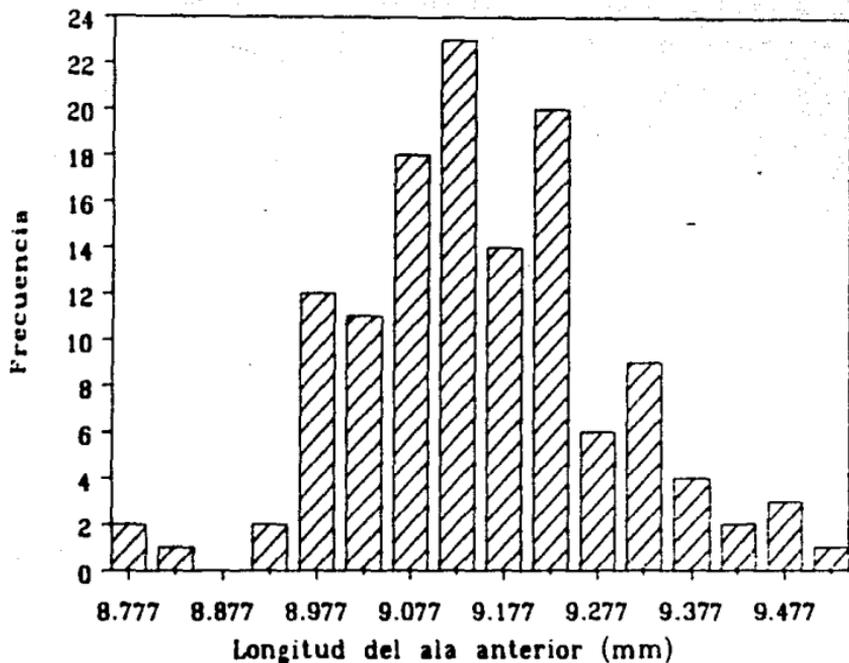
APIARIOS:

- 1.- La Joya.
- 2.- El Lencero.
- 3.- Cerro Gordo
- 4.- Tamarindo.
- 5.- Conafrut.
- 6.- Soledad de Doblado.

n = Número de muestra (se tomó el valor promedio de 10 abejas para cada muestra).

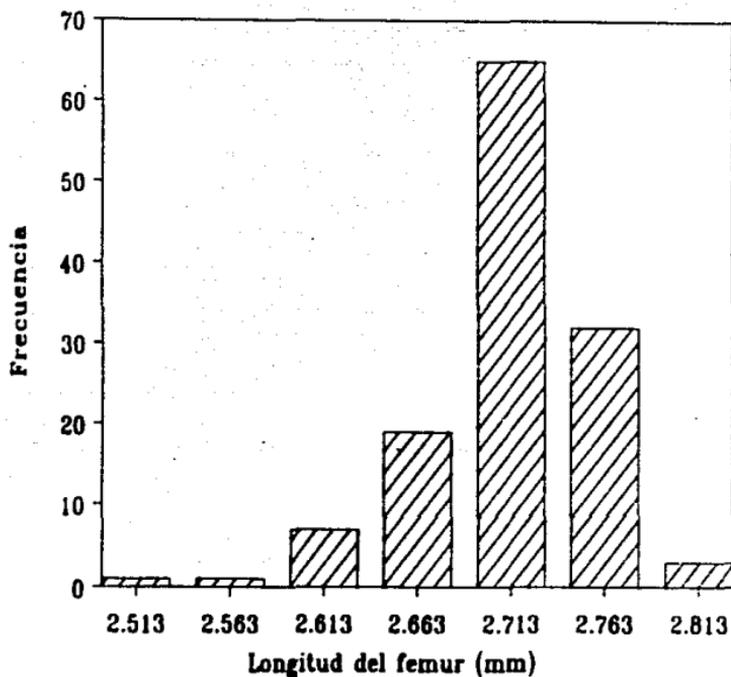
med = Media.

