



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

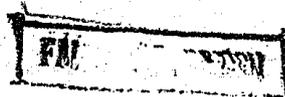
FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**Análisis morfométrico multivariado de abejas melíferas
(Apis mellifera Linn.) de dos zonas costeras de México
(OAXACA Y VERACRUZ).**

T E S I S
QUE PRESENTA:
MARCO ANTONIO ARTEAGA AGUILAR
PARA OPTAR POR EL TITULO DE:
B I O L O G O

MEXICO D. F.

1990





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

	pagina
PREFACIO	I
1. RESUMEN	II
2. INTRODUCCION	1
2.1 Morfometría	1
-Definición	
-Aplicación	
2.2 Generalidades del genero <u>Apis</u>	3
2.3 Historia de la morfometría con <u>A. mellifera</u>	4
2.4 Generalidades de abeja africana	7
2.5 Abeja africana en México	8
3. OBJETIVOS	9
4. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	10
4.1 Zona costera de Oaxaca	10
-Localización	
-Factores físicos	
-Factores bióticos	
4.2 Zona costera de Veracruz.....	12
-Localización	
-Factores físicos	
-Factores bióticos	
5. MATERIALES Y METODOS	14
5.1 Muestreo	15
5.2 Disección y montaje	16
5.3 Medición	17
5.4 Análisis de datos	18
6. RESULTADOS	20
7. DISCUSION	26
8. CONCLUSIONES	29
9. LITERATURA CITADA	30
10. APENDICE I	34
-Tabla de estadística básica	
-Tablas de análisis noparametrico univariado	

PREFACIO

En Septiembre de 1987 se formó el Programa Cooperativo SARH-USDA para el Control de la Abeja Africanizada y con ello se dieron los primeros pasos para tratar de controlar la migración de los enjambres de esta abeja.

En Octubre y Noviembre del mismo año se contrato al personal de campo que se requería para implementar las estrategias del Programa, para reducir el impacto negativo de la presencia de la abeja africana en México y disminuir su avance hacia el norte del país; con este grupo de gente empecé a tener las primeras experiencias con abejas africanas y pude ver que son totalmente diferentes a las abejas de origen europeo que se utilizan ampliamente en México. Con ello pude darme una idea de la problemática que implica la presencia de esta abeja en una región determinada, de esta manera surgió mi interés por conocer aspectos sobre la biología de la abeja, lo cual me llevo a la realización de este trabajo.

1. RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la variabilidad morfológica de poblaciones de Apis mellifera en las costas de Oaxaca y Veracruz, utilizando 24 características morfométricas de las abejas. Este estudio comprendió muestras de abejas colectadas desde finales de 1987 hasta los primeros meses de 1989 en ambas zonas.

En la zona de Oaxaca se realizó la colecta de abejas aprovechando el sistema de trapeo que tenía el Programa Cooperativo SARH-USDA para el Control de la Abeja Africanizada. Los datos morfométricos de las abejas de Veracruz, fueron proporcionados por el Gobierno de ese Estado. Se formaron grupos de abejas dependiendo de la fecha en que se colectaron, de este modo se establecieron para ambas zonas grupos europeos, mixtos (híbridos) y africanos; con base en la entrada de la abeja africana en dichas zonas, que fue en abril de 1988.

El objetivo principal de este estudio fue caracterizar los grupos de abejas que existen en ambas zonas, así como cuantificar y comparar las diferencias entre los mismos por medio de análisis estadístico. Para ello se hicieron comparaciones entre los grupos equivalentes de cada zona. Por medio de análisis

univariado no paramétrico y análisis multivariado discriminante, se evaluaron tales diferencias dando como resultado una alta variación morfológica entre las abejas europeas y abejas africanas de cada región. Las poblaciones de abejas europeas y africanas de la costa de Veracruz resultaron ser significativamente distintas a las respectivas poblaciones de abejas de Oaxaca.

2. INTRODUCCION

2.1 Morfometría

La palabra morfometría tiene significados diferentes cuando es aplicada en distintas disciplinas. De manera general, es la medición y análisis de la forma (Daly, 1985).

Para fines biológicos la morfometría involucra la caracterización cuantitativa de formas. Mediante un análisis morfométrico se obtiene información acerca de la geometría y el tamaño de los organismos. Este tipo de estudios tienen gran utilidad como por ejemplo, en el análisis del crecimiento o para la diferenciación taxonómica entre grupos (Bookstein, 1982).

La tarea de la morfometría es obtener medidas morfológicas que se utilizan para analizar tendencias y 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 de Apis y las subespecies o razas geográficas de A. mellifera, el tamaño es la fuente mas importante de variación (Daly, 1985).

Comparar las similitudes es fundamental para agrupar objetos dentro de grupos homogéneos (Sokal, 1966). Lo primero para comparar grupos de organismos es reunir de toda la información morfométrica posible de los mismos (Daly, 1961; Izquierdo, et al., 1985). En Biología, la mayoría de los problemas de morfometría requieren de la comparación de grupos de organismos o de poblaciones de distintas regiones, mediante la toma de gran

cantidad de datos. El análisis de los datos obtenidos para tal fin requieren necesariamente de la aplicación de métodos estadísticos multivariados (Oxnard, 1978).

La morfometría aplicada al estudio de los insectos ha sido poco utilizada a pesar de que los insectos son organismos adecuados para este fin (por ej. cuerpo duro y fácilmente preservable). Actualmente el perfeccionamiento de sistemas electrónicos permiten una exacta y fácil medición de las estructuras, y el desarrollo de técnicas estadísticas facilitan el estudio morfométrico detallado de las poblaciones de insectos. Uno de los pocos usos de la morfometría en Entomología es el de reconocer los diferentes estadios juveniles de insectos de importancia agrícola, lo que a permitido predecir la aparición de individuos migratorios de algunas plagas de insectos (Daly, 1985).

Con respecto a la correlación entre la variación morfométrica y la genética, se ha argumentado que el tamaño y la forma de un organismo son hereditario, intervienen muchos procesos fisiológicos íntimamente relacionados. Con el desarrollo de técnicas electroforéticas ha sido posible investigar esta correspondencia. En las abejas melíferas (Apis mellifera L.) se ha encontrado una correlación entre variantes morfológicas y genéticas de esta especie (Cornuet & Louveaux, 1981; Izquierdo, et al., 1985).

2.2 Generalidades del Género Apis

El género Apis pertenece a la Familia Apidae y se encuentra taxonómicamente ubicado en la única tribu de la subfamilia Apinae, Apini. Este género de abejas es nativo de Europa, Africa, y Asia, incluyendo islas continentales como Japón, Taiwan, Las Filipinas y algunos miembros del archipiélago Indonecio. Existen representantes de este género (Apis mellifera) en casi todo el Continente Americano y Australia, aunque no de manera natural ya que fueron introducidas por europeos durante los siglos XVII a XIX (Seeley, 1985). Existen 4 especies (tal vez 5 o 6) de este género que son: Apis florea o abeja enana, las obreras tienen una longitud de cuerpo de 7-8 mm y Apis dorsata o abeja gigante cuya longitud de las obreras es de 16-18 mm, ambas especies anidan a la intemperie. Apis cerana y Apis mellifera son especies similares tanto es tamaño como en conducta, ambas anidan en cavidades que las protegen del ambiente. Estas 4 especies están caracterizadas por ciertas estructuras cualitativas del cuerpo, especialmente en la genitalia de los machos, la cual es absolutamente específica para cada una de las especies. Las diferencias entre las obreras de las especies A. cerana y A. mellifera son cuantitativas ya que en ocasiones algunas características cualitativas utilizadas en la identificación se sobrelapan (Ruttner, 1988a).

En particular, Apis mellifera Linn. es una de las especies animales más prósperas del Reino Animal. Ha colonizado y se ha desarrollado en una área muy amplia en un tiempo

relativamente corto, sobreviviendo bajo situaciones severas. Esta especie se encuentra distribuida de manera natural desde el Sur de Escandinavia en Europa hasta el Cabo de Buena Esperanza en Africa y desde la costa Oeste del Continente africano hasta los Montes Urales, U.R.S.S. y Este de Irán en Asia. A lo largo y ancho de su área de distribución se presentan varias subespecies, que probablemente se han originado por aislamiento geográfico y adaptaciones ecológicas (Ruttner, 1988a).

Considerando que cada subespecie o raza geográfica son agrupamientos de adaptaciones fisiológicas y conductuales para un cierto tipo de ambientes con una variación secundaria de las características morfológicas (Mayr, 1970), resulta claro que éstas no son grupos uniformes de individuos, sino que están compuestas por poblaciones interrelacionadas, lo que significa que cada población de abejas puede presentar características particulares aun perteneciendo a una misma subespecie (Ruttner, 1988a; Wilson, 1980).

2.3 Historia de la morfometría con A. mellifera.

Desde la antigüedad, Aristóteles y Columella notaron algunas diferencias visibles entre las abejas domesticas (Ruttner, 1988a). Sin embargo, el primer trabajo formal en morfometría de abejas fué realizado por Colchlov en 1916 (Ruttner, 1988a). Posteriormente un grupo de investigadores soviéticos siguieron la línea de trabajo de Colchlov iniciándose el primer capítulo de investigaciones morfométricas con abejas melíferas. En la década

de 1920 Michailov, Alpatov y Skorikov midieron la longitud de la proboscis en colonias que ocupaban una amplia zona de la Unión Soviética Europea (Ruttner, 1988a). Posteriormente, Alpatov (1929) introduce una serie de medidas de estructuras de la abeja que servirían como base para estudios morfométricos posteriores, por primera vez se utilizan medidas del fémur, tibia, basitarso, ala anterior y espejo cerígeno del tercer esternito metasomal (gasterial). Las diferencias en tamaño se pueden evaluar para clasificaciones taxonómicas midiendo ciertas partes aisladas del cuerpo de la abeja, se propone que el tamaño total del cuerpo de la abeja no puede ser medido adecuadamente y se substituye éste por las medidas de los caracteres citados (Alpatov, 1929). En la década de 1960 Goetze introduce nuevas series de caracteres cuantitativos (Ruttner, 1988a), tales como las longitudes de sedas y pigmentación de terguitos del metasoma e índice cubital. El primer caracter basado en la venación alar, utilizado en taxonomía de abejas, es este índice cubital el cual da una idea aproximada sobre el patrón de venación de la parte apical del ala anterior. DuPraw (1964, 1965a) utiliza once nuevos caracteres medibles, que son los angulos definidos (cada uno de ellos) por la interseccion de 3 venas del ala anterior. Finalmente, en la década de 1970 Ruttner adiciona a la lista de caracteres usados en taxonomia de Apis mellifera, las medidas (ancho y largo) del sexto esternito y la distancia entre los espejos cerigenos del tercer esternito metasomal (Ruttner, 1988a).

La aportación fundamental realizada por estos autores, fue proporcionar una metodología adecuada para analizar la variabilidad geográfica de las subespecies de A. mellifera y establecer un sistema taxonómico objetivo, pues los métodos descriptivos tradicionales eran poco precisos a nivel de subespecie.

