

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA DE BIOLOGÍA



EFFECTO DE LOS EXTRACTOS ACUOSOS DE "cinco negritos"

(Lantana camara), "pito" (Erythrina berteroana), "hierba mora"

(Solanum nigrum) Y "naranja agria" (Citrus aurantium) EN LA

AGRESIVIDAD DE LA "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata).

NOEL ISAI CHICA CLAROS

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 1997

1638.146
Ch 53e
ej-3



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA DE BIOLOGÍA



EFFECTO DE LOS EXTRACTOS ACUOSOS DE "cinco negritos"

(Lantana camara), "pito" (Erythrina berteroana), "hierba mora"

(Solanum nigrum) Y "naranja agria" (Citrus aurantium) EN LA

AGRESIVIDAD DE LA "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata).

NOEL ISAI CHICA CLAROS

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 1997

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA DE BIOLOGÍA



EFFECTO DE LOS EXTRACTOS ACUOSOS DE "cinco negritos"
(*Lantana camara*), "pito" (*Erythrina berteroana*),
"hierba mora" (*Solanum nigrum*) Y "naranja agria"
(*Citrus aurantium*) EN LA AGRESIVIDAD DE LA "abeja
africanizada" (*Apis mellifera scutellata*).

NOEL ISAI CHICA CLAROS

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

1997

DECANO

:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "José Francisco Marroquín".

José Francisco Marroquín

DIRECTOR DE LA ESCUELA

:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Francisco Antonio Chicas Batres".

Francisco Antonio Chicas Batres

ASESOR OFICIAL

:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Carlos Antonio Granados".

Carlos Antonio Granados

ASESOR ADJUNTO

:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Manuel Mauricio Díaz Paniagua".

Manuel Mauricio Díaz Paniagua

DEDICATORIA



A DIOS TODOPODEROSO

Por haberme dado la vida y proporcionarme fuerzas para terminar mi carrera.

A MIS PADRES

Hermías Chica Y Teresa Claros de Chica con eterno agradecimiento por su sacrificio y abnegación.

A MIS HERMANOS

Jesús Salvador, Melvin Saúl, Sara Edith, Elmer Hermías y Wilder Díaz, por haberme orientado y apoyado.

A MIS HIJOS Y ESPOSA

Walter Isai, Yesenia Elizabeth y Sonia Elizabeth por comprenderme y haberme permitido robarles su tiempo.

A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS

Con mucho aprecio.



AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó gracias a la participación de las siguientes personas e instituciones, a quienes expreso mis más sinceros agradecimientos:

Al Licenciado Carlos Antonio Granados e Ingeniero Manuel Mauricio Díaz Paniagua por su valiosa asesoría, paciencia y apoyo.

Al Licenciado José Nilton Menjivar y Licenciada Marta Noemí de Rosales por sus valiosos aportes y su apoyo.

Al Señor Eugenio Andrade Chong, por permitirme realizar la investigación en su apiario y a la Cooperativa de Apicultores de El Salvador por colaborar en la gestión.

A la Unidad Apícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería que a través del Ing. Agr. Manuel Mauricio Díaz Paniagua me proporcionaron asesoría, todo el equipo necesario y el apiario para la investigación.

A Walter Hermes Sánchez Varela por facilitarme su equipo de computación para la digitalización del documento.



INDICE DE CONTENIDOS

UES BIBLIOTECA FAC.
C.C. N.N. Y MM

INVENTARIO: 19200483

PAGINAS

LISTA DE TABLAS	.....	9
LISTA DE GRAFICOS	.....	12
LISTA DE APENDICES	.....	13
RESUMEN	.....	15
INTRODUCCION	.....	19
1. REVISION DE LITERATURA.		
1.1. La Apicultura a través de la Historia	.....	21
1.2. Especies y Razas de Abejas	.....	23
1.3. La "abeja africanizada".		
a) Origen	.....	24
b) Introducción y Dispersión en América	.....	25
c) Taxonomía	.....	27
d) Características Biológicas	.....	28
e) Desarrollo de la "abeja africanizada"	.....	31
f) Actividades de la Colonia.....		31
1.4. Defensa de la Colonia	.....	33
a) La Defensa Individual de las Abejas	.....	34
b) El Aguijón de la "abeja africanizada":		
• Origen	.....	35
• Anatomía y Fisiología	.....	35
• El Veneno	.....	38
c) La Defensa Colonial o Colectiva de las Abejas	.....	39
1.5. Impacto de la "abeja africanizada" en la		



Sociedad	43
a) Impacto sobre el Público	43
b) Impacto sobre Gobiernos y Comunidad Científica	44
c) Impacto sobre la Apicultura y la Economía	45
1.6. Importancia de la Apicultura:	
a) Producción de Miel y Cera	46
b) Polinización	48
1.7. Mejoramiento Genético e Investigación de la "abeja africanizada"	
a) Cruzamiento y Selección	49
b) Uso de Repelentes	50
2. MATERIALES Y METODOS	53
DISEÑO EXPERIMENTAL:	
2.1. Descripción del Area de Trabajo	53
2.2. Fase Preliminar	
a) Prueba de Toxicidad	54
b) Selección de las Unidades Experimentales ...	55
c) Determinación del Nivel de Africanización del Apiario	56
c.1. Método de Campo.	56
c.2. Prueba de Agresividad Desarrollada por Stort en Brasil	57
2.3. Fase Experimental.	
a) Prueba de Agresividad Utilizada para Cuantificar el Comportamiento	



Defensivo de las Abejas	57
b) Cuantificación de la Agresividad luego de la Aplicación de los Extratos Acuosa 59	
2.4. Diseño de Bloques al Azar en Arreglo Factorial 4 X 2 con 3 repeticiones.....	60
2.5. Análisis Estadístico.	
a) Prueba de Bartlett's	61
b) Análisis de Varianza	64
c) Prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.)	66
3. RESULTADOS	67
3.1. Prueba de Toxicidad	67
3.2. Defensividad del Apiario donde se Realizó la Investigación	67
3.3. Aplicación de los Extractos Acuosa y Medición de la Agresividad	71
4. DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS	82
5. CONCLUSIONES	86
6. RECOMENDACIONES	89
7. BIBLIOGRAFIA	91
8. APENDICES	100



LISTA DE TABLAS

TABLA	Nº	PAGINA
1	Mortalidad de las abejas durante la prueba de toxicidad	68
2	Nivel de Africanización del Apiario Donde se Realizó la Investigación, Utilizando la Prueba de Agresividad Desarrollada por Stort	70
3	Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad Tiempo En que la primera Abeja Aguijonea	74
4	Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad: Tiempo (seg.) En el Que toda la Colonia de Torna Agresiva	75
5	Cuadro de Doble Entrada para la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), Parámetro de Agresividad: Tiempo (seg.) En el Que toda la Colonia se torna Agresiva	76
6	Promedios de Cada Tratamiento para el	



	Parámetro de Agresividad: Tiempo En el Que toda la Colonia se torna Agresiva	76
7	Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad Número de Aguijones Incrustados en la Tela Oscilando Frente a la Piquera	78
8	Análisis de Varianza para El Parámetro de Agresividad Número Número de Aguijones Incrustados en la Tela Oscilando 1 metro Arriba de la Piquera	79
9	Datos Promedios de Cada Repetición, para el Parámetro de Agresividad: Tiempo (seg.) en que la Primera Abeja Aguijonea (Datos Transformados con la Fórmula \sqrt{x})	80
10	Datos Promedios de Cada Repetición, para el Parámetro de Agresividad: Tiempo (seg.) en el que Toda la Colonia se Torna Agresiva	80
11	Datos promedios de Cada Repetición,	



Para El Parámetro de Agresividad:
Número de Aguijones Incrustados en la
Tela Oscilando Frente a la Piguera
(Datos Transformados con la Fórmula
f X) 81

12 Datos Promedios de Cada Repetición,
para el Parámetro de Agresividad:
Número de Aguijones Incrustados en
la Tela Oscilando 1 Metro Arriba de
la Piguera (Datos Transformados con
la Fórmula f x) 81



LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO N ^o		PAGINA
1	Valores de Mortalidad Corregida (MC) obtenidos en la Prueba de Toxicidad.....	69
2	Representación Gráfica de la Interacción Extractos Acuosa X Formas de Aplicación, para el parámetro de Agresividad Tiempo (seg.) en que toda la Colonia se Torna Agresiva	77



LISTA DE APENDICES

- Apéndice 1 : Principales Razas de Apis mellifera.
- Apéndice 2 : Comparación de Enjambres Capturados, Rango Patrón de Captura y Proporción Anual de Africanización en los años 1988-1993.
- Apéndice 3 : Ovipositor de la "abeja africanizada".
- Apéndice 4 : Anatomía del Aguijón de una Obrera.
- Apéndice 5 : Principales Componentes del Veneno de la "abeja melífera".
- Apéndice 6 : Determinación Genética del Comportamiento Defensivo en las Abejas.
- Apéndice 7 : Producción Apícola de El Salvador desde 1960 hasta 1990.
- Apéndice 8 : Exportaciones de Miel de Abejas de El Salvador.
- Apéndice 9 : Diferentes Extractos de Plantas que han sido Investigadas en el Mundo para Disminuir la Agresividad de las Abejas.



- Apéndice 10 : Realización de la Prueba de Agresividad Usando un Oscilador, luego de haber Aplicado los Extractos Acuosa.
- Apéndice 11 : Aplicación de los Extractos Acuosa por Aspersión.
- Apéndice 12 : Aplicación de los Extractos Acuosa en el Alimento, Usando para ello los Alimentadores Boardman.
- Apéndice 13: Clasificación Taxonómica de las Plantas en Estudio.
- Apéndice 14: Sustancias Químicas Presentes en las Hojas de Cada Una de las Plantas en Estudio.



RESUMEN

La dispersión de la "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata) en casi todo el continente americano, ha tenido impacto en la sociedad: Muertes de seres humanos y animales domésticos, los gobiernos han necesitado asignar fondos para programas tendientes a reducir su impacto e investigación, muchos apicultores de escasos recursos han abandonado la apicultura y se ha reducido la producción de miel y cera.

Este panorama se debe principalmente a la mayor agresividad de la "abeja africanizada" con respecto a la europea, también son más sensibles, atacan en masa desplazándose muy rápido, defienden un amplio territorio y tardan mucho tiempo para calmarse.

Se han hecho diferentes esfuerzos para reducir su agresividad: Implementación de medidas preventivas en la ubicación de apiarios, equipo de protección y forma de trabajo, cruzamiento, selección, uso de repelentes químicos como naturales y otros.

Esta investigación evaluó el efecto que los extractos acuosos de "cinco negritos" (Lantana camara), "pito" (Erythrina berteroana), "hierba mora" (Solanum nigrum) y "naranja agria" (Citrus aurantium) pueden causar en la agresividad de la "abeja africanizada", a fin de encontrar al



menos un extracto que reduzca dicho comportamiento, además, conocer la mejor forma de aplicación entre aspersión y suministro del extracto en el alimento.

El trabajo se realizó en el apiario de la Unidad Apícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y en otro propiedad de un miembro de la Cooperativa de Apicultores de El Salvador (SCAES).

Se usaron las hojas de cada una de las plantas mencionadas, las que fueron maceradas, diluidas en agua a una concentración del 5% y luego hervidas.

En el apiario del MAG, se realizó una prueba de toxicidad, ubicando abejas en cajas pequeñas de plywood y vidrio, para suministrarles agua, alimento y los extractos acuosos. En el apiario de miembro de la SCAES, fueron seleccionadas las colmenas con mayor población y actividad, luego se evaluó su nivel de africanización usando el Método de Campo y la Prueba de Agresividad desarrollada por el Dr. Stort en Brasil.

Se utilizó el Diseño de Bloques al Azar en Arreglo Factorial 4 X 2, con 3 repeticiones.

Los extractos acuosos fueron aplicados por aspersión en la piquera y entre los marcos del alza, cinco minutos después,



se realizó la prueba de agresividad. La aplicación en el alimento se realizó en alimentadores Boardman, y al ser consumido el 75% ó más del extracto, se cuantificó la agresividad de las abejas.

La prueba de agresividad, desarrollada por Stort, con algunas modificaciones, se utilizó para medir la agresividad de las abejas después de haber suministrado los extractos acuosos; el procedimiento consistió en agitar (con un oscilador) un pedazo de tela (franela) oscura de 1 X 2 pulgadas a 5 centímetros de la piquera (Anexo 10) también se agitó manualmente un círculo de franela oscura de 3 pulgadas de radio a un metro arriba de la piquera durante 60 segundos, y se cuantificaron los siguientes parámetros: Tiempo en el que la primera abeja aguijonea, tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva, número de aguijones incrustados en la tela oscilando frente a la piquera y número de aguijones incrustados en la tela oscilando 1 metro arriba de la piquera.

Los datos obtenidos en cada parámetro de agresividad fueron procesados estadísticamente utilizando la Prueba de Barttlet's, Transformación con la fórmula \sqrt{X} en los casos necesarios, Análisis de Varianza y Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Ningún extracto acuoso resultó tóxico para la abejas, al contrario, mostraron valores negativos de mortalidad corregida.



Según el Método de Campo, el 23% de las colmenas estudiadas son africanizadas, 69.23% sospechosamente africanizadas y 7.69% son europeas. Genéticamente, según la Prueba desarrollada por Stort, las unidades experimentales (colmenas) poseen el 32.3% de genes correspondientes a "abejas africanizadas", el 23.9% genes de abejas híbridas (Africanizadas X Europeas) y el 47.75% poseen genes de abejas europeas.

Los extractos acuosos resultaron reducir la agresividad de las abejas en el parámetro: Tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva. No resultaron reducir la agresividad en los parámetros: Tiempo en el que la primera abeja aguijonea, número de aguijones incrustados en la tela oscilando frente a la piquera y oscilando 1 metro arriba de esta.

Los extractos acuosos de "naranja agria" y "hierba mora" resultaron estadísticamente más eficientes, al 1% de probabilidad. El extracto de "cinco negritos" también causó efectos significativos al 5% de probabilidad y no fue significativo el efecto causado por el extracto de "pito".

Los extractos acuosos aplicados en el alimento mostraron efectos superiores que los aplicados en aspersión para los extractos de "naranja agria", no así para el extracto de "hierba mora".

INTRODUCCION

La apicultura contribuye al beneficio de los seres humanos en todo el mundo con sus productos: La miel, cera, jalea real, polen y la polinización de especies vegetales. En El Salvador la producción anual de miel que supera las 5,600 toneladas, en un 45% contribuye a nuestra alimentación y el 55% restante es exportado, generando más de 10 millones de dólares para la economía nacional, además proporciona empleo directo e indirecto a unas 40,000 personas y sustento a sus familias.

Desde la llegada de la "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata) al país en el año 1985, se han observado diferentes problemas como: Accidentes que han ocasionado la pérdida de animales domésticos que contribuyen a la subsistencia de la población, diferentes personas han sido hospitalizadas por picadas de abejas y algunas han perdido sus vidas, muchos apicultores han abandonado sus apiarios, tienen graves limitantes para poder manejarlos y para ubicarlos, lo que trae como consecuencia la disminución en la producción, en la exportación, en los ingresos y en calidad de vida de muchos salvadoreños.

La causa de estos problemas, en parte, es la "agresividad" o defensividad de la "abeja africanizada", que posee las características de ser muy sensibles, atacan en masa



desplazándose muy rápido, defienden un amplio territorio y tardan mucho tiempo para calmarse después de un estímulo, realizan una persecución intensa del agresor y otras.

En nuestro país se han desarrollado diferentes actividades para disminuir el impacto de la "abeja africanizada": Campañas divulgativas para reducir accidentes y tecnificar muchos apiarios, capacitación de apicultores, erradicación de enjambres, cruces genéticos, uso de extractos vegetales para combatir sus enfermedades y otras.

En esta investigación se planteó el objetivo de identificar algunos extractos acuosos de plantas que reduzcan la agresividad de las abejas, para lo cual se utilizaron los extractos acuosos de "cinco negritos" (*Lantana camara*), "pito" (*Erythrina berteriana*), "hierba mora" (*Solanum nigrum*) y "naranja agria" (*Citrus aurantium*) al 5%, así como determinar el extracto acuoso que logre una mayor disminución de la agresividad de las abejas y seleccionar la mas eficiente forma de aplicación, entre aspersion y aplicación en el alimento, a fin de implementar los pasos iniciales para que en el futuro se pueda proporcionar a los apicultores de escasos recursos económicos una técnica de bajo costo, sencilla, con materia prima de fácil obtención, que no contamine el ambiente ni reduzca la producción de miel y le permita realizar su trabajo con menos limitantes.



REVISION DE LITERATURA

1.1. La Apicultura a través de la Historia.

Restos fosilizados en ámbar señalan que las abejas existen en la tierra desde hace unos 30 millones de años. Las abejas sociales del género Apis almacenadoras de miel, existen desde hace 10 a 20 millones de años. Se tienen muestras de una pintura rupestre encontrada en la Cueva de la Araña, Valencia (España), la cual indica que en la prehistoria, en el período Neolítico (7000 años antes de Cristo), el hombre ya recolectaba miel (saqueaba las colonias de abejas silvestres).

Un geroglífico de una abeja grabado sobre una tumba de Abyos, en el Bajo Egipto, que data de 5510 a.C., es la mas antigua huella de la época histórica.

Antes de la Era Cristiana, ya se practicaba la apicultura en Europa, se cuenta con una referencia que data de 600 años a.C. relativa al pago de un tributo en miel por Córcega a Etruria.

A medida que el hombre fabricó recipientes y utensilios fue utilizándolos para obtener miel. En algunas pinturas rupestres, se puede ver como recolectaban la miel utilizando vasijas, escaleras rudimentarias y ayudándose con humo como defensa.

Posteriormente, el hombre se acercó a las viviendas de las abejas (troncos huecos) para asegurarse la cosecha de miel, al inicio de la época Cristiana (Phillipe, 1990).



Este interés por querer controlar las abejas, originó la Apicultura propiamente dicha, o sea el cuidado de las abejas para obtener miel.

"La Apicultura, es la teoría y práctica del cultivo racional y tecnificado de las abejas melíferas, para su explotación racional" (Winston, 1979, citado por Barreño y otros, 1993) (Armstrong *et al.*, 1990) y la "Apidología, es el estudio científico de la biología e historia natural de la abejas melíferas" (Armstrong *et al.*, 1990).

En el Africa Oriental, desde tiempos inmemoriales, los campesinos crían abejas de una u otra raza, ya sea en troncos huecos suspendidos en los árboles, o en jarras esféricas invertidas y colocadas en la horquilla de los árboles, en forma de "Y".