ds = Desviación estándar



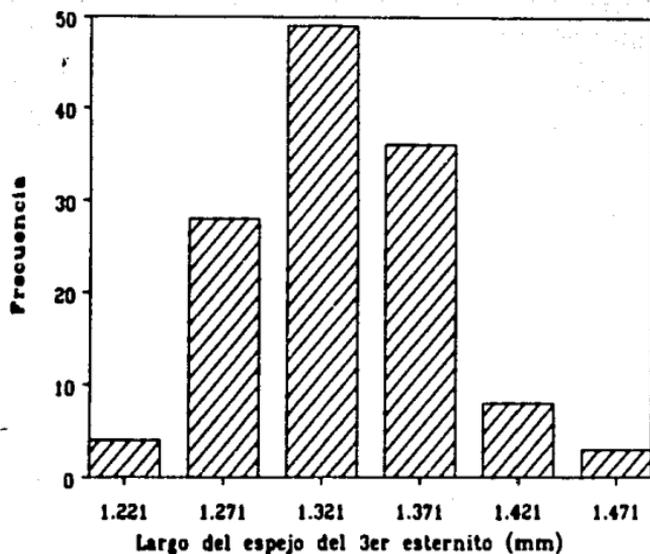
Frec.	2	1	0	2	12	11	18	23	14	20	6	9	4	2	3	1
Long.	8.77	8.82	8.87	8.92	8.97	9.02	9.07	9.12	9.17	9.22	9.27	9.32	9.37	9.42	9.47	9.52

Fig. 8.- Histograma de frecuencias de la longitud del ala anterior de las abejas europeas de zonas aledañas a Jalapa, Ver. La longitud promedio = 9.150 mm



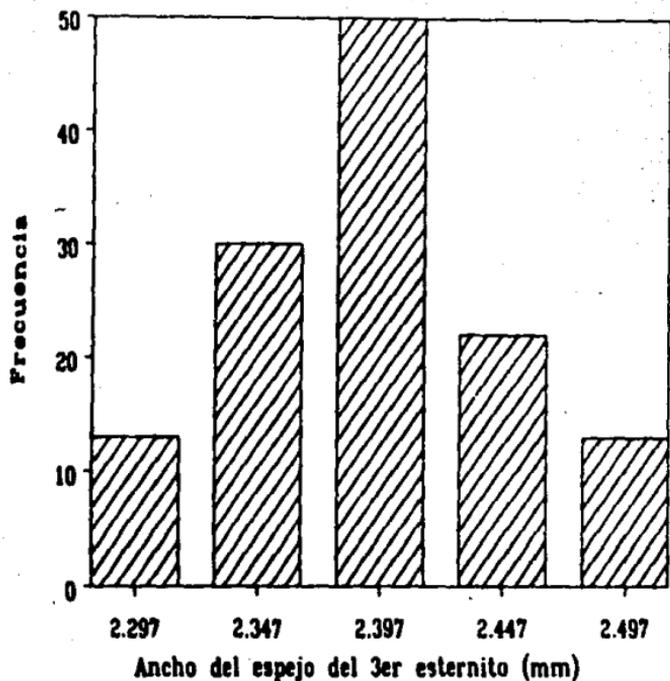
Frec.	1	1	7	19	65	32	3
Long.	2.513	2.563	2.613	2.663	2.713	2.763	2.813

Fig.9.- Histograma de frecuencias de la longitud del fémur de las abejas europeas de zonas atlánticas a Jalapa, Ver. La longitud promedio = 2.711 mm



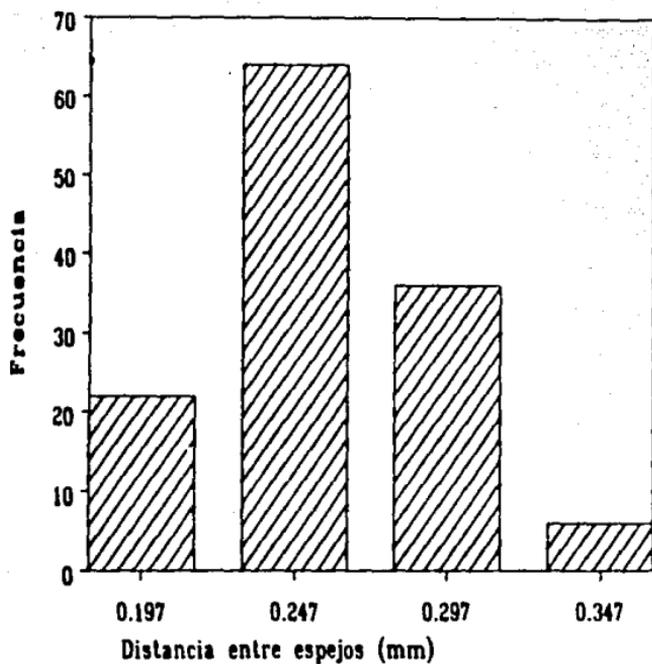
Frec.	4	28	49	36	8	3
Long.	1.221	1.271	1.321	1.371	1.421	1.471