En resumen, los estudios morfométricos presentan dos características básicas:

- 1.- Las variables usadas para los análisis estadísticos son las medias de los caracteres de las abejas de una colonia y no los caracteres de abejas individuales.
- 2.- Los datos numéricos resultantes de mediciones exactas analizados con métodos estadísticos son usados para la clasificación de abejas (Ruttner, 1988b).

En conclusión, los estudios morfométricos han permitido diferenciar las subespecies de A. mellifera de manera efectiva y confiable (DuPraw, 1962; DuPraw, 1965b; Maa, 1953; Ruttner, 1986, 1988a, 1988b; Ruttner, et al., 1978).

La mayoría de los trabajos morfométricos sobre abejas melíferas han sido realizados en su área natural de distribución. En México es poco lo que se conoce sobre la variabilidad morfológica de A. mellifera, a pesar de que ésta especie fue introducida al país hace más de dos siglos, no obstante su amplia distribución y gran importancia económica (Labougle & Zozaya 1986).

2.4 Generalidades de abeja africana.

Con la introducción de la abeja africana (Apis mellifera scutellata Let.) a Brasil en 1956, los estudios programados sobre la biología de esta subespecie se centraron en el mejoramiento genético, lo que comprendía cruzamientos de A. m. mellifera y A. m. ligustica con abejas de origen africano. La intención era crear un tipo de abeja que se adaptara a las condiciones tropicales de Brasil, pero que además fuera productiva en un sentido apícola (Michener, 1975). Desafortunadamente en 1957 escaparon 26 enjambres del apiario experimental de Río Claro, iniciándose la dispersión de la abeja africana por el continente americano (Taylor & Williamson, 1975).

A partir de entonces se inició una etapa distinta de investigación sobre abejas melíferas, realizándose estudios sobre las características de esta abeja por parte de investigadores de diversas partes. En particular, los estudios morfométricos fueron relevantes para conocer las características de las poblaciones de abejas europeas y de abejas africanas de una región. Como resultado de estas investigaciones se obtuvo un método rápido y efectivo para identificar a las abejas africanas (Daly & Balling, 1978; Sylvester & Rinderer, 1986). Los estudios de este tipo pusieron en evidencia la variabilidad morfológica que pueden presentar las poblaciones de abeja africana en regiones diferentes (Buco, et al., 1987); y mediante estos

estudios se pudo seguir la dinámica de las poblaciones de abejas durante el proceso de africanización en Panamá (Borehan & Roubik, 1987).

2.5 Abeja africana en México.

A finales de 1986 la abeja africana arribó a México presentandose la oportunidad de realizar estudios sobre sus características biológicas. El ingreso de la abeja africana a las zonas de estudio fue en abril de 1988, fecha en que se detectaron los primeros enjambres tanto en Oaxaca como en Veracruz (SARH-USDA com. pers.).

El presente trabajo es un estudio sobre las características morfométricas de las abejas locales europeas y las abejas migratorias africanas, en parte de ambas costas del país. La finalidad es conocer la variación poblacional de abejas en dos zonas con características climáticas y biológicas diferentes.

Conociendo los tipos morfológicos de abejas que existen en una región dada, es posible tener una idea sobre como las condiciones externas (ambientales y biológicas) restringen la distribución de un grupo de organismos, lo cual es la base para investigar las estrategias fisiológicas y ecológicas que los organismos presentan en respuesta a un ambiente particular.

3. OBJETIVOS

- 1.- Caracterizar morfométricamente las poblaciones locales de abejas europeas y del frente de invasión de la abeja africana, en dos zonas costeras de Mexico: Oaxaca y Veracruz.
- 2.- Comparar morfométricamente los grupos de abejas melíferas de dos zonas costeras, contrastantes por su vegetación y clima.

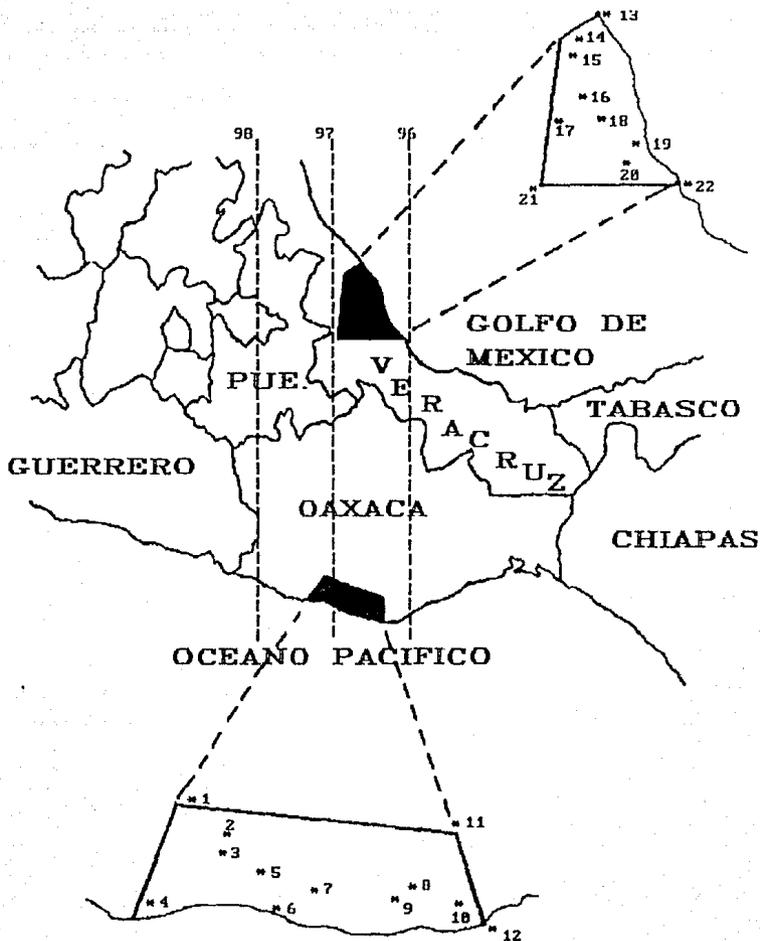
4. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Este trabajo se llevo a cabo en dos localidades costeras de México, seleccionadas por el Programa Cooperativo para el Control de la Abeja Africanizada, para regular el avance de la abeja hacia el Norte del país, se observa que estas zonas son altamente contrastantes en clima y vegetación por lo tanto son de utilidad para realizar estudios de variabilidad morfológica de un mismo organismo.

4.1 ZONA COSTERA DE OAXACA.

-LOCALIZACION: Se encuentra entre los $96^{\circ} 30'$ y los $97^{\circ} 26'$ W sobre la costa de Oaxaca, con una extensión cercana a los 110 Km de largo y 20 Km de ancho (figura 1). Los límites de esta área son: al E Puerto Angel, al W Río Grande, al S el Océano Pacífico, y al N la Sierra Madre del Sur. Localidades importantes de esta zona son: Puerto Escondido (20 m.s.n.m.), Santa Ma. Colotepec (390 m.s.n.m.), San Pedro Mixtepec (61 m.s.n.m.), Santa Ma. Tonameca (260 m.s.n.m.) y Santo Domingo de Morelos (300 m.s.n.m.) (INEGI, 1987).

-FACTORES FISICOS: El clima es tipo Aw (Cálido subhúmedo con lluvias en verano), según la clasificación climática de Köppen. Este clima se distribuye a lo largo de la vertiente del Pacífico desde el paralelo 24 N hacia el sur y abarca desde el nivel del mar hasta altitudes de 800 a 1000 m.s.n.m. (García, 1973). Se



OAXACA

- 1.- SANTIAGO YALTEPEC
- 2.- SANTOS REYES NOPALA
- 3.- STA. MA. TILTEPEC
- 4.- RIO GRANDE
- 5.- SN. PEDRO MIXTEPEC
- 6.- PUERTO ESCONDIDO
- 7.- STA. MA. COLOTEPEC
- 8.- STO. DOMINGO DE MORELOS
- 9.- SN. FCO. COZOALTEPEC
- 10.- STA. MA. TONAMECA
- 11.- CANDELARIA LOXICHA
- 12.- PUERTO ANGEL

VERACRUZ

- 13.- VEGA DE ALATORRE
- 14.- COLIPA
- 15.- MISANTLA
- 16.- ALTO LUCERO
- 17.- XALAPA
- 18.- ACTOPAN
- 19.- CARDEL
- 20.- PASO DE OVEJAS
- 21.- HUATUSCO DE CHICUELLAR
- 22.- VERACRUZ

FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO INDICANDO POBLADOS IMPORTANTES.

presentan dos subtipos de este clima para la zona de estudio que son el Aw₀ menos húmedo, presente en la parte de la planicie costera y el Aw₁ más húmedo, que se distribuye en el área cercana a las montañas (García, 1973).

La temperatura promedio anual es de 27.4 ° C y la precipitación promedio anual de 1095.5 mm (INEGI, 1987; García, 1973). La temporada de secas por lo general tiene una duración de 5 a 7 meses abarcando de Noviembre a Abril.

-FACTORES BIOTICOS: El tipo de vegetación predominante en la zona corresponde a selva mediana subcaducifolia (Miranda & Hernández, 1963); siguiendo otro criterio el tipo de vegetación corresponde a un bosque tropical subcaducifolio (Rzendowski, 1981), que se caracteriza por que al menos la mitad de los árboles dejan caer las hojas durante la temporada de sequía, pero existen muchos componentes siempre verdes y otros que sólo se defolian por un período corto. Se cataloga como un tipo de vegetación termófila (Rzendowski, 1981) ya que la temperatura media anual siempre es mayor de 20 ° C, y la precipitación promedio anual es por lo común de 1000 a 1600 mm, aunque existen localidades donde es menor; se caracteriza también por presentar una larga temporada de sequía de 5 a 7 meses de duración, la cual es atenuada por la humedad atmosférica. La época de floración de la gran mayoría de los árboles coincide con la estación seca del año y con el período de defoliación parcial.

En la costa de Oaxaca este tipo de bosque sufre una

perturbación considerable, ya que es costumbre de la población nativa desmontar vastas superficies para utilizarlas en la agricultura. Por ello, se aprecian amplias parcelas de cultivo de temporal en la zona de estudio.

En pequeña proporción se presentan los manglares, que prosperan principalmente a orillas de las lagunas costeras y en las desembocaduras de los ríos que existen en la zona (Rzendowski, 1981).

4.2 ZONA COSTERA DE VERACRUZ.

-LOCALIZACION: Se encuentra ubicada entre los $96^{\circ} 8.4'$ y $96^{\circ} 50'$ W sobre la costa de Veracruz en el Golfo de México, con una extensión aproximada de 110 Km., abarcando parte de la llanura costera del Golfo y zonas medias del Eje Neovolcánico (figura 1). Sus límites son: al N Vega de Alatorre, al S el puerto de Veracruz y Huatusco de Chicuellar, al E el Golfo de México, y al W el eje Neovolcánico. Algunas localidades son: Veracruz (5 m.s.n.m.), Santa Ana (10 m.s.n.m.), Vega de Alatorre (30 m.s.n.m.), Colipa (180 m.s.n.m.), Actopan (200 m.s.n.m.), Misantla (300 m.s.n.m.), Yecuatla (450 m.s.n.m.), Tlaltetela (1000 m.s.n.m.), Alto Lucero (1100 m.s.n.m.), Huatusco de Chicuellar (1250 m.s.n.m.) y Xalapa (1250 m.s.n.m.) (INEGI, 1988). Cabe mencionar que las muestras pertenecen a lugares que no sobrepasan la zona de la llanura costera (aproximadamente de 0 a 1000 m.s.n.m.) debido a que en zonas de mayor altitud no se detectaron enjambres de abejas melíferas de ningún tipo.