Antes del descubrimiento de América, los pueblos del nuevo mundo recogían la miel de abeja sin aguijón pertenecientes a los géneros Trigona y Melipona. En México, el conquistador Hernán Cortés encontró una apicultura extensiva, y existen escritos sobre tributos pagados en miel a Moctezuma (Philippe, 1990; VIDA APICOLA, 1993).

Antes del año 1500 no habían en América abejas de la especie Apis mellifera, sino hasta muchos años después del descubrimiento de América, los colonizadores trajeron algunos enjambres de la raza Holandesa, que se distribuyó en todo el continente (Leíva, 1983).



En El Salvador, la apicultura, a través de los años ha presentado las siguientes formas:

1. Artesanal: Se realiza de manera manual y no existe una división del trabajo, la misma persona realiza todas las labores propias de esta actividad. Esta forma se ha venido desarrollando sin la aplicación de técnicas adecuadas, lo que ha resultado en menor producción por colmena.
2. Semitecnificada: Consiste en la incorporación de algunas técnicas al método artesanal.
3. Tecnificada: Se ha presentado en los apiarios con gran número de colmenas, éste método consiste en la aplicación de técnicas que han resultado de la investigación científica ('DGEA, 1980).

1.2. Especies y Razas de Abejas.

Las abejas pertenecen al orden Hymenóptera que comprende al menos 250000 especies (Philippe, 1990), de las cuales alrededor de 25000 son abejas que ya han sido identificadas, pero existen unas 40000 especies que no han sido identificadas.

Entre estas se encuentra la "abeja melífera" Apis mellifera, de la que se conocen 24 razas que tienen diferentes características físicas y de comportamiento, como son el color, tamaño del aguijón y susceptibilidad a enfermedades y otras (Apéndice 1)(Schmidt & McKenna, 1996).

Las diferentes razas de la abeja (Apis mellifera) se han agrupado en tres grandes grupos: Abejas Europeas, Abejas Africanas y Abejas Orientales (Durón, 1982).

1.3. La "abeja africanizada".

a) Origen.

Se tienen razones para pensar que el género Apis es originario de Asia, de la región del actual Afganistán. En el curso de las edades, se diferenció en las cuatro especies siguientes: A. dorsata y A. florea, A. mellifera y A. cerana.

Las dos primeras, que son asiáticas, sobreviven en regiones cálidas, la altitud límite donde se observa A. dorsata es de 1500 m., en el Himalaya, la abeja enana A. florea se observa en Dezful, en Irán. Las dos últimas se propagaron: A. mellifera por el Oriente, Europa y Africa, y A. cerana se propagó en el oeste, por la India e Indochina.

En las zonas climáticas donde se expandió Apis mellifera, debió adaptarse a los climas locales, tras innumerables generaciones formó razas naturales o geográficas también llamadas subespecies en taxonomía. Estas razas proceden de una selección natural y no son el resultado de una selección realizada por el hombre.

Entre estas subespecies de abejas, se encuentra la "abeja africanizada" Apis mellifera scutellata que se distribuye en las montañas de Africa oriental (Philippe, 1990), región con vegetación de bosque abierto llamado Miombo, abundante flujo de néctar y polen, clima cálido con una larga estación seca y



por la presencia de numerosos enemigos naturales (Ruttner, 1975 citado por Armstrong et al., 1990). Esta subespecie fue importada a Sao Paulo, Brasil y de allí se escaparon las reina que ahora tiene dispersa esta raza en casi toda América (Anónimo, 1997a.).

b) Introducción y Dispesión en América.

En Brasil, pese a su extensa área territorial, clima propicio para la apicultura, abundante y variada flora, en la década de los 50's ocupaba el 27º lugar mundial en la producción de miel. En 1956, para solucionar su problemática apícola, el gobierno autorizó la adquisición de ejemplares de Apis mellifera scutellata procedentes de las tierras altas de Africa oriental y austral. Adquirieron 170 reinas de las cuales sobrevivieron 46 tras el viaje de Sudáfrica a Rio Claro, un apiario de investigación a unos 160 kilómetros de Sao Paulo. Las hembras escogidas habían copulado ya con zánganos africanos y estaban listas para poner los huevos e iniciar nuevas colonias.

En 1957, meses después de la instalación de las colonias africanas, un visitante del apiario experimental levantó las pantallas de la entrada de las colmenas que impedían la huida de las reinas y escaparon 26 enjambres. Las colonias escapadas mas otras reinas de las colonias restantes que se distribuyeron entre los apicultores coadyuvaron para que hubiesen suficientes abejas africanas disponibles para



establecer poblaciones silvestres de abejas melíferas africanizadas en Brasil. Luego de varios años las colonias de origen europeo se habían tornado africanizadas a través del proceso de hibridación.

Las abejas africanizadas comenzaron a expandirse por todo el continente a una velocidad promedio de 200-500 Km./año (Armstrong *et al.*, 1990; Barreño, 1993; Rinderer *et al.*, 1994).

La "abeja africanizada" llegó en 1965 a Paraguay, en 1966 a Argentina, 1967 a Bolivia, 1968 a Uruguay, 1971 a Perú, 1974 a Guyana Francesa, 1975 a Surinam, 1976 a Guyana, 1977 a Venezuela, 1979 a Colombia y Barbados, 1981 a Ecuador, 1982 a Panamá (Durán, 1982) y a El Salvador en el año 1985 (Marcenaro, 1988a; Barreño, 1993; Rubink *et al.*, 1996), donde fueron detectadas con la ayuda de cajas trampa que también fueron utilizadas para detectar las zonas de mayor flujo de abejas africanizada (Marcenaro & Melara, 1986).

En Centroamérica, la dispersión de la "abeja africanizada" fue rápida (250-400 Km/año), debido a que aparentemente no existieron barreras biológicas y climáticas que restringieran su avance, pues la precipitación es menor de 2000 mm./año y la vegetación es diversa, además la topografía es relativamente plana (Barreño, 1993).

En el año 1989 fueron detectados los primeros enjambres de "abejas africanizadas" en México y en el año 1990 en Texas,



de "abejas africanizadas" en México y en el año 1990 en Texas, Estados Unidos. Una investigación de Rubink *et al.* (1996) con el fin de conocer la africanización y dinámica de los enjambres de las "abejas africanizadas" en el Norte de México y Sur de Texas, se realizó en dos trayectos que fueron establecidos, uno en el estado de Tamaulipas (México) y el otro en el Valle del Río Grande (Texas), el primero de 200 Km. de longitud, consistió de 63 cajas trampa y el segundo de 120 Km. de longitud albergó 36 cajas trampa, ambos trayectos se monitorearon durante 6 años.

Los resultados de su investigación reportan que el primer enjambre de "abeja africanizada" fue detectado en el año 1989 en el trayecto de México y en al año 1990 en Texas. A partir de los años 1992 y 1993 la "abeja africanizada" se observa completamente dispersa en sus áreas de estudio (Apéndice 2)(Rubink *et al.*, 1996).

c) Taxonomía.



Ubicación taxonómica de la "abeja africanizada":

REINO	:	Animal
PHYLUM	:	Arthropoda
ORDEN	:	Hymenoptera
SUBORDEN	:	Apocrita
CLASE	:	Insecta
SUPERFAMILIA	:	Apoidea



FAMILIA : Apidae
SUBFAMILIA : Apinae
GENERO : Apis
ESPECIE : mellifera (Durón,1982; Goncalves et al.,
1989; Molina, 1989; Barreño et al.,
1993)
SUBESPECIE : scutellata (Rinderer et al. , 1994)

d) Características Biológicas.

La "abeja africanizada" constituye una población genéticamente heterogénea y fenotípicamente variable. Por consiguiente los resultados experimentales acerca de su biología obtenidos en una región, pueden no ser aplicados en otras.

Una población de origen híbrido se espera que sea muy variable, y lo es más si está dispersa en una amplia zona (América) donde las poblaciones locales pueden diferir en grado de hibridización y donde pueden ser sometidas a selección natural en diversos hábitats (Armstrong et al., 1990).

Las "abejas africanizadas" se miran como cualquier otra abeja melífera, sin embargo son un poco más pequeñas que la abeja doméstica, sólo científicos con equipo especial de laboratorio pueden identificarlas (Anónimo, 1997b).

La "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata) posee



las siguientes características promedio:

Las abejas obreras, que son la mayoría en una colmena:

1. Poseen una longitud de 12.73 mm. y un peso de 60 a 90 mgr. recién nacidas o sin contenido intestinal.
2. Su color es semejante al de las abejas europeas, pero un poco más negras u oscuras, abdomen con 2-4 franjas amarillas (un poco más oscuras con respecto a la abeja europea) y el resto del cuerpo pardo oscuro cubierto con pelos amarillo claros.
3. El abdomen termina en punta un poco menos redondeada que el abdomen de las abejas europeas.
4. Cuando están en reposo muestran sus alas replegadas pero ligeramente abiertas y levantadas, en cambio las abejas europeas las muestran replegadas junto con el abdomen.
5. El tiempo de desarrollo en la celda es de 19 días en cambio para las abejas europeas es de 21 días.
6. En el tiempo que realizan mayor actividad viven aproximadamente 28 días .
7. Su vuelo es muy preciso, salen y entran de la colmena por la piquera volando en zig-zag.
8. Poseen un deficiente sistema de termoregulación en cuanto a calor o frío excesivo.
9. Tienen alta tendencia a pillar.
10. Sus celdas poseen una longitud de 4.7 a 4.9 mm.
11. Su actividad de pecoreo es mayor en las primeras horas del día y después de las 15 horas (actividad precuscular).
Sus viajes son rápidos, recolectan poca cantidad de



- néctar, el cual puede ser de bajo u alto contenido de azúcar. Gran cantidad de pecoreadoras recolectan polen (Medrano, s. a. b).
12. La "abeja africanizada" enjambra más frecuentemente que otras abejas melíferas.
 13. Son menos selectivas en cuanto al lugar para anidar y ocupan un espacio más pequeño que la abeja europea. Sus enjambres los ubica en cualquier lugar que ofrezca las condiciones mínimas.
 14. Son extremadamente protectoras de su colonia y cría (Schmidt & William, 1996).

En cuanto a las reinas de la Apis mellifera scutellata:

1. Emergen de la celda a los 15 o 16 días después de la oviposición.
2. Poseen un peso promedio de 196.26 mgr. al nacer y en postura pesan 240 mgr.
3. El tamaño de su cuerpo es de 16.55 mm. de largo.
4. Presentan el abdomen de color zanahoria y el resto del cuerpo pardo oscuro con pelos amarillo claro.
5. Son muy prolíficas, ponen más de 2000 huevos diarios.
6. Frecuentemente llena de cría todo el panal incluyendo las esquinas superiores.
7. En promedio copula 7.5 veces durante uno o más vuelos.

Los zánganos de la "abeja africanizada" poseen las características siguientes:

1. El color de su abdomen frecuentemente es pardo oscuro y el pelo amarillo claro.



3. Posee un tamaño mediano.
4. Son criados todo el año excepto cuando carecen de alimento.
5. Sus vuelos de apareamiento los realiza con más frecuencia entre las 14 y 17 horas.
6. Tiene una producción promedio de 7 millones de espermatozoides por milímetro cúbico (Medrano, s.a. b).

e) Desarrollo de la "abeja africanizada" .

El ciclo de desarrollo (en días) de las abejas africanizadas según Wiese (1970, citado por Armstrong *et al.*, 1990), es el siguiente:

PERIODO DE OVIPOSICION	REINA	OBRAERA	ZANGANO
Eclosión	3	3	3
Operculación de la celda	8	7-8	10
Emergencia del Adulto	15-16	19-20	24

f) Actividades de la Colonia.

Según Philippe (1990), no hay una división activa en el trabajo de una colonia de abejas, aunque haya una tendencia a una secuencia de actividades según edades. Esta aparente división del trabajo es el resultado de la constitución



genética de la abeja, de su reacción a estímulos externos y de su estado fisiológico en un momento y lugar dados.

El tipo de actividad de las abejas con relación a su edad depende esencialmente de su desarrollo fisiológico. Las actividades de las obreras según su edad son las siguientes:

- La limpieza de los alvéolos es realizada por abejas de 1 a 25 días de edad.
- La alimentación de las larvas es asegurada por obreras de 10 días de edad.
- La secreción de cera la realizan abejas de 12 a 18 días. Abejas mayores de los 18 días no pueden producir cera porque sus glándulas cereras comienzan a degenerar a partir del 15º día.
- La construcción de panales, el almacenamiento de polen, la recepción, el almacenamiento y ventilación de la miel, así como la colocación de los opérculos, son actividades de las obreras de 1 a 32 días.
- El pecoreo es una actividad para las abejas que tienen más de 20 días. La literatura menciona que las "abejas africanizadas" inician su labor de pecoreo más temprano que las abejas europeas y terminan más tarde. Las abejas pecoreadoras africanizadas al visitar una flor la marcan con la feromona 2-heptanona, así otra pecoreadora no pierde su tiempo en buscar o visitar otra flor (Marcenaro *et al.*, 1990).
- Las nodrizas de larvas de reina tienen edades entre 1 y 11 días.



- La guardería o defensa de la colonia es realizada por abejas que tienen más de 10 días de edad, porque las abejas de menor edad aun no tienen desarrolladas sus glándulas de veneno.

1.4. Defensa de la Colonia.

La defensividad o agresividad de la "abeja africanizada", "es una manifestación fenotípica, estrechamente relacionada con la defensa, sea esta individual o colonial, la cual es influenciada por estímulos físicos, químicos o ambientales", Stort & Goncalves (1979, citados por Marcenaro, 1988).

La agresividad de las abejas, también es definida como la propensión a atacar, es un acto contrario al derecho de otro y agresor es aquel que lo comete. En cambio la defensa es definida como la respuesta natural a la agresión.

Las abejas no son agresoras sino defensoras de su colmena, es decir, que ellas sólo atacan en defensa de su cría y de sus reservas de alimento, de las cuales depende la supervivencia de la colonia y por lo tanto de su propia especie (Marcenaro et al., 1990).

La defensa de la colonia la realizan las obreras en la colmena y las guardianas en la entrada de la piquera, así como a lo largo de los corredores aéreos próximos a la colmena que llevan al pecoreo.



La agresividad de las obreras depende de la raza, edad, abundancia de alimento, desarrollo de los ovarios de las obreras, de los colores y dimensiones de los objetos agresores, de los olores, de la fase del ciclo reproducción de la colonia y de las condiciones atmosféricas (Philippe, 1990).

El comportamiento de las abejas (fenotipo) es el producto de una interacción entre los factores genéticos (genotipo) y factores ambientales. La defensividad de la "abeja africanizada" no se puede considerar como solo una característica, sino constituida por varios aspectos, que se manifiestan de diferente forma en las diferentes subespecies y aún dentro de la misma subespecie, dependiendo de las condiciones a las que esté expuesta.

La defensividad de las abejas se considera de dos tipos:

a) Individual y

b) Colonial.

a) La Defensa Individual de las Abejas.

Se refiere a los órganos del insecto que le permiten responder cautelosamente a la naturaleza, como son los ojos simples que responden a intensidad bajas o pequeñas de luz, los ojos compuestos que responden a variaciones lumínicas de amplio campo visual, los órganos del olfato y tacto localizados en las antenas, así como las patas que responden a vibraciones transmitidas a través de medios sólidos (substrato). Pero la defensa individual, principal y básicamente la realizan mediante la utilización del aguijón



(Marcenaro, 1988b).

b) El Aguijón de la "abeja africanizada".

• Origen.

Los insectos provienen, por evolución, de artrópodos con un par de apéndices locomotores presentes en la mayoría de segmentos corporales. Muchos insectos han conservado los apéndices de algunos de sus anillos o segmentos abdominales (urómeros), pero en función diferente a la locomoción. Los apéndices de los urómeros VIII y IX, cuando están presentes en el insecto hembra, forman normalmente el ovipositor cuya función es de conducir los huevos hacia el sitio en que ellos deben ser puestos (Apéndice 3).

Entre los insectos, sólo los himenópteros aculeatos (hormigas y avispas depredadoras y abejas) han modificado evolutivamente el ovipositor en un órgano ponzoñoso (el aguijón) que es utilizado en la defensa individual o colonial. Por ser el aguijón un ovipositor modificado, los machos obviamente no tienen aguijón (Molina, 1989).

• Anatomía y Fisiología.

El aguijón es un ovipositor modificado para la inyección de veneno en lugar de huevos. Las obreras lo usan para la



defensa de la colonia y la reina lo usa para matar a otras candidatas para ser reinas de la colonia.

La parte punzante del aguijón tiene unos 2 mm. de longitud y está formada por la unión de tres estructuras: El estilete dorsal y las dos lancetas ventrales (Apéndice 4). El estilete posee distalmente tres pares de pequeños dientes laterales. Cada lanceta posee también distalmente, 9 ó 10 dientes laterales curvos a manera de arpón. A lo largo de la superficie superior de cada lanceta y su brazo, hay un canal abierto que se acopla a una especie de riel presente, para cada lanceta, a lo largo de la superficie inferior del estilete, del bulbo del estilete y de cada brazo del bulbo. Así las lancetas se deslizan bajo el estilete y su bulbo; los brazos de las lancetas se deslizan, a su vez, bajo los brazos del bulbo (Apéndice 4). La parte punzante del aguijón de la reina es más larga, más curva, con menos y más pequeños dientes que en la obreras.

Los dos bordes inferiores de ambas lancetas hacen contacto entre sí, de esa manera, entre las lancetas y el estilete y su bulbo, se forma el canal del veneno, el cual se agranda en el bulbo del estilete y se conecta con la bolsa de veneno. Dentro del bulbo del estilete, cada estructura posee una estructura que impulsa o bombea hacia el ápice del estilete y tejidos de la víctima, el veneno contenido en el canal del bulbo.

La glándula del veneno está constituida por un tubo largo, delgado, sinuoso y bífido. Las células epiteliales de



dicho bulbo secretan los componentes del veneno en numerosos canales diminutos que conducen al canal central de la glándula. Estas secreciones son almacenadas en la bolsa del veneno, la cual está recubierta internamente por una cutícula continua con la pared del cuerpo. La bolsa del veneno junto con la glándula de Dufor (Glándula básica) de función desconocida, se abre en la base del bulbo del estilete.

En reposo, la parte punzante del aguijón se encuentra retraída en la cámara del aguijón y dirigida hacia arriba, cubierta por las dos placa oblongas y los dos bulbos de la vaina del aguijón. En esta posición, las lancetas con su estilete y su bulbo se hayan paralelos a las placas oblongas y a la vaina del aguijón.

Al picar, la abeja simultáneamente dobla hacia abajo el extremo del abdomen, baja la parte punzante del aguijón (formando ángulo recto con la placas oblongas y la vaina del aguijón) y la protrae en el extremo abdominal, insertándola en los tejidos de la victima, entonces, comienzan rápidamente las lancetas a deslizarse alternativamente bajo el estilete y su bulbo, y a penetrar en la herida fijándose con sus dientes distales en tejidos cada vez más profundos (hasta más o menos 1 mm.) e inyectando, con cada movimiento de las lancetas, mayor cantidad de veneno en el cuerpo de la victima.