Fig.10.- Histograma de frecuencias del largo espejo del tercer esternito abdominal de las abejas europeas de zonas alópatas a Jalapa, Ver. La longitud promedio = 1.332 mm



Frec.	13	30	50	22	13
Long.	2.297	2.347	2.397	2.447	2.497

Fig. 11.- Histograma de frecuencias del ancho del espejo del tercer esternito abdominal de las abejas europeas de zonas aledañas a Jalapa, Ver. La longital promedio = 2.392 mm



Frec.	22	64	36	6
Long.	0.197	0.247	0.297	0.347

Fig. 12.- Histograma de frecuencias de la distancia entre espejos de las abejas europeas de zonas alópatas a Jalapa, Ver. La longitud promedio = 0.258 mm

Los datos morfométricos obtenidos de los apiarios de las zonas aledañas a Jalapa, Ver. se procesaron en el paquete estadístico SPSS-PC ver. 2.00 y Lotus 123.

Se realizó un análisis de varianza para determinar si había o no diferencias significativas entre los apiarios.

V.A.- ANALISIS DE VARIANZA.

Este método estadístico somete las variables a prueba de Fisher (F), que proporciona una representación gráfica de todos los grupos, en este caso los apiarios por cada variable, presentando la mediana, los valores altos y bajos, y los valores extremos.

En las Figs. 13 a 17 se encuentra la representación gráfica de la longitud del ala, longitud del fémur, largo del espejo del esternito, ancho del espejo del esternito y distancia entre espejos del esternito respectivamente.

En la Fig. 13 se encuentra representada la longitud del ala en la cual se observa las fluctuaciones de cada apiario, mostrándose separado el apiario La Joya, así como el apiario El Lencero, más abajo que los demás y con dos valores extremos, resultó significativa la prueba de F ($P < 0.001$).

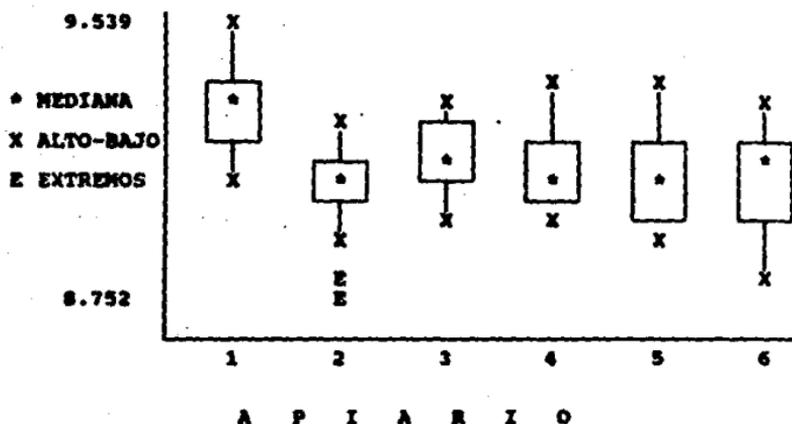


Fig. 13.- Representación esquemática de los seis apiarios para el carácter longitud del ala; donde los apiarios corresponden a: 1- La Joya, 2- El Lencero, 3- Carro Gordo, 4- Tamarindo, 5- Conafrut, 6- Soledad de Doblado.

En la Fig. 14 se encuentra representado la longitud del fémur, la distribución de apiarios se observa muy homogénea, no se observa una fluctuación grande aunque si encontramos un valor extremo en los apiarios El Lencero, Cerro Gordo y dos valores extremos en Tamarindo; no resultó significativa la prueba de F ($P > 0.05$).

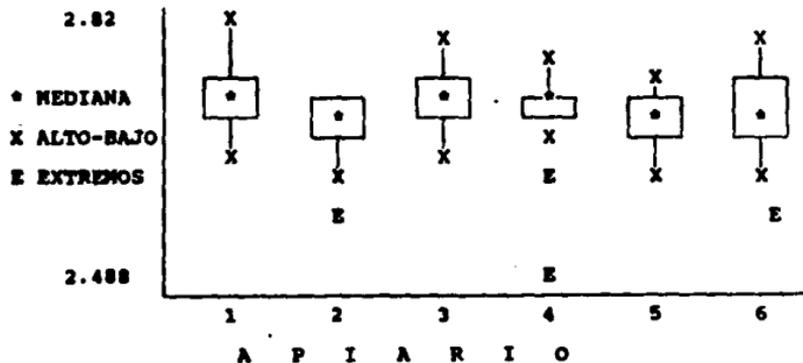


Fig. 14.- Representación de los seis apiarios para la longitud del fémur, donde se corresponden 1= La Joya, 2= El Lencero, 3= Cerro Gordo, 4= Tamarindo, 5= Conafrut y 6= Soledad Doblado.