-FACTORES FISICOS: En esta zona existe un mosaico de diferentes climas, entre los que se encuentran (INEGI, 1988): (a) cálido húmedo con abundante lluvia en verano Am(f), en una pequeña zona al N (Colipa y Vega de Alatorre); (b) cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw₁, en casi toda la zona hasta aproximadamente los 800 m.s.n.m.; (c) Aw₀ (menos húmedo que el anterior) presente sobre todo en la parte central de la zona; (d) Aw₂ (el más húmedo de los Aw) presente en una pequeña franja en las partes bajas del Eje Neovolcánico, en la parte SW de la zona y; (e) semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (A)C(m) en el límite W de la zona, por arriba de los 1000 msnm. En esta zona la temperatura y la precipitación promedio anual varían de acuerdo a la región. En la llanura costera la temperatura media anual fluctúa entre los 24 y 25 ° C, mientras que la precipitación promedio anual se establece de 1200 a 1500 mm. En las partes altas la temperatura media anual llega a ser menor de 20 ° C y la precipitación promedio anual va de 1500 a 1800 mm o más (García, 1973). En esta zona se presenta un periodo de sequía que va de 5 a 6 meses.

-FACTORES BIOTICOS: El tipo de vegetación que predomina en esta zona es la selva media o baja caducifolia (Miranda & Hernández, 1963), o bien bosque tropical caducifolio (Rzendowski, 1981). Esta comunidad es típica de clima cálido (Aw), se caracteriza porque las especies que la integran pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, que por lo general es de

seis meses. Se observan amplias áreas de agricultura de temporal distribuidas por toda la zona, prácticamente a cualquier altitud y en climas diversos. Un tipo importante de vegetación son los pastizales, presentándose tanto de tipo inducido como natural, este último representado en su mayoría en la llanura costera al NW y N de la zona, principalmente asociado con climas Aw y Am, en sitios que van desde el nivel del mar hasta los 1000m (INEGI, 1988).

5. MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se seleccionó la serie de caracteres morfológicos utilizados por Daly & Balling (1978) (tabla 1, figura 3), considerando que; (a) debe haber precisión al medirlos y (b) razonable inversión de esfuerzo (Ruttner, 1988a).

Para la zona de Oaxaca, la colecta de abejas se realizó desde Diciembre de 1987 hasta Enero de 1989; algunas de las muestras fueron colectadas por técnicos del Programa Cooperativo SARH-USDA y otras muestras se colectaron directamente. La disección, montaje y medición de las abejas se llevo a cabo en el Laboratorio de Morfometría de Puerto Escondido, Oax. del mismo Programa.

Los datos de abejas de la zona costera de Veracruz fueron proporcionados por el Laboratorio de Morfometría de Banderilla, Ver., dependiente de la Dirección General de Ganadería de ese Estado. Las muestras fueron colectadas por técnicos del Programa Cooperativo SARH- USDA desde agosto de 1987 hasta abril de 1989 y

Tabla 1.- Lista de estructuras medidas a cada abeja con su respectivo código.

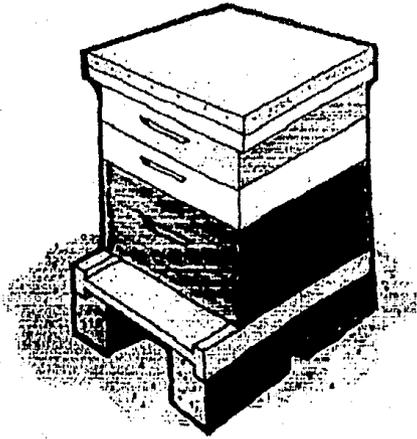
CARACTER	CODIGO
1.- Longitud del ala anterior	LNAA
2.- Ancho del ala anterior	ANAA
3.- Longitud ala posterior	LNAP
4.- Ancho ala posterior	ANAP
5.- Número de hamuli del ala post.	HAMU
6 al 15.- Angulos entre venas del ala anterior	AN29 al AN36, AN38, AN39
16.- Indice cubital *	IC
17.- Longitud del fémur de la pata metatoraxica	LNFE
18.- Longitud de la tibia de la pata metatoraxica	LNTB
19.- Ancho del basitarso de la pata metatoraxica	ANBT
20.- Longitud del basitarso de la pata metatoraxica	LNBT
21.- Longitud del tercer esternito metasomal	LNET
22.- Longitud del espejo cerigeno del tercer esternito metasomal	LNEC
23.- Ancho del espejo cerigeno del tercer esternito metasomal	ANEC
24.- Distancia entre espejos cerigenos del tercer esternito metasomal	DIES

* Este indice se obtiene al dividir el segmento proximal entre el segmento distal de la vena M del ala anterior.

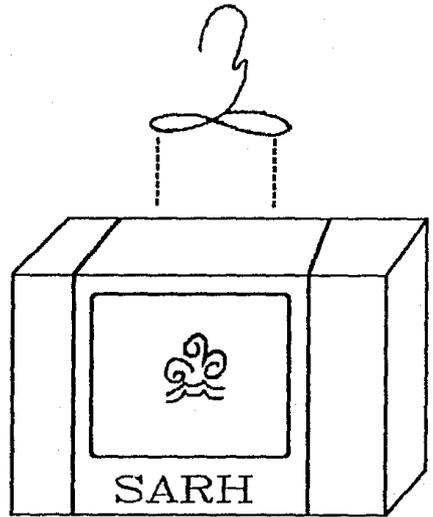
las abejas fueron procesadas de igual manera que en el laboratorio de Puerto Escondido, Oax. Regularmente se intercambiaban muestras entre los laboratorios mencionados, para comparar resultados y asegurarse que los valores de medidas fueran idénticos.

5.1 MUESTREO .- Se tomaron muestras de abejas de tres tipos diferentes: En el primer caso se colectaron aproximadamente 50 abejas obreras de la entrada (piquera) de las colmenas (figura 2 A), la colecta fue de Noviembre de 1987 a abril de 1988 y se hizo de manera irregular. El segundo caso consistió en colectar enjambres de abejas por medio de trampas (figura 2 B), que son cajas de cartón de 3 mm de grueso, 49cm de largo, 20.7cm de ancho y 31.7cm de alto, con un volumen de 32 dm^3 , cubiertas con una bolsa de polietileno (color azul o blanco). Dicha trampa se instalaba a una altura promedio de 4 m en árboles con follaje abundante, cada trampa contaba con atrayentes químicos (feromona de nasanov), aunque las trampas se revisaban periódicamente (cada 15 días), la frecuencia de la colecta dependía de la presencia de abejas en las trampas, cuando se detectaban abejas se procedía a capturarlas, sacrificarlas e inmediatamente se tomaba una muestra de 50 abejas. La tercera forma de colecta se llevaba a cabo cuando eran localizadas colonias o enjambres silvestres de abejas (anidando a la intemperie (figura 2 C)), las cuales se sacrificaban y se tomaba una muestra de 50 obreras. En todos los casos las abejas se conservaron en alcohol al 70% y se les

FIGURA 2.- ESQUEMA DEL ORIGEN DE LAS ABEJAS OBRERAS DE LA COLECTA;
COLMENA (A), TRAMPA (B) y ENJAMBRES SILVESTRES (C).



A



B



www.abejas.com

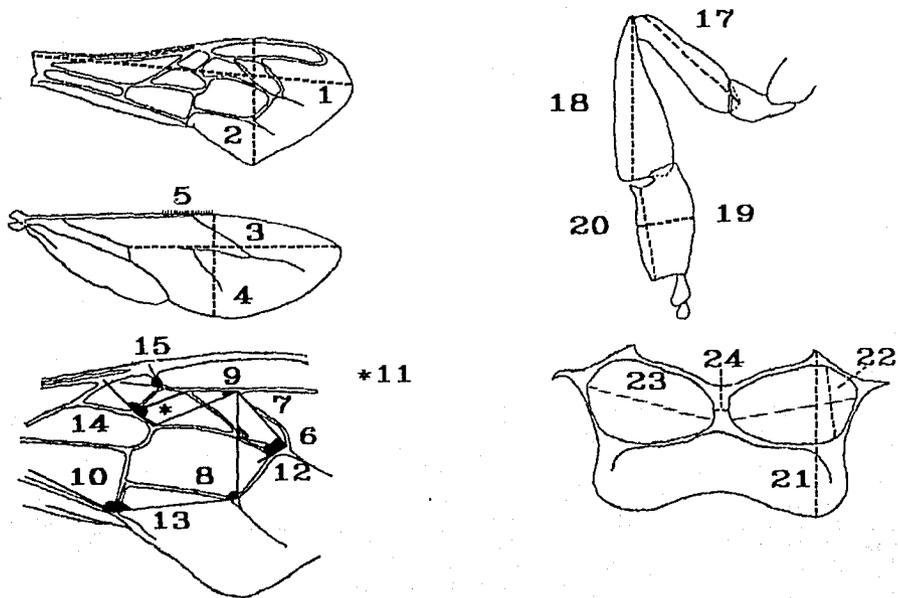
C



anexaron datos como: localidad, tipo, fecha de colecta y observaciones (S.A.R.H., 1986).

5.2 DISECCION Y MONTAJE DE ABEJAS .- En el laboratorio, 12 abejas de cada muestra se procesaban como sigue; disección de alas anterior y posterior derechas; fémur, tibia y basitarso de la pata metatoraxica derecha, así como el tercer esternito metasomal (figura 3). Para la disección de estas estructuras se utilizan dos pinzas de relojero de punta fina, un pincel de fibra suave, 12 cajas de petri de 60 x 15 mm, cada una de las cuales va a contener las estructuras de una abeja, y un microscopio estereoscópico. De cada abeja se hizo disección y se separo la serie completa de estructuras, si se dañaba alguna estructura se sustituia la abeja por otra nueva y se repetía el proceso.

Para limpiar y aclarar el tercer esternito metasomal, se separó del cuerpo de la abeja, se quito la cera de los espejos cerígeros mediante un pincel de fibra suave y después se metio en una solución caliente de KOH 5% durante 2 minutos. Finalmente se enjuago en agua y se tiño con una solución de fuchsina básica al 2% durante 15 minutos. Una vez obtenidas las estructuras se montaron todas sobre un portaobjetos con bálsamo de Canadá y se colocaron dos cubreobjetos de 11 x 11 mm, de tal manera que cubrieran todas las estructuras. Cada serie de estructuras de la muestra (12 series completas) se etiqueto con el número de muestra y serie correspondiente y se secaron en un horno durante 24 horas a 50 ° C para que solidificara el bálsamo de Canadá



1.- LNAA
 2.- ANAA
 3.- LNAP
 4.- ANAP
 5.- HAMU
 6.- AN29
 7.- AN30
 8.- AN31
 9.- AN32
 10.- AN33
 11.- AN34
 12.- AN35

*11

13.- AN36
 14.- AN38
 15.- AN39
 16.- IC (no representado en la fig.)
 17.- LNFE
 18.- LNTB
 19.- ANBT
 20.- LNBT
 21.- LNET
 22.- LNEC
 23.- ANEC
 24.- DIES

FIGURA 3.- CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS UTILIZADAS.