El aparato motor del aguijón consta de tres placas (la cuadrada, la triangular y la oblonga) situadas en cada lado de su base, placas en donde se insertan los músculos que los accionan.



Después de picar, la abeja se aleja de la víctima, pero si el aguijón está insertado en tejidos elásticos que se cierran alrededor de él, los dientes de las lancetas impiden que la abeja retire su aguijón; éste queda en la piel de la víctima junto con otros órganos vitales, por lo que la abeja muere poco tiempo después. En la víctima, el aguijón queda con el aparato nervioso y motor que lo acciona, allí continúa inyectando veneno.

La abeja puede sobrevivir después de picar a otros insectos, ya que puede retirar el aguijón del cuerpo de éstos (Molina, 1989).

• El veneno.

La producción de veneno en las obreras se inicia poco después de emerger como individuos adultos y continúa hasta que la abeja tiene unos 15-20 días de edad, después de lo cual la producción es poca o nula. A esta edad la abeja tiene llena su bolsa de veneno y puede tomar la función de guardiana y participar en la defensa de su colonia.

El veneno, es un líquido claro y de reacción ácida. Contiene 88% de agua y proteínas, péptidos, aminos, azúcares, fosfolípidos, aminoácidos y compuestos volátiles (Apéndice 5).

Entre los principales componentes del veneno se destacan la melitina, la fosfolipasa A_2 , la hialurodinasa, la apamina, el péptido MCD y la histamina. La hialurodinasa y la histamina facilitan la penetración y dispersión de otros componentes del

veneno en los tejidos de la víctima, la fosfolipasa A₂ y la melitina atacan las membranas celulares y causan la destrucción (lisis) de las células atacadas, el péptido MCD causa la degranulación de los mastocitos: hace que ellos liberen histamina contenida en sus vesículas y la apamina actúa sobre los sistemas nervioso central y periferal a nivel de sinapsis (Molina, 1989).

Estudios realizados en Brasil por Mello (1970) citado por Molina (1987) y por Marcenaro (1988b), reportan que no existen diferencias cualitativas entre el veneno de las abejas africanas y las italianas.

c) La Defensa Colonial o Colectiva de las Abejas.

La defensa colonial es la suma de las repuestas defensivas individuales de los miembros de la colonia, a una serie de estímulos que actúan en rápida frecuencia (Molina, 1989).

La defensa colonial está relacionada con la característica de las abejas de ser insectos sociales y como tal se organizan convenientemente para defenderse mejor, en grupo o colectivamente. Para ello son capaces de comunicar al resto de la colonia las perturbaciones que impidan el normal desarrollo y estabilidad de la colonia (Marcenaro, 1988b).



Las abejas realizan dicha comunicación gracias a las feromonas, que son sustancias producidas por un organismo pero que ejerce su acción en otro organismo de su misma especie.

La reina, produce varias feromonas, que son conocidas como feromonas de la reina, mediante ellas la reina inhibe en las obreras el desarrollo de sus ovarios y el instinto de construir celdas reales. Entre los componentes químicos de dichas hormonas está los ácidos 9-mxodecenoico y 9-hidroxidecenoico .

Las obreras también producen feromonas para la defensividad colectiva, como es el caso de las feromonas de alarma, que están constituidas por isopentil acetato o acetato de isopentilo y la 2-heptanona (Chavarría, 1986), (Philippe, 1990).

El isopentil acetato, es secretado por las glándulas asociadas con el aguijón y su producción aumenta gradualmente hasta una cantidad inferior a 1 mg/abeja a los 20 días de adulta. La 2-heptanona, es secretada en las glándulas mandibulares y su producción también aumenta gradualmente hasta la edad de 14 días cuando logra un máximo de 18.8 mg/abeja (Chavarría, 1986).

Cuando una obrera se encuentra en una situación de peligro, saca su aguijón, emite la feromona de alarma y clava su aguijón aserrado en el enemigo, el cual queda marcado para seguir emitiendo esta feromona (Philippe, 1990).



Investigaciones realizadas, muestran que aparentemente no existen diferencias en la producción de estas feromonas, entre abejas africanizadas y europeas (Chavarría, 1986).

El comportamiento defensivo de la "abeja africanizada" posee las siguientes características:

1. Defienden un territorio muy amplio alrededor de su colmena (200 mts.).
2. Son altamente sensibles a los ruidos, movimientos y vibraciones, perfumes, esencias y olores desagradables.
3. Después de un estímulo, se calman después de varias horas.
4. Prefieren picar con mucha más intensidad y en mayor número sobre áreas oscuras y ásperas que sobre materiales claros y lisos.
5. Liberan grandes cantidades de feromonas de alarma (Medrano, s. a.), 5 veces mayor que la producida por las abejas europeas (Armstrong et al., 1990).
6. Alta velocidad para atacar (12-15 millas/hora) (Anónimo, 1997b).
7. Atacan en masa (92 picadas en 5 segundos).
8. Realizan una persecución intensa del agresor (hasta 800 metros) (Medrano, s. a. b).
9. Son más rápidas, más activas, más nerviosas o más excitables que las abejas europeas, Goncalves (1972 y 1974 citado por Barreño, 1993).



Stort (1970, 1971, 1972, 1975 y 1980 citado por Goncalves et al. 1989), desarrolló un método tendiente a cuantificar la defensividad de las abejas y a su vez estudiar la genética de este comportamiento. Este método consiste en balancear frente a la entrada de la colmena (piguera) una bola de gamuza, de color negro y de 2 centímetros de diámetro, durante un minuto y a una distancia de 5 centímetros de la piguera, tomando en cuenta los siguientes aspectos, para los cuales se ha observado existe una enorme variación:

- a) Tiempo al cual la primera abeja aguijonea la bola de gamuza.
- b) Tiempo que gasta la colmena para tornarse totalmente defensiva.
- c) Número de aguijones dejados en los guantes del observador.
- d) Número de aguijones dejados en la bola de gamuza.
- e) Distancia de persecución.
- f) Tiempo que toma la colmena para calmarse.

Para sus investigaciones Stort, utilizó colonias africanizadas, italianas, híbridos F1 y retrocruzamientos africanizados e italianos, con reinas inseminadas artificialmente, con un solo macho.

De dichas investigaciones, se concluyó que la defensividad de las abejas es un comportamiento que se puede dividir en varios aspectos y que cada uno de estos aspectos está controlado por uno o más pares de genes, como lo detalla el Apéndice 6 (Goncalves et al., 1989).



La agresividad de la "abeja africanizada" varía mucho de una región a otra, de una estación a otra y de un día para otro, dependiendo de las condiciones previas y presentes. La agresividad es variable y una colonia que es fácil de manejar un día puede no serlo el día siguiente, Michener (1975 citado por Marcenaro *et al.*, 1990).

1.5. Impacto de la "abeja africanizada" en la Sociedad.

La presencia de la "abeja africanizada", ha causado impacto, principalmente en los siguientes niveles:

a) Impacto Sobre el Público.

La "abeja africanizada" es un nuevo insecto molestia para muchas personas, pero no cambiará su estilo de vida, trabajo y recreación (Anónimo. 1997b)

A causado impacto, el sensacionalismo publicitario alrededor del tema. lo que a la vez, puede haber originado intentos imprudentes, a veces fatales, de destruir enjambres y nidos de abejas.

Muchos casos de ataques por avispas han sido atribuidos erróneamente a la abeja africanizada, debido a que la gente no está capacitada para evaluar adecuadamente la información que recibe y se deja envolver emocionalmente por ella.

Existe un amplio espectro de reacciones psicológicas humanas frente a los insectos, en este caso las abejas, que pueden ir desde una fobia hasta la filia, Crame (1976 citado por Marcenaro *et al.*, 1990).



En algunos lugares, personas y animales han sido picados hasta la muerte, la mayoría de personas no pudieron escapar de la rapidez de las abejas (Anónimo, 1997b).

Los casos de muertes humanas por "abejas africanizadas", son proporcionalmente similares a las causadas por otras razas de abejas, en otras regiones apícolas del mundo y mucho menores que las muertes causadas por accidentes automovilísticos o por ataques de humanos a humanos.

Se calcula que cerca del 1% de la población humana es hipersensible (alérgica) al veneno de las abejas y para ellas una sola picada puede ser fatal. En estas raras ocasiones, la persona puede morir dentro de los 30 minutos siguientes si no recibe pronta atención médica, que normalmente consiste en administración de adrenalina, antihistaminas y compresas de hielo.

Una persona normal requiere que por lo menos 500 abejas lo piquen en un tiempo corto para que muera por toxicidad directa (Marcenaro et al., 1990).

b) Impacto sobre Gobiernos y Comunidad Científica.

El impacto de la "abeja africanizada" en los ciudadanos tiene impacto sobre los gobiernos y científicos interesados por el bien de la comunidad.

Los gobiernos, responden aportando partidas para realizar estudios, campañas divulgativas de información o programas de



ayuda a los apicultores.

La comunidad científica da una respuesta, en el sentido de discernir la verdad de la situación y sugerir posibles medidas preventivas o combativas, además, en cuanto a la búsqueda de los principios fundamentales que expliquen los fenómenos observados (Armstrong *et al.*, 1990).

c) Impacto Sobre la Apicultura y la Economía.

Las características indeseables de la "abeja africanizada" han ocasionado el abandono de la actividad apícola por parte de muchos apicultores, en su mayoría campesinos de escasos recursos económicos en el área centroamericana (MAG & OIRSA, 1984).

Se presenta la dificultad para ubicar los apiarios, pues se deben retirar de zonas pobladas y no se encuentran lugares adecuados para ubicarlos (Durán, 1984).

La disminución del número de apicultores, debido a la africanización de sus colonias ha causado una disminución en la producción de miel y cera.

La actividad apícola sobrevive en los apicultores más experimentados y que pueden modificar sus prácticas de manejo, adaptándolas a este tipo de abeja.

El abandono de la actividad apícola ha repercutido negativamente en la economía de los países afectados por la



disminución de las divisas procedentes de las exportaciones de miel de abejas y otros productos (MAG & OIRSA, 1984).

Según Anónimo (1997b), en algunas regiones de Centroamérica y Sur América, las abejas no manejadas, redujeron la producción de miel en un 60-70% o más, en gran parte debido a la competencia por el néctar disponible.

1.6. Importancia de la Apicultura.

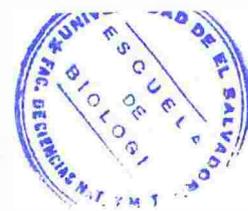
a) Producción de miel y cera.

La importancia de la miel de abejas a nivel mundial, se puede evidenciar por la producción y consumo mundial al año, que es de 900,000 toneladas, de la cual, el 60% procede de exportaciones de siete productores: México, China, Argentina, Australia, Canadá, la ex-URSS y Hungría.

Más del 60% de dichas exportaciones van hacia 4 países: República Federal de Alemania, Estados Unidos, Japón y Reino Unido (Jean-Prost, 1995).

En los Estados Unidos, las abejas, producen cerca de 150 millones de dólares por miel al año (Anónimo, 1997b).

La apicultura de El Salvador, en los últimos 37 años, ha mostrado un gran incremento en cuanto al número de apiarios, número de apicultores, número de colmenas, producción nacional de miel e ingresos económicos para los salvadoreños, como lo muestra el Anexo 7, en el cual se puede apreciar como



en 1960, en El Salvador, habían registros de 42126 colmenas que produjeron 472 Toneladas de miel, en cambio, en el año 1990 El Salvador poseía registros de 174000 colmenas que produjeron 5500 Toneladas de miel que generaron ingresos aproximados de 80 millones de colones (DGEC, 1967; DGEA, 1980; DURON, 1982; DURON, 1984; BCR, s. a.; LPG, s. a.).

Actualmente los productos apícolas que cuentan con mayor mercado nacional e internacional son: La miel, la cera la jalea real y el polen (Maldonado, 1995).

La miel de abejas, es un producto de mucha importancia que genera divisas para la economía nacional y que ha tenido un comportamiento creciente en los últimos años (Apéndice 8).

Este producto agroexportable clasificado dentro de las exportaciones no tradicionales del país es uno de los más importantes de este rubro de exportación, junto con el ajonjolí, melón, okra, brócoli, limón, sandía, semilla de marañón, jocote, arrayán y bálsamo natural.

Los países destino de las exportaciones de miel de abeja de El Salvador, son: Estados Unidos, Alemania, Inglaterra,

² DGEC, Dirección General de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía.

³ DGEA: Dirección General de Economía Agropecuaria, Ministerio de Agricultura.

⁴ LPG: La Prensa Gráfica.



España y Costa Rica (UAP³, 1993).

Además de miel, la industria apícola produce cera, polen, jalea real, propóleos, veneno de abejas, reinas y paquetes o núcleos de abejas, productos que tienen demanda en el comercio nacional e internacional.

b) Polinización.

El principal beneficio de la apicultura, es la polinización de cultivos (Armstrong *et al.*, 1990), con la cual contribuye a incrementar la producción y calidad de las verduras, frutas, nueces, semillas y fibras.

Es tanto el beneficio proporcionado por las abejas al polinizar, que en los Estados Unidos, una de cada tres dietas de los estadounidenses está indirectamente o directamente dependiendo de la polinización realizada por las abejas.

En este mismo país, se estima que el beneficio de la polinización por parte de las abejas, tiene un valor económico de 9 billones de dólares al año y sólo en Texas, es valorado en 480 millones de dólares al año, beneficio que es mucho mayor a la producción anual de miel que es de 150 millones de dólares (Anónimo, 1997b).

La muerte de muchas especies naturales polinizadoras debido a la destrucción de hábitats o por envenenamiento debido a insecticidas, hace más grande la demanda de abejas

³UAP, Unidad de Análisis de Políticas Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Ganadería.



melíferas como agente polinizador. Hoy en día en los Estados Unidos, existe una creciente demanda por servicios de polinización. En 1978, estos servicios se pagaron a un promedio 10-12 dólares por colmena. Se estima que cerca de 90 especies de plantas cultivadas en ese país dependen en mayor o menor grado de la polinización por abejas.

El valor económico de la abeja melífera como productora de miel y cera es pequeño comparado con su valor como polinizadora (Armstrong *et al.*, 1990).

1.7. Mejoramiento e Investigación de la "abeja africanizada".

a) Cruzamiento y Selección.

El impacto de la "abeja africanizada", la necesidad de reducir o evitar aquellas características que hacen difícil su manejo y mantener su buena producción, ha llevado a la realización de investigaciones de mejoramiento y selección que exigen personal científico costosos y que arroja resultados después de muchos años.

La mejora de las abejas fue emprendida sobre una base genética hace unos 80 años en Europa y en los Estados Unidos.

Los caracteres buscados en los trabajos de mejora son principalmente los siguientes: Reinas muy buenas ponedoras, débil inclinación de las colonias a la enjambración, colonias que se mantengan fuertes en invierno, resistentes al frío, obreras buenas pecoreadoras y muy buenas productoras de miel,



ahorradoras en invierno y resistentes a enfermedades.

Hasta ahora se han usado tres métodos de cruzamientos: Fecundación al azar de reinas elegidas por las cualidades deseadas, fecundación de las mismas reinas en lugares aislados por machos conocidos y fecundación artificial completamente controlada.

Se han realizado diferentes investigaciones alrededor del mundo para mejorar las características de las abejas africanizadas, pero quedan por explorar enormes posibilidades en la selección y cruzamiento de las abejas. Se han conseguido hasta ahora pocos resultados, porque los métodos son difíciles de aplicar (Philippe, 1990).

Para tener éxito en un programa de mejoramiento genético de abejas, es necesario tener un "pie de cría" con reinas "matrices" seleccionadas que presenten características deseables y que serán utilizadas para la producción de reinas y zánganos para el programa.

Existen muchos programas de selección realizados, que difieren en las características elegidas a seleccionar (aumento de la producción de miel, aumento de peso de la colonia, aumento de la resistencia a enfermedades, aumento o reducción de la actividad enjambrado (Marcenaro *et al.*, 1989).

b) Uso de repelentes.

Los apicultores han usado diferentes productos químicos



para controlar las abejas, desde hace mucho tiempo: El humo, que al entrar en contacto con las abejas, las alerta y calma, pues al sentirlo, de inmediato se llenan el estómago de miel, preparándose para abandonar la colmena y evadir la fuente de humo, lo que hace que tengan menos habilidad para picar (Chavarria, 1986).

También se pueden usar productos químicos para disminuir la defensividad de las abejas, entre esos productos se puede mencionar el Nitrato de Amonio, del cual se agrega media cucharadita en el ahumador, que al contacto con el calor se transforma en el gas: Oxido Nitroso o Anhídrido, el cual adormece a las abejas durante un período aproximado de 3 minutos (Medrano, s. a.). Otra alternativa, es usar mantas humedecidas para cubrir las barras superiores de los panales, que se remueven parcialmente para que quede abierto sólo el sitio del panal (Handall, s. a.), estas mantas deben estar humedecidas con repelentes como el ácido fénico o benzaldehido (Woyke, 1980).

Collins *et al.* (1996) en los Estados Unidos, investigaron 4 productos químicos comerciales con el objetivo de conocer su efecto como repelente de las abejas, los productos químicos evaluados fueron: Tres repelentes de mosquitos (dietil-meta-toluamida (DEET), 2-etil-3-hexadiol y dimetilfalato) y dos componentes conocidos como repelentes de abejas melíferas (benzaldehido y mentol), fueron aplicados en abejas europeas en Texas y en abejas africanizadas en México. Cuando el



producto químico en aerosol fue aplicado a las guardianas, todos los productos redujeron significativamente el número de abejas alrededor de la víctima y el número de picadas incrustadas en una manta.

Un gran número de materiales podrían ser desarrollados como repelentes para ser usados en situaciones de emergencia y así reducir los riesgos en el manejo diario de las abejas (Collins *et al.*, 1996).

Existen muchas pruebas de que distintas especies de plantas poseen compuestos atrayentes unidos al néctar y su polen. El aislamiento e identificación de dichas sustancias sería de mucha utilidad en la apicultura. Lo mismo sucedería con sustancias que tengan efecto como repelente de las abejas (Mcgregor, 1974).

En diferentes lugares del mundo y en El Salvador, los extractos de plantas han sido investigadas y usadas para el control natural de insectos que se constituyen plaga en los cultivos. Actualmente, en la Unidad Apícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería, se están investigando diferentes extractos vegetales que pudiesen erradicar la varroasis en las abejas.

También diferentes extractos de plantas han sido investigados y usados en diferentes lugares del mundo para calmar, repeler, dormir, prevenir picadas y tranquilizar las abejas, como se puede ver en el Apéndice 9 (Crame, 1990).