La Fig. 15 nos muestra gráficamente los seis apiarios para el carácter longitud del espejo del esternito, el apiario Soledad de Doblado se encuentra más separado de los otros, siguiéndole el apiario La Joya y Conafrut, los apiarios El Lancero, Cerro Gordo y Tamarindo se distribuyen más o menos homogéneamente, la prueba de F resultó significativa ($P < 0.001$).

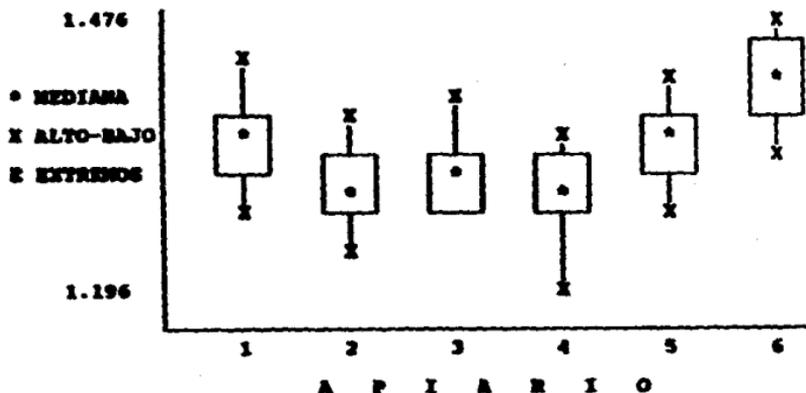


Fig. 15.- Representación esquemática de los seis apiarios para la longitud del espejo del tercer esternito abdominal, donde 1= La Joya, 2= El Lancero, 3= Cerro Gordo, 4= Tamarindo, 5= Conafrut y 6= Soledad de Doblado.

En la Fig. 16 se encuentra la representación gráfica de los seis apiarios para el ancho del espejo del tercer esternito abdominal, aquí aunque no se encuentran grandes diferencias si se observan ligeramente separados los apiarios principalmente el apiario Conafrut se encuentra más abajo que los otros y el apiario Tamarindo presenta dos valores extremos así como una mayor concentración cerca de su mediana, se encontraron diferencias significativas con la prueba de F ($P < 0.05$).

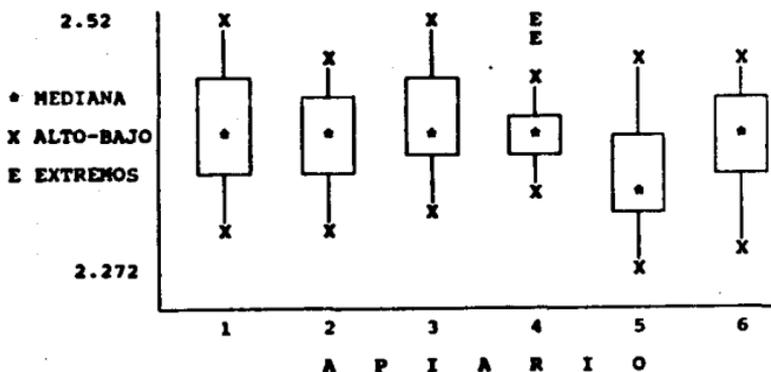


Fig. 16.- Representación esquemática del ancho del espejo del tercer esternito abdominal involucrando los seis apiarios: 1= La Joya, 2= El Lencero, 3= Cerro Gordo, 4= Tamarindo, 5= Conafrut y 6= Soledad de Doblado.

En la Fig. 17 se esquematizaron los seis apiarios para el carácter distancia entre espejos del tercer esternito abdominal. En la gráfica se observan las distribuciones de cada apiario, donde el apiario Cerro Gordo recoge mas valores cerca de su mediana, la prueba de F resultó significativa ($P < 0.05$).