(Ver técnica completa en Daly & Balling, 1978). Posteriormente se seleccionaron las mejores 10 series completas de estructuras para su medición.

5.3 MEDICION .- A cada serie montada de estructuras de la muestra se le midieron 24 características morfológicas (señaladas en la tabla 1 y figura 3):

Para medir las estructuras se utilizó :

-Una computadora personal (compatible con IBM-PC).

-Una charola digitalizadora de imagenes con cursor (Houston instrument).

-Un microproyector Zeiss (microscopio de proyección) con dos objetivos Zeiss Luminar de 16 y 25 mm.

-Los programas de microcomputadora utilizados fueron:

AFRID (en BASIC) y PAFRID (en PASCAL) proporcionados por el Programa Cooperativo.

Sobre la superficie de la charola digitalizadora, se proyecta la imagen amplificada de las estructuras por medio del microproyector, en las primeras dos medidas (largo y ancho del ala anterior) se utiliza el aumento de 17X (objetivo de 25 mm); en las siguientes el aumento es de 36.5X (objetivo de 16 mm). Antes de efectuar cualquier medicion, se calibra el sistema con ayuda de una reglilla micrométrica de 10 mm, montada en un portaobjetos y proyectada sobre la superficie de la charola digitalizadora de tal forma que la ampliación de la imagen corresponda a 10 mm (se calcula utilizando un factor de

conversión).

Los datos generados por la charola digitalizadora son capturados por el programa AFRID, el cual asigna un número a la serie de datos de cada muestra y posteriormente guarda la información en disco. Con el programa PAFRID se procesa la información generada, se ejecuta la conversión de coordenadas lineales a distancias métricas usando una constante (factor de conversión) y además calcula los ángulos. De esta manera, los datos reales se calculan y posteriormente se guardan en archivos discretos. Además de estas medidas se guardan datos que identifican a cada muestra (fecha de colecta, lugar de colecta, colector, etc.), los cuales se introducen por medio del teclado (Daly, et al. 1982).

La información obtenida de ambas zonas se integró en una base de datos (Dbase III plus) para ser analizada posteriormente.

5.4 ANALISIS DE DATOS .- Los datos se agruparon de la siguiente manera:

Oaxaca		Veracruz
grupo EO	= europeo	= grupo EV
grupo HO	= híbrido	= grupo HV
grupo AO	= africano	= grupo AV

La definición de los grupos se hizo bajo varios criterios. Los grupos europeos de ambos lugares fueron considerados desde los últimos meses de 1987 hasta un mes antes de la fecha en que se detectaron los primeros enjambres de origen africano en las

zonas de estudio (abril de 1988). Los grupos híbridos (constituidos por muestras de abejas europeas y por muestras de abejas de origen africano y no por muestras de abejas híbridas) se definieron de abril de 1988 hasta septiembre de 1988 (tabla 2), mes en que aproximadamente termina la temporada de lluvias. De octubre de 1988 hasta los primeros meses de 1989 se determinaron los grupos africanos bajo la suposición de que existen abundantes recursos en el medio, que permiten la explosiva reproducción de las colonias africanas anteriormente establecidas y la llegada de nuevos enjambres africanos a la zona atraídos por estos recursos, desplazando de manera total a las abejas de origen europeo.

Los datos se encuentran originalmente registrados en una base de datos hecha en Dbase III plus. Para poder ser analizados se editaron por medio del procesador de texto WS vers. 4.0 y posteriormente se incluyeron en archivos que fueran leídos por SPSS-PC+, en el cual se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- 1.- Estadística básica (media, desviación estándar y rango) para cada carácter de cada uno de los grupos de abejas del Golfo y del Pacífico.
- 2.- Análisis univariado Mann-Whitney U. Wilcoxon (M-W) (Sokal & Rohlf, 1981) para todos los caracteres, comparando Golfo y Pacífico.
- 3.- Análisis multivariado discriminante (Norusis, 1988) para obtener porcentaje de separación entre los grupos de abejas.

Tabla 2.- Fechas de colecta para los grupos de Oaxaca y Veracruz.

VERACRUZ			+	OAXACA		
MES	GRUPO		+	MES	GRUPO	
			+			
AGO-87			+	DIC-87		
SEP-87			+	ENE-88	EUROPEO	(EO)
OCT-87	EUROPEO	(EV)	+	FEB-88		
NOV-87			+	MAR-88		
DIC-87			+	ABR-88		
			+	MAY-88		
ABR-88			+	JUN-88	HIBRIDO	(HO)
MAY-88			+	JUL-88		
JUN-88	HIBRIDO	(HV)	+	AGO-88		
JUL-88			+	SEP-88		
AGO-88			+			
SEP-88			+	OCT-88		
			+	NOV-88	AFRICANO	(AO)
OCT-89			+	DIC-88		
NOV-89			+	ENE-89		
DIC-89			+			
ENE-89	AFRICANO	(AV)	+			
FEB-89			+			
MAR-89			+			
ABR-89			+			
			+			

6. RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 266 y 421 muestras para Oaxaca y Veracruz respectivamente, distribuidas en los siguientes grupos:

Oaxaca		Veracruz	
europeo (gpo EO) = 27		europeo (gpo EV) = 99	
híbrido (gpo HO) = 144		híbrido (gpo HV) = 117	
africano (gpo AO) = 95		africano (gpo AV) = 205	

El análisis estadístico se realizó con los siguientes métodos:

- Univariado.- Análisis Mann-Whitney U-Wilcoxon
(comparación variable por variable entre grupos).
- Multivariado.- Análisis discriminante
(comparación del conjunto de variables
entre grupos).

La comparación entre grupos fue de la siguiente manera:

Serie "Oaxaca"	- europeo (EO), Oax.	vs	híbrido (HO), Oax.
	europeo (EO), Oax.	vs	africano (AO), Oax.
	híbrido (HO), Oax.	vs	africano (AO), Oax.
Serie "Veracruz"	- europeo (EV), Ver.	vs	híbrido (HV), Ver.
	europeo (EV), Ver.	vs	africano (AV), Ver.
	híbrido (HV), Ver.	vs	africano (AV), Ver.
Serie "Oax-Ver"	- europeo (EO), Oax.	vs	europeo (EV), Ver.
	híbrido (HO), Oax.	vs	híbrido (HV), Ver.
	africano (AO), Oax.	vs	africano (AV), Ver.

Al comparar de manera particular las medias y desviaciones estándar de cada una de las características entre los grupos (tabla 3), se pueden apreciar ciertas diferencias entre los grupos, el tamaño de las abejas de las zonas de estudio tiende a ser menor a medida que se lleva a cabo el proceso de

Tabla 3.- Comparación entre los grupos de Oaxaca y Veracruz por medio del análisis Mann-Whitney. Letras minúsculas diferentes en el mismo renglón y letras mayúsculas diferentes en la misma columna significan diferencias significativas en el carácter.

CARACTER	ZONA	EUROPEO media +- d.e.	HIBRIDO media +- d.e.	AFRICANO media +- d.e.
LNAA	Oaxaca	8.93 +- 0.13 A a	8.82 +- 0.15 A b	8.81 +- 0.14 A b
	Veracruz	8.89 +- 0.17 A a	8.71 +- 0.14 B b	8.72 +- 0.10 B b
ANAA	Oaxaca	3.02 +- 0.05 A a	2.99 +- 0.07 A b	3.00 +- 0.06 A c
	Veracruz	3.02 +- 0.06 A a	2.99 +- 0.07 A b	2.99 +- 0.05 B b
LNAP	Oaxaca	4.24 +- 0.06 A a	4.19 +- 0.09 A b	4.21 +- 0.08 A a
	Veracruz	4.19 +- 0.07 B a	4.12 +- 0.07 B b	4.14 +- 0.06 B b
ANAP	Oaxaca	1.74 +- 0.05 A a	1.70 +- 0.06 A b	1.70 +- 0.05 A b
	Veracruz	1.74 +- 0.05 A a	1.70 +- 0.05 A b	1.72 +- 0.05 B c
HAMU	Oaxaca	21.26 +- 0.93 A a	20.96 +- 1.07 A a	20.96 +- 0.94 A a
	Veracruz	20.97 +- 1.26 A a	21.09 +- 0.89 A ab	21.17 +- 1.15 A b
AN29	Oaxaca	29.48 +- 1.10 A a	30.57 +- 1.72 A b	30.86 +- 1.68 A b
	Veracruz	29.75 +- 1.40 A a	30.29 +- 1.35 A b	30.73 +- 1.34 A c
AN30	Oaxaca	108.48 +- 3.60 A a	107.14 +- 3.86 A ab	106.88 +- 4.28 A b
	Veracruz	109.38 +- 3.53 A a	107.17 +- 3.91 A ab	106.70 +- 3.30 A b
AN31	Oaxaca	95.91 +- 7.02 A a	99.61 +- 3.45 A b	100.18 +- 2.25 A b
	Veracruz	100.45 +- 2.51 B a	101.34 +- 2.19 B b	102.12 +- 1.96 B c
AN32	Oaxaca	21.22 +- 1.12 A a	20.24 +- 1.44 A b	20.14 +- 1.23 A b
	Veracruz	20.61 +- 1.15 B a	19.42 +- 1.00 B b	19.28 +- 0.95 B b
AN33	Oaxaca	92.80 +- 4.54 A a	91.76 +- 3.22 A b	92.72 +- 2.66 A a
	Veracruz	94.03 +- 2.51 A a	93.46 +- 2.00 B b	93.11 +- 2.12 A b
AN34	Oaxaca	51.64 +- 2.62 A a	50.71 +- 2.24 A ab	50.36 +- 2.07 A b
	Veracruz	50.72 +- 2.38 A a	49.63 +- 2.02 A b	50.13 +- 2.50 A b
AN35	Oaxaca	22.61 +- 1.39 A a	21.90 +- 1.28 A b	21.14 +- 1.12 A c
	Veracruz	24.02 +- 1.41 B a	24.35 +- 1.29 B b	24.27 +- 1.44 B ab
AN36	Oaxaca	64.41 +- 3.52 A a	65.39 +- 2.92 A b	64.26 +- 2.30 A a
	Veracruz	62.45 +- 2.24 B a	62.68 +- 1.95 B a	62.73 +- 2.05 B a
AN38	Oaxaca	97.88 +- 2.93 A a	96.47 +- 2.55 A b	94.11 +- 2.58 A c
	Veracruz	96.78 +- 2.62 A a	94.80 +- 2.31 B b	92.94 +- 2.63 B c
AN39	Oaxaca	46.24 +- 4.07 A a	45.73 +- 2.66 A a	44.59 +- 2.72 A b
	Veracruz	45.65 +- 2.44 A a	43.73 +- 1.89 B a	43.76 +- 2.02 B b
I_C	Oaxaca	2.34 +- 0.18 A a	2.21 +- 0.22 A b	2.18 +- 0.21 A b
	Veracruz	2.22 +- 0.24 B a	2.14 +- 0.19 B a	2.11 +- 0.25 B b
LNTB	Oaxaca	3.13 +- 0.05 A a	3.12 +- 0.06 A a	3.11 +- 0.05 A b
	Veracruz	3.12 +- 0.05 A a	3.11 +- 0.05 A ab	3.12 +- 0.04 B a
LNFE	Oaxaca	2.59 +- 0.04 A a	2.56 +- 0.06 A b	2.55 +- 0.05 A c
	Veracruz	2.57 +- 0.05 B a	2.53 +- 0.05 B b	2.55 +- 0.04 A c
LNBt	Oaxaca	1.96 +- 0.03 A a	1.94 +- 0.05 A b	1.95 +- 0.05 A ab
	Veracruz	1.97 +- 0.04 A a	1.94 +- 0.04 A b	1.97 +- 0.03 B a
ANBT	Oaxaca	1.13 +- 0.02 A a	1.12 +- 0.02 A a	1.12 +- 0.03 A a
	Veracruz	1.13 +- 0.02 A a	1.12 +- 0.02 A a	1.14 +- 0.02 B b
LNET	Oaxaca	2.69 +- 0.05 A a	2.67 +- 0.07 A b	2.67 +- 0.06 A b
	Veracruz	2.66 +- 0.07 B a	2.58 +- 0.06 B b	2.61 +- 0.05 B c
LNEC	Oaxaca	1.32 +- 0.04 A a	1.28 +- 0.05 A b	1.29 +- 0.06 A b
	Veracruz	1.33 +- 0.06 A a	1.25 +- 0.05 B b	1.26 +- 0.05 B c
ANEC	Oaxaca	2.29 +- 0.07 A a	2.24 +- 0.09 A b	2.21 +- 0.08 A c
	Veracruz	2.30 +- 0.08 A a	2.19 +- 0.07 B b	2.19 +- 0.09 A b
DIES	Oaxaca	0.28 +- 0.04 A a	0.31 +- 0.05 A b	0.31 +- 0.04 A b
	Veracruz	0.27 +- 0.04 A a	0.34 +- 0.14 B b	0.33 +- 0.04 B b