MATERIALES Y METODOS

DISEÑO EXPERIMENTAL.

2.1. Descripción del Area de Trabajo.

La presente investigación, se realizó en dos lugares: El apiario de la Unidad Apícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicado en el Cantón el Matazano, Municipio de Soyapango, Departamento de San Salvador, situado en las coordenadas 13°42'12" Latitud Norte y 89°09'00" Longitud Oeste (IGN, 1985), y en un apiario privado de la Sociedad Cooperativa de Apicultores de El Salvador, ubicado en la Colonia Vista al Lago, Cantón El Jocote jurisdicción del Municipio de Ilopango, Departamento de San Salvador, al cual corresponden las coordenadas 13°41'37" Latitud Norte y 89°06'33" Longitud Oeste (IGN, 1986). En el primero, se realizó la prueba de toxicidad y en el segundo la fase experimental.

Durante los fechas que se realizó la fase experimental, se observaron, las siguientes condiciones climáticas: Temperatura máxima promedio de 28.6 grados centígrados, temperatura mínima promedio de 20 grados centígrados, oscilación promedio de las temperatura de 9 grados centígrados, temperatura ambiente promedio de 22.37 grados centígrados, humedad relativa promedio de 86.10 % y precipitación promedio de 15.29 mm/día (MAG, 1995).



2.2. Fase Preliminar.

Las hojas de "cinco negritos" (*Lantana camara*), "pito" (*Erythrina berteroana*) y "naranja agria" (*Citrus aurantiun*), fueron colectadas en el Parque Saburo Hirao y en el Lago de Ilopango, y las hojas de "hierba mora" (*Solanum nigrum*), fueron compradas en el Mercado Central de San Salvador.

Las hojas colectadas fueron lavadas, maceradas al fresco, hasta obtener el extracto puro que luego fue colado para separar las fibras, posteriormente se disolvió en agua hasta lograr una concentración del 5%, usando para hacer este cálculo la fórmula química:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

Donde:

V_1 = Volumen inicial

C_1 = Concentración inicial

V_2 = Volumen final

C_2 = Concentración final (Garritz & Chamizo, 1993).

Posteriormente el volumen de cada extracto al 5% se hirvió y luego se almacenó en refrigeración.

a) Prueba de Toxicidad.

Para evaluar posibles efectos tóxicos de los extractos acuosos en las "abejas", en el apiario del



Ministerio de Agricultura y Ganadería, se usó equipo de protección y una red entomológica para capturar muchas "abejas" de diferentes colmenas, las que fueron ubicadas en pequeñas jaulas hechas de plywood y vidrio. Se usaron 9 jaulas con abejas, de las cuales una sirvió como patrón o testigo y las 8 restantes recibieron la aplicación en aspersion y en el alimento de cada uno de los 4 extractos acuosos en estudio, se observó el número de abejas vivas y abejas muertas, a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas. Con los datos de número de "abejas muertas" se calculó el porcentaje de mortalidad de la jaula testigo y de las jaulas a las que se les aplicó cada tratamiento, para luego calcular la Mortalidad Corregida por medio de la fórmula:

$$\text{Mortalidad Corregida(\%)} \text{ Me} = \frac{X-Y}{100-Y} (100)$$

Donde:

X = % de mortalidad en el tratamiento y

Y = % de mortalidad en el testigo (López Olguín *et al.*, 1994).

b) Selección de las Unidades Experimentales.

A fin de lograr la mayor uniformidad posible en las colmenas, estas fueron seleccionadas de acuerdo a las siguientes características:

-Alta población de obreras.



- No ser colmenas huérfanas.
 - Poseer una reina con alta postura.
 - Tener muchos panales con cría en diferentes estadios.
 - Estar libres de plagas y enfermedades.
 - Mostrar alta actividad.
 - Observar factibilidad para realizar la prueba, de acuerdo a la pendiente donde se encontraba la colmena.
- c) Determinación del Nivel de Africanización del Apiario.

Para conocer el porcentaje de africanización de las colmenas se usaron 2 métodos:

c.1. Método de campo: Que consiste en medir diez celdas consecutivas de panal nuevo de "abejas" obreras. Si dichas celdas miden de 4.7 mm. a 4.9 mm. corresponden a celdas de "abejas africanizadas", si miden entre 5.0 y 5.2 mm. corresponden a "abejas" sospechosamente africanizadas y si las celdas miden más de 5.2 mm. corresponden a "abejas europeas" (Rodríguez, 1987; Medrano, s. a.).

Se calculó el porcentaje de colmenas africanizadas, sospechosamente africanizadas y europeas, usando las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ AFRICANIZADAS} = \frac{\text{Nº colmenas africanizadas}}{\text{Nº total de colmenas revisadas}} \times 100$$

$$\% \text{ SOSPECHOSAMENTE AFRICANIZADAS} = \frac{\text{Nº colmenas sospechosamente african.}}{\text{Nº total de colmenas revisadas}} \times 100$$



% EUROPEAS = $\frac{\text{Nº colmenas europeas}}{\text{Nº total de colmenas revisadas}} \times 100$

Nº total de colmenas revisadas (Rodríguez, 1987).

c.2. Prueba de Agresividad Desarrollada por Stort (1970) en Brasil para comparar el comportamiento defensivo (agresividad) entre "abejas africanizadas" y "europeas", que se detallará en la fase experimental.

2.3. Fase experimental.

a) Prueba de Agresividad Utilizada para Cuantificar el Comportamiento Defensivo de las Abejas.

Para cuantificar la agresividad de las "abejas", se usó la prueba desarrollada por el Dr. Stort en Brasil, con algunas modificaciones, para cuantificar la defensividad de las "abejas" y a su vez estudiar la genética del comportamiento (Goncalves et al., 1989).

Este método consistió en balancear frente a la entrada de la colmena (piquera) una franela oscura de 3 X 5 pulgadas, simultáneamente se balanceó un círculo de franela oscura de 3 pulgadas de radio, durante un minuto, y se cuantificaron los siguientes aspectos:

- Tiempo en el que la primera "abeja" aguijonea la franela oscilando frente a la piquera.



- Tiempo en el toda la colmena se tornar totalmente agresiva.
- Número de agujones dejados en la franela oscilando frente a la piquera.
- Número de agujones dejados en la franela oscilando 1 metro arriba de la piquera.

En esta investigación, la prueba original desarrollada por Stort fue modificada debido a que la pendiente del terreno donde estaba ubicado el apiario, limitó la cuantificación de la distancia de persecución y el tiempo que toma la colmena para calmarse.

Otra modificación consistió en usar una pieza de franela oscura, de 1 x 2 pulgadas, balanceada por un oscilador a una distancia de 5 centímetros de la piquera en lugar de la bola de gamuza, y una pieza circular de franela, de 3 pulgadas de radio, balanceada a un metro arriba de la piquera, en lugar de los guantes del apicultor (Apéndice 10).

Fue necesario realizar estas modificaciones, por su mayor factibilidad económica, pues de lo contrario, se hubiese necesitado un gran número de bolas de gamuza y guantes para evitar que las feromonas isopentil acetato y 2-heptanona, involucradas en la defensividad de las "abejas" provocaran alteración de la agresividad de las otras colmenas en estudio y por lo tanto hubiesen alterado los resultados de la investigación.



Utilizando esta prueba, se cuantificó la agresividad de las colmenas sin haber aplicado los extractos acuosos y en la realización de un ensayo preliminar con el fin de conocer el tiempo (5, 10 y 15 minutos) al cual se cuantificaría la agresividad de las "abejas", luego de haber aplicado los extractos acuosos por aspersión.

b) Cuantificación de la Agresividad Luego de la Aplicación de los Extractos Acuosos.

Antes de medir el posible efecto de los extractos acuosos en el comportamiento defensivo de las "abejas africanizadas", se aplicaron los extractos acuosos en aspersión, que se realizó utilizando un atomizador con el cual se roció en la piquera y en las divisiones de los marcos del alza (Apéndice 11), y la aplicación en el alimento, consistió en suministrar los extractos acuosos mezclados en el alimento de las "abejas", en alimentadores Boardman (Apéndice 12).

En cada observación del experimento, luego de aplicar el extracto acuoso en aspersión, a los 5 minutos se cuantificó la agresividad de las "abejas africanizadas" utilizando la prueba de agresividad desarrollada por el Dr. Stort. Al aplicar el extracto acuoso en el alimento, se cuantificó la agresividad luego que la colmena hubiese terminado los 450 ml. del alimento que contenía el extracto o el 75% de este.



2.4. Diseño de Bloques al Azar en Arreglo Factorial 4 X 2 con 3 repeticiones.

En la presente investigación se evaluó el efecto de 4 extractos acuosos: "cinco negritos" (Lantana camara), "pito" (Erythrina berteroana), "hierba mora" (Solanum nigrum) y "naranja agria" (Citrus aurantium), que fueron aplicados de 2 maneras: En aspersion y en el alimento de las abejas, haciendo un total de 8 combinaciones o tratamientos que son:

E1As : "cinco negritos" (Lantana camara) aplicado en aspersion

E1A1 : "cinco negritos" (Lantana camara) aplicado en el alimento

E2As : "pito" (Erythrina berteroana) aplicado en aspersion

E2A1 : "pito" (Erythrina berteroana) aplicado en el alimento

E3As : "hierba mora" (Solanum nigrum) aplicado en aspersion

E3A1 : "hierba mora" (Solanum nigrum) aplicado en el alimento

E4As : "naranja agria" (Citrus aurantium) aplicado en aspersion

E4A1 : "naranja agria" (Citrus aurantium) aplicado en el alimento (Apéndice 13)

Se utilizaron 24 colmenas, que se dividieron en 3 bloques de colmenas (C1, C2, C3) a las que se aplicaron los 4 extractos en las dos formas de aplicación mencionadas.



2.5. Análisis Estadístico.

La agresividad de las abejas es un comportamiento que se puede dividir en varios aspectos o parámetros, los cuales están controlados por uno o más pares de genes (Goncalves *et al.*, 1989), además se expresan en unidades de medida diferentes, por estas razones los datos obtenidos fueron analizados utilizando dicha división del comportamiento defensivo, en los siguientes aspectos o parámetros:

- Tiempo (seg.) en que la primera abeja aguijonea.
- Tiempo (seg.) en que toda la colonia se torna agresiva.
- Número de aguijones incrustados en la tela oscilando frente a la piquera.
- Número de aguijones incrustados en la tela oscilando 1 metro arriba de la piquera.

Las pruebas estadísticas utilizadas para cada parámetro de agresividad anteriormente mencionados, fueron las siguientes:

a) Prueba de Bartlett's.

Se realizó en cada parámetro de agresividad evaluado, con el objetivo de conocer si las varianzas de los tratamientos eran homogéneas.



Cálculos realizados:

a.1. Los datos que resultaron en cada parámetro de agresividad evaluado, se agruparon en tablas conteniendo los promedios por cada repetición.

Partiendo del cuadro de promedios, se calculó la Varianza Individual (S_i^2), la Varianza Codificada (S_i^2 Codif.), que fue codificada en base a 1000 y se calculó el Logaritmo de la Varianza Codificada (Log S_i^2 Codif.).

a.2. Cálculo de la χ^2 Cuadrada No Corregida, a través de la fórmula:

$$\chi^2 = 2.3026 [(\sum \text{g.l. de tratamientos} \times \text{Log. prom. } S_i^2 (\text{Codif.})) \\ (\text{g.l. para cada tratamiento} \times \text{Log. } S_i^2 \text{ Codif.})]$$

Donde:

2.3026 = Logaritmo natural de transformación de la base decimal (Ln (10)), es decir de su logaritmo común.

\sum g.l. = Sumatoria de los grados de libertad de todos los tratamientos.

g.l. trat. = Grados de libertad de cada tratamiento.

Log. S_i^2 codif. = Logaritmo de la varianza media codificada de todos los tratamientos.

\sum log. S_i^2 (codif.) = Sumatoria de los logaritmos de las varianzas codificadas.



a.3. Cálculo del Factor de Corrección, por medio de la fórmula:

$$C = 1 + \frac{1}{3(\text{g.l. Tot. Trat.})} \left[\frac{\text{No Trat.}}{\text{g.l./trat.}} - \frac{1}{\text{g.l. de trat.}} \right]$$

Donde:

C = Factor de corrección.

g.l. (trat.) = Grados de libertad total de tratamientos.

No. Trat. = Número de tratamientos del experimento.

g.l. (trat.) = Grados de libertad para cada tratamiento.

Σ g.l. = Sumatoria de los grados de libertad de tratamientos.

a.4. Cálculo del Valor de X^2 ajustada, con la expresión siguiente:

$$X^2 \text{ ajustada} = \frac{X^2 \text{ no ajustada}}{C}$$

a.5. El valor X^2 ajustada calculado, se comparó con el nivel de significancia de la Tabla de Ji cuadrada (X^2), utilizando para ello los g.l. de tratamientos y el nivel de significancia de 0.01 (Arévalo & Nuila, s. a.; Little & Hills, 1976).

En los parámetros de agresividad donde no hubo homogeneidad de las varianzas, los datos fueron transformados utilizando la fórmula \sqrt{X} (Tablas 9, 11 y 12)(Steel &



Torrie, 1988), para poder realizar el Análisis de Varianza.

b) Análisis de Varianza.

Partiendo de los promedios de cada repetición por tratamiento, para cada parámetro de agresividad evaluado (Tablas 9, 10, 11 y 12) y de los promedios para cada extracto acuoso y sus formas de aplicación, se calculó:

b.1. El Factor de Corrección (FC):

$$FC = \frac{Y^2}{N}$$

Donde:

Y = Es el gran total.

N = Es el número de datos u observaciones de donde proviene el gran total.

b.2. Suma de Cuadrados Total (S.C. Total):

$$S.C. Total = \sum Y^2_{ijk} - FC$$

Donde : Y_{ijk} = Cada una de las observaciones o datos del experimento.

FC = Factor de Corrección.

b.3. Suma de Cuadrados de Bloques (S.C. Bloques):

$$S.C. Bloques = \sum Y_{jt}^2 - FC$$

t

Donde:



Y_j = Observaciones o datos de cada bloque.

t = Número de tratamientos del experimento.

b.4. Suma de Cuadrados de Tratamientos (S.C. Tratamientos):

$$\text{S.C. Tratamientos} = \sum_r \frac{Y_i^2}{r} - FC$$

Donde:

Y_i = Observaciones de cada tratamiento.

r = Repeticiones del experimento.

b.5. Suma de Cuadrados del Error Experimental (S.C. Error):

$$\text{S.C. Error} = \text{S.C. Total} - \text{S.C. Tratamientos} - \text{S.C. Bloques.}$$

b.6. Suma de Cuadrados del Factor A (S.C. Extractos):

$$\text{S.C. Extractos} = \sum Y_i^2 / b_n - FC$$

Donde :

Y_i = Representa el total de los niveles del factor A
(Extractos Acuosaos).

b = Número de Niveles del Factor B (Formas de Aplicación).

n = Número de repeticiones del experimento.

b.7. Suma de Cuadrados del Factor B (S.C. Aplicación):

$$\text{S.C. Aplicación} = \sum Y_j^2 / a_n - FC$$

Donde:

Y_j = Representa el total de los niveles del Factor B (Formas de Aplicación) (S.C. Aplicación).

a = Representa los niveles del Factor A (Extractos Acuosaos).

n = Representa las repeticiones del experimento.



b.8. Suma de Cuadrados de la Interacción Extractos X Formas de Aplicación (S.C. E X A).

b.8.1. Suma de Cuadrados debido a Subtotales.

$$S.C. \text{ Subtotales} = \sum Y_{ij}^2/n - FC$$

Donde:

Y_{ij} = Subtotales de cada tratamiento.

n = Repeticiones del experimento.

b.8.2. Suma de Cuadrados de la Interacción A X B :

$$S.C. \text{ Interac. A X B} = S.C. \text{ Subtotal} - (S.C. E + S.C. A)$$

b.9. La información se resumió en cuadros de doble entrada de ANVA.

c) Prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

Se utilizó para el parámetro de agresividad Tiempo al que toda la Colonia se Torna Agresiva, donde el valor de F calculada fue significativa.

Procedimiento:

c.1. Cálculo de la D.M.S. :

$$D.M.S. = "t" \text{ TABLAS} \times \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

Donde:

"t" TABLAS = Valor encontrado en la Tabla de "t" de Student para 14 grados de libertad y para un $\alpha = 0.01$

CME = σ^2 del experimento.

n = Número de repeticiones del experimento.

c.2. La información se resumió en cuadros de doble entrada para DMS (Mejía & Mejía, 1990).

RESULTADOS



3.1. Prueba de Toxicidad.

Los extractos acuosos de "cinco negritos" (*Lantana camara*), "pito" (*Erythrina berteroana*), "hierba mora" (*Solanum nigrum*) y "naranja agria" (*Citrus aurantium*), aplicados en aspersión y en el alimento, no resultaron tóxicos para la "abeja africanizada" (*Apis mellifera scutellata*), como lo muestra el Cuadro 1 que contiene las observaciones diarias de abejas vivas y abejas muertas, y sus correspondientes porcentajes obtenidos durante 6 días de observación.

Los valores calculados de Mortalidad Corregida (MC) son muy bajos para todos los tratamientos y negativos para los extractos acuosos de "pito" y "cinco negritos" aplicados en el alimento, también para el extracto de "pito" aplicado en aspersión (Gráfico 1).

3.2. Defensividad del Apiario Donde se Desarrolló la Investigación.

Según el Método de Campo utilizado para detectar abejas africanizadas o el nivel de africanización de un apiario, en una muestra de 13 colmenas, el 23% de las colmenas estudiadas fueron africanizadas, el 69.23% abejas sospechosamente africanizadas y el 7.69% abejas europeas.

Al ser realizada la prueba de agresividad desarrollada por el Dr. Stort en Brasil, para cuantificar la defensividad de las abejas y a la vez estudiar la genética de dicho



comportamiento, se observó que en cuanto al comportamiento defensivo, las colmenas en estudio poseían un promedio del 32.3% de genes correspondientes a abejas africanizadas, el 23.9 % de genes correspondientes a abejas híbridas (Africanizadas X Italianas) y el 47.75% resultaron genes correspondientes a abejas italianas (Tabla 2).

Tabla 1: Mortalidad de las abejas durante la prueba de toxicidad.