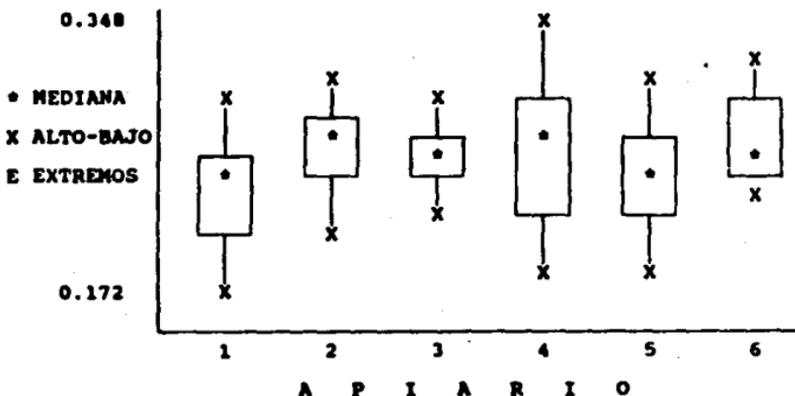


Fig. 17.- Distribución de los seis apiarios para el carácter distancia entre espejos del tercer esternito abdominal, donde: el apiario 1= La Joya, 2= El Lencero, 3= Cerro Gordo, 4= Tamarindo 5= Conafrut y 6= Soledad de Doblado.

El análisis de varianza deja ver que las variables longitud del ala, largo del espejo del esternito, ancho del espejo del esternito y distancia entre espejos del tercer esternito abdominal son útiles para separar aquellos apiarios que son diferentes entre sí, y que para la longitud del fémur no hay diferencias significativas.

Se procedió a realizar un análisis multivariado discriminante para conocer el grado de separación entre los apiarios y para estimar el poder de separación de los caracteres considerados.

V.B.- ANALISIS MULTIVARIADO DISCRIMINANTE.

El análisis discriminante (Norusis, 1988) se uso para:

1.- Poder diferenciar el grado de separación y similitud que existe entre los apiarios. Este análisis genera un índice discriminante para cada valor clasificándolos en el apiario correcto y calculando un porcentaje de separación entre los apiarios (Tabla 3). Cuando el porcentaje de un apiario dado se acerca a 100 % quiere decir que ese apiario es totalmente diferente a los otros y cuando el porcentaje se acerca al 50 %

indica que ese apiario es muy parecido a cualquiera de los otros donde caiga el porcentaje restante.

Se presentó para el apiario La Joya un 62.5 % de datos que clasifican correctamente (es decir, que pertenecen a este grupo y son incluidos en el grupo por el análisis), el porcentaje restante se encuentra distribuido en otros grupos (Tabla 3); Igualmente el apiario El Lencero incluye correctamente solo el 42.9 % de los casos, el apiario Cerro Gordo el 46.2 %, el apiario Tamarindo el 21.7 %; El apiario Conafrut el 47.8 % y el apiario Soledad de Doblado el 72.7 %. Analizando los porcentajes podemos ver que el apiario mejor agrupado es el apiario Soledad de Doblado con un 72.7 %, siguiéndole el apiario La Joya con 62.5 %, en tercer lugar el apiario Conafrut, Cerro Gordo y El Lencero con porcentajes de 47.8 %, 46.2 % y 42.9 % respectivamente, por último y en cuarto lugar el apiario Tamarindo con un porcentaje de 21.7 % que sobrelapa con los apiarios Cerro Gordo y El Lencero, teniendo estos últimos mayor porcentaje que los de su propio grupo.

El porcentaje global de casos correctamente clasificados es del 46.88 % sabiendo que el porcentaje previo de clasificación al azar es de 16 % , entonces con el 46.88 % de clasificación correcta se está alcanzando tres veces más de precisión usando análisis discriminante, también nos denota lo diferente que son los apiarios en general.

2.- Además de clasificar a los grupos, el análisis discriminante nos da un nivel de significancia de cada variable usando entre otras la prueba de Wilks y cuando este valor es menor de 0.05 la variable es útil para separar entre grupos de abejas.

El nivel de significancia obtenido de la prueba Wilks es como sigue: Ala ($P < 0.001$) es significativo y explica un 51.39 % de la varianza, Fémur ($P < 0.001$) es significativo y explica otro 37.76 %, Largo del espejo del esternito ($P < 0.05$) es significativo y explica el 10.75 % más de la varianza. El ancho del espejo del esternito ($0.05 < P < 1.00$) y la distancia entre espejos ($0.05 < P < 1.00$) no presentan diferencias significativas.

Con este estadístico se escogieron la longitud del ala, longitud del fémur y el largo del espejo del tercer esternito abdominal como los caracteres que separan grupos de abejas con un 99.90 % de porcentaje acumulado de poder separar grupos de abejas.