	GRUPOS		=	# DE CARACTERES SIGNICATIVAMENTE DIF.
	EUROPEO	HIBRIDO		
OAXACA	EUROPEO	vs HIBRIDO	=	18
	EUROPEO	vs AFRICANO	=	17
	HIBRIDO	vs AFRICANO	=	9
VERACRUZ	EUROPEO	vs HIBRIDO	=	19
	EUROPEO	vs AFRICANO	=	20
	HIBRIDO	vs AFRICANO	=	12
DOS ZONAS	EUROPEO	vs EUROPEO	=	7
	HIBRIDO	vs HIBRIDO	=	16
	AFRICANO	vs AFRICANO	=	17

africanización, esta tendencia se observa en las medidas de algunas estructuras (por ejemplo LNAA, ANAA, LNAP, ANAP, LNFE, LNET, LNEC, ANEC), que son menores en los grupos africanos de ambas zonas, pero es claro que no es posible hacer juicios profundos analizando los datos de esta manera ya que no se sabe que tan significativas pueden ser, por lo que se recurrió a métodos estadísticos con mayor resolución.

-METODO UNIVARIADO.

Se utilizó el análisis no paramétrico Mann-whitney U-Wilcoxon (M-W), para comparar individualmente las características de dos grupos, de tal manera que cuando el nivel de significancia es menor a 0.05, indica que la diferencia no es debida al azar.

Analizando los grupos de la serie Oaxaca, se observa que en EO vs HO, existen 18 características que difieren significativamente (tabla 3), de las cuales 9 (LNAA, ANAA, LNAP, ANAP, LNFE, LNBT, LNET, LNEC y ANEC) son características con medidas métricas. En los grupos EO vs AO, de las 17 características (tabla 3) que varían significativamente 7 son medidas lineales (LNAA, ANAP, LNTB, LNFE, LNET, LNEC y ANEC). En ambos casos las medias mayores se presentan en el grupo europeo. Comparando los grupos HO vs AO se obtuvieron 9 características diferentes (tabla 3) de las cuales 4 (ANAA, LNAP, LNFE y ANEC) son variables de tamaño y las medias mayores se presentan en el grupo híbrido. Por lo tanto, estos grupos son más afines entre sí que con el grupo europeo, esto probablemente se deba a que

exista una mayor proporción de muestras de origen africano en el grupo híbrido. Debido a lo anterior es muy probable que exista cierta tendencia hacia la disminución en la media de algunas estructuras con el paso del tiempo.

Comparando los grupos de la serie Veracruz, se observa parcialmente la tendencia hacia valores menores de algunas caracteres, por ejemplo en los grupo EV vs HV en donde existen 19 características diferentes (tabla 3.) de las cuales 9 son de medidas lineales (LNAA, ANAAN, LNAP, ANAP, LNFE, LNBT, LNET, LNEC, ANEC y DIES) y en los grupos EV vs AV (tabla 3.), donde 9 de las 20 características que varían significativamente, tiene valores métricos (LNAA, ANAA, LNAP, ANAP, LNFE, LNET, LNEC, ANEC Y DIES); las medias de estos caracteres son siempre mayores en el grupo europeo. No sucede así en los grupos HV vs AV, ya que se observa que de los 12 caracteres que varían significativamente 9 son de medidas lineales (LNAP, ANAP, LNTB, LNFE, LNBT, ANBT, LNET y LNEC) y la media de estas características son mayores en el grupo africano, probablemente esto se deba a que la proporción de muestras de origen africano sea mayor a las de origen europeo en el grupo híbrido.

Los resultados indican que las abejas de los grupos europeos son diferentes, probablemente de mayor tamaño, a las abejas de los grupos híbridos y africanos de ambas zonas, pero además las abejas de estos dos grupos son similares entre si.

Al comparar las dos zonas de estudio en la serie Oax-Ver (tabla 3), se pueden vislumbrar diferencias entre los grupos

equivalentes, es decir, entre los grupos EO vs EV son 7 los caracteres que varían significativamente, esto indica que la diferencia entre estos grupos no es grande, en los grupos HO vs HV son 16 las variables diferentes y en AO vs AV son 17 los caracteres, aquí se puede ver que la diferencia entre los grupos híbrido y africano de ambas zonas es considerable.

A pesar de que éste método es bastante efectivo para comparar las variables, no permite establecer el grado de separación que existe entre los grupos, por lo que se recurrió a un segundo método.

-METODO MULTIVARIADO.

El método utilizado para la comparación holística de grupos fue el análisis discriminante, el cual permite analizar lotes de datos involucrando todas las variables disponibles. Este análisis genera un índice discriminante para cada caso, con este índice se clasifican los casos en el grupo correcto y se calcula un porcentaje de separación entre los grupos analizados. Al comparar dos grupos, si este porcentaje es próximo a 100% significa que los grupos son totalmente distintos entre sí; por el contrario cuando el valor es cercano a 50% indica que los elementos de cada grupo pueden pertenecer a cualquiera de ellos.

En la serie Oaxaca al comparar los grupos EO vs HO (fig. 4), y HO vs AO (fig. 5) se observa un solapamiento parcial de las curvas, esto indica que los grupos son diferentes entre sí aunque no de manera total; pero al comparar los grupos EO vs AO (fig.

FIGURA 4.- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS EO vs HO.

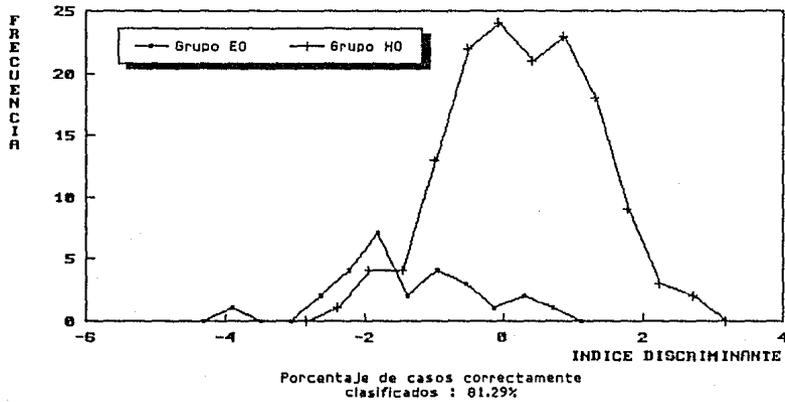


FIGURA 5.- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS HO vs AO.

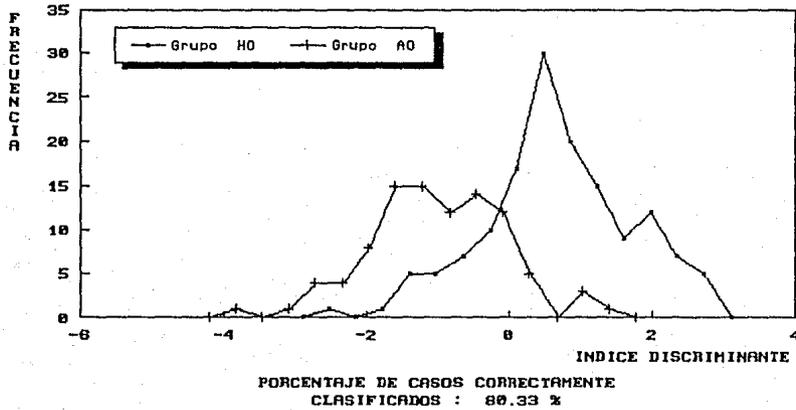
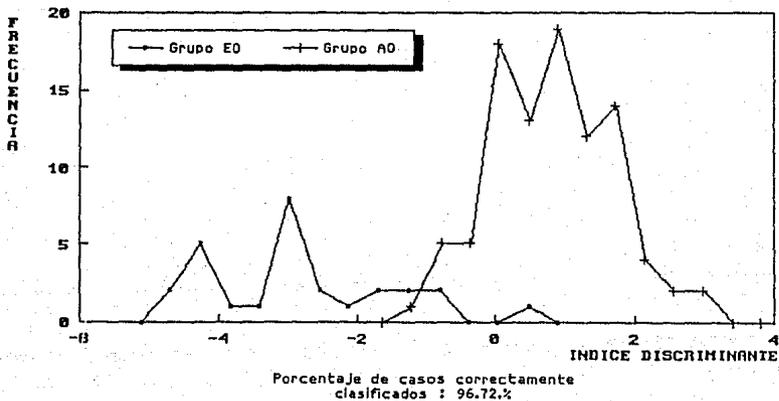


FIGURA 6.- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS EO vs AO.



6) se aprecia una marcada separación. Lo anterior puede apreciarse en los porcentajes de separación, los cuales son semejantes en dos casos (EO vs HO = 81.29%, HO vs AO = 80.33%) y mayor entre los grupos EO vs AO (96.72%); esto muestra la diferencia entre obreras de dos orígenes (europeo y africano respectivamente). Otro detalle importante es la clara tendencia hacia valores negativos conforme avanza el proceso de africanización (del grupo EO hacia el grupo AO); lo cual es un reflejo de la dinámica del proceso de africanización en una zona determinada, es decir, que el tamaño de las obreras se reduce al pasar el tiempo conforme se lleva a cabo este proceso.