EXTRAC- TOS	12 HRS	24 HRS	36 HRS	48 HRS	60 HRS	72 HRS	TOT. ABE- JAS VI- VAS (%)	TOT. ABE- JAS MUER- TAS (%)
E1As	-	16	17	5	12	4	138 71.9 %	54 28.1 %
E1A1	1	-	1	1	2	-	64 92.8 %	5 7.25 %
E2As	-	-	-	1	-	-	25 96.2 %	1 3.85 %
E2A1	-	2	-	1	-	-	110 97.3 %	3 2.66 %
E3As	-	7	4	3	4	7	101 80.2 %	25 19.8 %
E3A1	-	3	5	3	2	1	54 79.4 %	14 20.6 %
E4As	-	5	8	2	2	10	59 68.6 %	27 31.4 %
E4A1	1	22	15	14	10	-	139 60.2 %	62 30.9 %
TESTI- GO	-	9	14	6	9	1	176 81.9 %	39 18.1 %



Gráfico 1: Valores de Mortalidad Corregida (MC) obtenidos en la Prueba de Toxicidad.

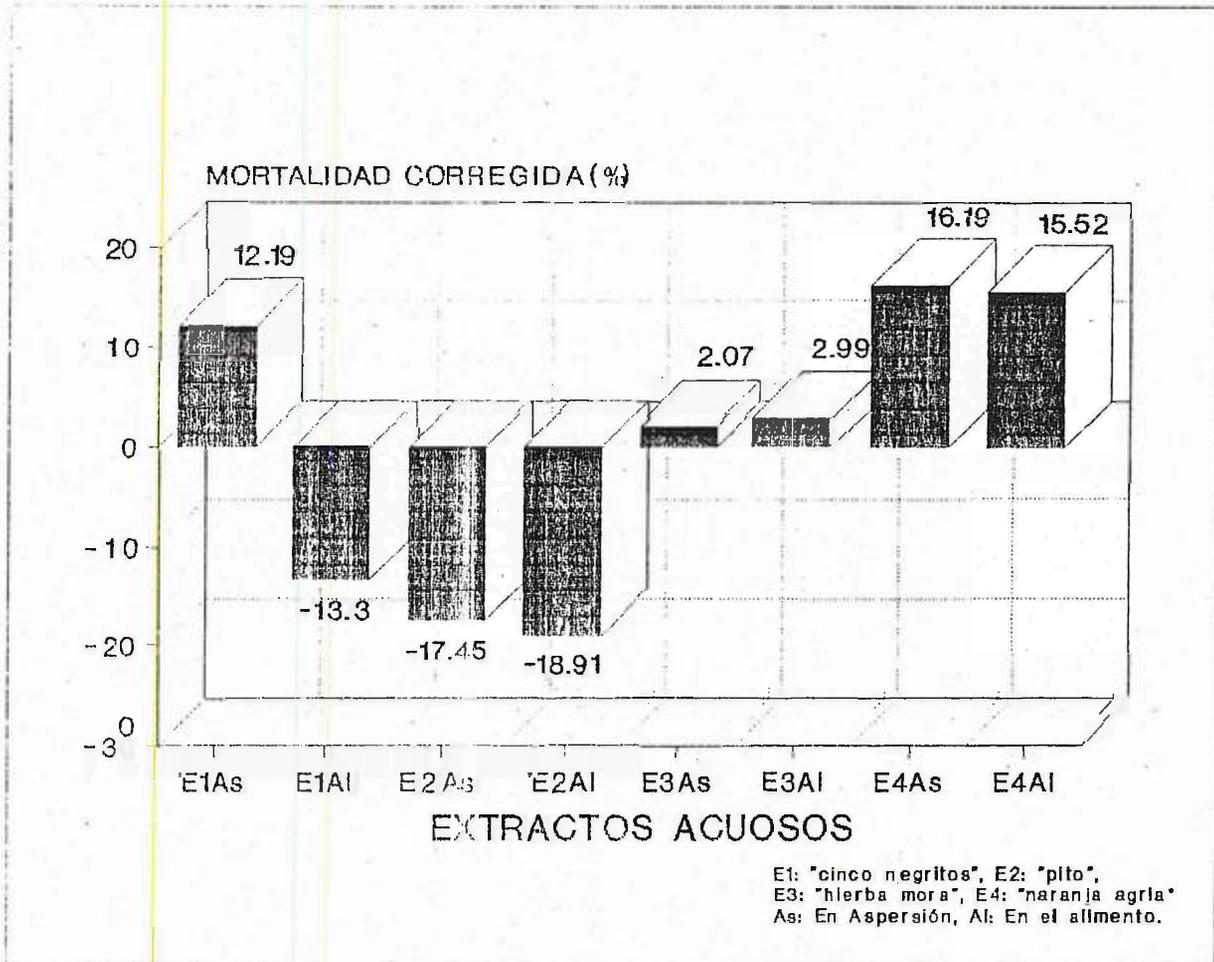


Tabla 2: Nivel de Africanización del Apiario Donde Realizó la Investigación Utilizando la Prueba de Agresividad Desarrollada por Stort.

TRATAMIENTO	BLOQUES DE COLMENAS	TIEMPO (SEG.) PROM. AL QUE LA 1ª ABEJA AGUIJONEA. (GENES).	TIEMPO (SEG.) PROM. EN QUE TODA LA COL. SE TORNA AGRESIVA (GENES).	Nº DE AGUIJONES INCrustADOS EN TELA OSCILANDO FTE. A LA PIQUERA (GENES).	Nº DE AGUIJONES INCrustADOS EN TELA OSCILANDO 1 MT. ARRIBA DE LA PIQUERA (GENES).
E1Aa	C1	1.75 (A)	9.25 (A)	2.0 (A)	4.75 (A)
	C2	14.0 (AXI)	25.75 (I)	2.25 (A)	3.5 (A)
	C3	27.0 (I)	45.0 (I)	0.5 (AXI)	0.0 (I)
E1A1	C1	5.0 (A)	46.25 (I)	4.25 (A)	0.0 (I)
	C2	1.75 (A)	20.25 (AXI)	0.5 (AXI)	0.0 (I)
	C3	5.25 (A)	41.5 (I)	0.0 (I)	0.25 (AXI)
E2Aa	C1	13.5 (AXI)	22.5 (AXI)	0.75 (A)	1.0 (AXI)
	C2	3.0 (A)	9.25 (A)	1.75 (A)	2.0 (AXI)
	C3	4.0 (A)	17.25 (AXI)	8.75 (A)	1.5 (AXI)
E2A1	C1	6.25 (A)	18.5 (AXI)	0.5 (AXI)	0.0 (I)
	C2	6.25 (A)	44.75 (I)	0.5 (AXI)	0.0 (I)
	C3	9.25 (AXI)	28.25 (I)	0.25 (I)	0.0 (I)
E3Aa	C1	17.75 (A)	47.5 (I)	3.25 (A)	0.25 (AXI)
	C2	2.5 (A)	29.25 (I)	1.25 (A)	0.25 (AXI)
	C3	23.25 (I)	50.25 (I)	0.75 (A)	0.0 (I)
E3A1	C1	32.5 (I)	42.25 (I)	0.25 (I)	0.0 (I)
	C2	17.75 (I)	31.75 (I)	1.0 (A)	0.25 (AXI)
	C3	1.0 (A)	24.0 (AXI)	1.25 (A)	0.75 (AXI)
E4Aa	C1	1.25 (A)	9.0 (A)	1.0 (A)	1.75 (AXI)
	C2	39.0 (I)	57.5 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)
	C3	17.5 (I)	39.0 (I)	2.25 (A)	1.0 (AXI)
E4A1	C1	19.75 (I)	32.0 (I)	0.0 (I)	0.0 (I)
	C2	14.0 (AXI)	34.75 (I)	0.25 (I)	3.75 (A)
	C3	15.75 (I)	59.75 (I)	0.25 (I)	0.0 (I)
	PROM. GRAL.				
Africaniz. (A)	32.3%	12.0 (50.0%)	3.0 (12.5%)	13.00 (54.2%)	3.0 (12.5%)
(A X I)	23.9%	4.0 (16.7%)	5.0 (20.8%)	4.0 (16.7%)	10.0 (41.7%)
Italianas (I)	43.75%	8.0 (33.3%)	16.0 (66.7%)	7.0 (29.2%)	11.0 (45.93%)





3.3. Aplicación de los Extractos Acuosa y Medición de la Agresividad.

De acuerdo al Análisis de Varianza realizado para el parámetro de agresividad: Tiempo (seg.) en el que la primera abeja aguijonea (Tabla 3), se puede aseverar que dicha variable no fue significativa al 1% de probabilidad, pues para la fuente de variación Efecto de los Extractos Acuosa, el valor de F calculado es de 0.92, menor que el valor de F de tablas que es de 5.56, con 3-14 grados de libertad. Para la fuente de variación Efecto de las Formas de Aplicación (Aspersión y en el Alimento), el valor de F observada es de 0.10, también menor que el valor de F de tablas (8.86) para 1-14 grados de libertad. Lo mismo resultó con la fuente de variación : Interacción Extractos Acuosa X Formas de Aplicación, donde el valor de F calculada es de 0.34 y el valor de F tablas de 5.56 con 3-14 grados de libertad.

En cuanto al parámetro de agresividad: Tiempo (seg.) en el que toda la colonia se torna agresiva, el Análisis de Varianza contenido en la Tabla 4, muestra que esta variable fue significativa al 1% de probabilidad, ya que para la fuente de variación: Efecto de los Extractos Acuosa, el valor numérico de F observada es de 12.70 y el de F tablas, de 5.56, con 3-14 grados de libertad. Para la fuente de variación: Efecto de las Formas de Aplicación, el valor de F calculada es de 7.83, también resultó mayor que el valor de F tablas 4.6, con 1-14 grados de libertad, al 5% de probabilidad. Respecto a



la fuente de variación: Interacción de los Extractos Acuosos X Formas de Aplicación, la F calculada muestra un valor de 6.73, que es mayor al valor de F tablas: 5.57 con 3-14 grados de libertad.

Al realizar la Prueba de Diferencia Minima Significativa (D.M.S.) (Tabla 5), para el parámetro de agresividad: Tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva, se puede observar que los extractos acuosos de "naranja agria" (Citrus aurantium) y "hierba mora" (Solanum nigrum) con diferencia de medias de 14.79 y 13.62 respectivamente, son superiores estadísticamente a los extractos acuosos de "cinco negritos" (Lantana camara) y "pito" (Erythrina berteroana), al 1% de probabilidad.

Al extracto acuoso de "cinco negritos" (Lantana camara), se le observa un comportamiento diferente al de los extractos de "naranja agria" y "hierba mora", al 1% de probabilidad, pero según la diferencia de medias, es superior al extracto de "pito", al 5% de probabilidad (Tabla 5).

El Gráfico 2, elaborado utilizando los promedios de cada tratamiento procedentes del cuadro 6, muestran la interacción significativa entre los extractos acuosos y las formas de aplicación (aspersión y en el alimento), ya que no existe paralelismo en las líneas descritas por la forma de aplicación en aspersión y en el alimento, sino que su comportamiento es diferente.



La forma de aplicación en el alimento, es superior a la forma de aplicación por aspersión, como lo muestra el Gráfico 2, y los promedios de cada forma de aplicación (Tabla 6).

La Tabla 7 contiene el Análisis de Varianza para el parámetro de agresividad: Número de agujones incrustados en la tela oscilando frente a la piquera, resultando, que esta variable no es significativa al 1% de probabilidad, ya que para la fuente de variación Extractos Acuosos el valor de F calculada: 1.0 es menor que el valor de F de tablas: 5.56 con 3-14 grados de libertad. Para la fuente de variación Efecto de las Formas de Aplicación, el valor calculado de F es 3.15 y el valor de F tablas es de 8.86, con 1-14 grados de libertad.

También para la fuente de variación Interacción de los Extractos Acuosos X Formas de Aplicación, el valor de F calculada (0.06) es menor que el valor de F tablas (5.56), con 3-14 grados de libertad.

Los cálculos del Análisis de Varianza para el parámetro de agresividad: Número de agujones incrustados en la tela oscilando a 1 metro arriba de la piquera, indican que esta variable no es significativa al 1% de probabilidad, pues para la fuente de variación Efecto de los Extractos Acuosos, el valor de F calculada: 0.34, es menor que el valor de F tablas: 5.56, con 3-14 grados de libertad. Asimismo, para la fuente de variación Efecto de las Formas de Aplicación, el valor de F observada 4.57, es menor que el valor de F de tablas: 8.86, con 1-14 grados de



libertad. Y para la fuente de variación Efecto de la Interacción Extractos Acuosa X Formas de Aplicación, F calculada es de 1.68, menor que el valor de F tablas que es de 5.56, con 3-14 grados de libertad (Tabla 8).

Tabla 3. Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad Tiempo en que la Primera Abeja Aguijonea (Seg.).

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada u observada	F Tablas 5 %	F Tablas 1 %
Bloques	2	0.16	0.08	0.03 N.S.	3.74	6.11
Tratamientos	7	11.37	1.66	0.56 N.S.	2.76	4.28
Efecto de Extractos (E)	3	8.21	2.74	0.92 N.S.	3.34	5.56
Efecto de las Formas de Aplicación (A)	1	0.31	0.31	0.10 N.S.	4.60	8.86
Interacción (E X A)	3	3.04	1.01	0.34 N.S.	3.34	5.56
Error Experimental	14	41.75	2.96			
Total	23	63.2				

N. S. : No significativo.



Tabla 4. Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad: Tiempo en el que Toda la Colonia de Torna Agresiva.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada u observada	F Tablas 5 %	F Tablas 1 %
Bloques	2	391.74	195.87	8.75**	3.74	6.51
Tratamientos	7	1465.38	209.05	9.36 **	2.76	4.28
Efecto de Extractos (E)	3	802.76	264.25	12.70 **	3.34	5.56
Efecto de las Formas de Aplicación (A)	1	175.25	175.25	7.83 *	4.60	8.86
Interacción (E X A)	3	451.76	150.59	6.73 **	3.34	5.56
Error Experimental	14	313.44	22.39			
Total	23	4907.55				

** Significativo al 1% de probabilidad

* Significativo al 5% de probabilidad



Tabla 5: Cuadro de Doble Entrada para la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

MEDIAS	"naranja agria" 38.67	"hierba mora" 37.5	"cinco negritos" 31.0	"pito" 23.88
"pito" 23.88	14.79 **	13.62 **	7.12 *	-
"cinco negritos" 31.0	7.67 **	6.5 *	-	-
"hierba mora" 37.5	1.17 n.s.	-	-	-
"naranja agria" 38.67	-	-	-	-

Tabla 6: Promedios de Cada Tratamiento.

Extracto Acuoso	Aplicación en Aspersión	Aplicación en el Alimento	Total
"cinco negritos"	26.0	36.0	62.0
"pito"	17.2	30.5	47.7
"hierba mora"	42.3	32.7	75.0
"naranja agria"	35.2	42.2	77.4
Total	120.7	141.4	262.1

Gráfico 2: Representación Gráfica de la Interacción Extractos Acuoso X Formas de Aplicación, para el parámetro de Agresividad Tiempo (seg.) en que toda la Colonia se torna agresiva.

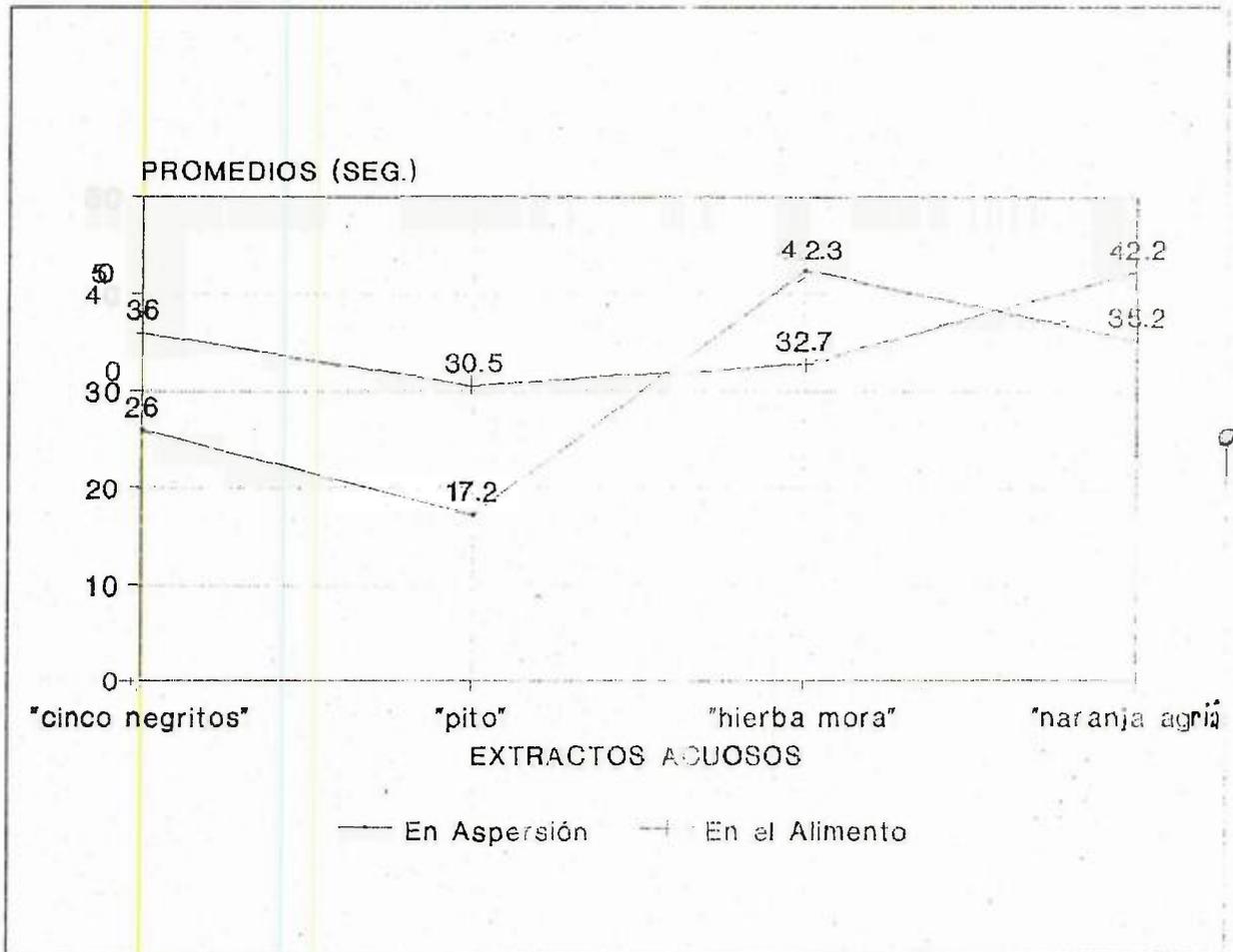




Tabla 7. Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad Número de Aguijones Incrustados en Tela Oscilando Frente a la Piguera.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada u observada	F Tablas 5 %	F Tablas 1 %
Bloques	2	0.24	0.12	0.37	3.74	6.51
Tratamientos	7	2.02	0.29	0.91 N.S.	2.76	4.28
Efecto de Extractos (E)	3	0.96	0.32	1.00 N.S.	3.34	5.56
Efecto de las Formas de Aplicación (A)	1	1.01	1.01	3.15 N.S.	4.60	8.80
Interacción (E X A)	3	0.05	0.02	0.06 N.S.	3.34	5.56
Error Experimental	14	4.51	0.32			
Total	23	6.77				



Tabla 8. Análisis de Varianza para el Parámetro de Agresividad Número de Agujones Incrustados en Tela Oscilando 1 Metro Arriba de la Figuera.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada u observada	F Tablas 5 %	F Tablas 1 %
Bloques	2	0.44	0.22	0.47	3.74	6.51
Tratamientos	7	4.82	0.69	1.47 N.S.	2.76	4.28
Efecto de Extractos (E)	3	0.48	0.16	0.34 N.S.	3.34	5.56
Efecto de las Formas de Aplicación (A)	1	2.15	2.15	4.57 N.S.	4.60	8.86
Interacción (E X A)	3	2.18	0.73	1.68 N.S.	3.34	5.56
Error Experimental	14	6.59	0.47			
Total	23	11.85				



Tabla 9: Datos Promedios de cada Repetición , para el Parámetro de Agresividad: Tiempo (seg.) en que la Primera Abeja Aguijonea (Datos Transformados con la Fórmula \sqrt{x}).