Tabla 3.- Porcentaje de apiarios clasificados de acuerdo a su valor con el análisis discriminante de abejas europeas de zonas aledañas a Jalapa, Ver.

Apiario actual	No. de casos	Clasificación a apiarios afines					
		1	2	3	4	5	6
1	24	15 62.5%	2 8.3%	2 8.3%	0 0%	4 16.7%	1 4.2%
2	21	1 4.8%	9 42.9%	3 14.3%	6 28.6%	1 4.8%	1 4.8%
3	26	1 3.8%	5 19.2%	12 46.2%	4 15.4%	3 11.5%	1 3.8%
4	23	1 4.3%	6 26.1%	8 34.8%	5 21.7%	3 13%	0 0%
5	23	3 13%	2 8.7%	1 4.3%	3 13%	11 47.8%	3 13%
6	11	0 0%	1 9.1%	1 9.1%	0 0%	1 9.1%	8 72.7%

APIARIOS:

- 1= La Joya
- 2= El Lencero
- 3= Cerro Gordo
- 4= Tamarindo
- 5= Conafrut
- 6= Soledad de Doblado

VI.- DISCUSION.

La variabilidad entre las especies de abejas es conocida desde la antigüedad uno de los taxones con mayor variación es *A.mellifera*. La especie se encuentra naturalmente en diferentes ambientes, desde el norte de Europa hasta el sur de África y desde Portugal hasta el medio Oriente, consecuentemente tienen tipos locales especiales (Ruttner, 1986).

Las abejas de los alrededores de Jalapa, Ver. son abejas típicamente europeas, ya que los valores encontrados para los caracteres aquí estudiados caen dentro de los rangos reportados por distintos autores para abejas europeas.

Daly y Balling (1978) determinaron 25 caracteres de abejas europeas de América (principalmente abejas de Estados Unidos), entre éstos: longitud del ala, longitud del fémur, largo del espejo del tercer esternito abdominal, ancho del espejo del tercer esternito abdominal y la distancia entre ellos. Los datos citados por estos autores, son similares a los aquí expuestos para abejas europeas de los alrededores de Jalapa, Veracruz (Tabla 4). Rinderer et al (1986) determinaron la longitud del ala y del fémur de abejas africanas y europeas en Venezuela (Tabla 4).

Ayala (1990) caracterizó la longitud del ala de abejas europeas en Puerto Escondido, Oax. además determinó la longitud del ala, longitud del fémur, largo del espejo del tercer esternito abdominal, ancho del espejo del tercer esternito abdominal y distancia entre espejos del tercer esternito abdominal para enjambres africanos encontrados en Pto. Escondido, Tapanatepec, Oax. y Las Choapas, Ver. Los anteriores datos para longitud de ala de abejas europeas tanto de Venezuela como de Puerto Escondido, Oax. son semejantes a las de aquí reportadas para zonas aledañas a Jalapa, Ver. en cambio los datos reportados para enjambres de abejas africanas difieren de los datos reportados para abejas europeas (Tabla 4).

Las diferencias morfométricas encontradas entre apiarios puede ser un reflejo de la diversidad existente en las poblaciones de abejas, dentro de la región de estudio. Las abejas europeas de los alrededores de Jalapa si bien tienen un origen similar, han formado ecotipos por las adaptaciones naturales al ambiente.

El presente trabajo servirá de base para estudios posteriores sobre modificación por colonización y africanización.

Contar con un patrón morfométrico para una región es útil pues en el país se separan abejas africanas de europeas comparándolas con patrones de abejas europeas de E.U.A.

TABLA 4.- Análisis morfométrico de abejas europeas y africanas de diferentes zonas de América y México, los datos están en promedio y en mm.

Autor	Localidad	Tipo de abeja	n	Carácter				
				ala	fémur	est-1	est-a	est-d
(1988)	Jalapa, Ver	E	128	9.150	2.711	1.332	2.392	0.258
Daly & Balling (1978)	América	E	297	9.120	2.660	1.380	2.360	0.270
Rinderer et al (1986)	Venezuela	E	86	9.196	2.620	--	--	--
		A	50	8.864	2.529	--	--	--
Ayala (1990)	Pto. Esc. Oax.	E	285	9.137	-	--	--	--
		A	303	8.779	2.532	1.257	2.209	0.328
	Tapanatepec Oax.	A	171	8.738	2.561	1.256	2.172	0.347
	Las Choapas Ver.	A	68	8.681	2.504	1.246	2.183	0.340