En la serie Veracruz la situación es diferente, aun cuando se conserva la tendencia a presentar valores cada vez menores en el índice discriminante, conforme pasa el tiempo, se puede ver que en los grupos EV vs HV (fig. 7) se presenta un porcentaje de separación de 87.04, mayor que el generado en los grupos HV vs AV que es de 80.12% (fig. 8). Esto sugiere que el gpo HV tiene una mayor proporción de casos de abejas africanas y por ello es más similar al grupo AV. En los grupos EV vs AV (fig. 9) se ve claramente la separación que existe entre ellos, el porcentaje es de 92.76%, lo que indica que son grupos muy diferentes.

Al comparar los grupos equivalentes de las 2 zonas de estudio (serie Oax-Ver), se observan diferencias entre los pares de grupos analizados. En EO vs EV (fig. 10) la diferencia entre ellos es muy radical ya que el porcentaje de separación alcanza un 98.41%, lo cual indica que las abejas europeas de México

FIGURA 7 .- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS EV vs HV.

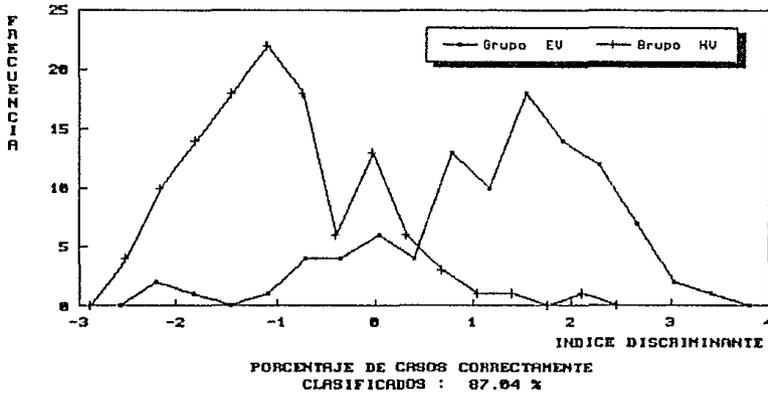


FIGURA 8 .- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS HV vs AV.

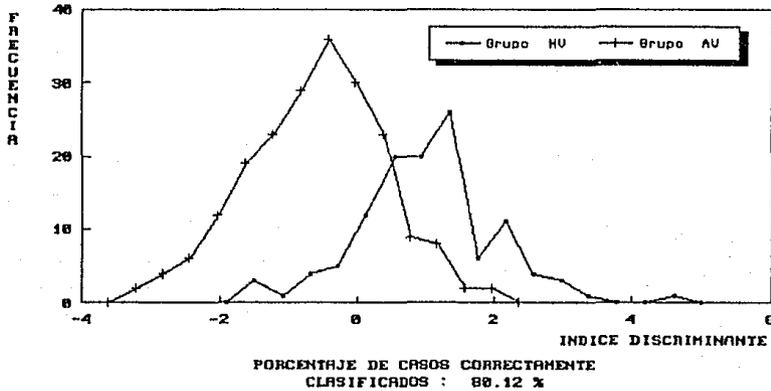
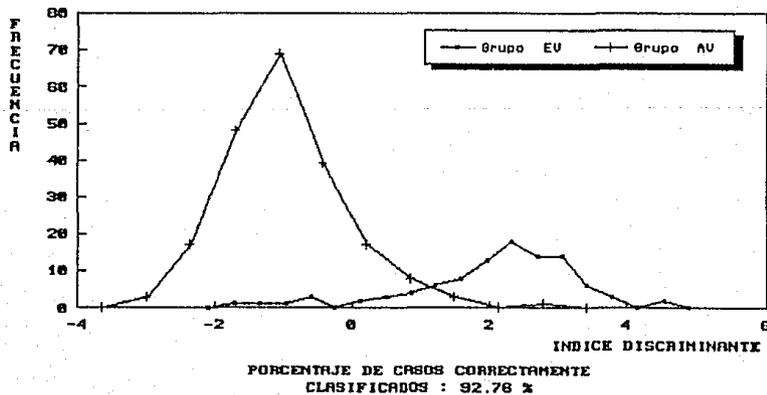


FIGURA 9 .- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS EV vs AV.



varian de una región a otra. Al comparar lo grupos HO vs HV (fig. 11) y AO vs AV (Fig. 12), los porcentajes de separación son de 98.08% y 99.00% respectivamente; no queda duda de que las abejas de los grupos híbrido y africano de Oaxaca son significativamente diferentes a las abejas de los correspondientes grupos de Veracruz.

FIGURA 10.- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS EO vs EV.

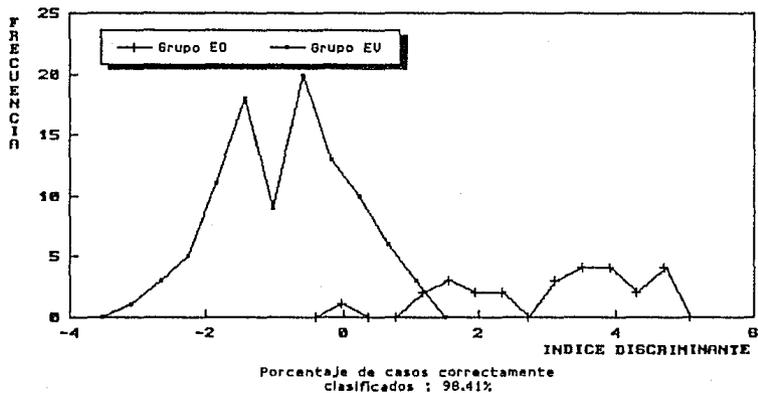


FIGURA 11.- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS HO vs HV.

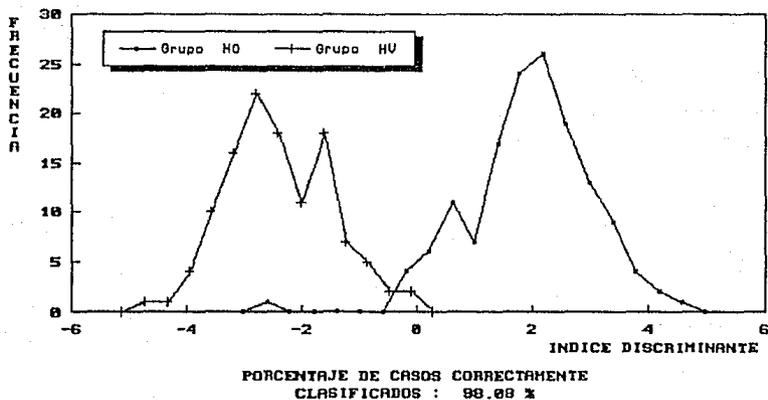
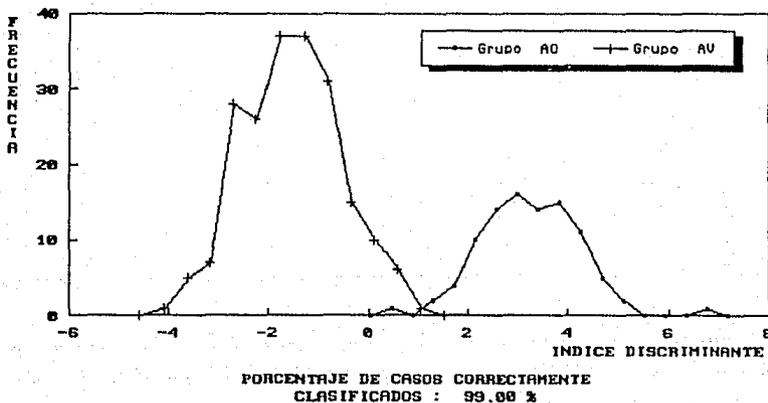


FIGURA 12.- ANALISIS DISCRIMINANTE ENTRE LOS GRUPOS AO vs AV.



7. DISCUSION

La idea principal de este trabajo es conocer parte de las características morfométricas de los frentes de invasión de la abeja africana en México. Esto es importante para plantear otra serie de preguntas referentes a la Biología de la abeja africana como; cuáles son las interacciones de ésta subespecie con otros organismos, qué estrategia utilizan para colonizar un nuevo sitio, qué pautas de comportamiento presentan en los diversos sitios que colonizan y como es el proceso de africanización en una región, entre otras.

Borehan & Roubik (1987) han dado algunos antecedentes sobre las características de los frentes de invasión de la abeja africana en Panamá. Observaron diferencias conductuales claras entre las abejas que llegaban a la zona del Canal de Panamá por las costas del Atlántico (enjambres grandes, debido probablemente a la abundancia de recursos en esa zona) y del Pacífico (enjambres pequeños). De igual forma Labougle (1989) detectó diferencias entre los enjambres que llegaban a la costa del Golfo (Las Choapas, Ver.) y a la del Pacífico (Tapanatepec) tales como tamaño de los enjambres, y diferencias morfométricas utilizando 5 caracteres. Por otra parte, Buco (1987), encontró diferencias morfométricas significativas (casi 100 % de separación) entre abejas africanas de Africa (del mismo lote parental de las abejas africanas introducidas en América) y las abejas africanas colectadas en Venezuela, analizando las mismas 24 características

utilizadas en este estudio y propuso que éstas diferencias son producto de la hibridización entre las abejas africanas y las abejas de origen europeo que existen en América.

En el presente trabajo los resultados indican que existen diferencias morfológicas significativas (99 % de separación) entre las abejas de los grupos africanos de ambas zonas (Golfo y Pacífico). Lo cual permite suponer que el frente de invasión que avanza hacia el norte del país es heterogéneo, ya que las abejas africanas de las zonas de estudio han estado respondiendo con anterioridad y de manera particular al ambiente en que se han desarrollado.

En contraposición a lo expuesto por Buco (1987), en el sentido de que las diferencias morfológicas significativas entre dos grupos de abejas del mismo origen pueden ser explicadas sólo genéticamente, es posible pensar que a pesar de que aparentemente existen estas diferencias hay indicios de que esto probablemente no sea así. La tabla 4 muestra una comparación entre las frecuencias génicas de una enzima, la Malato deshidrogenasa (MDH), de muestras de abeja africana de varias partes del mundo. La MDH es codificada por tres alelos diferentes: lento (L), intermedio (I) y rápido (R) según su patrón de corrimiento en geles de almidón, utilizando electroforesis. En poblaciones de abejas europeas el alelo lento es el predominante, mientras que en poblaciones de abejas africanas las frecuencias mayores siempre son las del alelo rápido. En la misma tabla se puede ver que las frecuencias génicas del alelo rápido siempre son las que

TABLA 4 .- Frecuencias génicas de la MDH en muestras de abejas de Africa, Sur y CentroAmerica, y Mexico.