Tratamientos	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Total
E1As	1.32	3.74	5.19	10.25
E1A1	2.23	1.32	2.3	5.85
E2As	3.67	1.73	2.0	7.4
E2A1	2.5	2.5	3.04	8.04
E3As	4.21	1.58	4.82	10.61
E3A1	5.7	4.21	1.0	10.91
E4As	1.12	6.24	4.18	11.54
E4A1	4.44	3.74	3.97	12.15
Total	25.19	26.06	26.5	76.75

Tabla 10: Datos Promedios de cada Repetición , para el Parámetro de Agresividad: Tiempo (Seg.) en el que toda la Colonia se Torna Agresiva.

Tratamientos	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Total
E1As	9.25	23.75	45.0	78.0
E1A1	46.25	20.25	41.5	108.0
E2As	22.25	12.25	17.25	51.75
E2A1	19.5	44.75	28.25	91.5
E3As	47.5	29.5	50.25	127.0
E3A1	42.25	31.75	24.0	98.0
E4As	9.0	37.5	39.0	105.5
E4A1	32.0	34.75	59.75	126.5
Total	227.0	254.25	305.0	786.25



Tabla 11: Datos Promedios de cada Repetición , para el Parámetro de Agresividad: Número de Aguijones Incrustados en la Tela Oscilando Frente a la Figuera (Datos Transformados con la Fórmula \sqrt{x}).

Tratamientos	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Total
E1As	1.41	1.5	0.71	3.62
E1A1	2.06	0.71	0.0	2.77
E2As	0.86	1.32	1.22	3.4
E2A1	0.71	0.71	0.5	1.92
E3As	1.8	1.12	0.87	3.79
E3A1	0.5	1.0	1.19	2.69
E4As	1.0	0.0	1.5	2.5
E4A1	0.0	0.5	0.5	1.0
Total	8.34	6.86	6.49	21.69

Tabla 12: Datos Promedios de cada Repetición , para el Parámetro de Agresividad: Número de Aguijones Incrustados en la Tela Oscilando 1 Metro Arriba de la Figuera (Datos Transformados con la Fórmula \sqrt{x}).

Tratamientos	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Total
E1As	2.18	1.87	0.0	4.05
E1A1	0.0	0.0	0.5	0.5
E2As	1.0	1.41	1.22	3.63
E2A1	0.0	0.0	0.0	0.0
E3As	0.5	0.5	0.0	1.0
E3A1	0.0	0.5	0.87	1.37
E4As	1.32	0.0	1.0	2.32
E4A1	0.0	1.94	0.0	1.94
Total	5.0	6.22	3.59	



DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos con los extractos acuosos de "cinco negritos" (Lantana camara) y "hierba mora" (Solanum nigrum) en la prueba de toxicidad de esta investigación, en la cual dichos extractos a una concentración del 5%, resultaron ser no tóxicos para la "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata), coinciden con los resultados de la investigación desarrollada por López-Olguín et al (1994), en la que se evaluó el efecto tóxico de los extractos acuosos de 49 plantas a una concentración del 5%, contra Spodoptera frugiperda, en la Sierra Norte de Puebla, México. En dicha investigación, los extractos acuosos de "cinco negrito" y "hierba mora", también resultaron ser no tóxicos para S. frugiperda, mostrando valores de Mortalidad Corregida del 3.57% y 16.97% respectivamente. Similares valores de Mortalidad Corregida, inferiores al 30% que es considerado tóxico, se obtuvieron en esta investigación: Con el extracto de "cinco negritos" la Mortalidad Corregida fue del 12.19% aplicado por aspersion y de -13.3% aplicado en el alimento, y con el extracto de "hierba mora" de 2.076% aplicado en aspersion y 2.99% en el alimento. Es de mencionar, que existió alguna diferencia de mortalidad, con el extracto de "cinco negritos" aplicado en el alimento, donde la mortalidad fue negativa, por lo que dicho extracto puede poseer efecto nutritivo o probablemente contribuya a prevenir algunas enfermedades en las "abejas".



Efectos de mortalidad en las "abejas" con el extracto de "cinco negritos", como el obtenido en esta investigación, son muy diferentes en otros animales, pues observaciones de Kingsbury (1964 citado por Gupta 1995), reportan que una dosis de 3/4 a 1 libra de hojas secas de esta planta, producen envenenamiento crónico en un bovino de 400 libras y la muerte puede ocurrir en 3 o 4 días. Además, reporta que esta planta en el ganado y ovejas, es un fotosensibilizador hepatogénico y produce gastroenteritis severa.

En El Salvador, no se encontraron reportes de toxicidad para las "abejas" debida a los extractos acuosos en estudio, pero si existen pruebas de toxicidad realizadas con peces. Los extractos acuosos evaluados en esta investigación y que no resultaron ser tóxicos para la "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata), coinciden con diferentes investigaciones que han sido realizadas en el país: Reyes (1980) citado por UES-MSPAS-OEA, investigó la toxicidad de extractos acuosos y etanólicos de "cinco negritos" para los peces, resultando no tóxicos los extractos acuosos, pero tóxicos los extractos etanólicos; Durán (1980) citado por UES-MSPAS-OEA, reporta la no toxicidad del extracto acuoso de "hierba mora" para los peces y la toxicidad de los extractos etanólicos; Zaldívar (1980) investigó la toxicidad de la "hierba mora" en los peces, resultando no tóxicos los extractos acuosos y etanólicos, y Lozano (1981) reporta la no toxicidad de los extractos acuosos y etanólicos de "naranja agria",



también en peces.

Referente a la reducción o disminución de la agresividad de las "abejas", luego de aplicar los extractos acuosos, en los parámetros de agresividad: Tiempo en el que la primera abeja aguijonea, número de aguijones incrustados en la franela oscura oscilando frente a la piquera y número de aguijones incrustados en la franela oscura oscilando un metro arriba de la piquera, ningún extracto acuoso ni alguna forma de aplicación en estudio fueron significativos para disminuir la agresividad de las "abejas", ya que los valores de F calculada fueron menores que los valores de F tablas (Tablas 3, 7 y 8)

Se obtuvo significancia para reducir la agresividad de las "abejas", en el parámetro de agresividad: Tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva, en este parámetro de agresividad, el valor de F calculada fue mucho mayor que el valor de F tablas (Tabla 4). Se debe resaltar que este parámetro de agresividad tiene mucha relación con la característica típica de la "abeja africanizada" que es el ataque en masa, y que este ataque de la "abeja africanizada" en el cual se involucra gran número de abejas, es en gran parte el responsable de las diferentes consecuencias trágicas ya mencionadas en capítulos anteriores, por lo que sería muy exitoso reducir al máximo dicha característica.

Los extractos acuosos que lograron el mejor resultado para disminuir el tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva, fueron los extractos de "naranja agria" (Citrus



aurantium) y "hierba mora" (Solanum nigrum, o S. americanum) con una diferencia de medias de 14.79 segundos y 13.62 segundos respectivamente, al 1% de probabilidad (Tabla 5).

El extracto acuoso de "cinco negritos", también mostró efectos significativos, ya que retardó 7.12 segundo el tiempo en que toda la colonia se irrita (Tabla 5); este resultado, coincide con lo reportado por Crame (1990), quien menciona algunas investigaciones realizadas en la India, en las que el "cinco negritos" ha resultado repeler las "abejas".

CONCLUSIONES



Los extractos acuosos de "cinco negritos" (Lantana camara), "pito" (Erythrina berteroana), "hierba mora" (Solanum nigrum) y "naranja agria" (Citrus aurantium), a una concentración del 5%, no son tóxicos para la "abeja africanizada" (Apis mellifera scutellata), por el contrario, la mortalidad de las "abejas" fue casi nula o mucho mas baja de lo normal durante el ensayo de toxicidad. Durante el monitoreo de agresividad debida a extractos acuosos, se observó rapidez de muchas abejas por alimentarse inmediatamente de los extractos acuosos de "pito" y "hierba mora" aplicados en aspersión, pese a que no fueron disueltos en el alimento, lo mismo se observó luego de la aplicación de los extractos acuosos de "pito", "hierba mora" y "cinco negritos" aplicados en el alimento.

La prueba de agresividad desarrollada por Stort en Brasil para cuantificar la defensividad de las "abejas" y a la vez estudiar la genética de su comportamiento, que fue usada en esta investigación con pequeñas modificaciones, es un método que también proporcionó información acerca del nivel de africanización del apiario y además posee la ventaja de que brinda información genética de la agresividad de las colmenas, que es indispensable para otras investigaciones y/o mejoramiento, además, demostró ser muy sencillo y de bajo costo, comparado con otros métodos usados para detectar



"abejas africanizadas" como son: Electroforésis o foco isoeléctrico de proteínas, análisis cromatográfico gaseoso, método de análisis de variables morfométricas y otros que requieren equipo sofisticado.

Los extractos acuosos de "naranja agria" (Citrus aurantium), "hierba mora" (Solanum nigrum) y "cinco negritos" (Lantana camara), a una concentración del 5%, lograron disminuir la agresividad de la "abeja africanizada" en el parámetro: Tiempo (seg.) en el que toda la colonia se torna agresiva, a un nivel de significancia del 1% de probabilidad.

De los extractos acuosos que produjeron el efecto anterior, el extracto de "naranja agria" (Citrus aurantium), resultó ser superior estadísticamente a los demás extractos en estudio, ya que retardó quince minutos la defensividad total de la colonia. Pero igual comportamiento estadístico se observó en el extracto acuoso de "hierba mora" (Solanum nigrum).

El extracto acuoso de "cinco negritos" (Lantana camara) también disminuyó el tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva, a un nivel de significancia del 5% de probabilidad.

En cuanto a las formas de aplicación de los extractos acuosos, fue más efectiva la aplicación a través del alimento para los extractos acuosos de "naranja agria" y "cinco



negritos", y en aspersión para el extracto acuoso de "hierba mora".

Los extractos acuosos en estudio no produjeron efecto alguno en la disminución de la agresividad de las "abejas africanizadas", en los parámetros: Tiempo (seg.) en que la primera abeja agujonea, número de agujones incrustados en la tela oscilando frente a la piquera y número de agujones incrustados en la tela oscilando un metro arriba de la piquera.



RECOMENDACIONES

Para lograr proporcionar a los apicultores una técnica más depurada, se recomienda:

Investigar la(s) concentración (nes) o dosificaciones más eficientes de los extractos acuosos de "naranja agria" y "cinco negritos" aplicados en el alimento de las abejas así como la dosificación del extracto acuoso de "hierba mora" aplicado en aspersión que logre el mayor efecto en la reducción de la agresividad de la "abeja africanizada".

Una vez establecidas la mejor dosificación de los extractos acuosos de "naranja agria", "hierba mora" y "cinco negritos", se recomienda evaluar el tiempo que dura el efecto de los extractos acuosos.

Investigar el efecto de los extractos acuosos de "naranja agria" y "cinco negritos" aplicados en el alimento y "hierba mora" aplicado por aspersión, en la productividad de las "abejas africanizadas".

Investigar el efecto de dichos extractos en la postura de la reina y en el desarrollo de la cría.

Determinar el efecto de los extractos acuosos de "cinco negritos", "pito" y "hierba mora" en la salud, nutrición,



prevención de plagas y enfermedades y posible prolongación de la vida de la "abeja africanizada", ya que de conocer dicho efecto, se podría suministrar dichos extractos para que las abejas vivan más tiempo en las épocas de abundancia de alimento lo que incrementaría la producción.

Se recomienda la prueba de agresividad desarrollada por el Doctor Stort para medir la agresividad de las "abejas", que fue usada en esta investigación, para otros estudios en los que se desee determinar el nivel o porcentaje de africanización de un apiario y/o de los apiarios de una localidad o región.

A fin de evitar accidentes cuando se realicen investigaciones con "abejas africanizadas", se recomienda realizar éstas, en apiarios que se encuentren ubicados lo más lejos posible de cualquier vivienda humana.



BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO, 1997a. Africanized Honey Bee. The Africanized Honey Bee Advisory Comitee & The Arizona Africanized Honey Bee Education Project e-mail webmaster@ci.scottsdale.az.us. 5 pp.
- _____, 1997b. Africanized Honey Bee. Texas Agricultural Extension Service & M University Agriculture Program. Texas, United States. 26 pp.
- AREVALO, J. J. & J. A. NUILA. s. a. Prueba de Barttlet's. Diseños Experimentales, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 19 pp.
- ARMSTRONG, D. P., C. M. CORTES, E. A. MARCENARO, A. MOLINA & J. P. SARMINETO, 1990. Manejo y Control de la Abeja Africanizada. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria y Banco Interamericano de Desarrollo. San Salvador. 229 pp.
- BANCO CENTRAL DE RESERVA, 1996. Boletín Económico, Año 8, Nº 92. San Salvador. 24 pp.
- _____, s. a. Situación de la Apicultura en El Salvador. San Salvador. 1 pp.
- BARREÑO, M. A. & M. C. RAMIREZ. 1993. Evaluación de la Primera Generación del Cruce de Reinas Europeas Puras por Zánganos Africanizados. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería). 67 pp.



- CHAVARRIA, R. A. 1986. Manejo de Apiarios con Abejas Africanizadas. Boletín N° 5, Centro de Desarrollo Ganadero, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Soyapango, San Salvador. 14 pp.
- COLLINS, A. M. & L. WILLIAM & J. I. RUBINK & C. AGUILAR & H. HELLMICH, 1996. Use of Insect Repellents for Dispersing Defending Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) Honey Bee Research Unit, SARL, USDA-ARS, Texas, United States. 613 pp.
- CRAME, E. 1990. Bees and Beekiping, Science and World Resources. By Cornel University Press. New York, United States. 614 pp.
- DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGROPECUARIA (DGEA), 1980. El Mercado de la Miel de Abeja y Cera en El Salvador. División de Estudios Agropecuarios, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 21 pp.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS, 1980. El Mercado de la Miel de Abeja y Cera en El Salvador. Ministerio de Economía. San Salvador. 29 pp.
- _____, 1967. Censo Apícola. Ministerio de Economía. San Salvador. 24 pp.
- DURAN, E. 1982. Primer Seminario Internacional sobre Apicultura Africanizada, Situación de las Abejas Africanizadas en el Area de OIRSA. Ministerio de Agricultura de Colombia. Bogotá. 12 pp.
- _____, E. 1984. La Abeja Africanizada en el Area de OIRSA. Boletín Técnico SV N° 14. Dirección General de



- Ganadería. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador. 35 pp.
- DURON, E. 1980. La Abeja Africanizada en el Area de OIRSA. Boletín Técnico SV Nº 14. Departamento de Sanidad Vegetal. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Soyapango, San Salvador. 35 pp.
- _____, E. 1984. Primer Seminario Internacional sobre Apicultura Africanizada, Situación de las Abejas Africanizadas en el Area de OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria y Ministerio de Agricultura de Colombia. Bogotá, Colombia. 12 pp.
- GARRITZ, A. & J. A. CHAMIZO, 1993. Química. Impresora Addison Wesley Iberoamericana. México D. F. 236 pp.
- GODOY, A. J. 1976. Estudio Fitoquímico de la Lantana camara sobre la base de Flavonoides. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 42 pp.
- GONCALVES, L. S., G. NANTES-PARRA & A. STORT, 1989. Mejoramiento Genético Apícola. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria y Banco Interamericano de Desarrollo San Salvador. 212 pp.
- GONZALES, J. C. 1994. Botánica Medicinal Popular, Etnobotánica Medicinal de El Salvador. Volumen 2. Jardín Botánico La Laguna. Antiguo Cuscatlán, San Salvador. 189 pp.
- GUPTA, M. P. 1995. Plantas Medicinales Iberoamericanas.



- 19 Edición. Impreso en Talleres de Editorial Presencia Ltda. Bogotá, Colombia. 617 pp.
- HANDALL, s. a. Apicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador. 23 pp.
- HEYWOOD, V. H. 1985. Flowering Plants of the World. Crom Helm Publishers Ltda. London, England & Sydney, Australia. 336 pp.
- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, 1985. Diccionario Geográfico Nacional de El Salvador, Tomo I (A-K), Ministerio de de Obras Públicas, San Salvador. 667 pp.
- _____, 1985. Diccionario Geográfico Nacional de El Salvador, Tomo II (L-Z), Ministerio de Obras Públicas, San Salvador. 1458 pp.
- JEAN-PROST. P. 1995. Apicultura, Conocimiento de la Abeja, Manejo de la Colmena. 39 Edición. Ediciones Mundi-Prensa, España. 41 pp.
- LEIVA, G. A. 1983. Las Abejas: Su Explotación Racional. Departamento de Zootecnia, Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñónez", Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador, 403 pp.
- LITTLE, T. M. & F. J. HILLS. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Primera Edición. Editorial Trillas, México D. F. 270 pp.
- LOPEZ-OLGUIN, J. F., A. ARAGON & A. LAGUNES. 1994. Boletín de la Academia Regional de Investigaciones en Flora y Fauna de la Región Centro Sur de la República Mexicana. Volumen I, Número (2). 11 pp.