E = Abejas europeas

A = Abejas Africanas

ala = Longitud de ala anterior

fémur = Longitud de fémur

est-1 = Largo de espejo del tercer esternito abdominal

est-a = Ancho de espejo del tercer esternito abdominal

est-d = Distancia entre espejos del tercer esternito abdominal

Para la solución de un problema de tal magnitud, como es la llegada de la abeja africanizada al país en que se involucra a la Biología, Economía y Salud Pública se requiere de una visión que contemple todas las repercusiones que afectarán a:

- 1) La ecología de otras especies o subespecies de organismos que pudieran competir con abejas africanas por la misma fuente de recursos.
- 2) El impacto económico que tendrá sobre la apicultura comercial que se estima reducirá la producción de miel hasta en un 80 % (Labougle y Zozaya, 1986).
- 3) Problemas provocados por las abejas africanas creando así un rechazo hacia la apicultura (Labougle y Zozaya, 1986).
- 4) Problemas sociales debido a que la mayoría de los apicultores (excepto unas pocas empresas y apicultores aficionados) son campesinos con escasos recursos económicos que con la venta de miel y cera se ayudan económicamente y que a menos que se capaciten para sobrellevar la africanización están condenados a abandonar la apicultura (Labougle y Zozaya, 1986).

México es en la actualidad uno de los mayores productores de miel en el mundo, aunque la calidad de la apicultura es variable dependiendo de las regiones. Los Estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo son los mayores productores de miel en la menor superficie, seguidos por la región Centro del País (de Guadalajara a Cuernavaca) encontrándose en esta última zona el mayor desarrollo técnico a pesar de lo cual tiene también el mayor número de colmenas rústicas. La región del Golfo de México y la Región Del Pacífico son favorables para la explotación de las abejas, y por último la región Norte, a pesar de sus limitaciones, presenta posibilidades moderadas para la apicultura.

Labougle y Zozaya (1986), estimaron en México alrededor de 2786000 colmenas, siendo la producción anual (para 1986) de 68000 toneladas de miel y 2000 de cera; además de una producción de alrededor de 8 toneladas de jalea real y cerca de 23 toneladas de polen. En 1989 la SARH estimó una producción de miel de 61757 toneladas (SARH, 1990).

En algunas regiones del país las abejas se usan para polinización de cultivos.

El país es actualmente uno de los cuatro productores de miel más grandes en el mundo. Esta actividad agropecuaria, es la única que parece trabajar con números negros de acuerdo con el último censo

de SARH (Labougle, 1990), la producción de miel para 1989 se valuó en 292852 millones de pesos (SARH, 1990).

Por lo antes expuesto, los trabajos que se realicen en el país sobre biología de abejas serán importantes en cuanto a que esos datos que se podrán usar como herramienta para poder entender el proceso de africanización y colonización por abejas africanas. Los apiarios aquí estudiados se encuentran en un gradiente altitudinal que va de los 20 a 1950 m snm, con clima y vegetación que varía de una altitud a otra, presenta un campo de estudio interesante para observar la influencia de estos factores en los patrones de africanización.

De acuerdo con Labougle (1990) para enfrentar a la abeja africana en México la única alternativa apícola debería ser mixta. En las regiones altas arriba de los 1800 m snm, será posible continuar trabajando con abejas europeas; en las regiones medias entre los 800 y los 1800 metros de altitud, sería deseable contar con una línea de abejas capaz de competir con las poblaciones silvestres de abeja africana. La tercera alternativa, para regiones por debajo de los 800 m y que comprende la mayoría de las áreas apícolas en el país, es seleccionar mediante técnicas de genética, una línea de abejas africanas que sea capaz de competir con las poblaciones silvestres, que mantenga su alta adaptación al medio tropical y que sirva como productor de miel, cera, polen, jalea real y cría de reinas.

VII.- CONCLUSIONES.

- 1.- Existe variabilidad morfológica entre la población de abejas muestreada, habiéndose encontrado diferencias significativas para longitud del ala, largo del espejo del esternito, ancho del espejo del esternito y distancia entre espejos del esternito.
- 2.- El carácter más útil para separar grupos taxonómicos de Apis mellifera con análisis discriminante es la longitud del ala, seguido por el fémur y el largo del espejo del tercer esternito abdominal respectivamente.
- 3.- El ancho del espejo y la distancia entre espejos del tercer esternito abdominal presentan un poder de separación casi nulo con análisis discriminante.
- 4.- Aún con lo anterior las abejas de la región de Jalapa, Ver. son típicas abejas europeas, similares a las de E.U.A. y el resto del continente.
- 5.- Las abejas de Jalapa, Ver. son morfológicamente distintas a las abejas africanas que están colonizando México.

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

ARTEAGA, M.A (1990). Análisis multivariado de abejas mellíferas (Apis mellifera Linn.) de dos zonas costeras de México (OAXACA Y VERACRUZ). Tesis de Licenciatura, Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.: 1-6.

AYALA, N.E. (1990). Estudio fenotípico comparado de dos subespecies de Apis mellifera Linn. en México. Tesis de Licenciatura, Biología. Facultad de Ciencias UNAM. : 22-24.

BOREHAM, N.M. & D.W. ROUBIK. (1986). Population change and control of africanized honeybees (Hymenoptera :Apidae) in the Panama canal area. Bull. Entomol. Soc. Amer. : 34-39.

COLLINS, A.M. & T.E. RINDERER. (1982). Colony defense by africanized and european honey bee. Science 218:72-74.

DALY, H.V. & S.S. BALLING (1978). Identification of africanized honey bees in the Western Hemisphere by discriminant analysis. Jour. Kansas Entomol. Soc. 51:857-869.

DALY, H.V. & P. HOELMER & P. NORMAN & T. ALLEN. (1982). Computer - assisted measurement and identification of honey bees (Hymenoptera -Apidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 75(6):591-594.

GONZALEZ-POMPA, A. (1982). Ecología de la vegetación del Edo. de Veracruz. CECSA. INIREB Jalapa, Ver. Mex. : 7-64.

GONCALVES, L.S. (1974). The introduction of the african bees (Apis mellifera adansonii) into Brazil and some comments on their spread in South America. Am. Bee Jour. 113: 414, 415 y 419.

INEGI-SPP. (1985). México. Carta Topografica 1:1000000

LABOUGLE, J.M. & J.A. ZOZAYA. (1986) La apicultura en México. Ciencia y Desarrollo. No 69: 17-36.

LABOUGLE, J.M. (1990). Abeja Africana y Apicultura en México. Oikos, Centro de Ecología, UNAM. No. 2.

NORUSIS, M. (1988). SPSS-X Introductory Statics Guide. SPSS Inc. Chicago. 370 pp.

OTIS, G.W. (1982). Population Biology of the africanized honey bee. In: Social Insects in the tropics . vol 1: 209-219.

RINDERER, T.E. (1986). Africanized honey bees in the Americas: problems and solutions. Proceedings of american Farn Bureau Symposium on Africanized Bees. Atlanta, Georgia. : 26-30.

RINDERER, T.E. & H.A. SYLVESTER & M. A. BROWN & J.D. VILLA & D. PESANTE & A.M. COLLINS. (1986). Field and simplified techniques for identifying africanized and european honey bees. Apidologie. 17(1): 33-48.

RINDERER, T.E. & H.A. SYLVESTER & S.M. BUCCO & V.A. LANCASTER & E.W. HERBERT & A.M. COLLINS & R.L. HELLMICH. (1987) Improved simple techniques for identifying africanized and european honey bees. Apidologie. 18(2):179-196.

RUTTNER, F (1986) Geographical Variability and Classification In Rinderer (1986). Bee Genetics and Breeding. Academic Pres. N.Y. : 23-52.

SARH (1986) Las abejas africanas y su control. Manual No. 2 Orientaciones técnicas, México. : 84.

SARH. (1990). Segundo Informe de Gobierno. Anexo Poder Ejecutivo Federal. SPP. México : 225.

SOTO, M. (1986). Localidades y climas del Edo. de Veracruz. INIREB Xalapa. Ver. Mexico. : 137.

SYLVESTER, H.A. & T.E. RINDERER. (1986). Africanized bees: progress in identification procedures. American Bee Journal. 126(5): 330-333.

TAYLOR, O.R. (1977) The past and possible future spread of africanized honey bees. International Bee Research Association Bee World 58(1) :19-30.

TAYLOR, O.R. (1988). Ecology and economic impact of african and africanized honey bees. In: Needham, G.R., R.E. Page & Jr., M. Delfinado-Baker, & C. Bowman (eds). Africanized honey bees and bee mites. : 29-41.

TAYLOR, O. & M. SPIVAK. (1984). Climatic limits of tropical african honey bees in the americas. Bee World 65: 38-47.