AUTOR	PAIS	No. DE COL.	L	MDH I	R
*NUNAMAKER (1980)	SUDAFRICA	18	0.00	0.00	1.00
NUNAMAKER (1981) Y WILSON	SUDAFRICA	10	0.00	0.00	1.00
NUNAMAKER (1984) WILSON Y HALEY	SUDAFRICA (PRETORIA)	10	0.00	0.00	1.00
NDIRITU (1986) MUTUSI Y NDUNG'U	KENIA	??	0.02	0.04	0.94

*SYLVESTER (1976)	BRASIL	34	0.01	0.16	0.84
*CONTEL (1980)	BRASIL	78	0.03	0.20	0.77
*NUNAMAKER (1980)	BRASIL	4	0.10	0.20	0.70
	BRASIL	6	0.00	0.008	0.992
NUNAMAKER (1981) Y WILSON	BRASIL	12	0.04	0.03	0.93
SPIVAK (1988)	COSTA RICA	9	0.05	0.04	0.91
LOBO (1989) DEL LAMA Y MESTRINER	NORESTE DE BRASIL SAO PAULO PORTO ALEGRE	107 93 39	0.01 0.04 0.01	0.12 0.18 0.25	0.87 0.78 0.74

NO PUBL. (1988)	YUCATAN, MEX.	5	0.096	0.053	0.851
LABOUGLE (1989)	LAS CHOAPAS (VER., MEX.)	13	0.067	0.077	0.856
LABOUGLE (1989)	TAPANATEPEC (OAX., MEX.)	33	0.060	0.129	0.811

* Sylvester (1986).

predominan, ya sea de muestras de Africa o de México. Lo anterior aunque no es una prueba definitiva, si da una idea general sobre las características genéticas de las abejas africanas de América. Probablemente este tipo de características son más estables en el tiempo y el espacio, no así las morfológicas que pueden variar dependiendo del ambiente. De acuerdo a Sylvester (1986), los cambios estacionales del ambiente o bien los diversos ambientes de regiones particulares, podrían estar influyendo en la expresión fenotípica de un mismo genotipo.

De esta manera, se puede concluir que la abeja africana presenta una plasticidad morfológica impresionante, gracias a lo cual ha podido colonizar diferentes ambientes y probablemente ésta sea la razón de su éxito y amplia distribución geográfica. Para finalizar, cabe mencionar la importancia que puede tener conocer los diversos tipos de abeja africana, así como el ambiente donde se están desarrollando, ya que puede servir al momento de hacer una selección de líneas de abeja africana, apropiadas para la actividad apícola de diversas regiones del país.

8. CONCLUSIONES

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 1.-La africanización de las abejas de una zona es un proceso paulatino relativamente rápido. Después de la llegada de los primeros enjambres africanos existe una breve coexistencia con las abejas de origen europeo y posteriormente predominan las de origen africano.
- 2.-El frente de invasión de la costa del Pacífico es morfométricamente diferente al de la costa del Golfo, siendo las abejas del Golfo probablemente más pequeñas en relación a las del Pacífico.
- 3.-La abeja africana es un organismo con gran plasticidad fenotípica, que le permite colonizar con éxito una diversidad de ambientes.
- 4.-Con la variación mostrada, se tiene la posibilidad de seleccionar alguna línea abeja africana, de interés apícola y adecuada a regiones específicas.

9. LITERATURA CITADA

- Alpatov, W.W. 1929. Biometrical studies on variation and races of the honeybee (Apis mellifera L.). Quar. Rev. Biol. 10(1):1-58.
- Bookstein, F.L. 1982. Foundations of morphometrics. ann. Rev. Ecol. Syst. 13:451-470.
- Borehan, M.M. & D.W. Roubik. (1987). Population change of africanized honeybees (Hymenoptera: Apidae) in the Panama canal area. Bulletin of the Entomological Society of America pp. 34-39.
- Buco, S.M., T.E. Rinderer, H.A., Sylvester, A.M. Collins, V.A. Lancaster & R.M. Crewe. 1987. Morphometrics differences between South American africanized and South African (Apis mellifera scutellata) honeybees. Apidologie 18(3):217-222.
- Cornuet, J.M. & J. Louveaux. 1981. Aspects of genetic variability in A. mellifera L. In: Biosystematics of social insects. Academic Press, Great Britain pp 85-94.
- Daly, H.V. 1961. Phenetic classification and typology. Syst. Zool. 10:176-179.
- Daly, H.V. 1985. Insects morphometrics. Ann. Rev. entomol 30:415-438.
- Daly, H.V. & S.S. Balling. 1978. Identification of africanized honeybees in the western hemisphere by discriminant analysis. Journal of the Kansas Entomological Society 51(4):857-869.
- Daly, H.V., K. Hoelmer, P. Norman & T. Allen. 1982. Computer-assisted measurement and identification of honeybees (Hymenoptera: Apidae). Annals of the entomological society of America 75(6):591-594.
- DuPraw, E.J. 1962. Phenetic taxonomy and non-taxonomist. Amer. Zool. 2:405-406.
- DuPraw, E.J. 1964. Non Linnean taxonomy. Nature 202:849-852.
- DuPraw, E.J. 1965a. The recognition and handling of honey bees specimens in non linnean taxonomy. Jour. Apicult. Res. 4:71- 84.

- DuPraw, E.J. 1965b. Non linnean taxonomy and systematics of honeybee. Syst. Zool 14:1-24.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. U.N.A.M., Mexico 246 pp.
- INEGI. 1987. Anuario estadístico del Estado de Oaxaca. Tomo I. S.P.P., Mexico 961 pp.
- INEGI. 1988. Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. S.P.P., Mexico 69 pp.
- Izquierdo, J.I., A. Dominguez, J. Albornoz, E. Santiago. 1985. Discriminación entre poblaciones de abejas (Apis mellifera) de Asturias y la submeseta norte. Bol. Cienc. Nat. I.D.E.A. 35:87-101.
- Labougle, J.M. 1989. Comparative studies of African honey bees in southern Mexico. Tesis doctoral. University of Kansas, Kansas.
- Labougle, J.M. & A. Zozaya. 1986. La apicultura en México. Ciencia y desarrollo 69:17-36.
- Lobo, J.A., M.A. Del Lama & M.A. Mestriner. 1989. Population differentiation and racial admixture in the africanized honeybee (A. mellifera L.). Evolution 43(4):794-802.
- Maa, T. 1953. An inquiry into the systematics of the tribus Apidini or honeybees (Hym.). Treubia 21:525-640.
- Mayr, E. 1970. Populations, species, and evolution. Cambridge. Harvard University Press. 808 pp.
- Michener, C.D. 1975. The Brazilian bee problem. Ann. Rev. Ent. 20:399-416.
- Miranda, F. & E. Hernandez X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:29-179.
- Ndiritu, D.W., N. Mutugi & S. Ndong'u. 1986. Variation in Malate Dehydrogenase allozymes among honeybee populations in Kenya. Jour. Apicul. Res. 25(4):234-237.
- Norusis, M. 1988. SPSS-X Introductory statistics guide. SPSS Inc., Chicago. 370 pp.

- Nunamaker, R.A. & W.T. Wilson. 1981. Comparison of MDH allozyme patterns in the african honeybee (A. m. adansonii L.) and the africanized populations of Brazil. Journal of the Kansas Entomological Society 54(4):704-710.
- Nunamker, R.A., W.T. Wilson & B.E. Haley. 1984. Electrophoretic detection of africanized honeybees (A. m. scutellata) in Guatemala y Mexico based on Malate Dehydrogenase allozym patterns. Journal of the Entomological Society 57(4):622- 631.
- Oxnard, C.E. 1978. One biologist's view of morphometrics. Ann. Rev. Ecol. Syst. 9:219-241.
- Rinderer, T.E. & H.A. Sylvester. 1986. Fields and simplified techniques for identifying africanized and european honey bees. Apidologie 17(1):33-48.
- Ruttner, F. 1986. Geographical variability and classification. In: Bee genetics and breeding. Academic Press, N.Y. pp. 23-52.
- Ruttner, F. 1988a. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer-Verlag, Berlin. 284 pp.
- Ruttner, F. 1988b. Principles of geographic variation in honey bees. In: Africanized honey bees and mites. John Wiley and Sons. Great Britain pp. 250-259.
- Ruttner, F., L. Tassencourt & J. Louveaux. 1978. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of Apis mellifera Linn. Apidologie 9(4):363-381.
- Rzendowski, J. 1981. Vegetación de México. Limusa, México 432 pp.
- S.A.R.H. 1986. Las abejas africanas y su control. Manual # 2, Orientaciones tecnicas, México 84 pp.
- Seeley, T.H. 1985. Honeybee Ecology. Princeton University Press, New Jersey 201 pp.
- Sokal, R.R. 1966. Numerical taxonomy. Sci. Am. 215:106-115.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, U.S.A. 859 pp.

- Spivak, M., T. Ranker, O.R. Taylor, W. Taylor & L.Davis. 1988. Discrimination of africanized honey bees using behavior, cell size, morphometrics, and a newly discovered isozyme polymorphism. In: Africanized honey bees and mites. John Wiley and sons. Great Britain pp. 313-324.
- Sylvester, H.A. 1986. Biochemical genetics. In: Bee Genetics and Breeding. Academic Press, N.Y. pp. 177-203.
- Sylvester, H.A. & T.E. Rinderer. 1986. Fast africanized bee identification system (FABIS). Amer. Bee Jour. 127(7):511- 516.
- Taylor ,O.R. & G.B. Williamson. 1975. Current status of the africanized honeybee in the northern South America. Amer. Bee. Jour. 115(3):92-93, 98-99.
- Wilson, E.O. 1980. Sociobiology, the Abridged edition. Harvard University Press, U.S.A. 366 pp.

10. APENDICE I

La tabla 3 esta formada con los datos de las siguientes tablas:

- Tabla de estadística básica de todos los grupos.
- Tablas de análisis noparamétrico univariado de los pares de grupos de cada serie.

TABLA A1.- Estadística básica (media, desviación estándar y rango) de todos los grupos.