- LOZANO, G. O. 1981. Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de Quince Especies Medicinales de la Flora Salvadoreña en la Zona Occidental del País. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 128 pp.
- MALDONADO, V. M. 1995. La Miel: Un Dulce Recurso. El Diario de Hoy. Martes 15 de agosto de 1995. San Salvador. p. 69.
- MARCENARO, E. 1988a. Manual de Prevención y Primeros Auxilios ante la Presencia de Abejas Africanizadas. Ministerio de Agricultura y Ganadería- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Soyapango. 8 pp.
- _____, 1988b. Manual de Prevención y Primeros Auxilios Ante la Presencia de la Abeja Africanizada. Ministerio de Agricultura y Ganadería-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Soyapango, San Salvador. 14 pp.
- _____, & R. MELARA, 1986. Ubicación de Cajas Trampa para Detectar la Presencia de Abejas Africanizadas en El Salvador. Programa Abeja Africanizada, Ministerio de Agricultura y Ganadería - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Soyapango. San Salvador. 5 pp.
- _____, J. P. MEDRANO, A. MOLINA & R. VANEGAS, 1990. Control de Enjambres y Colonias Indeseables de la Abeja Melífera Occidental. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria y Banco Interamericano de



de Desarrollo. San Salvador. 103 pp.

MCGREGOR, S. E. 1974. La Apicultura en los Estados Unidos.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Editorial Limusa, México D. F. 150 pp.

MEDRANO, P. s. a. (a) La Problemática de la Abeja

Africanizada y sus Posibles Alternativas de Solución.

Solución. Boletín Nº 2, Centro de Desarrollo Ganadero,

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Soyapango, El

Salvador. 6 pp.

_____ s. a. (b) Aspectos de Interés General sobre la

Abeja Africanizada, Boletín Nº 3, Centro de Desarrollo

Ganadero, Ministerio de Agricultura y Ganadería

Soyapango, El Salvador. 9 pp.

MEJIA , J. A. & M. A. MEJIA , 1990. Manual de Diseños

Experimentales, Departamento de Fitotecnia, Facultad

de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

227 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA & ORGANISMO

INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA, 1984.

Programa de Prevención, Control y Manejo de la Abeja

Africanizada en la República de El Salvador. San

Salvador. 9 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1995. Décadas

Climáticas de la Estación Aeropuerto de Ilopango.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL Unidad de Climatología,

División de Meteorología e Hidrología, 180 pp.

MOLINA, A., 1989. La Abeja Melifera su Aguijón y su Veneno.



- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
y Banco Interamericano de Desarrollo San Salvador.
81 pp.
- MONTANO, C. A. 1971. Estudio de Alcaloides en la Lantana
camara (cinco negritos). Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura).
39 pp.
- MORALES, Y. S. 1980. Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de
Quince Plantas Medicinales de El Salvador (Zona
Oriental). Facultad de Ciencias Químicas, Universidad
de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 124 pp.
- PHILIPPE, J.M. 1990. Guía del Apicultor. Ediciones Mundi-
Prensa. Madrid. 376 pp.
- RINDERER, T., B. P. OLDROYD & W. S. SHEPPARD, 1994. Dispersión
de las Abejas Africanizadas. Investigación y Ciencia.
44 PP.
- RODRIGUEZ, J. A. 1987. Determinación de la Presencia de las
Abejas Africanizadas en el Municipio de San Luis,
Departamento de La Paz. Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de
Ingeniería). 36 pp.
- RUBINK, K. L., P. LUEVANO-MARTINEZ, E. A. SUGDEN, W. T. WILSON
& A. M. COLLINS, 1996. Subtropical *Apis mellifera*
(Hymenoptera : Apidae) Swarming Dynamics and
Africanization Rates in Northeastern México and Southern
Texas. Ecology and Population Biology. Department of
Agriculture, United States. 251 PP.



- SCHMIDT, J. O. & MCKENNA, W. R. 1996. The Realities of the Africanized Bee. Technology Transfer Information Center. National Agricultural Library. United States Department of Agriculture. Tucson, Arizona. e-mail: ehejr@ccit.arizona.edu. 28 PP.
- SILVA, Y. 1980. Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de Quince Plantas Medicinales de El Salvador (Zona Oriental). Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 124 pp.
- UNIDAD DE ANALISIS DE POLÍTICAS AGROPECUARIAS, 1993. Informe de Coyuntura, Junio. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador. 37 pp.
- UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR & MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL & ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS, 1989. Obtención y Aprovechamiento de Extractos Vegetales de la Flora Salvadoreña. Volumen I. El Salvador. 619 pp.
- VIDA APÍCOLA, 1993. Revista Apícola Trimestral. 5. Enero, febrero, marzo. Historia de la Apicultura, Barcelona, España. 65 pp.
- WOYKE, J. 1980. Que se Hace El Salvador para Evitar el Peligro de las "abejas africanizadas". Dirección General de Ganadería, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador. 6 pp.
- ZALDIVAR, R.M. 1980. Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de Quince Especies de la Flora Salvadoreña en la Zona Occidental. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad



de El Salvador. (Tesis de Licenciatura). 135 pp.



APENDICES

Apéndice 1: Principales Razas de *Apis mellifera* (Philippe, 1990).

Razas	Nombre Común	Distribuc. Geográfica
<i>A. m. ibérica</i>	abeja negra ibérica	Península ibérica
<i>A. m. mellifera</i>	abeja negra	Europa Occ.: Francia
<i>A. m. linguistica</i>	italiana	Italia
<i>A. m. sicula</i>	siciliana	Sicilia
<i>A. m. carnica</i>	carniola	Yugoslavia y Austria
<i>A. m. caucasica</i> G.	caucásica	Cáucaso
<i>A. m. lehzni</i>	escandinava	Noruega, Suecia
<i>A. m. acervorum</i>	rusa	Rusia europea
<i>A. m. silvarum</i>	siberiana	Siberia
<i>A. m. cyrena</i>	chipriota	Chipre
<i>A. m. syriaca</i>	siria	Siria, Líbano, Israel
<i>A. m. adami</i>	cretense	Creta
<i>A. m. intermissa</i>	púnica	-
<i>A. m. lanarckii</i>	egipcia	Egipto
<i>A. m. sahariensis</i>	de los oasis	Marruecos y Argelia
<i>A. m. adansonii</i>	tropical	Africa occidental
<i>A. m. scutellata</i>	tropical	Africa oriental
<i>A. m. litorea</i>	tropical	Africa oriental
<i>A. m. monticola</i>	tropical	Africa oriental
<i>A. m. yemenitica</i>	tropical	Yemen y Omán
<i>A. m. capensis</i>	del Cabo	Provincia del Cabo
<i>A. m. unicolor</i>	malgache	Madagascar
<i>A. m. chinensis</i>	china	China del Norte

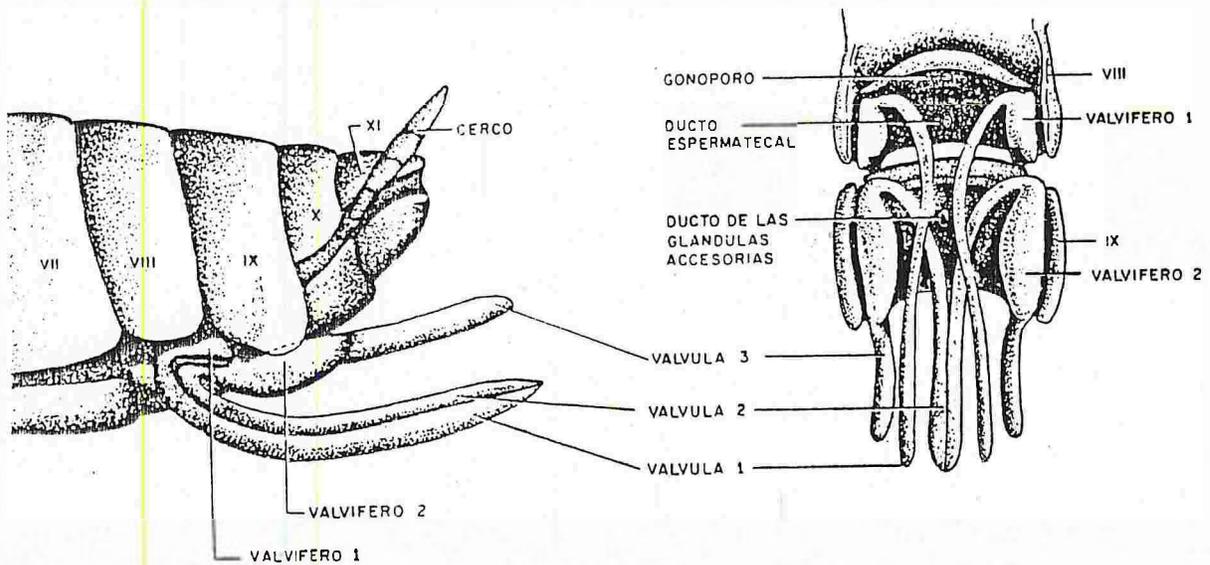


Apéndice 2: Comparación de Enjambres Capturados, Rango Patrón de Captura y Proporción Anual de Africanización en los años 1988-1993. (Rubink *et al.*, 1996).

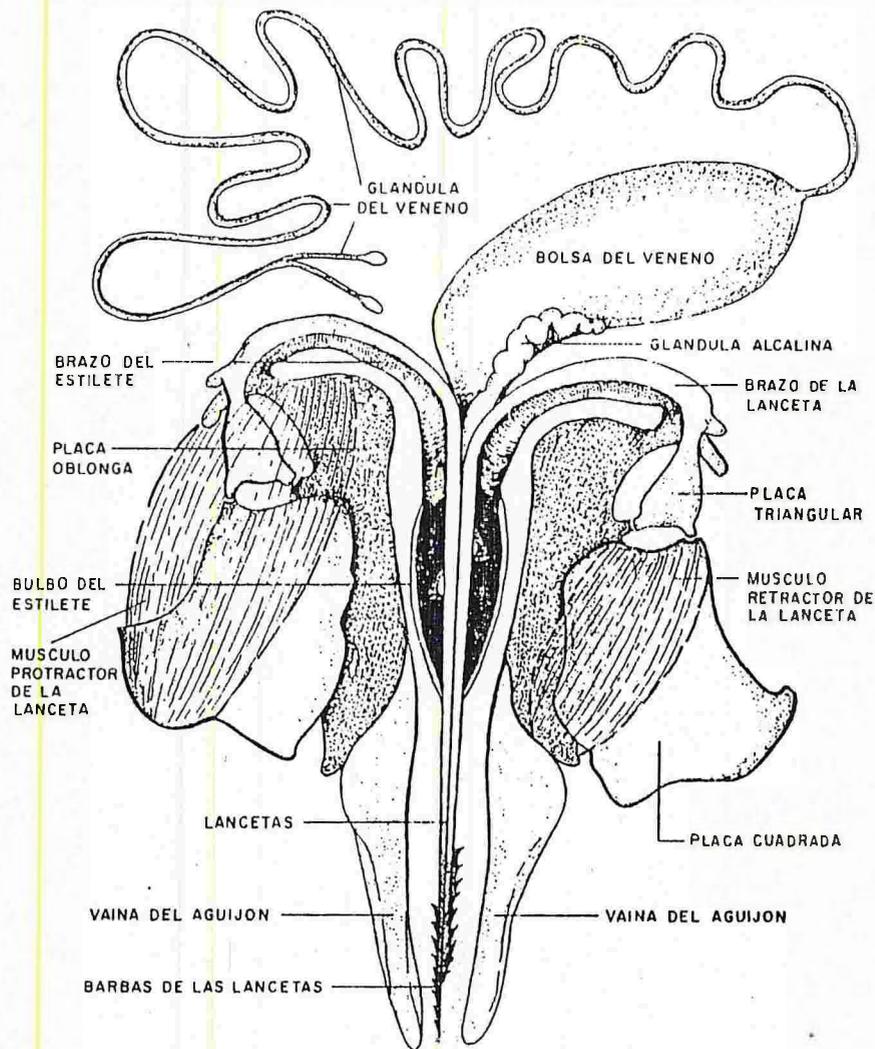
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Total
Trayecto en México							
Total de enjambres capturados	232	105	146	400	127	35	1095
Sitios-días de monitoreo	18956	22869	23436	23566	7745	2024	9858
Cant.Máx.Enjambres/sitio/año	14	14	8	12	13	17	
Media Enjambres/sitio/mes	0.4463	0.1377	0.1869	0.5094	0.4919	0.5188	0.3332
% Promedio de AFRICANIZACION	0.0	1.9	29.5	74.7	99.2	100.0	
Trayecto en Texas							
Total de enjambres capturados	145	115	90	167	277	45	839
Sitios-días de monitoreo	7840	13320	14184	13356	12816	6912	68428
Cant.Máx.Enjambres/sitio/año	8	9	10	10	14	7	
Media Enjambres/sitio/mes	0.5543	0.2590	0.1904	0.3751	0.6484	0.1953	0.3678
% Promedio de AFRICANIZA-ION	0.0	0.0	1.1	32.3	50.9	68.9	

Apéndice 3: Ovipositor de la "abeja africanizada"

(Modificación de Snodgrass (1956), citado por Molina, 1989).



Apéndice 4: Anatomía del Aguijón de una Obrera. (Modificado de Dade *s. a.*, citado por Goncalves *et al.*, 1989).





Apéndice 5: Principales Componentes del Veneno de la
"abeja melífera" (Molina, 1989).

Tipo de molécula	Componente	%del Veneno Seco	Peso Molecular
Proteínas	Hialurodinasa	1-3	41,000
	Fosfolipasa A ₂	10-12	20,000
	Melitina	50	12,000 (como tetrámero)
Péptidos	Secapina	0.5-2.0	3,000
	Péptido MCD	1-2	2,500
	Tertiapina		2,500
	Apamina	1-3	2,000
	Procamina	1-2	600
	Péptidos pequeños (con menos de 5 aminoác.)	13-15	600
Aminas fisiológicamente activas	Histamina	0.5-2.0	150
	Dopamina	0.2-1.0	150
	Noradrenalina	0.1-0.5	150
	Acido 5 aminobutírico	0.5	150
Azúcares	Glucosa	2	180
	Fructosa		
Fosfolípidos		5	700
Aminoácidos α		1	700
Compuestos volátiles (Feromonas)	20	4-8	200



Apéndice 6: Determinación Genética del Comportamiento

Defensivo en las Abejas (Goncalves *et al.*, 1989).

CARACTERISTICAS	ACCION GENICA
1. Tiempo del primer aguijoneo.	4 pares de genes Ag1, Ag2, Ag3, Ag4. Efecto Epistático. Dominancia en Africanizadas.
2. Tiempo para total defensiva.	Genes para defensiva epistáticos sobre genes de manse-dumbre. Posiblemente ligados con Ag.
3. Número de aguijones en guantes.	Controlado por dos pares de genes F1F1/F2F2 en italianas f1f1/f2f2 en africanizadas.
4. Número de aguijones en bola.	Dos pares de genes (A y B) con dos alelos cada uno (A ^m A ^{br} y B ^m B ^{br}) Africanizada: A ^{br} A ^{br} /B ^m B ^m Italianas: A ^m A ^m /B ^{br} B ^{br}
5. Distancia de persecución.	Herencia poligénica.

Apéndice 7: Producción Apícola de El Salvador desde 1960 hasta 1990 (DGEC, 1967), (DGEA, 1980), (DURON, 1982), (DURON, 1984) y (BCR, s. a.).



AÑO	Nº de Apicultores	Nº de Apiarios	Nº de Colmenas	Producción Nacional de Miel (Ton.)	Producción Nacional de Cera (Ton.)
1960	-	3915	42126	471	-
1964	-	3101	61746	-	-
1965	-	3739	71772	354932 lts.	43
1966	-	-	70692	700754 lts.	31
1970	-	4967	68736	378	-
1976	-	7748	29369	-	121
1978	-	-	70000	2367	-
1985	8000	12800	192000	6800	130
1986	5240	7860	118000	2900	24
1987	4900	7300	132000	3800	58
1988	6200	9300	140000	4600	84
1989	6300	9500	152000	4900	103
1990	7200	11400	174300	5500	-



Apéndice 8: Exportaciones de Miel de Abejas de El Salvador
(BCR, 1996); (DGEA, 1980) y (UAP, 1993) .

AÑO	Volumen de miel (Kg.)	Valor (Colones)
1973	1750729	3063466
1974	1311120	2608227
1975	1419555	2161669
1976	2495888	3808039
1977	1790616	2764366
1978	2074242	3968000
1979	1970594	4669519
1989	1657000	6571000
1990	1662000	10017000
1991	2156000	15892000
1992	2727000	23813000
1995	-	24360000
1996	-	24360000



Apéndice 9: Diferentes Extractos de Plantas que han sido Investigados en el Mundo para Disminuir la Defensividad de las Abejas (Crame, 1990).

NOMBRE DE LA PLANTA	LUGAR DE INVESTIGACION	RESULTADO
<i>Cymbopogon nardus</i> R.	Diferentes lugares La India	Calma la agresividad. Repelente.
<i>Lantana camara</i> L.	La India	Repelente.
<i>Melissa officinalis</i> L.	Diferentes lugares	Previene las picadas.
<i>Warburgia longimanii</i>	Tanzania	Repelente.
<i>Adania cissampaloides</i>	Ghana	Las abejas parecen estar muertas.
<i>Libinia javanica</i> S.	Suecia	Repelente.
<i>Aristolochia</i> sp.	Gabón	-
<i>Elorea floribunda</i> G.	Tailandia	Repelente.
<i>Piper caltidiforme</i> O.	Filipinas	Previene las picadas.
<i>Orophea katechallica</i> K.	Isla Pequeño Adán	Repelente.
<i>Amomum aculeatum</i> R.	Isla Pequeño Adán	Repelente y tranquilizante
<i>Zingiber squarrosum</i> R.	Isla Pequeño Adán	Repelente y tranquilizante

Apéndice 10. Realización de la Prueba de Agresividad Usando un Oscilador, luego de haber Aplicado el Extracto Acuoso.



Apéndice 11: Aplicación de los Extractos Acuosos por Aspersión.





Apéndice 12: Aplicación de los Extractos Acuosos en el Alimento, Usando para ello los Alimentadores Boardman.





Apéndice 13: Clasificación Taxonómica de las Plantas en
 Estudio (Heywood, 1985), (González, 1994),
 (Gupta, 1995).

	"cinco negritos"	"pito"	"hierba mora"	"naranja agria"
Clase	Angiospermae	Angiospermae	Angiospermae	Angiospermae
Subclase	Dicotyledonae	Dicotyledonae	Dicotyledonae	Dicotyledonae
Superorden	Asteridae	Rosidae	Asteridae	Rosidae
Orden	Asteridae	Fabales	Polemoniales	Sapindales
Familia	Verbenaceae	Leguminosae Subfamilia: Papilionoidae	Solanaceae	Rutaceae
Genero	Lantana	Erythrina	Solanum	Citrus
Especie	camara	barteroana	nigrum o americanum	aurantium



Apéndice 14: Sustancias Químicas Presentes en las Hojas de

Cada Una de las Plantas en Estudio.

Planta en Estudio	Sustancias Químicas Presentes
<p>"cinco negritos" (<i>Lantana camara</i>)</p>	<p>Flavonoides (Chrysoeriol)(Godoy, 1976), alcaloides (Montano, 1971). Lantadeno A (Principio Tóxico Triterpenoide Policíclico), a-amirina, lantamarona, lantadeno B, C y D, ácido lantánico y lanticoico, ácido oleanólico, triacontam-1-ol, verbascosido, ácidos betulínicos y botulónico, lantabetúlico, β-sitosterol, Lantana camara cv. Pink theviésido, ácido ursólico, furanonaf-toquinonas y el aceite esencial tiene múltiples terpenos (Gupta, 1995). Saponinas sesquiterpen-lactonas, taninos, triterpenos (Reyes (1980) citado por UES-MSPAS-OEA (1989).</p>
<p>"pito" (<i>Erythrina hartwegiana</i>)</p>	<p>Alcaloides (Crysoidine dehidrocrysoidine, tetrahidrocrysoidine, erysoidine, erysopina, erythraline, hipaphorina, alfaerythroidine, betaerythroidine y otros) (Silva, 1980), flavonoides (UES-MSPAS-OEA, 1989).</p>
<p>"hierba mora" (<i>Solanum nigrum</i>)</p>	<p>Solanina, rutina, asparagina y solamargina, solasodina (Gupta, 1995). Alcaloides, glicósidos y azúcares, sustancias resinosas, trazas de aceite volátil y vitamina C, ácido indolacético, triptofano, calcio, potasio y proteínas, atropina, flavoquinasa, tigogenina, glicósidos solasodina, solasonina y secorinina (Zaldivar, 1980), taninos, triterpenos y esteroides insaturados, sesquiterpenlactonas y aceites esenciales (UES-MSPAS-OEA, 1989).</p>
<p>"naranja agria" (<i>Citrus aurantium</i>)</p>	<p>Alcaloides, flavonoides, taninos, triterpenos, aceites esenciales (UES-MSPAS-OEA, 1989), aceites esenciales: α-pineno, α-thiyeno, β-pineno, limoneno, δ-terpineno, p-cimeno, α-dimetiltireno, β-humuleno, β-selineno, linalool y α-terpinol, tentativamente fueron identificados: camphene, sabinene, β-mirceno, α-terpineno, β-elemeno, cariofileno, neral y geraniol (Lozano, 1981).</p>



APENDICE 15: Detalle de los cálculos estadísticos realizados.

Para explicar los cálculos realizados, se utilizarán los datos obtenidos en el parámetro de agresividad: Tiempo (seg.) en el que la primera abeja aguijonea.

Los datos obtenidos en las pruebas de agresividad (Tiempo seg. en que la primera abeja aguijoneó) son:

TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3
E1As	3, 1, 1, 2	2, 5, 8, 41	60, 15, 14, 19
E1A1	3, 8, 1, 8	2, 3, 1, 1	6, 6, 8, 1
E2As	12, 25, 9, 8,	3, 1, 7, 1	11, 1, 3, 1
E2A1	5, 15, 3, 2	10, 3, 6, 6	8, 23, 4, 2
E3As	60, 2, 3, 6	1, 2, 5, 2	36, 10, 38, 9
E3A1	60, 8, 2, 60	1, 2, 8, 60	1, 1, 1, 1
E4As	1, 1, 2, 1	57, 9, 30, 60	1, 21, 15, 33
E4A1	1, 54, 5, 19,	1, 1, 17, 37	8, 10, 37, 8

E1 : "cinco negritos"
 E2 : "pito"
 E3 : "hierba mora"
 E4 : "naranja agria".

As : Aplicación por aspersión
 A1 : Aplicación en el alimento

Luego partiendo de los datos anteriores, se calculó el promedio de cada tratamiento y repetición, utilizando la fórmula:

$$x = \frac{\sum x_i}{n}$$

Donde x : promedio o media
 xi: cada una de las onservaciones
 n : total de observaciones
 Σ : sumatoria

Para el tratamiento E1As, repetición I:

$$x = \frac{3 + 1 + 1 + 2}{4} \quad x = \frac{7}{4} \quad x = 1.75$$



Y así, se calculó el promedio para cada repetición y tratamiento.

Promedios calculados para cada repetición y tratamiento, que se utilizarán para realizar la Prueba de Bartlett's y el Análisis de Varianza:

TRATAMIENTO	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	TOTAL	MEDIA
E1As	1.75	14.0	27.0	42.75	14.25
E1A1	5.0	1.75	5.25	12.0	4.0
E2As	13.25	3.0	4.0	20.5	6.83
E2A1	6.25	6.25	9.25	21.75	7.25
E3As	17.75	2.5	23.25	43.5	14.5
E3A1	32.5	17.75	1.0	51.25	17.08
E4As	1.25	39.0	17.5	57.75	19.25
E4A1	19.75	14.0	15.75	49.5	16.5

1. Realización de la Prueba de Bartlett's:

a. Cálculo de los grados de libertad (gl) para cada tratamiento, por medio de la expresión:

$gl = n - 1$ Donde : $n =$ número de repeticiones.

Para el tratamiento E1As:

$$gl = 3 - 1$$

$$gl = 2$$

Y así se procedió para cada tratamiento.

b. Cálculo de la varianza individual para cada tratamiento, por medio de la fórmula:

$$S_i^2 = \frac{\sum X_i^2}{n-1} - \frac{(\sum X_i)^2}{n}$$

Para el tratamiento E1As, el procedimiento realizado fue el siguiente:

$$S_i^2 = \frac{(1.75)^2 + (14)^2 + (27)^2}{2} - \frac{(42.75)^2}{3}$$

$$S_i^2 = \frac{928.06 - 609.19}{2}$$

$S_i^2 = 159.44$ Y así se calculó la varianza de cada tratamiento.

e. La varianza codificada (S_i^2 codif), se obtuvo multiplicando la varianza individual por 1000.

Para el tratamiento E1As el calculo realizado fue:

$$S_1^2 \text{ codif} = 159.44 \times 1000$$

$$S_1^2 \text{ codif} = 159440.00$$

d. Cálculo del Logaritmo de la Varianza Codificada (Log S_1^2 codif), utilizando una máquina calculadora:

Para el tratamiento E1As, el procedimiento realizado fue:

$$\text{Log } S_1^2 \text{ codif} = \text{log } 159440$$

$$\text{Log } S_1^2 \text{ codif} = 5.20 \quad \text{y así se procedió con cada tratamiento.}$$

e. Tabla que resume la información calculada anteriormente:

TRATAMIENTOS	g1	VARIANZA INDIVIDUAL (S_1^2)	VARIANZA CODIFICADA ($S_1^2 \text{ codif}$)	LOG DE LA VAR. CODIF (Log $S_1^2 \text{ codif}$)
E1As	2	159.44	159440	5.20
E1AL	2	3.81	3810	3.58
E2As	2	33.58	33580	4.52
E2AL	2	3.0	3000	3.47
E3As	2	115.56	115560	5.06
E3AL	2	248.4	248400	5.4
E4As	2	358.56	358560	5.55
E4AL	2	8.69	8690	3.94
TOTAL	16		931080	38.72
MEDIA			116385	
LOG. (MEDIA)			5.07	

f. Cálculo de la X^2 (Ji Cuadrada), utilizando la fórmula:

$$X^2 = 2.3026 [(\sum g1 \text{ de tratamientos} \times \text{Log promedio } S_1^2 \text{ (codif)}) - (g1 \text{ para cada tratamiento} \times \sum \text{log } S_1^2 \text{ codif})]$$

Donde:

2.3026 = Logaritmo natural de transformación de la base decimal (Ln (10)), es decir de su logaritmo común.

$\sum g.l.$ = Sumatoria de los grados de libertad de todos los tratamientos.

g.l. trat. = Grados de libertad de cada tratamiento.

Log. S_1^2 codif. = Logaritmo de la varianza media codificada de todos los tratamientos



$\Sigma \log. Si^2$ (codif.) = Sumatoria de los logaritmos de las varianzas codificadas.

$$X^2 = 2.3026 [(16 \times 5.07) - (2 \times 36.72)]$$

$$X^2 = 2.3026 [(81.12) - (73.44)]$$

$$X^2 = 2.3026 [7.68]$$

$X^2 = 17.68$ este valor no está ajustado.

g. Cálculo del Factor de Corrección (C), por medio de la expresión:

$$C = 1 + \frac{1}{3(g.l. \text{ Tot. Trat.})} \left[\frac{\text{No. Trat.}}{g.l./trat.} - \frac{1}{g.l. \text{ de trat.}} \right]$$

Donde:

C = Factor de corrección.

g.l. (trat.) = Grados de libertad total de tratamientos.

No. Trat. = Número de tratamientos del experimento.

g.l. (trat.) = Grados de libertad para cada tratamiento.

Σ g.l. = Sumatoria de los grados de libertad de tratamientos.

$$C = 1 + \frac{1}{3(7)} \left[\frac{8}{2} - \frac{1}{16} \right]$$

$$C = 1 + \frac{1}{21} [4 - 0.0625]$$

$$C = 1 + \frac{1}{21} [3.94]$$

$$C = 1 + 0.19$$

$$C = 1.19$$

h. Cálculo del valor de X^2 cuadrada corregida, por medio de la fórmula:

$$X^2 \text{ ajustada} = \frac{X^2 \text{ no ajustada}}{C}$$

$$X^2 \text{ ajustada} = \frac{17.68}{1.19}$$

$$X^2 \text{ ajustada} = 14.85$$

X^2 tabla (0.05 y gl = 7) = 14.1 (obtenido en la Tabla de valores de X^2 que se encuentra en muchos libros de estadística).

Como X^2 ajustada > X^2 tabla : No existe homogeneidad de varianzas a un nivel de significancia del 5% y por lo tanto no se puede realizar el Análisis de Varianza sin realizar transformación de datos.

E. Transformación de datos.

Como lo indicó la prueba de Bartlett's, se hizo la transformación de datos por medio de la fórmula:



Para el tratamiento E1As repetición I, el cálculo realizado fue:

$$\sqrt{1.75} = 1.32$$

De la misma forma se procedió para los demás tratamientos y repeticiones, hasta obtener el siguiente cuadros de datos transformados.

Datos transformados para el tiempo en que la primera abeja agujonea.

Tratamientos	Repetición I	Repetición II	Repetic. III	Total
E1As	1.32	3.74	5.19	10.25
E1A1	2.23	1.32	2.3	5.85
E2As	3.67	1.73	2.0	7.4
E2A1	2.5	2.5	3.04	8.04
E3As	4.21	1.58	4.82	10.61
E3A1	5.7	4.21	1.0	10.91
E4As	1.12	6.24	4.18	11.54
E4A1	4.44	3.74	3.97	12.15
Total	25.19	25.06	26.5	76.75

3. Realización del Análisis de Varianza (ANVA):

Tomando datos del cuadro anterior para cada repetición y tratamiento, se elabora el cuadro de promedios para cada extracto acuoso y cada forma de aplicación, utilizando siempre la fórmula:

$$x = \frac{\sum x_i}{n}$$

Totales de cada extracto acuoso y formas de aplicación:

EXTRACTO ACUOSO	APLICACION EN ASPERSION	APLICACION EN EL ALIMENTO	TOTAL	MEDIA (x)
E1	10.25	5.85	16.10	2.68
E2	7.4	8.04	15.44	2.57
E3	10.61	10.91	21.52	3.59
E4	11.54	12.15	23.69	3.95
TOTAL	39.8	36.95	76.75	
MEDIA (x)	9.95	9.24		



Partiendo de la información del cuadro anterior para elaborar el cuadro de ANVA, se realizaron los siguientes cálculos:

a. Factor de Corrección(FC):

$$FC = \frac{Y^2}{N}$$

Donde:

Y = Es el gran total.

N = Es el número de datos u observaciones de donde proviene el gran total.

$$FC = \frac{(76.75)^2}{24}$$

$$FC = 245.44$$

b. Suma de Cuadrados Total (SCTtotal):

$$S.C. Total = \sum Y^2_{ijk} - FC$$

Donde : Y_{ijk} = Cada una de las observaciones o datos del experimento.

FC = Factor de Corrección.

$$S.C. Total = (1.32)^2 + (3.74)^2 + \dots + (3.74)^2 + (3.97)^2 - 245.44$$

$$S.C. Total = 298.69 - 245.44$$

$$S.C. Total = 53.2$$

c. Suma de cuadrados de bloques (SCbloques):

$$S.C. Bloques = \sum \frac{Y_j^2}{t} - FC$$

Donde:

Y_j = Observaciones o datos de cada bloque.

t = Número de tratamientos del experimento.

$$SCbloques = \frac{(25.19) + (25.06) + (26.50)}{8} - 245.44$$

$$SCbloques = \frac{1964.79}{8} - 245.44$$

$$SCbloques = 245.44 - 245.44$$

$$SCbloques = 0.16$$

d. Suma de cuadrados de tratamientos (S.C.Tratamientos):

$$S.C. Tratamientos = \sum \frac{Y_i^2}{r} - FC$$

Donde:

Y_i = Observaciones de cada tratamiento.

r = Repeticiones del experimento.



$$S.C. \text{ Tratamientos} = \frac{(10.25) + \dots + (12.15)}{3} - 245.44$$

$$S.C. \text{ Tratamientos} = \frac{771.08}{3} - 245.44$$

$$S.C. \text{ Tratamientos} = 257.03 - 245.44$$

$$S.C. \text{ Tratamientos} = 11.59$$

e. Suma de cuadrados del error experimental (SC Error):

$$E.C. \text{ Error} = S.C. \text{ Total} - S.C. \text{ Tratamientos} - S.C. \text{ Bloques.}$$

$$S.C. \text{ Error} = 53.2 - 11.59 - 0.16$$

$$S.C. \text{ Error} = 41.45$$

f. Suma de cuadrados debida a los extractos acuosos (S.C.E.) :

$$S.C.E. = \sum Y_i^2 / b_n - FC$$

Donde :

Y_i = Representa el total de los niveles del factor A (Extractos Acuoso).

b = Número de Niveles del Factor B (Formas de Aplicación).

n = Número de repeticiones del experimento.

$$S.C.E. = \frac{(16.10)^2 + (15.44)^2 + (21.52)^2 + (23.69)^2}{2 \times 3} - \frac{(76.75)^2}{24}$$

$$S.C.E. = 253.65 - 245.44$$

$$S.C.E. = 8.21$$

g. Suma de cuadrados debido a las formas de aplicación (S.C.A.):

$$S.C.A. = \sum Y_j^2 / a_n - FC$$

Donde:

Y_j = Representa el total de los niveles del Factor B (Formas de Aplicación) (S.C. Aplicación).

a = Representa los niveles del Factor A (Extractos Acuoso).

n = Representa las repeticiones del experimento.

$$S.C.A. = \frac{(39.8)^2 + (36.95)^2}{4 \times 3} - \frac{(76.75)^2}{24}$$

$$S.C.A. = 245.77 - 245.44$$

$$S.C.A. = 0.31$$

h. Suma de Cuadrados de la Interacción Extractos X Formas de



Aplicación (S.C. E X A).

h.1. Suma de Cuadrados debido a Subtotales.

$$S.C. \text{ Subtotales} = \sum Y_{ij}^2 / n - FC$$

Donde:

Y_{ij} = Subtotales de cada tratamiento.

n = Repeticiones del experimento.

$$S.C. \text{ Subtotales} = \frac{(10.25)^2 + (5.85)^2 + \dots + (12.15)^2}{3} - \frac{(76.76)^2}{24}$$

$$S.C. \text{ Subtotales} = 257.03 - 245.4$$

$$S.C. \text{ Subtotales} = 11.56$$

h.2. Suma de Cuadrados de la Interacción E X A :

$$S.C. \text{ Interac. E X A} = S.C. \text{ Subtotal} - (S.C. E + S.C. A)$$

$$S.C. \text{ Interac. E X A} = 11.56 - (8.21 + 0.31)$$

$$S.C. \text{ Interac. E X A} = 11.56 - 8.52$$

$$S.C. \text{ Interac. E X A} = 3.04$$

3. Resumen de la información obtenida en un Cuadro de ANVA:

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	FC	Ftablas 5%	Ftablas 1%
Eloques	2	0.16	0.08	0.03ns	3.74	6.51
Tratamientos	7	11.59	1.66	0.56ns	2.76	4.28
Efecto de E	3	8.21	2.74	0.92ns	3.34	5.56
Efecto de A	1	0.31	0.31	0.10ns	4.60	8.86
Interacción E X A	3	3.04	1.01	0.34ns	3.34	5.57
Error Experimental	14	41.45	2.96			
Total	23	53.2				

ns : No significativo

Los valores de F tablas se buscan en la tabla de Valores de F, de acuerdo los grados de libertad y probabilidad de F, que se encuentra en muchos libros de estadística.

Cálculos como estos se hicieron para los parámetros de agresividad evaluados: Tiempo en que la primera abeja agujonea, número de agujones en tela oscilando frente a la piquera y

número de agujones en tela oscilando 1 metro arriba de la piquera.

En el parámetro de agresividad Tiempo en el que toda la colonia se torna agresiva, se hicieron los mismos cálculos anteriores exepctuando la transformación de datos, que no fue necesaria, y como en el Análisis de Varianza el valor de F fue significativo, se procedió a realizar los siguientes cálculos:

4. Cálculo de la diferencia Mínima Significativa (DMS):

$$D.M.S. = "t" \text{ TABLAS} \times \sqrt{\frac{CME \times 2}{n}}$$

Donde:

"t" TABLAS = Valor encontrado en la Tabla de "t" de Student para 14 grados de libertad y para $\alpha = 0.01$

CME = σ^2 del experimento.

n = Número de repeticiones del experimento.

$$DMS = 2.145 \times \sqrt{\frac{22.38 \times 2}{6}} \quad DMS = 2.145 (2.73)$$

$$DMS = 5.85$$

La información se resumió en cuadros de doble entrada para DMS, utilizando las medias para cada tratamiento que muestra la siguiente tabla:

Totales de cada tratamiento (Sumatoria de cada repetición), tomados de la Tabla 10:

EXTRACTO	APLIC. EN ASPERSION	APLIC. EN ALIMENTO	TOTAL	MEDIA
E1	78.0	108.0	1876.0	31.0
E2	51.75	91.5	143.25	23.88
E3	127.0	98.0	225.0	37.5
E4	105.5	126.5	232.0	38.67
TOTAL	362.25	424.0	786.25	
MEDIA	30.19	35.33		



Cuadro de doble entrada:

	E4 38.67	E3 37.5	E1 31.0	E2 23.88
E2 23.88	14.79**	13.62**	7.12*	-
E1 31.0	7.67*	6.5*	-	
E3 37.5	1.17ns	-		
E4 38.67	-			

** Significativo al 1% de probabilidad
* Significativo al % de probabilidad
ns No significativo