CARACT	GRUPO EO (N = 27)			GRUPO HO (N = 144)			GRUPO AO (N = 95)		
	MEDIA	d.e.	RANGO	MEDIA	d.e.	RANGO	MEDIA	d.e.	RANGO
LNA	8.93	0.13	8.67-9.10	8.82	0.15	8.52-9.37	8.81	0.14	8.52-9.13
ANA	3.02	0.05	2.88-3.11	2.99	0.07	2.79-3.43	3.00	0.06	2.75-3.11
LNAP	4.24	0.06	4.12-4.37	4.19	0.09	3.68-4.44	4.21	0.08	3.99-4.38
ANAP	1.74	0.05	1.64-1.87	1.70	0.06	1.54-1.94	1.70	0.05	1.52-1.81
HAMU	21.26	0.93	19.67-23.30	20.96	1.07	18.20-23.80	20.96	0.94	18.75-23.12
AN29	29.48	1.10	27.14-31.70	30.57	1.72	26.64-35.00	30.86	1.68	27.98-36.19
AN30	108.48	3.60	100.63-115.00	107.14	3.86	97.00-116.99	106.88	4.28	98.31-117.19
AN31	95.91	7.02	72.26-101.46	99.61	3.45	74.76-110.55	100.18	2.25	88.09-105.05
AN32	21.22	1.12	19.14-22.89	20.24	1.44	17.08-24.98	20.14	1.23	17.71-23.01
AN33	92.80	4.54	76.42-96.64	91.76	3.22	82.18-99.24	92.72	2.66	80.78-100.28
AN34	51.64	2.62	48.35-57.83	50.71	2.24	45.58-57.38	50.36	2.07	44.81-57.131
AN35	22.61	1.39	20.56-26.38	21.90	1.28	18.44-25.37	21.14	1.12	18.77-23.11
AN36	64.41	3.52	60.81-77.20	65.39	2.92	58.08-74.07	64.26	2.30	56.41-69.24
AN38	97.88	2.93	90.84-103.04	96.47	2.55	89.52-104.83	94.11	2.58	87.98-99.13
AN39	46.24	4.07	34.16-51.76	45.73	2.66	32.20-52.79	44.59	2.72	37.59-51.81
I_C	2.34	0.18	1.90-2.76	2.21	0.22	1.77-2.83	2.18	0.21	1.73-2.75
LNTB	3.13	0.05	3.03-3.25	3.12	0.06	2.97-3.31	3.11	0.05	2.99-3.26
LNFE	2.59	0.04	2.50-2.67	2.56	0.06	2.42-2.74	2.55	0.05	2.43-2.73
LNBT	1.96	0.03	1.90-2.01	1.94	0.05	1.81-2.06	1.95	0.05	1.78-2.15
ANBT	1.13	0.02	1.09-1.17	1.12	0.02	1.06-1.19	1.12	0.03	0.97-1.18
LNET	2.69	0.05	2.59-2.78	2.67	0.07	2.54-2.85	2.67	0.06	2.55-2.85
LNEC	1.32	0.04	1.22-1.39	1.28	0.05	1.16-1.41	1.29	0.06	1.17-1.52
ANEC	2.29	0.07	2.14-2.41	2.24	0.09	1.81-2.47	2.21	0.08	2.06-2.41
DIES	0.28	0.04	0.19-0.40	0.31	0.05	0.21-0.47	0.31	0.04	0.21-0.39

CARACT	GRUPO EV (N = 99)			GRUPO HV (N = 117)			GRUPO AV (N = 205)		
	MEDIA	d.e.	RANGO	MEDIA	d.e.	RANGO	MEDIA	d.e.	RANGO
LNA	8.89	0.17	8.51-9.55	8.71	0.14	8.35-9.06	8.72	0.10	8.48-9.18
ANA	3.02	0.06	2.88-3.23	2.99	0.07	2.49-3.14	2.99	0.05	2.84-3.14
LNAP	4.19	0.07	4.01-4.42	4.12	0.07	3.89-4.28	4.14	0.06	3.96-4.36
ANAP	1.74	0.05	1.59-1.89	1.70	0.05	1.59-1.88	1.72	0.05	1.57-1.92
HAMU	20.97	1.26	18.87-30.30	21.09	0.89	19.30-23.11	21.17	1.15	18.67-30.50
AN29	29.75	1.40	26.54-33.53	30.29	1.35	26.54-33.47	30.73	1.34	27.25-34.74
AN30	109.38	3.53	97.40-118.58	107.17	3.91	98.37-119.00	106.70	3.30	97.94-116.72
AN31	100.45	2.51	95.58-106.39	101.34	2.19	94.89-107.43	102.12	1.96	95.92-109.15
AN32	20.61	1.15	18.52-23.08	19.42	1.00	17.14-23.08	19.28	0.95	16.68-22.43
AN33	94.03	2.51	87.24-99.37	93.46	2.00	87.72-97.65	93.11	2.12	87.30-98.52
AN34	50.72	2.38	45.83-57.75	49.63	2.02	44.53-55.00	50.13	2.50	44.38-63.11
AN35	24.02	1.41	21.28-27.24	24.35	1.29	21.20-27.38	24.27	1.44	20.96-28.48
AN36	62.45	2.24	58.09-68.83	62.68	1.95	57.84-68.47	62.73	2.05	57.83-69.57
AN38	96.78	2.62	89.76-103.37	94.80	2.31	89.03-101.15	92.94	2.63	86.58-102.02
AN39	45.65	2.44	38.63-51.16	43.73	1.89	37.61-47.81	43.76	2.02	38.32-50.00
I_C	2.22	0.24	1.69-2.98	2.14	0.19	1.60-2.67	2.11	0.25	1.67-3.21
LNTB	3.12	0.05	2.98-3.29	3.11	0.05	3.00-3.25	3.12	0.04	3.01-3.28
LNFE	2.57	0.05	2.40-2.70	2.53	0.05	2.42-2.69	2.55	0.04	2.44-2.71
LNBT	1.97	0.04	1.87-2.10	1.94	0.04	1.83-2.04	1.97	0.03	1.87-2.08
ANBT	1.13	0.02	1.08-1.18	1.12	0.02	1.06-1.18	1.14	0.02	1.08-1.18
LNET	2.66	0.07	2.48-2.80	2.58	0.06	2.47-2.75	2.61	0.05	2.27-2.77
LNEC	1.33	0.06	1.13-1.44	1.25	0.05	1.17-1.42	1.26	0.05	1.15-1.72
ANEC	2.30	0.08	2.08-2.51	2.19	0.07	2.02-2.44	2.19	0.09	1.18-2.42
DIES	0.27	0.04	0.18-0.40	0.34	0.14	0.20-1.38	0.33	0.04	0.22-0.45

TABLA A2.- Analisis Mann-Whitney U-Wilcoxon para grupos de Oaxaca.

SERIE OAXACA

I	Caracter	+ Gpos EO vs HO	+ Gpos EO vs AO	+ Gpos HO vs AO	I
I	LNAA	+ 0.0008*	+ 0.0006*	+ 0.7365	I
I	ANAA	+ 0.0036*	+ 0.0859	+ 0.0137*	I
I	LNAP	+ 0.0010*	+ 0.0513	+ 0.0431*	I
I	ANAP	+ 0.00001*	+ 0.0001*	+ 0.4907	I
I	HAMU	+ 0.1210	+ 0.2601	+ 0.5890	I
I	AN29	+ 0.0015*	+ 0.0001*	+ 0.1907	I
I	AN30	+ 0.1061	+ 0.0339*	+ 0.4635	I
I	AN31	+ 0.0001*	+ 0.00001*	+ 0.0702	I
I	AN32	+ 0.0005*	+ 0.0002*	+ 0.6629	I
I	AN33	+ 0.0048*	+ 0.0547	+ 0.0419*	I
I	AN34	+ 0.1321	+ 0.0311*	+ 0.2478	I
I	AN35	+ 0.0356*	+ 0.00001*	+ 0.00001*	I
I	AN36	+ 0.0067*	+ 0.2488	+ 0.0033*	I
I	AN38	+ 0.0216*	+ 0.00001*	+ 0.00001*	I
I	AN39	+ 0.1175	+ 0.0031*	+ 0.0002*	I
I	I_C	+ 0.0022*	+ 0.0008*	+ 0.3405	I
I	LNFB	+ 0.1821	+ 0.0286*	+ 0.1238	I
I	LNFE	+ 0.0022*	+ 0.00001*	+ 0.0291*	I
I	LNBT	+ 0.0100*	+ 0.0820	+ 0.2965	I
I	ANBT	+ 0.1473	+ 0.4877	+ 0.3552	I
I	LNBT	+ 0.0328*	+ 0.0495*	+ 0.8022	I
I	LNBT	+ 0.0016*	+ 0.0193*	+ 0.3613	I
I	ANEC	+ 0.0022*	+ 0.00001*	+ 0.0067*	I
I	DIES	+ 0.0017*	+ 0.0002*	+ 0.1457	I

(18)*

(17)*

(9)*

* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

GRUPOS		CASOS
europeo (gpo EO)	=	27
hibrido (gpo HO)	=	144
africano (gpo AO)	=	95

TABLA A3.- Analisis Mann-Whitney U-Wilcoxon para los grupos de Veracruz.

SERIE VERACRUZ

I	Caracter	+ Gpos EV vs HV	+ Gpos EV vs AV	+ Gpos HV vs AV	I
I	LNAA	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.1689	I
I	ANAA	+ 0.0029*	+ 0.0001*	+ 0.6116	I
I	LNAP	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.0114*	I
I	ANAP	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.0300*	I
I	HAMU	+ 0.1384	+ 0.0272*	+ 0.5535	I
I	AN29	+ 0.0041*	+ 0.00001*	+ 0.0090*	I
I	AN30	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.2327	I
I	AN31	+ 0.0059*	+ 0.00001*	+ 0.0006*	I
I	AN32	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.2935	I
I	AN33	+ 0.0398*	+ 0.0004*	+ 0.1208	I
I	AN34	+ 0.0008*	+ 0.0179*	+ 0.1669	I
I	AN35	+ 0.0361*	+ 0.1681	+ 0.2707	I
I	AN36	+ 0.4176	+ 0.2079	+ 0.7029	I
I	AN38	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.00001*	I
I	AN39	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.6831	I
I	I C	+ 0.0646	+ 0.00001*	+ 0.0047*	I
I	LNTB	+ 0.0622	+ 0.9634	+ 0.0234*	I
I	LNFE	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.00001*	I
I	LNBT	+ 0.00001*	+ 0.5503	+ 0.00001*	I
I	ANBT	+ 0.3195	+ 0.0077*	+ 0.00001*	I
I	LNET	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.00001*	I
I	LNEC	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.0046*	I
I	ANEC	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.4203	I
I	DIES	+ 0.00001*	+ 0.00001*	+ 0.1658	I

(19)*

(20)*

(12)*

* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

GRUPOS		CASOS
europeo (gpo EV)	=	99
hibrido (gpo HV)	=	117
africano (gpo AV)	=	205

TABLA A4.- Analisis Mann-Whitney U-Wilcoxon de los grupos de Oaxaca vs Veracruz.

SERIE OAX-VER

I	Caracter	+	Gpos EO vs EV	+	Gpos HO vs HV	+	Gpos AO vs AV	I
I	LNAA	+	0.1008	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	ANAA	+	0.2912	+	0.3719	+	0.0131*	I
I	LNAP	+	0.0001*	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	ANAP	+	0.7102	+	0.2310	+	0.0208*	I
I	HAMU	+	0.0989	+	0.1718	+	0.1374	I
I	AN29	+	0.3491	+	0.2150	+	0.6652	I
I	AN30	+	0.2379	+	0.9901	+	0.9339	I
I	AN31	+	0.00001*	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	AN32	+	0.0174*	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	AN33	+	0.4538	+	0.00001*	+	0.1579	I
I	AN34	+	0.1606	+	0.0001*	+	0.1732	I
I	AN35	+	0.00001*	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	AN36	+	0.0047*	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	AN38	+	0.0942	+	0.00001*	+	0.0004*	I
I	AN39	+	0.0930	+	0.00001*	+	0.0100*	I
I	I_C	+	0.0039*	+	0.0154*	+	0.0002*	I
I	LNFB	+	0.2379	+	0.1801	+	0.0105*	I
I	LNFE	+	0.0287*	+	0.00001*	+	0.2890	I
I	LNBT	+	0.6428	+	0.3575	+	0.0009*	I
I	ANBT	+	0.8235	+	0.2001	+	0.00001*	I
I	LNBT	+	0.0141*	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	LNBT	+	0.3050	+	0.00001*	+	0.00001*	I
I	ANEC	+	0.6091	+	0.00001*	+	0.3836	I
I	DIES	+	0.3740	+	0.0021*	+	0.0088*	I

(7) *

(16) *

(17) *

* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS