

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCION DE POSTGRADO



Mecanismo de resistencia natural al ácaro *Varroa jacobsoni* y su diferencia entre cuatro líneas genéticas de abejas.

TESIS DE MAESTRIA
Como requisito parcial para obtener el Grado de

MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA

M.V.Z. Pedro Cerda Sánchez

Linares, Nuevo León, México

Junio 2003

TM

Z5991

FCF

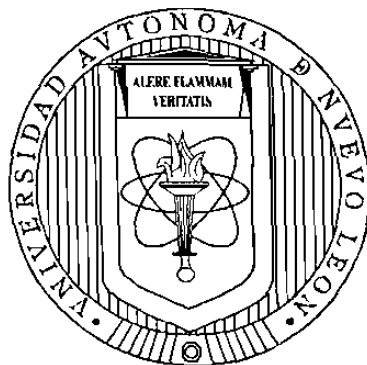
2003

.C4



1020148515

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



**Mecanismos de resistencia natural al ácaro *Varroa jacobsoni*
y su diferencia entre cuatro líneas genéticas de abejas.**

Tesis de Maestría
Como requisito parcial para obtener el grado de

Maestría en Ciencias Forestales

Presenta

M.V.Z. Pedro Cerda Sánchez

SA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**Mecanismos de resistencia natural al ácaro *Varroa jacobsoni*
y su diferencia entre cuatro líneas genéticas de abejas.**

TESIS DE MAESTRÍA

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

M.V.Z. Pedro Cerda Sánchez

Comité de Tesis


Dr. Celina Garza Quintanilla
Director



Dr. Laura M. Scott Morales
Secretario



Dr. Mauricio Cotera Correa
Vocal



PhD. William L. Rubink
Director externo

71-21

25

FCF

2003

.04



FONDO
TESIS

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por haberme apoyado con una Beca – Crédito para realizar mis estudios de Maestría.

Al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) por proporcionarme parte del material necesario para la realización del trabajo de campo y el financiamiento otorgado para la realización de esta tesis.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por el apoyo brindado con su programa de ayuda a la realización de tesis de maestría.

A la Dra. Celina Garza Quintanilla por brindarme su apoyo en cada situación que se presentó durante la realización de esta tesis y por la paciencia que ha demostrado tenerme durante todo este tiempo.

A los miembros del comité de tesis:

Dra. Laura Scott, Dr. Mauricio Cotera y PhD William L. Rubink por el tiempo otorgado a la revisión de esta tesis y por todos los comentarios y observaciones que me ayudaron a estructurarla completamente.

Al Dr. Filiberto Reyes por su valioso apoyo en el análisis estadístico de los datos del trabajo.

Alex y familia, por la ayuda que me brindaron durante el trabajo y por toda la ayuda que aun me siguen brindando.

A todos mis compañeros y amigos que me brindaron su amistad y ayuda durante mi estancia en Linares: San Juana Guerra, Carlos Muñoz, Benjamín Villa, Javier

Corral, Genaro García, Luis Ibarra, Sergio Talavera, Sergio García, Gabriela Gutiérrez, René Andrade, Nahum Sánchez, Laura Renteria y Albesia Montelongo.

Y un agradecimiento muy especial a Regina, que ha estado dispuesta a apoyarme y ayudarme siempre que lo he necesitado, además de haberme cambiado la vida en estos últimos 3 años que se ha mantenido junto a mi.

ÍNDICE GENERAL

INDICE GENERAL	i
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	2
1.2. Objetivos	3
2. ANTECEDENTES	4
2.1. GENERALIDADES	4
2.1.1. Descubrimiento y dispersión del ácaro	4
2.1.2. Biología del ácaro	6
2.1.3. Dinámica poblacional del ácaro	8
2.2. RESISTENCIA A <i>Varroa jacobsoni</i>	12
2.2.1. <i>Varroa jacobsoni</i> en su hospedero original, <i>Apis cerana</i>	12
2.2.2. <i>Varroa jacobsoni</i> como parásito de <i>Apis mellifera</i>	13
2.2.3. Conducta higiénica	15
2.2.4. Conducta de acicalamineto	15
2.3. SELECCIÓN Y CRÍA DE ABEJAS RESISTENTES	16
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. LOCALIZACIÓN	19
3.2. MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO	19
3.3. MUESTREOS	21
3.3.1. Muestreos para medir la infestación de las colmenas	22
3.3.1.1. Plantillas	22
3.3.1.2. Abejas adultas	22
3.3.1.3. Cría operculada	23
3.3.2. Muestreo para estimar la conducta higiénica	23
3.3.2.1. Trampas para abejas muertas	23
3.3.3. Muestreo para estimar la conducta de acicalamineto	25
3.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. GENERACIÓN 1	27
4.1.1. Genotipo Europeo – Europeo (EE)	27

4.1.2. <i>Genotipo Africano – Africano (AA)</i>	29
4.1.3. <i>Genotipo Europeo – Africano (EA)</i>	32
4.1.4. <i>Genotipo Africano – Europeo (AE)</i>	35
4.1.5. <i>Genotipo Africanizado (CH)</i>	38
4.1.6. Resultados estadísticos de la generación 1.	41
4.2. GENERACIÓN 2	45
4.2.1. <i>Genotipo Europeo – Europeo (EE)</i>	45
4.2.2. <i>Genotipo Africano – Africano (AA)</i>	47
4.2.3. <i>Genotipo Europeo – Africano (EA)</i>	50
4.2.4. <i>Genotipo Africano – Europeo (AE)</i>	52
4.2.5. <i>Genotipo Africanizado (CH)</i>	55
4.2.6. Resultados estadísticos de la generación 2.	58
4.3. GENERACIÓN 3	60
4.3.1. <i>Genotipo Europeo – Africano (EA)</i>	60
4.3.2. <i>Genotipo Africanizado (CH)</i>	63
4.3.3. Resultados estadísticos de la generación 3.	65
4.4. COMPARACIÓN ENTRE GENERACIONES DEL MISMO GENOTIPO	66
5. CONCLUSIÓN	71
6. LITERATURA CITADA	73
ANEXOS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ciclo de vida de <i>Varroa jacobsoni</i>	11
Figura 2.- Forma de colocación de trampa Todd en la colmena	24
Figura 3.- Características de la trampa	25
Figura 4.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 1	27
Figura 5.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 1	28
Figura 6.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena	29
Figura 7.- Infestación en las colmenas del grupo Africano – Africano de la generación 1	30
Figura 8.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Africano de la generación 1	30
Figura 9.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Africano de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena	31
Figura 10.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 1	32
Figura 11.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 1	33
Figura 12.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena	34
Figura 13.- Infestación en las colmenas del grupo Africano – Europeo de la generación 1	35
Figura 14.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Europeo de la generación 1	36
Figura 15.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Europeo de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena	37
Figura 16.- Infestación en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 1	38
Figura 17.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 1	39
Figura 18.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena	40
Figura 19.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 2	45
Figura 20.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 2	46
Figura 21.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena	47
Figura 22.- Infestación en las colmenas del grupo Africano – Africano de la generación 2	48

Figura 23.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Africano de la generación 2	48
Figura 24.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Africano de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena	49
Figura 25.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 2	50
Figura 26.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 2	51
Figura 27 - Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena	52
Figura 28.- Infestación en las colmenas del grupo Africano – Europeo de la generación 2	53
Figura 29.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Europeo de la generación 2	54
Figura 30.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano – Europeo de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena	55
Figura 31.- Infestación en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 2	56
Figura 32.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 2	56
Figura 33.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena	57
Figura 34.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 3	61
Figura 35.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 3	61
Figura 36.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Africano de la generación 3 y su relación con la infestación de la colmena	62
Figura 37.- Infestación en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 3	63
Figura 38.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 3	64
Figura 39.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 3 y su relación con la infestación de la colmena	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Europeo de la generación 1	29
Cuadro 2.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano – Africano de la generación 1	31
Cuadro 3.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Africano de la generación 1	35
Cuadro 4.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano – Europeo de la generación 1	37
Cuadro 5.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africanizado de la generación 1	35
Cuadro 6.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Europeo de la generación 2	47
Cuadro 7 - Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano – Africano de la generación 2	50
Cuadro 8.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Africano de la generación 2	52
Cuadro 9.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano – Europeo de la generación 2	55
Cuadro 10.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africanizado de la generación 2	58
Cuadro 11.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Africano de la generación 3	62
Cuadro 12.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africanizado de la generación 3	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Comparaciones múltiples de las variables utilizadas en la generación 1	83
Anexo 2.- Comparaciones múltiples de las variables utilizadas por genotipos entre las <i>Generaciones</i>	85

RESUMEN

El presente trabajo fue llevado a cabo durante el período comprendido entre los meses de mayo de 1999 a diciembre de 2001; los apiarios experimentales se ubicaron dentro del Centro de Producción Agropecuario perteneciente a la Universidad Autónoma de Nuevo León, el cual se localiza a 8 km. al sur del municipio de Linares, Nuevo León en el km. 145 de la carretera Linares – Ciudad Victoria, Tamaulipas.

Para la realización del estudio fueron establecidos apiarios de abejas europeas, africanizadas y sus híbridos con las cuales fue medida la capacidad y diferencia de respuesta en su conducta higiénica y de acicalamiento al ácaro *Varroa jacobsoni*. Se utilizaron cinco colmenas para cada grupo genético y tres generaciones de cada una de ellas; el orden en que se llevó el establecimiento de los apiarios, fue de acuerdo al tiempo que requería la derivación de las hijas que se utilizaron para la formación de las generaciones siguientes.

La infestación de cada una de las colmenas fue medida en cada estación anual utilizando tres tipos de muestreos que fueron: 1) plantillas.- son láminas de cartulina de 38.8 x 33.5 cm. cubiertas de un pegamento especial en el que se adhieren los ácaros que mueren dentro de la colmena; éstas eran introducidas por la piquera donde permanecían por un lapso de 24 horas. 2) abejas adultas.- se tomaron 50 – 150 abejas que fueron lavadas con solución jabonosa y se contaron los ácaros desprendidos de ellas. 3) cría operculada.- en una área de 5 x 5 cm. de panal se contaron 50 celdillas bajo el estereoscopio y se estimó el porcentaje de infestación de la muestra.

La conducta higiénica se estimó utilizando trampas Todd para abejas muertas, que permanecieron por un lapso de tres días en la colmena y fueron utilizadas en cada una de las estaciones anuales durante un año de muestreo; para la conducta de

acicalamiento se utilizaron plantillas similares a las utilizadas para medir la infestación, solamente que estas se observaban bajo el estereoscopio para estimar la cantidad de ácaros dañados por las abejas.

Los resultados muestran que las abejas africanizadas son más resistentes a la infestación por *V. jacobsoni*; esta resistencia está regulada en parte por la mayor efectividad en su conducta higiénica y de acicalamiento, ya que se encontró que las abejas africanizadas son capaces de identificar y expulsar de la colmena un 29.64 % de cadáveres deformes y dañar un 22.60 % de ácaros; las abejas europeas presentan ambas conductas de defensa, solamente que de una forma menos efectiva para el control del ácaro, ya que estas expulsaron un 9.73 % de cadáveres deformes y dañaron un 4.13 % de ácaros; los valores presentados corresponden a los mayores porcentajes encontrados en las tres generaciones.

Las características de defensa que presenta la madre son heredadas a sus hijas, ya que los híbridos con que se trabajó, mostraron la tendencia de presentar las características de su madre.

Los datos obtenidos muestran que es posible seleccionar las características de defensa y, en base a ellas, establecer un programa de crianza de abejas que cuenten con *resistencia natural al ácaro V. jacobsoni*; sin embargo, la línea seleccionada contará con características genéticas africanizadas.

ABSTRACT

This work was performed during the period May 1999 through December 2001. The experimental bee yards were established in the Center for Agricultural Production, which belongs to the Universidad Autónoma de Nuevo León, located 8 km south of the city of Linares, State of Nuevo León at kilometer 145 of the Linares-Ciudad Victoria Highway, in the State of Tamaulipas.

To carry out this study, bee yards of European, Africanized, and their hybrids were established, which were used to measure the ability and the differences in the response to the mite *Varroa jacobsoni* in their hygienic and grooming behavior. Five bee colonies, and three generations of each of them were used for each genetic group; the order in which the bee yards were established was according to the time required for the derivation of the daughters that were used for the following generations.

The infestation of each colony was measured for each annual season using three types of samplings: 1) sticky boards. These are cardboard sheets measuring 38.5 x 33.5 cm, covered with a special adhesive where the mites that die inside adhere. The sticky boards were inserted through the flying board and stayed inside the colony for 24 hours. 2) 50-150 adult bees were taken and washed in soapy water and the dislodged mites were counted. 3) For the sealed brood, in a 5 x 5 cm piece of comb, 50 cells were examined under a stereoscope and the infestation percentage of the sample was estimated.

The hygienic behavior was measured using Todd dead bee traps, which stayed attached to the colony for three days and were used in each of the annual seasons during the sampling period; for the grooming behavior, sticky boards like the ones utilized to measure the infestation were used, but these were observed under a stereoscope to estimate the amount of mites damaged by the honeybees.

The results showed that the Africanized bees are more resistant to the infestation of *Varroa jacobsoni*. This resistance is regulated in part because a greater effectiveness in the hygienic and grooming behavior, since it was found that the Africanized honeybees are able to recognize and expel 29.64% of the damaged bee corpses, and to damage 22.60% of the mites. To control the mite, the European bees show both defense behaviors, but in a less efficient form, since they expelled 9.73 % of the damaged bee corpses and they damaged 4.13 % of the mites; the values shown correspond to the greater percentages found in the three generations.

The defense characteristics shown by the mother are inherited to their daughters, because the hybrids used showed the characteristics of their mothers.

The data obtained show that it is possible to select the defense characteristics and based on them, establish a breeding program with bees, which have a natural resistance to the mite *Varroa jacobsoni*; however, the selected line will have genetic Africanized characteristics.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la apicultura con *Apis mellifera* ha sido afectada en gran medida por el ácaro *Varroa jacobsoni*; en respuesta a esto, la comunidad científica ha probado un sin número de productos químicos como métodos de tratamiento contra el ácaro logrando tener éxito en algunas ocasiones. Sin embargo, debido a la capacidad del ácaro para desarrollar resistencia a los productos utilizados, estos rápidamente dejan de ser útiles para su control (Imdorf et al, 1996).

El ácaro *Varroa jacobsoni* es un parásito original de la abeja oriental *Apis cerana*. La distribución original de la abeja cerana se limitó a las regiones situadas al este de la línea Urales / Afganistán y al oeste de ellas solo existía la especie *A. mellifera*. La separación geográfica natural de ambas especies se venció por primera vez a fines del siglo XIX cuando se importaron poblaciones de *A. mellifera* a Japón; sin embargo, el proceso decisivo para la apicultura mundial fue la penetración de abejas occidentales en Siberia a mediados del siglo XX. Con la llegada de *A. mellifera* afectada de Siberia a la región de dispersión natural del ácaro, éste pudo extenderse en forma de epidemia (Ritter, 1986).

La rápida diseminación del ácaro *Varroa* ha motivado a los científicos y criadores a tratar de desarrollar una línea de abejas que presente resistencia natural a este parásito (Woyke, 1989). Mediante la observación y experimentación se han descubiertos mecanismos de defensa que han aminorado el daño a las poblaciones de la abeja oriental; entre estos mecanismos se encuentran la conducta higiénica y de acicalamiento (Sammataro, 1996).

La conducta higiénica es la habilidad de detectar, desopercular y remover de las celdillas las pupas infestadas; la remoción de la pupa, interrumpe la reproducción

del ácaro dentro de la celdilla y adicionalmente causa la muerte de los ácaros inmaduros, disminuyendo con esto el número de ácaros dentro de la colonia (Spivak, 1996).

En la conducta de acicalamiento, las abejas adultas detectan y remueven los ácaros que se encuentren sobre ellas (auto-acicalamiento) o sobre las que se encuentren sobre sus compañeras (alo-acicalamiento); las patas del ácaro o la cutícula del idiosoma pueden ser dañadas por las mandíbulas de las abejas, causando que el ácaro dañado caiga al fondo de la colonia (Spivak, 1996).

En investigaciones realizadas por Boecking et al. (1993), se ha observado que las abejas europeas (*Apis mellifera mellifera*) y abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*) presentan estos comportamientos, solo que de una forma menos eficiente que en *Apis cerana*; por lo tanto, la selección y cría de una línea de abejas que cuenten con resistencia natural al ácaro podría ser una opción a largo plazo para este serio problema que afecta severamente a la apicultura mundial.

1.1. Hipótesis.

- Existe la conducta higiénica y conducta de acicalamiento en abejas europeas (*Apis mellifera mellifera*), abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*) y sus híbridos; sin embargo, dicho comportamiento varía entre las diferentes líneas de abejas.
- Conociendo los patrones de comportamiento en la conducta higiénica y de acicalamiento entre las diferentes genotipos de abejas melíferas, es posible seleccionar alguno de ellos para establecer un programa de cría de abejas resistentes al ácaro *Varroa jacobsoni*.

1.2. Objetivos

1. Evaluar la presencia de conducta higiénica y conducta de acicalamiento en abejas europeas, africanizadas y sus híbridos, así como su diferencia de respuesta al ácaro *Varroa jacobsoni* entre los diferentes genotipos y las generaciones derivadas de ellos.
2. Los datos obtenidos con el presente trabajo serán de utilidad en el establecimiento de un programa de selección genética de una línea de abejas que cuente con resistencia natural al ácaro.

2. ANTECEDENTES

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Descubrimiento y dispersión del ácaro

El ácaro *Varroa jacobsoni* Oudemans, actualmente es uno de los más serios problemas que enfrenta la apicultura mundial con *Apis mellifera*, debido a que provoca masivas pérdidas a los apicultores al causar mermas en los rendimientos de las colmenas y en ocasiones la muerte de las mismas.

El ácaro fue descubierto en la isla de Java (Indonesia) en el año de 1904 por Jacobson parasitando a la abeja oriental *Apis cerana* (Gary 1991); sin embargo, durante los 50 años posteriores a la fecha en que fue descrito, no fueron publicados reportes de parasitosis causados por éste, ya que su hospedero natural no es afectado severamente, debido a que han desarrollado mecanismos naturales de defensa con las cuales el ácaro no llega a presentar una alta densidad poblacional en las colonias (Pettis y Wilson, 1990).

Para el año de 1962, fue reportado parasitando poblaciones de *A. mellifera* en Hong Kong y en 1963 en Filipinas (Delfinado, 1963); antes de 1971 el ácaro no se había descubierto parasitando a la abeja europea fuera de Asia, solo que apicultores de la parte europea de la Unión Soviética transportaron colmenas a las regiones del lejano oriente de la URSS y ahí coexistieron las dos especies de abejas *A. cerana* y *A. mellifera*; en el año de 1975 apicultores de Rumania

reportaron la presencia de *V. jacobsoni* y para ese año ya causaba problemas en Europa Occidental y África del Norte (De Jong et al., 1982).

Aparentemente los gobiernos de esos países no tomaron el problema con la seriedad adecuada y enviaron cientos de colmenas a Túnez y para el año de 1978 empezaron a surgir brotes de la enfermedad en ese país. De forma similar fueron enviadas colmenas hacia Bulgaria y Libia en 1976 y esto dio como resultado el establecimiento de *V. jacobsoni* en el continente Africano (De Jong et al., 1982), y para finales de la década se propagó a muchas otras partes del mundo (Ritter, 1981).

En el año de 1971, apicultores japoneses llevaron colmenas a Paraguay, marcando con esto la entrada del ácaro hacia América del Sur; en 1972 algunas colmenas de esta compañía japonesa fueron transportadas hacia São Paulo, Brasil y poco después empezaron a darse reportes del ácaro en Argentina, Uruguay y otras áreas del continente; todas las infestaciones en América del Sur fueron originadas de las colmenas introducidas a Paraguay (De Jong et al., 1982).

El ácaro fue descubierto en México el mes de mayo de 1992 en el estado de Veracruz, pero no fue observado en el noreste mexicano sino hasta el año de 1993 en Nuevo León en enjambres silvestres y el año de 1995 en líneas de trampeo para abejas africanas (Wilson et al., 1995).

Fries et al. (1994) reportan que Irlanda es el único país que se encuentra libre de la enfermedad, solo que para el año de 1995, Taber reporta que el ácaro ya se encuentra distribuido por todos los continentes. La mayoría de los grandes saltos en la distribución son debidos a los apicultores que transportan colmenas de un país a otro, al movimiento de los enjambres y a abejas a la deriva (principalmente zánganos) que entran a colmenas libres de la enfermedad (De Jong et al., 1982).

Se estima que el rango natural de diseminación de esta parasitosis es de 2-5 km. por año en Alemania, siendo mucho más rápido en Sudamérica; el movimiento de enjambres bajo las condiciones climáticas que predominan en América del Sur es de alrededor de 131 km. por año aproximadamente, ya que el proceso de africanización permite que las colonias silvestres avancen con mayor rapidez que las abejas europeas (Ritter, 1981).

En los trópicos de América del Sur, *V. jacobsoni* al parecer no representa una plaga seria, ya que las abejas africanizadas predominantes en esa área son menos susceptibles a la parasitación (Cobey y Lawrence, 1988).

2.1.2. Biología del ácaro

V. jacobsoni es un ácaro que pertenece al orden Parasitiformes y es colocado en la subfamilia Varroidae de la familia Dermanysidae (Smirnov, 1978, citado por Ritter, 1981).

La hembra adulta mide 1.1 - 1.2 mm de largo por 1.5 - 1.6 mm. de ancho y puede ser observado a simple vista y su cuerpo está cubierto por una fuerte quitina color marrón que cubre todo el largo del idiosoma. El macho se distingue por ser más pequeño, midiendo 0.71 mm de largo por 0.7 mm de ancho y es de un color amarillo ó grisáceo (Ritter, 1981). Los dos pares anteriores de patas tienen funciones táctiles y olfativas mientras que los dos pares restantes sirven para la locomoción del ácaro (Garza, 1996); la forma del cuerpo le facilita sostenerse de la abeja además de contar con algunas otras adaptaciones que hacen prácticamente imposible para la abeja retirarse el ácaro (Ritter, 1981).

La abeja adulta generalmente solo es un hospedero intermediario que el ácaro utiliza como medio de transporte, ya que la parasitación más seria siempre ocurre

en la cría de abejas, atacando generalmente a las larvas de mayor edad (Imdorf et al., 1996). Las larvas de zángano son preferidas a las larvas de obreras, debido al mayor tiempo de operculado y las celdillas de reinas son parasitadas sólo en infestaciones muy severas (Harbo y Hoopingarner, 1995).

El ácaro hembra entra a la celdilla de cría un poco antes de que sea operculada; Wieting y Ferenz (1991) mencionan que la invasión a la celdilla empieza cuando la larva de la abeja tiene alrededor de 105 horas de edad en el caso de la obreras y 135 horas para los zánganos.

Cuando el título de la hormona juvenil es lo suficientemente alto, la oviposición del ácaro resulta estimulada (Rosenkranz et al., 1990); de este modo, la reproducción del ácaro está sincronizada con la reproducción de las abejas.

El ciclo reproductivo del ácaro hembra se divide en cinco etapas que son: cópula, pubertad, preoviposición, oviposición y rehabilitación. El tiempo en el que se lleva a cabo la ontogénesis completa desde huevo hasta protoninfa es de 26-48 horas (Ifantidis, 1983), además de que la madurez sexual también se alcanza en poco tiempo (6-7 días) (Akimov y Yastrebtsov, 1991).

Alrededor de dos días y medio después de haberse ocluido la cría, la hembra del ácaro produce el primer huevo, que algunos autores mencionan que siempre se desarrolla en una hembra (Ritter, 1986) y otros autores mencionan que se desarrolla en macho (Ball, 1995).

La hembra produce de 2 a 5 huevos que en 48 horas se desarrollan hasta formar el estado de protoninfa, que ya está capacitado para succionar la hemolinfa (De Jong et al., 1982); en las siguientes 48 horas pasa a ser deutoninfa (Haragsim y Samsinak, 1986). El desarrollo completo hasta el estado adulto ocurre en las hembras entre los 8-10 días y el macho a los 6-7 días (Boecking y Drescher, 1991).

Los ácaros machos suelen morir dentro de la celdilla, ya que los quelíceros sólo los utilizan para la transmisión del esperma, impidiéndole tomar alimentos (Ritter, 1981; De Jong et al., 1982). Las hembras pueden llegar durante el invierno a una edad de 8 meses mientras que en verano solo viven 2-3 meses (Ritter, 1986 y Boecking y Drescher, 1991).

2.1.3. Dinámica poblacional del ácaro.

La dinámica poblacional del ácaro consta básicamente de tres procesos, estos son:

- 1.- Entrada del ácaro hembra a la celdilla.
- 2.- Proceso reproductivo del ácaro.
- 3.- Muerte del ácaro y desarrollo de su descendencia.

El proceso de reproducción del ácaro inicia cuando invade la celdilla en la cual se va a reproducir, el número de descendientes que se desarrollan hasta el estado adulto depende esencialmente del tiempo de oclusión de la celdilla de la cría invadida (Fuchs, 1992). Las celdillas de los zánganos permanecen ocluidas tres días más que las obreras y dicho tiempo da lugar a que adicionalmente 1-2 hembras de ácaro alcancen el estado de madurez (Ritter, 1986).

En las celdillas de reinas la oclusión solo dura 7 días, de modo que no pueden formarse hembras adultas de *Varroa*; de similar brevedad es el tiempo de operculación en *Apis mellifera capensis*, raza que existe exclusivamente en la región Sudafricana del Cabo y por tal motivo el número de parásitos no aumenta en la colonia (Ritter, 1986).

En estudios realizados por Fries et al. (1994) se encontró que los ácaros muestran una marcada preferencia a invadir celdillas de zángano, esta tendencia aparentemente está basada en la presencia de atrayentes químicos que son secretados por la larva de zángano, el tamaño de la celdilla y sobre todo el mayor tiempo de operculado; sin embargo, el número de ácaros que se reproducen dentro de celdas de obrera es mayor, ya que la producción de zánganos dentro de la colonia es escasa durante la mayor parte del año.

El ácaro entra a la celdilla aproximadamente 30 horas antes de que sea operculada, una entrada demasiado temprana significa un riesgo importante de ser detectada y retirada por las abejas. El ácaro se aloja en el alimento de la larva, y ahí permanece inmóvil por un tiempo y sale del alimento aproximadamente 4 horas después de que la celdilla es operculada (De Jong et al., 1982).

Una vez que el ácaro sale del alimento, empieza a alimentarse de la hemolinfa de la pre-pupa de la abeja y 60 – 70 horas después inicia el proceso reproductivo del ácaro con la oviposición del primer huevo; el número de ácaros que alcanza la edad adulta depende del tipo de celdilla que fue invadida. Rosenkranz y Stürmer (1992) reportan que el ácaro debe de alimentarse de la pre-pupa poco después de haber sido operculada la celdilla, ya que de esta forma es estimulado el inicio del proceso de reproducción; si el ácaro no se alimenta, está incapacitado para reproducirse. Esta teoría ya había sido mencionada en el año de 1982 por Tewarson y Engels, quienes mencionan que al alimentarse el ácaro de la hemolinfa de la pre-pupa, se estimula la producción de huevos por efectos de la hormona juvenil (JH-III).

Existen diversos factores que afectan la reproducción del ácaro, Eguaras et al. (1994) y Martín S. (1995) mencionan que uno de ellos es la intensidad parasitaria, ya que entre mayor sea el número de ácaros que invaden una misma celdilla, el rango reproductivo del ácaro disminuye; la fertilidad del ácaro es otro factor que puede alterar su reproducción, ya que diversos estudios reportan que no todos los

ácaros que entran en una celdilla se reproducen de forma exitosa (Ifantidis, 1984; Fries et al., 1994).

Los ácaros adultos se fecundan únicamente en la misma celdilla que han nacido; en las celdas donde el macho muere antes del apareamiento, las hembras permanecerán estériles para siempre. Vandame (1996 a) demostró que esta situación se presenta entre el 10 y 46 % de las celdillas infestadas; si a la celdilla ingresó solamente una hembra, la fecundación se lleva a cabo entre hermanos, pero si ingresó más de una hembra es posible que exista exocria.

Al momento en que emerge la abeja, una parte de la descendencia del ácaro que inició la infestación se queda dentro de la celdilla. Generalmente los ácaros que mueren dentro de la misma celdilla son aquellos que no logran alcanzar la madurez y ácaros machos; las hijas fecundadas y el ácaro madre, tan pronto como salen de la celdilla tratan de subir sobre las abejas y de esta forma se vuelven foréticas, permaneciendo un tiempo sobre la abeja que emergieron y pueden dispersarse entre las abejas de la misma colmena o entre abejas de diferentes colmenas; tiempo después, los ácaros adultos descienden de la abeja adulta y entran en una nueva celdilla a iniciar nuevamente su ciclo reproductivo (ver figura 1) (Vandame et al, 1996 b).

El tiempo en que el ácaro permanece en estado forético depende de algunas variables, dentro de las cuales las de mayor importancia son la presencia de cría y el clima, ya que la fase reproductiva puede ocurrir solamente durante el periodo en que existe cría dentro de la colmena.

Durante su período de vida, el ácaro puede llevar a cabo su ciclo reproductivo de 4 a 8 ocasiones, y producir un máximo de 30 huevos de los cuales no todos alcanzan a desarrollarse hasta el estado adulto (De Ruijter, 1987).

La habilidad reproductiva del ácaro, es uno de los factores que causan directamente la extensión de la infestación en las colonias, por lo que el rango reproductivo y la cantidad de celdillas de obreras invadidas va a determinar la dinámica poblacional de *V. jacobsoni* (Moretto et al., 1997).

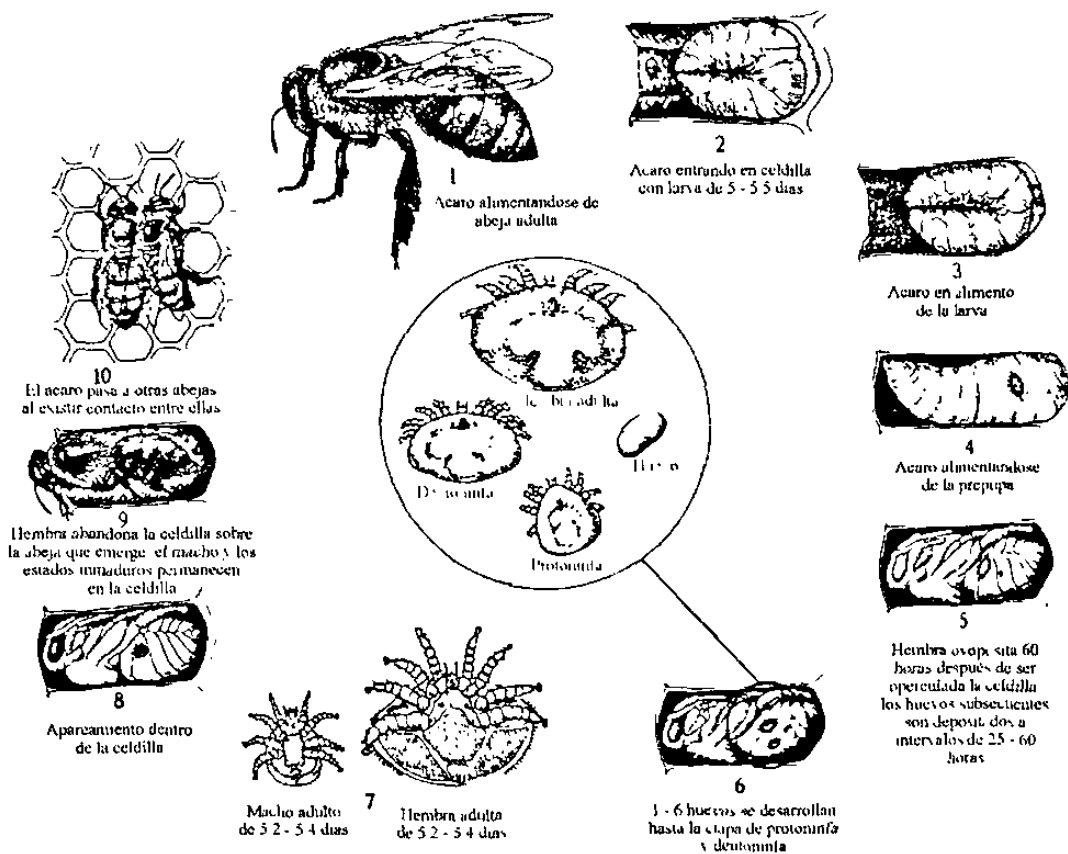


Figura 1.- Ciclo de vida de *Varroa jacobsoni* (USDA, 1987).

La capacidad reproductiva del ácaro, también está relacionada con la temporada anual, ya que se menciona que la disponibilidad de recursos florales y la producción de polen y néctar van a influenciar su reproducción, ya que entre mayor sea el suministro de polen y néctar, mayor será la tasa reproductiva de la abeja, que indirectamente va a beneficiar la reproducción del ácaro (Akimov y

Piletskaya citado por Moretto et al 1997), además de que la temporada anual determina el tiempo de vida del parásito (Martín y Kemp, 1997).

2.2. RESISTENCIA A *Varroa jacobsoni*.

2.2.1 *Varroa jacobsoni* en su hospedero original, *Apis cerana*.

A. cerana hospedero original del ácaro *Varroa*, ha tenido una larga asociación evolutiva con este ectoparásito, que ha dado como resultado el desarrollo de algunos mecanismos de defensa que mantienen la infestación a niveles bajos (Peng et al., 1987 a).

Estos mecanismos son: período de operculación más corto, baja atracción por la cría de obrera, baja fertilidad en el ácaro y mayor eficiencia en su conducta higiénica y de acicalamiento (Sammataro, 1996).

Tiempo de operculado de la cría: Un período de desarrollo más corto en las abejas obreras restringe el número de descendientes de *Varroa* (Woyke, 1989), ya que un menor número de ácaros lograrán alcanzar la edad adulta antes de que la abeja emerja, por lo que los individuos inmaduros morirán dentro de la misma celdilla en que nacieron (Peng et al., 1987 b). También la variación en el tiempo de operculado existente entre las diferentes subespecies de abejas europeas explica la diferencia en el daño e impacto sobre las colonias (Cobey y Lawrence, 1988).

Reproducción e infertilidad del ácaro en la colmena: en *A. cerana*, la reproducción del ácaro está restringida básicamente a la cría de zánganos y ocurre sólo durante el ciclo anual de producción de zánganos en la colmena (Spivak, 1996); el porcentaje máximo de infestación a las celdillas de obreras es de 1 % cuando existe cría de zángano disponible, pero puede aumentar hasta un 6 – 8 % cuando la cría de zángano es baja o inexistente. Tewarson et al. (1992) reportan que la

mayoría de las invasiones a celdillas de obrera no tienen éxito, ya que en la mayoría de las celdas infestadas, el ácaro no logra llevar a cabo su reproducción.

Apis cerana también ha desarrollado algunos otros mecanismos de resistencia que le permiten mantener la infestación a un nivel bajo en la colmena (Peng et al., 1987 a), que son:

Conducta higiénica: es la habilidad de detectar, desopercular y remover de las celdillas las pupas infestadas; la remoción de la pupa interrumpe la reproducción del ácaro dentro de la celdilla y adicionalmente causa la muerte de los ácaros inmaduros, disminuyendo con esto el número de ácaros dentro de la colonia.

La remoción de pupas infestadas es altamente efectiva para la disminución del número de ácaros (Peng et al., 1987 b). Rath y Drescher (1990) demostraron que ***A. cerana*** es capaz de remover el 98% de las pupas infestadas de forma artificial en los primeros 5 días después de que fueron infestadas.

Conducta de acicalamiento: las abejas adultas detectan y remueven los ácaros que se encuentren sobre ellas (auto-acicalamiento) o los que se encuentren sobre sus compañeras (alo-acicalamiento); las patas del ácaro o la cutícula del idiosoma pueden ser dañadas por las mandíbulas de las abejas, causando que el ácaro dañado caiga hacia el fondo de la colmena (Spivak, 1996).

Este comportamiento es evidente en ***A. cerana***, pero también ocurre en ***A. mellifera***, y fué demostrado en estudios realizados por Peng et al (1987 b).

2.2.2. *Varroa jacobsoni* como parásito de *Apis mellifera*.

Debido a que la relación entre ***V. jacobsoni*** y ***A. mellifera*** es relativamente nueva, el hospedero no ha contado aun con el tiempo suficiente para desarrollar

mecanismos naturales de defensa efectivos contra el ácaro, por lo que esta especie es mayormente afectada que su hospedero original.

El ácaro cuenta con la capacidad de desarrollarse en celdillas de obreras y zánganos y debido a esto, la población del parásito crece de una forma más rápida en *Apis mellifera* (Boecking et al., 1993).

El periodo de operculado es mayor que en la abeja oriental, lo que favorece la reproducción y rápido aumento de la población del parásito, debido a que cada ácaro hembra será capaz de producir un mayor número de descendientes y a la vez, el número de ácaros que alcanzan la edad adulta dentro de las celdillas también será mayor.

Boecking y Drescher (1991), Morse et al. (1991), Harbo (1993), Eguaras et al. (1996), Lodesani et al. (1996), Spivak (1996) y Harbo y Hoopingarner (1997), han demostrado que existe una pre-adaptación hacia el ácaro en *A. mellifera*; las conductas higiénica y de acicalamiento también han sido observadas, solamente que en ésta no se presentan de una forma tan efectiva como en *A. cerana* (Bückler et al., 1992); sin embargo, estas conductas pueden ser seleccionadas y en base a ellas llevar a cabo un programa de cría de abejas que cuenten con resistencia natural al parásito (Sammataro, 1996).

El proceso de africanización que se ha llevado en países como Brasil, Uruguay y Paraguay, al parecer ha disminuido los efectos por *Varroa jacobsoni* (Moretto et al., 1991 a); un factor importante en la resistencia de las abejas africanas (*Apis mellifera scutellata*) es el periodo de operculación menor al de las abejas europeas (*Apis mellifera mellifera*), ya que esto influye en el desarrollo de la población del ácaro dentro de la colmena. En estudios posteriores de Moretto et al. (1993) y Boecking et al. (1993), también queda demostrado que las abejas africanas reaccionan de una forma más efectiva a la presencia del ácaro, y a la

vez son más eficientes en su conducta higiénica y de acicalamiento que las europeas.

2.2.3. Conducta higiénica.

La conducta higiénica es considerada el primer mecanismo de resistencia para al menos dos enfermedades de las larvas de abejas, Loque Americana que es causada por la bacteria *Bacillus larvae* (Rothenbuhler, 1964) y Cría de Cal causada por el hongo *Ascosphaera apis* (Gilliam et al., 1983 y Harbo, J. R., 1995).

Se cree que el comportamiento es controlado por dos genes recesivos independientes: uno para el desoperculado de la celdilla y otro para la remoción y expulsión de la cría enferma; Spivak y Gilliam (1993), demostraron que efectivamente el comportamiento es determinado genéticamente, solo que no siempre es expresado, ya que existen algunos factores que promoverán la presencia del comportamiento en las abejas; la expresión del comportamiento depende del vigor y población de la colmena, carga parasitaria, temporada anual (disponibilidad de recursos) y sobre todo de la necesidad y disponibilidad de espacio en la colmena.

Se ha encontrado que algunas colonias de *A. mellifera* son capaces de detectar, desopercular y remover las pupas infestadas por ácaros *Varroa*, lo que demuestra que la abeja melífera es capaz de reaccionar a la presencia del ácaro y expresar este tipo de comportamiento (Spivak et al., 1994 y Moretto, 1997).

2.2.4. Conducta de acicalamiento.

Büchler et al. (1992) estudiaron el potencial de la conducta de acicalamiento como método de control contra *Tropilaelaps clareae* y *Varroa jacobsoni* en tres

especies de abejas y el estudio concluye que la conducta es efectiva para el control del parásito, solamente que la efectividad de este comportamiento varía entre las diferentes especies de abejas.

Delfinado et al. (1992) llevaron a cabo un estudio similar y ellos reportan que en *A. mellifera* se presenta la conducta de acicalamiento, solamente que de una forma menos efectiva que en *A. cerana*; sin embargo, en el mismo estudio se incluyeron abejas africanizadas y se encontró que estas muestran un potencial de reconocimiento y conducta de acicalamiento similar a la mostrada por *A. cerana*.

En estudios realizados a la fecha, no se ha encontrado que las abejas europeas cuenten con una conducta de acicalamiento efectiva contra el ácaro (Peng et al., 1987 b; Bückler et al, 1992; Delfinado et al., 1992; Boecking et al., 1993 y Szabo et al., 1996); sin embargo, las abejas africanizadas muestran este tipo de conducta de una forma efectiva y debido a que el proceso de africanización se encuentra extendido por la mayoría del territorio mexicano, es posible seleccionar este tipo de abejas para llevar a cabo una selección de abejas resistentes.

Los ácaros que son reconocidos y estimulan el auto-acicalamiento o el auto-acicalamiento, generalmente son dañados de las patas y del idiosoma; estos caen al fondo de la colmena y mueren (Rosenkranz et al., 1997). Si la conducta de acicalamiento es alta en la colmena, la infestación se mantendrá a niveles bajos, pudiendo llegar a una convivencia equilibrada con el parásito (Flores et al., 1995 y Bienefeld et al., 1999).

2.3. SELECCIÓN Y CRÍA DE ABEJAS RESISTENTES.

Actualmente se han hecho muchos esfuerzos para encontrar un tratamiento químico efectivo para el control del ácaro; esto ha llevado a la experimentación y utilización de al menos 150 productos diferentes, pero al momento de encontrar

alguno efectivo, el ácaro rápidamente empieza a mostrar resistencia hacia éste; por esta razón, es necesario explorar métodos alternativos para el control del ácaro (Cobey y Lawrence, 1988); una opción, es la búsqueda de una línea de abejas resistentes mediante selección genética.

Existen algunos ejemplos de métodos de selección y crianza de abejas con resistencia natural a algunas enfermedades; ejemplo de esto es lo llevado a cabo en el trabajo de Adam (1987) en el que menciona el desarrollo de una línea de abejas resistentes al ácaro traqueal (*Acarapis woodi*) de forma exitosa.

La selección y crianza de abejas resistentes no son métodos utilizados recientemente, ya que en el año de 1937, Park et al., iniciaron con el desarrollo de abejas resistentes a la Loque Americana (*Bacillus larvae*); para que el programa fuera concluido, se llevó una selección por 15 generaciones y tomó 10 años concluir el proyecto, con el que se obtuvo un 98% de resistencia contra dicha enfermedad.

Se ha encontrado que existen diferencias entre las subespecies, ecotipos y aun entre colonias de la misma raza de abejas (Woyke, 1989); sin embargo, los ejemplos mencionados anteriormente nos dan los elementos para pensar que es posible llevar a cabo un programa para seleccionar y criar una abeja con resistencia natural a *V. jacobsoni*, sobre todo por que en los últimos años y a pesar del poco tiempo de convivencia que ha habido entre el ácaro y la abeja europea, han comenzado a observarse mecanismos de resistencia como respuesta a la presencia del parásito (Boecking y Drescher, 1991). Si *A. mellifera* contara con el tiempo suficiente y en ausencia de tratamientos químicos, quizá se adaptaría al ácaro por selección natural como en el caso de *A. cerana*.

La meta de la cría de abejas resistentes es acelerar este proceso mediante selección artificial. Después de conocer los mecanismos de resistencia en *Apis cerana* y observar que existen algunos de esos mecanismos en *A. mellifera*,

deberán de ser seleccionadas las líneas que presenten dichas características y mediante cruces programadas combinar las diferentes líneas que cuenten con características de resistencia; este no es un procedimiento sencillo, sin embargo, es un proceso factible, ya que se ha logrado llevar a cabo contra algunos otros parásitos (Woyke, 1989).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACION

El trabajo se llevó a cabo durante los meses de mayo de 1999 a diciembre de 2001 en el Centro de Producción Agropecuario perteneciente a la Universidad Autónoma de Nuevo León, el cual se localiza a 8 km. al sur del municipio de Linares, Nuevo León en el km. 145 de la carretera Linares – Ciudad Victoria, Tamaulipas.

En el terreno fueron distribuidos 9 apiarios, uno para cada *grupo genético*; no todos los apiarios fueron establecidos desde el principio del trabajo, ya que estos fueron creados conforme el cronograma del trabajo lo requería.

El orden en que fueron creados fue en base a la derivación de cada una de las generaciones; es decir, la generación 1 fue la primera en ser creada, enseguida la generación 2 y finalmente la generación 3.

3.2. MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO.

El trabajo fue planteado para trabajar con 4 líneas genéticas de abejas; sin embargo, en el estudio fue incluida una quinta línea que se obtuvo de un apiario que permaneció sin ningún tipo de manejo durante 5 años; este apiario cuenta con material genético altamente africanizado, y aunque la infestación del ácaro es alta, ha sobrevivido y actualmente cuenta con una alta población de abejas en la mayoría de las colmenas; este apiario se denominó CH.

Las líneas utilizadas quedaron conformadas de la siguiente forma:

- Línea 1.- Material europeo puro (EE).
- Línea 2.- Material africano puro (AA).
- Línea 3.- Híbrido de madre europea y padre africano (EA).
- Línea 4.- Híbrido de madre africana y padre europeo (AE).
- Línea 5.- Material africanizado (CH).

Para el establecimiento de los apiarios, fue necesario contar con material genético controlado; algunas reinas europeas fueron adquiridas fecundadas en criaderos especializados en este tipo de material (línea 1).

Las reinas africanizadas (línea 2) y un grupo de reinas europeas vírgenes (línea 3) fueron fecundadas en el lugar en que se desarrolló el trabajo, ya que el grado de africanización del área, hacía que el sitio contara con las condiciones apropiadas para el apareamiento con zánganos africanizados, siendo prácticamente imposible la cruce con zánganos europeos.

Para la cruce con zánganos europeos (línea 4), fue necesario transportar algunas colmenas con reinas africanizadas vírgenes a áreas saturadas artificialmente por zánganos europeos; en esa área, al igual que en el resto de los grupos, las reinas se fecundaron de forma libre.

Una vez obtenido el material genético controlado, en el año de 1999 se estableció el primer apiario en el que se agruparon 25 colmenas de las primeras 4 líneas genéticas mencionadas anteriormente; con la finalidad de provocar el mínimo de disturbio a las colmenas de la quinta línea, estas se mantuvieron en el sitio en que habían permanecido por los últimos 5 años.

Las colmenas de estos apiario fueron denominadas generación 1, las colmenas derivadas de este grupo fueron denominadas generación 2 y así sucesivamente;

cabe mencionar que el término de generación se utiliza exclusivamente como forma de identificación de cada uno de los grupos que fueron utilizados.

Las colmenas no fueron sujetas a tratamiento químico alguno; debido a la parasitosis tan intensa y en conjunción con condiciones climáticas adversas, gran parte de las colmenas de las primeras cuatro líneas genéticas murieron en el invierno del año 2000, logrando sobrevivir cerca del 30 % de ellas.

Con las colmenas sobrevivientes, se criaron abejas reinas y se establecieron cinco nuevos apiarios con 25 a 30 colmenas cada uno; cada apiario corresponde a cada una de las cinco líneas genéticas que se utilizaron en la generación 1. Los apiarios formados por hijas de las reinas sobrevivientes (generación 2) cuentan con características genéticas de las madres; sin embargo, en estos nuevos grupos no se llevaron a cabo cruza de forma controlada como fue en el grupo inicial. Las reinas de las colmenas de la generación 2, fueron cruzadas de forma libre en el área de estudio, por lo tanto se llevó a cabo con zánganos africanizados.

De las colmenas pertenecientes a la segunda generación, fue derivada una tercera generación la cual fue incluida en el estudio; en esta tercera generación, solamente fueron incluidos los grupos EA y CH, ya que debido al grado de africanización del área y a la crusa libre que se estaba llevando a cabo, algunos de los apiarios contaban con material genético similar.

3.3. MUESTREOS.

Dentro de cada apiario, fueron monitoreadas un grupo de 5 colmenas con trampas Todd para abejas muertas (Atkins et al, 1970) y plantillas pegajosas (detalladas adelante), tratando de observar si se presenta la conducta higiénica y de acicalamiento; una vez obtenidos los datos de muestreo, fueron comparadas las generaciones utilizadas buscando si estas características de defensa son heredadas por las generaciones derivadas de los grupos originales.

La totalidad de las colmenas fueron sujetas a monitoreos basados en diferentes tipos de muestras; los métodos de muestreo pueden ser divididos en tres tipos.

3.3.1. Muestreos para medir la infestación de las colmenas.

La infestación se midió mensualmente y de esa forma se pudo monitorear constantemente la infestación con que contaba la colonia; para cada colmena, el nivel de infestación se determinó utilizando tres tipos de muestras.

3.3.1.1. Plantillas.

Se introducía por la piquera una lámina de cartulina de 38.8 X 33.5 cm. que cuenta con una superficie engomada en donde se adhieren los ácaros al caer; estas plantillas permanecían por un lapso de 24 horas dentro de la colmena (Webster y Callaway, 1991); una vez retirada la plantilla, fueron contados los ácaros adheridos a ella y se obtuvo el número de ácaros muertos en 24 horas.

3.3.1.2. Abejas adultas.

Se colectaron de 50-150 abejas por colonia; éstas fueron cepilladas directamente de los bastidores dentro de una bolsa de plástico que fue sellada herméticamente y refrigerada para provocar la muerte de las abejas. Posteriormente, las abejas se introdujeron en un frasco con agua jabonosa que era agitado vigorosamente durante treinta minutos en un agitador mecánico, para lograr con esto el desprendimiento de los ácaros que se encontraban adheridos al cuerpo de la abeja.

El método seleccionado fue la solución con detergente líquido, ya que no representa ningún riesgo al momento de usarlo, se obtiene con facilidad y no tiene un alto costo.

Las abejas fueron separadas de los ácaros por medio de una malla criba y el líquido fue filtrado para realizar el conteo de los ácaros (Garza y Wilson, 1994).

Una vez filtrado el líquido, se contó el número de ácaros; el número de abejas se obtuvo de acuerdo al peso de la muestra y se calculó la relación existente entre el número de abejas por cada ácaro encontrado en la muestra.

3.3.1.3. Cría operculada.

Se cortó del bastidor un área de 5 X 5 cm. de panal con cría operculada y se examinaron 50 celdillas bajo el estereoscopio. Este método se realizó extrayendo de la celdilla a la pupa de la abeja y se contaron los ácaros que se encontraron sobre ella o dentro de la celdilla. Aquí fueron considerados los estados maduros e inmaduros del parásito (USDA, 1987; Gómez-Pajuelo, 1987, citado por Dufol et al., 1994).

A cada una de las 50 celdillas se le dio un valor de un 2 %, obteniendo con esto el porcentaje de infestación de cada colmena, dependiendo del número de celdillas parasitadas que se encontraba en la muestra.

3.3.2. Muestreo para estimar la conducta higiénica.

3.3.2.1. Trampas para abejas muertas.

Dentro de cada uno de los grupos, fueron seleccionadas aleatoriamente 5 colmenas en las que se utilizaron trampas Todd para abejas muertas; éstas consisten en un cajón de madera de 41.5 cm. por 41.5 cm. que se coloca en la piquera (figura 2). La parte superior se encuentra cubierta por un juego de dos mallas cribas que permiten la entrada y salida de las abejas pecoreadoras. En caso de que alguna de las abejas trate de salir volando de la colmena cargando

algún cadáver, la apertura de las mallas le imposibilita salir del cajón con él, éste cae al fondo y es depositado en una charola que se encuentra cubierta por siete láminas galvanizadas con una inclinación de 30° y dispuestas de una forma similar a una persiana (figura 3).

La separación entre cada una de las láminas es de 1.25 cm., distancia que permite que el cadáver pueda atravesarlas y caer al fondo del cajón y a la vez dificulte el paso de las abejas que traten de recuperarlo para expulsarlo de la colmena.

En las generaciones 1 y 2, las trampas fueron utilizadas en cada una de las estaciones del año y permanecieron por un período de tres días en los que se contaron los cadáveres recolectados por la trampa; antes de iniciar con el periodo de muestreo, las trampas permanecían en la colmena por un periodo de aclimatación de 24 horas en las cuales no eran contados los cadáveres colectados.

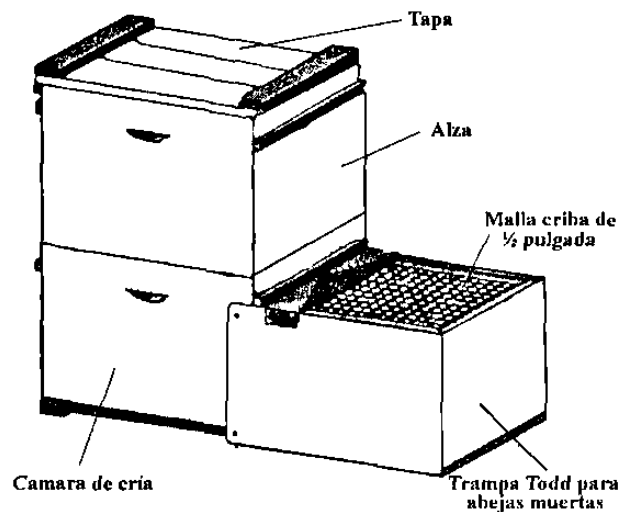


Figura 2.- Forma de colocación de trampa Todd en la colmena

Los cadáveres fueron agrupados de acuerdo a la edad del individuo, para lo que se plantean cuatro divisiones que son: pupas, pre-imagos (individuos a punto de emerger), tenerales (individuos recién emergidos) y adultos. Esta forma de

agrupación se aplicó a individuos deformes y no deformes, así como para obreras y zánganos, de esta forma se contó con un total de 16 divisiones en cuanto a cadáveres se refiere.

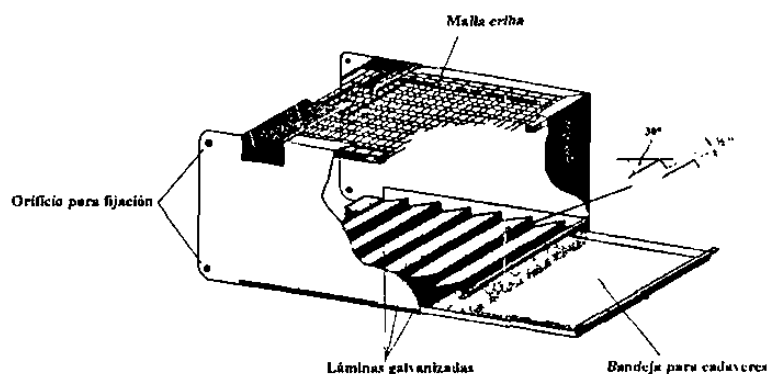


Figura 3.- Características de la trampa.

En la generación 3 debido a la restricción en el tiempo, las trampas fueron utilizadas solamente en tres estaciones anuales.

3.3.3. Muestreo para estimar la conducta de acicalamiento.

Una vez que eran retiradas las trampas Todd, se utilizaron plantillas del mismo tipo que fue utilizado para medir la infestación en las colmenas; (este muestreo se realizó solamente en las colmenas en que se colocaron trampas para cadáveres), solamente que en esta ocasión los ácaros eran revisados bajo el estereoscopio tratando de distinguir si los ácaros murieron por muerte natural o si contaban con algún tipo de daño provocado por las mismas abejas (conducta de acicalamiento).

Los daños sufridos por el ácaro fueron divididos en daños al idiosoma y daños a las patas; una vez que se cuenta con los datos, se obtienen porcentajes de ácaros dañados y no dañados, y la proporción que existe entre daños al idiosoma y daños a las patas del ácaro.

3.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

Los valores de infestación de cada temporada, fueron obtenidos al promediar los resultados de infestación en plantillas de los tres meses que comprende cada temporada anual, y se consideraron la totalidad de las colmenas que comprendieron cada grupo genético.

En las conductas de defensa, fue utilizado un procedimiento similar a la forma de obtención de los resultados de infestación, ya que se promediaron la totalidad de los valores de las colmenas en cada temporada anual.

Los datos de infestación y conductas de defensa, fueron analizados y graficados para describir la forma en que se comportaron estas variables durante el año de muestreo. Posteriormente, se realizó una comparación gráfica entre la presencia de las conductas y la presentación de la infestación en las colmenas. La evaluación descriptiva de los datos, se realizó para cada uno de los genotipos utilizados y se presentan para cada una de las generaciones.

A la información obtenida para la conducta higiénica y de acicalamiento, se les aplicó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar ($\alpha = 0.05$) en donde cada genotipo fue utilizado como tratamiento y cada una de las temporadas anuales como repetición, las comparaciones múltiples se realizaron a través de la prueba de Duncan (Reyes, 1995); esta técnica estadística se aplicó para cada una de las generaciones, incluyéndose la totalidad de los genotipos presentes en dicha generación.

Una vez concluidos los análisis para cada una de las generaciones, los datos fueron reorganizados para realizar un análisis de cada uno de los genotipos; dicho análisis fue utilizado para cada una de las generaciones como tratamiento y cada temporada anual como repetición.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. GENERACION 1

4.1.1. Genotipo Europeo - Europeo (EE).

- Infestación de colmenas.

La infestación más alta en las colmenas de este grupo, ocurrió durante la temporada de verano, ésta disminuyó durante el otoño y se mantiene en un nivel bajo durante el resto del año y la primavera del año siguiente (figura 4). La infestación observada en las colmenas de este grupo, resulta ser baja en comparación con las colmenas de los otros grupos genéticos utilizados.

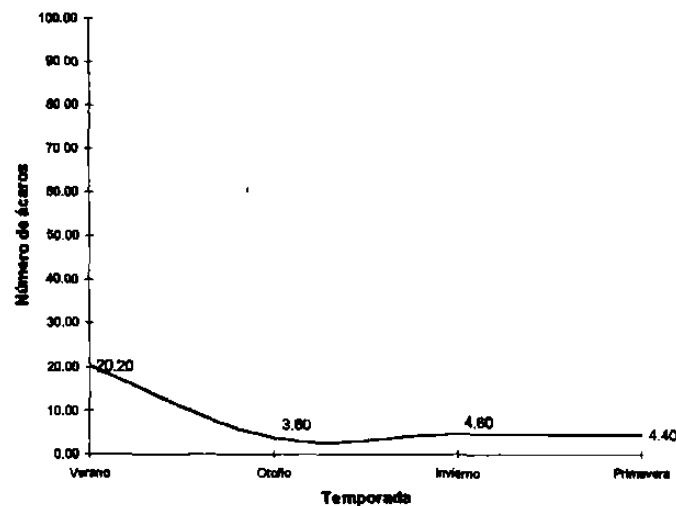


Figura 4.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 1.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

Ambas conductas muestran un patrón similar entre ellas, permanecen altas durante el verano, disminuyendo paulatinamente hacia el otoño; en el invierno, ambas aumentan y vuelven a disminuir durante la primavera (figura 5).

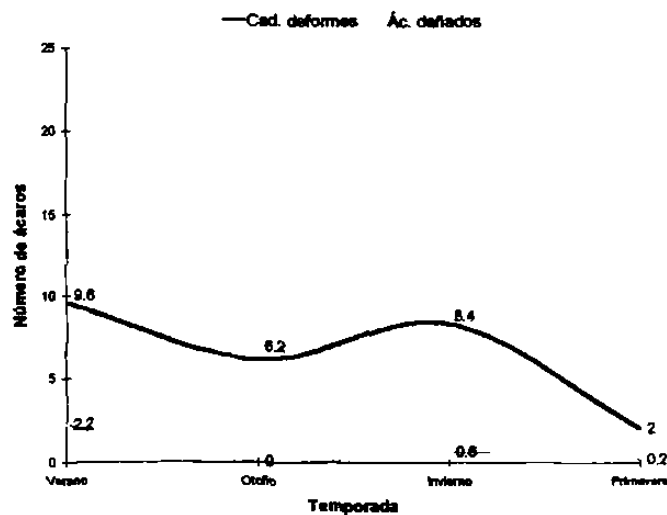


Figura 5.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 1.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

En este grupo genético, se observó una marcada tendencia de respuesta por parte de las colmenas a reaccionar a la infestación, ya que a mayor infestación, mayor la presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas; en la figura 6, puede observarse la similitud existente entre la presencia de las conductas y el patrón de distribución de la infestación.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 1.

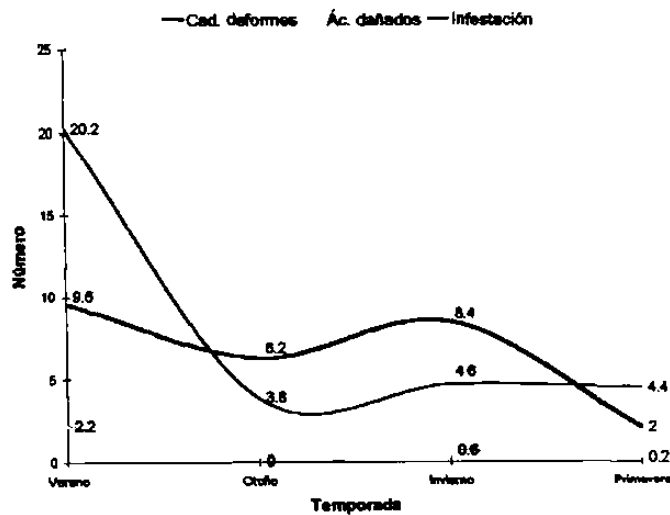


Figura 6.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena.

Cuadro 1.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Europeo de la generación 1.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	20	66.20	31.77
Cadáveres deformes	20	9.73	12.56
Cadáveres no deformes	20	90.27	12.56
Ácaros capturados en plantilla	20	7.20	16.34
Ácaros dañados	20	4.13	7.83
Ácaros no dañados	20	95.87	7.83

4.1.2. Genotipo Africano - Africano (AA).

-Infestación de colmenas.

Al igual que en el genotipo EE, la infestación se mantuvo alta durante el verano y disminuyó durante el otoño; en el invierno, la infestación aumentó y alcanzó un valor similar al del verano (figura 7).

Debido a la muerte de las colmenas durante el invierno, no fue posible llevar a cabo los muestreos correspondientes a la temporada de primavera.

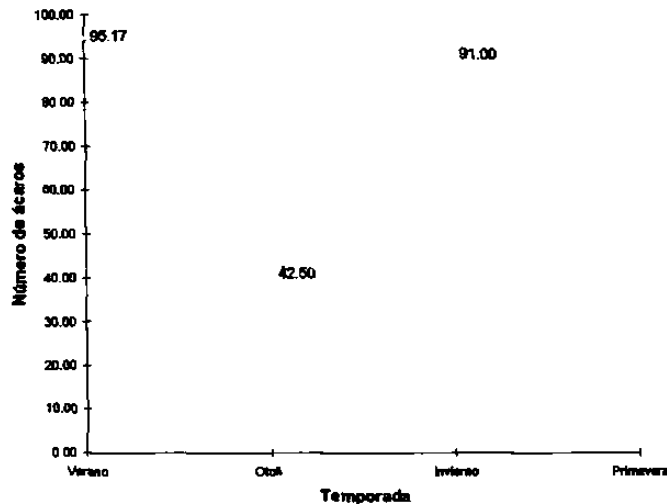


Figura 7.- Infestación en las colmenas del grupo Africano - Africano de la generación 1.

-Conducta higiénica y de acicalamiento.

La presencia de ambas conductas, cursó con un patrón similar entre ellas, ya que se dieron mayormente en el verano, disminuyeron en el otoño y aumentaron nuevamente en el invierno. Al igual que en los muestreos de infestación, los datos no pudieron ser tomados en su totalidad, debido a la muerte de las colmenas durante el invierno (figura 8).

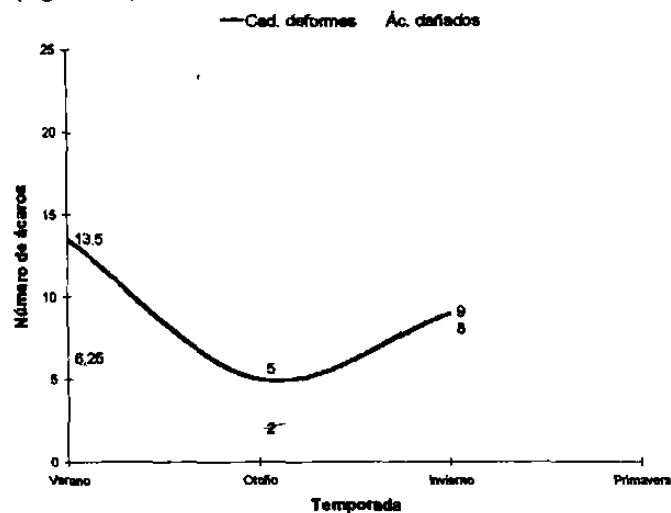


Figura 8.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Africano de la generación 1.

-Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

Las colmenas reaccionaron a la infestación con la manifestación de las conductas, ya que durante el verano existió mayor infestación en las colmenas, y esta temporada corresponde a la de mayor presencia de las conductas de defensa; durante el otoño hubo una disminución en los tres factores, seguido de un aumento durante el invierno (figura 9).

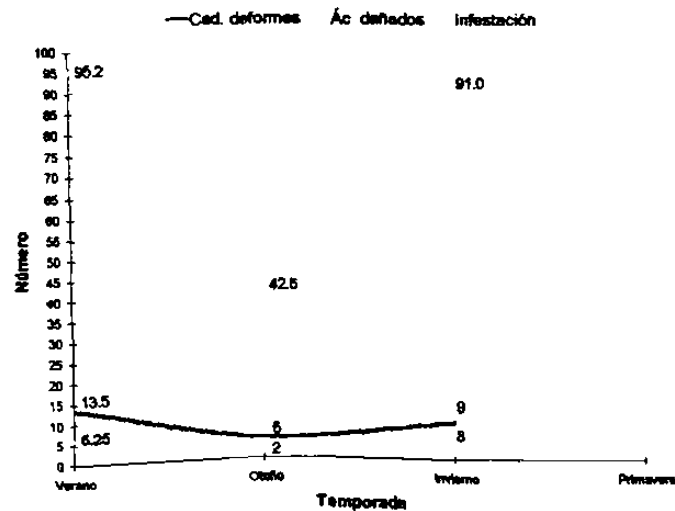


Figura 9.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Africano de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano - Africano de la generación 1.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	7	59.71	35.78
Cadáveres deformes	7	19.74	11.41
Cadáveres no deformes	7	80.26	11.41
Ácaros capturados en plantilla	7	49.00	48.49
Ácaros dañados	7	5.94	6.05
Ácaros no dañados	7	94.06	6.05

4.1.3. Genotipo Europeo - Africano (EA).

-Infestación de colmenas.

El patrón de distribución de la infestación, es similar a los grupos anteriores, ya que puede observarse en la figura 10, que la infestación fue alta durante el verano, disminuyó en el otoño para volver a aumentar en el invierno y disminuir en la primavera.

Durante la temporada de invierno, es donde se observó el punto de mayor infestación, llegando a ser el doble de la infestación que se observó durante las otras estaciones.

Este tipo de distribución se ajusta a la dinámica poblacional del ácaro, ya que durante la época de verano, la mayor parte de los ácaros se encuentran parasitando a la cría; durante el invierno, la cantidad de cría disponible disminuye y los ácaros que se encuentran en la colmena parasitan a las abejas adultas.

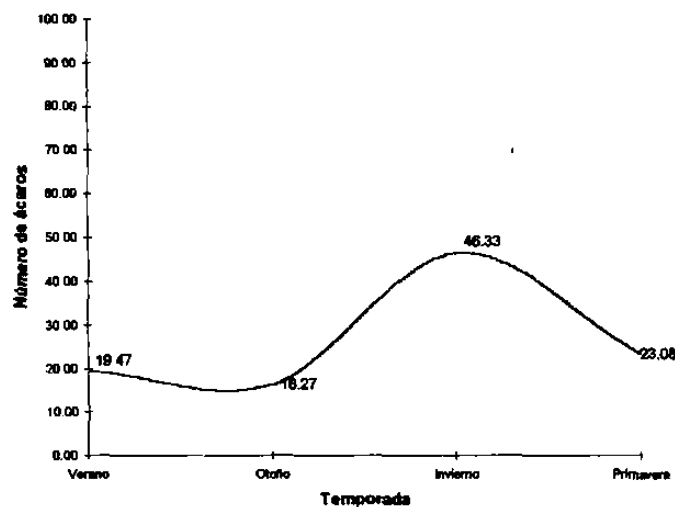


Figura 10.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 1.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

En las colmenas de este grupo existió variación en la manifestación de ambas conductas; en la temporada de verano, ambas se presentaron de forma similar, mostrando diferencias durante el otoño, ya que la cantidad de cadáveres deformes permaneció constante en las dos temporadas, mientras que la cantidad de ácaros dañados aumentó en el otoño.

Durante el invierno, la cantidad de cadáveres deformes expulsados de las colmenas presentó un marcado aumento, mientras que la cantidad de ácaros dañados también aumentó, solamente que en menor proporción.

En la primavera, ambas conductas disminuyeron hasta un punto en el que ya no fue posible observarlas en las colmenas del estudio, ya que el valor de ambas conductas correspondió a cero (figura 11).

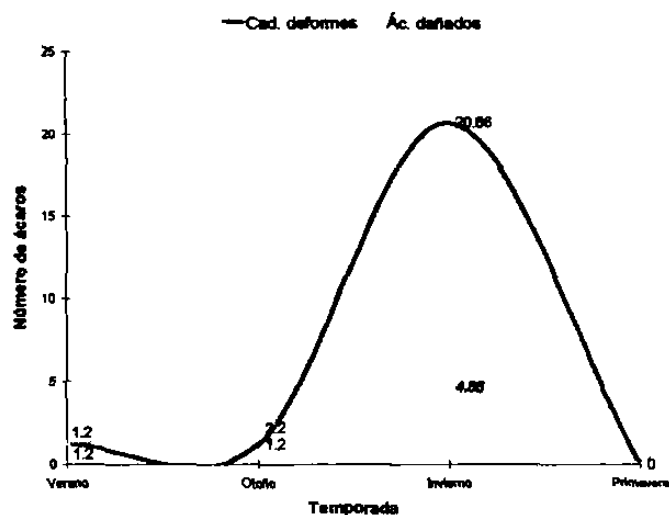


Figura 11.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 1.

-Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La conducta higiénica se presentó en las colmenas en función de la infestación, ya que el patrón observado es igual en ambos factores; es decir, cuando se presentó un aumento en la infestación, a la par se presentó un aumento en la cantidad de cadáveres deformes expulsados, y cuando disminuye la infestación también disminuyó la presencia de la conducta (figura 12).

En la conducta de acicalamiento, no se observó el patrón seguido por la infestación, ya que la cantidad de ácaros dañados aumentó paulatinamente durante el otoño e invierno; en la primavera, esta conducta disminuyó como respuesta a la disminución en la infestación.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 3.

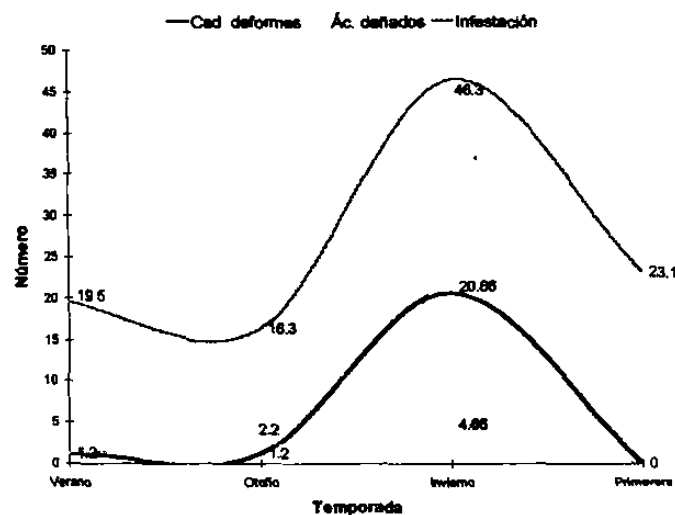


Figura 12.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena.

Cuadro 3.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Africano de la generación 1.

Variable	N	\bar{X}	S
Total de cadáveres expulsados	15	44.07	41.84
Cadáveres deformes	15	7.04	7.41
Cadáveres no deformes	15	92.96	7.41
Ácaros capturados en plantilla	15	29.73	38.56
Ácaros dañados	15	5.85	5.61
Ácaros no dañados	15	94.15	5.61

4.1.4. Genotipo Africano - Europeo (AE).

-Infestación de colmenas.

El patrón en la distribución de la infestación que se observó en este grupo genético, resulta ser contrario a lo que se presentó en los grupos genéticos anteriores, ya que durante el verano inicia la infestación con 25 ácaros, sufre un marcado aumento en el otoño (64.57 ácaros) y disminuye para el invierno (1 ácaro) (figura 13). Al igual que en el grupo Africano – Africano, las colmenas de este grupo murieron durante el invierno y no fue posible tomar el muestreo de la temporada de primavera (figura 13).

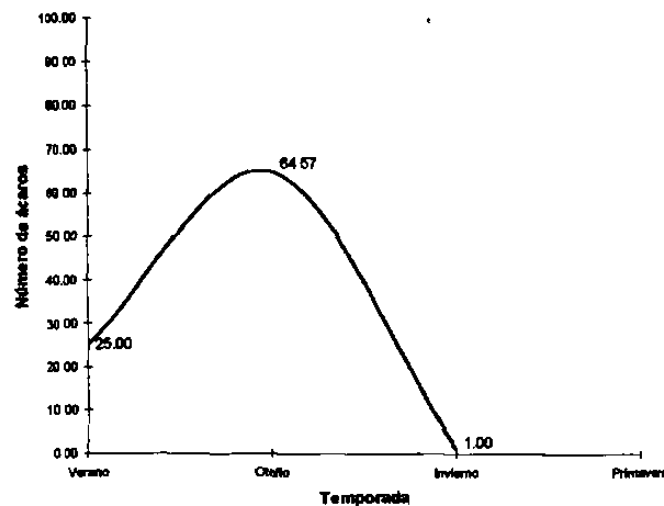


Figura 13.- Infestación en las colmenas del grupo Africano - Europeo de la generación 1.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

La cantidad de cadáveres deformes expulsados de la colmena, tuvo un patrón contrario a la infestación, ya que en la figura 14 se observa como disminuye la cantidad de cadáveres en el otoño, para desaparecer en el invierno, temporada en la que no fue expulsado ningún cadáver.

La cantidad de daños a los ácaros fue baja durante el verano, la mayor cantidad de daños ocurren durante el otoño y disminuye en el invierno, hasta dejar de presentarse en las colmenas (figura 14).

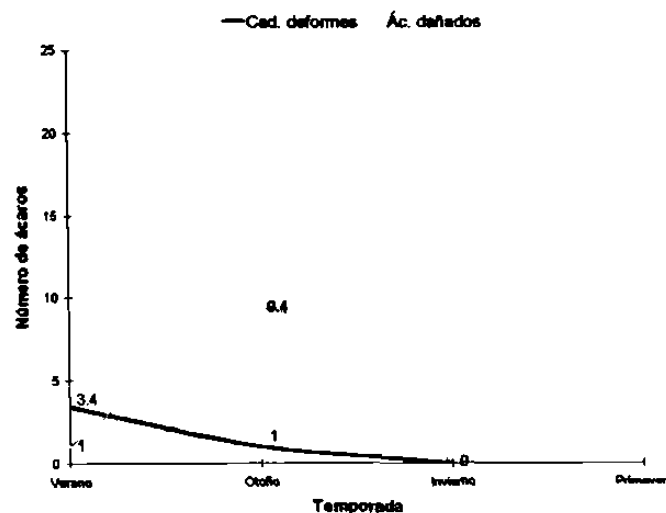


Figura 14.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Europeo de la generación 1.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La forma en que se presentó la conducta higiénica en las colmenas, no está relacionada con el patrón de distribución de la infestación, ya que la conducta se presentó durante el verano y disminuyó paulatinamente en el otoño e invierno; en cambio, la infestación de las colmenas fue baja en el verano, aumentó en el otoño y volvió a disminuir en el invierno.

La cantidad de ácaros dañados tuvo relación con la infestación de la colmena, ya que el momento en el que existió mayor cantidad de daño a los ácaros fue durante el otoño, que es cuando la infestación de la colmena se mantuvo alta; durante el invierno, la infestación de la colmena disminuyó y a la par de esta disminuye la presencia de la conducta de acicalamiento como respuesta a la infestación de las colmenas (figura 15).

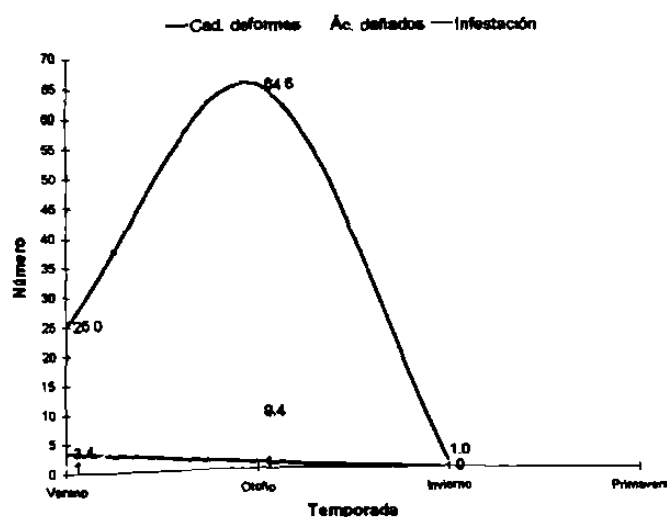


Figura 15.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Europeo de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano - Europeo de la generación 1.

Variable	N	\bar{X}	S
Total de cadáveres expulsados	11	25.55	15.93
Cadáveres deformes	11	8.47	9.17
Cadáveres no deformes	11	91.53	9.17
Ácaros capturados en plantilla	11	39.18	63.09
Ácaros dañados	11	11.54	15.89
Ácaros no dañados	11	88.46	15.89

4.1.5. Genotipo Africanizado (CH).

- Infestación de colmenas.

El patrón de infestación correspondiente al grupo africanizado es similar al que se presentó en el grupo Africano – Europeo (figura 16). La infestación fue baja durante el verano, aumentó en el otoño y disminuyó en el invierno y la primavera; la infestación que se presenta en este grupo, es alta en comparación con los grupos presentados anteriormente.

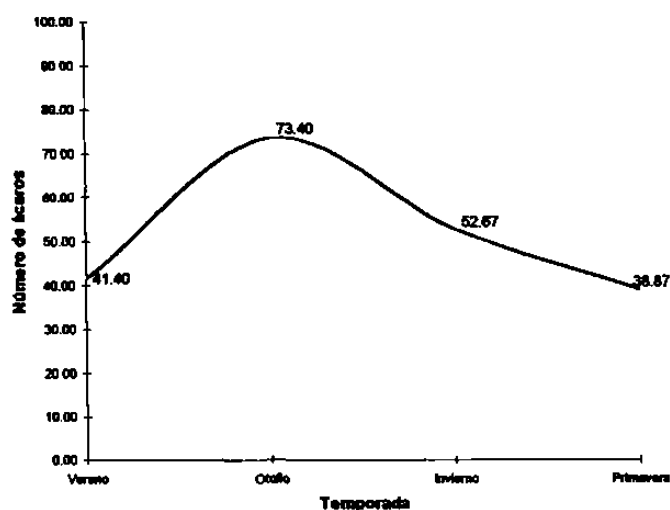


Figura 16.- Infestación en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 1.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

En la conducta higiénica, el número de cadáveres deformes expulsados durante el verano fue bajo (2.2 cadáveres), en la siguiente temporada, el número aumentó considerablemente y es donde se presentó la mayor cantidad de cadáveres expulsados (65.2 cadáveres); en las temporadas siguientes el número disminuyó a 29.4 cadáveres para el invierno y 6.4 para la primavera.

En este grupo el daño a los ácaros se presentó con valores altos, ya que durante el verano fueron dañados 17.4 ácaros; en el otoño, el número que se presenta es relativamente igual que la temporada anterior (17.2 ácaros dañados), y en el invierno el número disminuyó a 6 para volver a aumentar en la primavera y ubicarse en un valor de 12.8 ácaros dañados.

Los datos observados en la figura 17, corresponden a los valores para las conducta higiénica y de acicalamiento y es en este grupo en el que se presentan los valores mas altos de cadáveres deformes y ácaros dañados de los 5 genotipos utilizados en la generación 1.

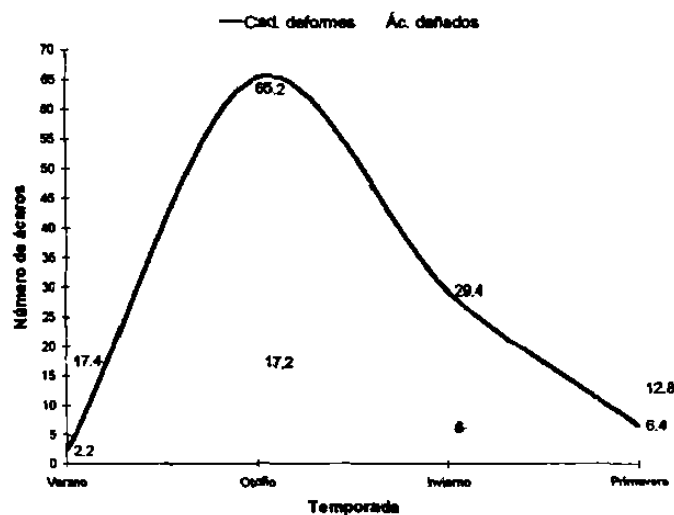


Figura 17.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 1.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La cantidad de cadáveres deformes, corresponde a el patrón de distribución de la infestación de las colmenas, conforme aumentó la infestación, se presentó un aumento en la respuesta por parte de las abejas a expulsar un mayor número de cadáveres de la colmena y viceversa.

La conducta de acicalamiento, no siguió el patrón de distribución de la infestación, ya que el daño a los ácaros permaneció constante durante el verano y el otoño,

disminuyó durante el invierno y volvió a aumentar en la primavera que es en la temporada que se presenta la menor infestación en las colmenas (figura 18).

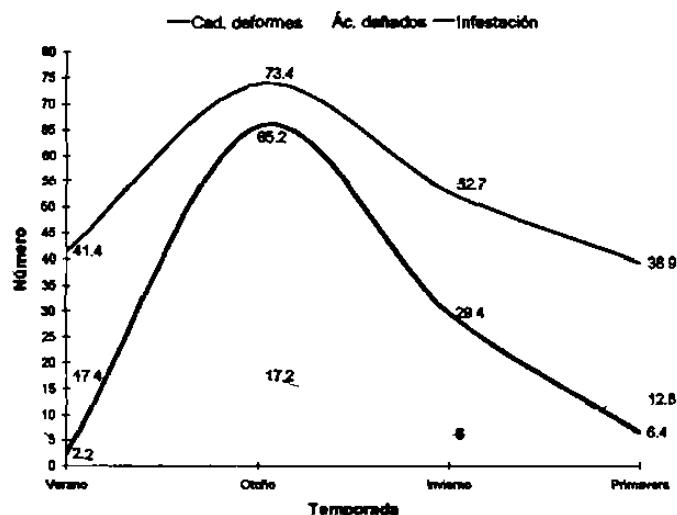


Figura 18.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 1 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africanizado de la generación 1.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	11	65.60	39.77
Cadáveres deformes	11	29.65	31.96
Cadáveres no deformes	11	70.35	31.96
Ácaros capturados en plantilla	11	55.40	48.68
Ácaros dañados	11	22.61	18.54
Ácaros no dañados	11	77.40	18.54

4.1.6. Resultados estadísticos de la generación 1.

Los resultados obtenidos con el análisis estadístico ($\alpha = 0.05$) para cada una de las variables, se exponen a continuación.

En el total de cadáveres se encuentran diferencias estadísticas entre los grupos genéticos utilizados ($pr = 0.0159$); los resultados de la prueba de Duncan para la comparación de medias son mostrados en el anexo 1 y podemos observar que para esta variable se forman dos grupos de medias estadísticamente diferentes entre sí; el primer grupo está dado por los genotipos EE, CH, AA y EA, mientras que el segundo grupo lo forman los genotipos EA y AE.

El genotipo AE, es el que cuenta con el menor valor promedio de cadáveres expulsados (25.55 cadáveres expulsados); este genotipo es estadísticamente igual al genotipo EA (44.07 cadáveres expulsados), mientras que ambos difieren de los genotipos EE, CH y AA que presentaron valores de 66.20, 65.60 y 59.71 cadáveres respectivamente.

De acuerdo al valor de las medias que se observan para esta variable, se puede decir que el genotipo AE reacciona en menor medida a la presencia de cadáveres en la colmena, por lo que el comportamiento higiénico es menos efectivo que en los genotipos que presentan mayor expulsión de cadáveres.

La variable anterior, muestra el número de cadáveres expulsados de las colmenas; sin embargo, fueron creadas dos variables más en donde se divide el número de cadáveres deformes y el número de cadáveres no deformes; esto con la finalidad de observar cual de los genotipos presenta una conducta higiénica más efectiva en respuesta a la parasitación por el ácaro *Varroa jacobsoni*.

Respecto a la variable número de cadáveres deformes, los resultados señalan que los genotipos son significativamente diferentes ($pr = 0.0032$); al realizar la comparación de medias, se observa que se forman dos grupos en donde el primero está integrado por los genotipos africanizados (CH y AA), y el segundo grupo lo forman los genotipos EE, AE y EA, además de agregarse el genotipo AA.

Ambos grupos de medias son estadísticamente diferentes entre sí; sin embargo, el genotipo AA se encuentra en ambos grupos, por lo que podemos decir que la diferencia se encuentra básicamente en el genotipo CH, que muestra el valor promedio más alto de cadáveres deformes expulsados (29.64 %).

Los genotipos EE (9.73 %), AE (8.46 %) y EA (7.03 %), son los que menor cantidad de cadáveres deformes expulsan de las colmenas; estos genotipos, son estadísticamente diferentes del genotipo CH. En esta variable, el genotipo con el porcentaje más alto de expulsión de cadáveres deformes, es el más efectivo en el reconocimiento de individuos enfermos.

La variable que midió la cantidad de cadáveres no deformes y que son expulsados de las colmenas es estadísticamente significativa ($pr = 0.0032$), la prueba de Duncan muestra que se forman dos grupos de medias, en donde el primero está integrado por los genotipos EA, AE, EE y AA, mientras que el segundo grupo lo forman los genotipos AA y CH.

De acuerdo a los dos grupos de medias, se puede observar que la diferencia se presenta entre el genotipo CH (70.35 % de cadáveres no deformes) que es diferente a los genotipos EA (92.96 %), AE (91.53 %) y EE (90.27 %).

El genotipo AA (80.26 %), es estadísticamente similar al genotipo CH, ya que ambos genotipos forman el segundo grupo de medias; este grupo de medias, está formado por los genotipos africanizados, por lo que se observa una tendencia a

diferenciarse los grupos de medias en donde se sitúan los genotipos africanizados y los europeizados.

Los resultados de las tres variables presentadas anteriormente, miden la conducta higiénica de los grupos genéticos, así como su efectividad de respuesta a la parasitosis, por lo que es posible hacer las dos siguientes observaciones:

El genotipo EE, expulsa mayor cantidad de cadáveres de la colmena; sin embargo, la mayoría de estos cadáveres (90.27 %) no presentan deformaciones, por lo que su conducta higiénica es inefectiva para el reconocimiento de los individuos enfermos.

El genotipo con mayor efectividad en su conducta higiénica en la generación 1 fue el CH, ya que expulsó la mayor cantidad de cadáveres deformes.

Para comparar la conducta de acicalamiento, fue analizada la variable llamada número total de ácaros en plantilla, esta variable muestra que existe significancia estadística entre los diferentes grupos genéticos ($pr = 0.0118$). La prueba de Duncan, mostró la formación de dos grupos de medias, en donde el primer grupo está integrado por los genotipos CH, AA, AE y EA y cuentan con valores de 55.40, 49.00, 39.18 y 29.73 respectivamente y, el segundo grupo, fue formado por los genotipos AE, EA y EE (7.20); los primeros dos genotipos, también se encuentran en el primer grupo de medias, por lo que estos dos no son diferentes a ninguno de los genotipos utilizados. La diferencia en los genotipos de esta variable, se encuentra en el genotipo EE que es estadísticamente diferente a los genotipos AA y CH.

Como podemos ver en estos resultados, existe una marcada separación entre las líneas genéticas y se observa que los genotipos europeos son los menos efectivos en su conducta de acicalamiento, en comparación con los grupos africanizados.

En la conducta de acicalamiento, también se crearon dos variables más; la primer variable fue el número de ácaros dañados, la cual mostró una alta significancia estadística ($pr = 0.0002$). La separación de los grupos, muestra que el único genotipo diferente estadísticamente es el CH que presenta un 22.60 % de ácaros dañados. Los genotipos restantes son estadísticamente iguales entre ellos, por lo que estos forman un solo grupo de medias, en donde los valores encontrados son AE (11.54 %), AA (5.93 %), EA (5.85 %) y EE (4.13 %).

La segunda variable corresponde a la cantidad de ácaros no dañados, en donde se encontró nuevamente, que el único genotipo diferente estadísticamente es el CH, ya que un 77.39 % de los ácaros encontrados, no presentaron ningún tipo de daño; los genotipos restantes, formaron un solo grupo de medias, y los valores encontrados para cada genotipo fueron AE (88.45 %), AA (94.06 %), EA (94.15 %) y EE (95.86 %). En las dos variables presentadas anteriormente, se observa la efectividad de los genotipos en cuanto a la conducta de acicalamiento se refiere.

Para evaluar la efectividad de esta conducta, deben de ser tomados ambos porcentajes; un porcentaje alto de ácaros dañados, nos indica que los individuos de las colonias, reaccionan a la presencia de los ácaros, provocándoles daños corporales a éstos y asegurando así, la incapacidad por parte del ácaro a reincorporarse y volver a parasitarlas. En cambio, un porcentaje alto de ácaros no dañados, nos indica que las abejas son capaces de reaccionar a la presencia del parásito; sin embargo, no cuentan con la capacidad de provocarle daño corporal, y el ácaro desprendido del cuerpo de la abeja, es capaz de volver a parasitar a otra de ellas.

El genotipo CH, fue el que presentó el mayor porcentaje de ácaros dañados y también el menor porcentaje de ácaros no dañados; por lo que se puede decir, que este es el que mayor eficacia presenta en su conducta de acicalamiento.

4.2. GENERACION 2

4.2.1. Genotipo Europeo - Europeo (EE).

- Infestación de colmenas.

La infestación encontrada en las colmenas de este grupo, cursa con un patrón contrario al presentado en los grupos de la generación anterior, ya que el punto de infestación más bajo se situó en la temporada del verano (11.67 ácaros); durante las siguientes temporadas, la infestación aumentó paulatinamente, siendo de 13.03 ácaros en el otoño, 18.07 en el invierno hasta llegar a un nivel de 55.60 ácaros en la primavera, que es el punto de mayor infestación en las colmenas de este grupo (figura 19).

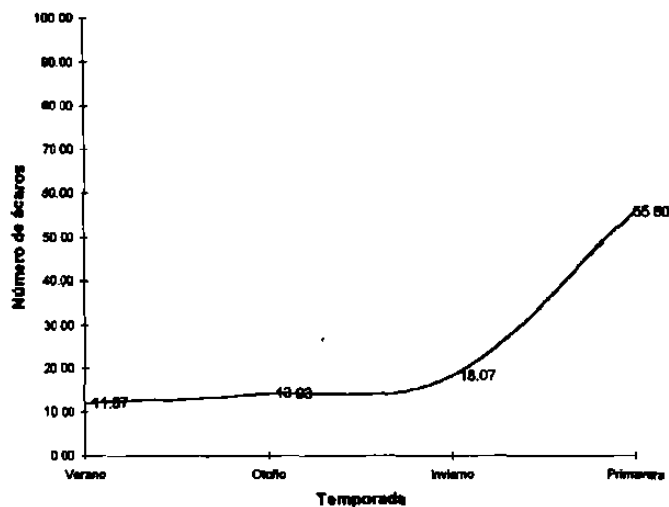


Figura 19.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 2.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

La forma en que se manifestaron ambas conductas fue igual durante el año, inician con valores bajos en el verano, aumentan en el otoño, que es de acuerdo a la biología del ácaro la temporada de mayor infestación.

Los valores de ambas conductas tuvieron una disminución en el invierno, para volver a aumentar en la primavera y alcanzar mayor expresión en comparación con las temporadas anteriores (figura 20).

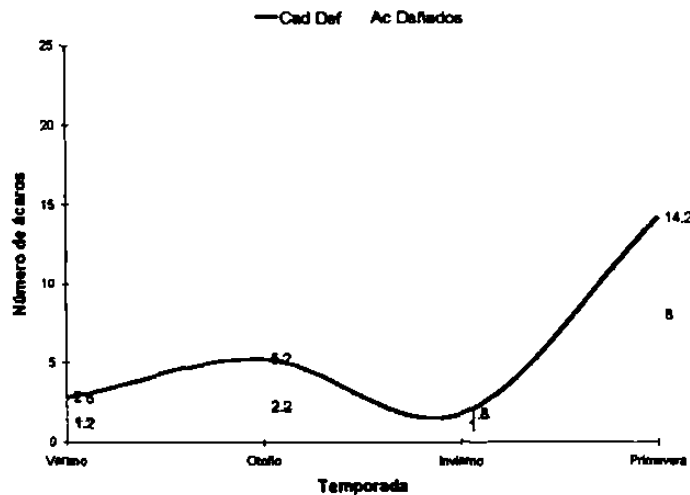


Figura 20.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo – Europeo de la generación 2.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La forma en que se presentaron ambas conductas, va de acuerdo al patrón encontrado en la infestación de las colmenas.

Durante el inicio de los muestreos, los tres factores mostraron valores bajos y para la siguiente temporada sufrieron de un aumento en sus valores. En el invierno existió diferencia en el patrón de las conductas y la infestación, ya que la infestación tiende a ir en aumento, mientras que las conductas disminuyen durante esta temporada; sin embargo, los tres factores aumentaron considerablemente durante la primavera y aquí es donde se encontró la mayor relación entre el valor en las conductas y la infestación en las colmenas (figura 21).

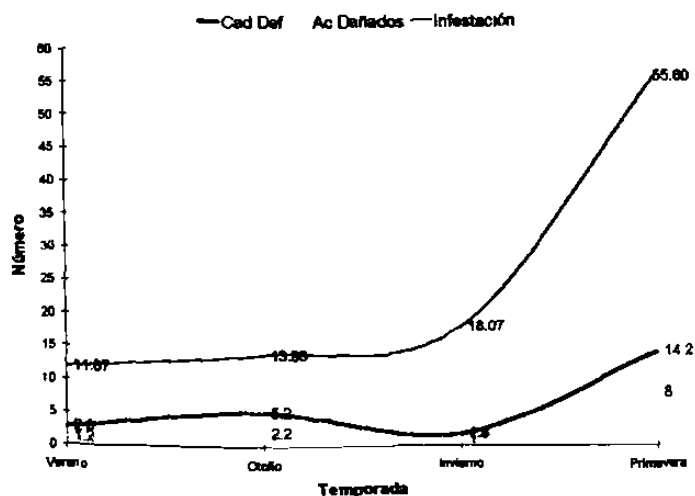


Figura 21.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Europeo de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo - Europeo de la generación 2.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	20	74.20	47.15
Cadáveres deformes	20	9.75	14.19
Cadáveres no deformes	20	90.25	14.19
Ácaros capturados en plantilla	20	34.85	54.48
Ácaros dañados	20	6.34	7.37
Ácaros no dañados	20	93.66	7.37

4.2.2. Genotipo Africano - Africano (AA).

-Infestación de colmenas.

Durante el verano se registró la infestación más baja durante la temporada de muestreo (6.02 ácaros), este valor aumentó durante el otoño en donde se presentan 12.73 ácaros y la tendencia de aumento en la infestación se mantuvo,

ya que durante el invierno se registró el mayor valor en la infestación con 50.93 ácaros; hacia la primavera, la infestación disminuyó y bajo a 24.33 ácaros (figura 22).

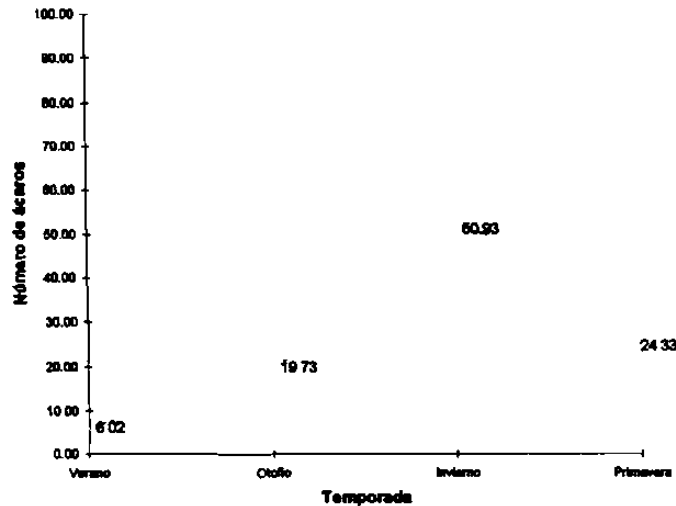


Figura 22.- Infestación en las colmenas del grupo Africano - Africano de la generación 2.

-Conducta higiénica y de acicalamiento.

Las conductas de defensa se mantuvieron bajas durante el verano y otoño, aumentando durante el invierno. La conducta higiénica se presentó mayormente durante el invierno, y tiende a disminuir para la primavera; mientras que la conducta de acicalamiento, aumentó ligeramente en la primavera (figura 23).

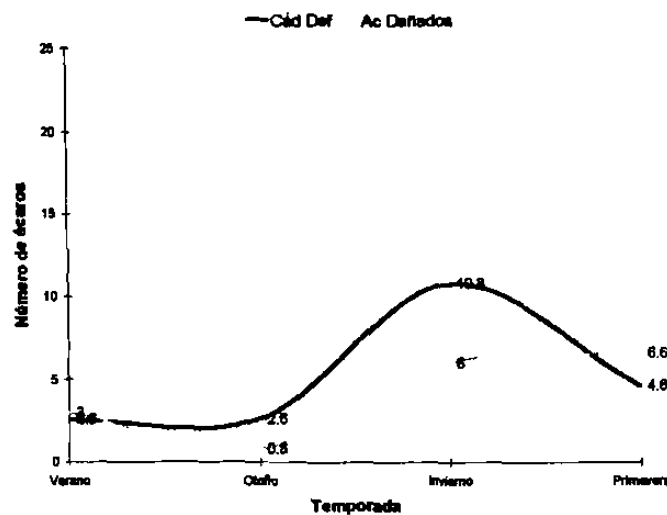


Figura 23.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Africano de la generación 2.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La forma en que se presentaron las conductas en las colmenas, no está ligado completamente al patrón de la infestación, ya que difieren en algunas temporadas del año. Durante la temporada de otoño, la infestación aumentó en relación a la temporada anterior, no así para las conductas, ya que la conducta de acicalamiento tiende a disminuir, mientras que la conducta higiénica se mantuvo constante en las dos temporadas.

Durante el invierno, las conductas aumentaron en respuesta al aumento en la infestación. Durante la primavera, la infestación disminuyó, y junto a ella disminuyó la conducta higiénica, solamente la conducta de acicalamiento es la que aumenta ligeramente en la temporada de invierno (figura 24).

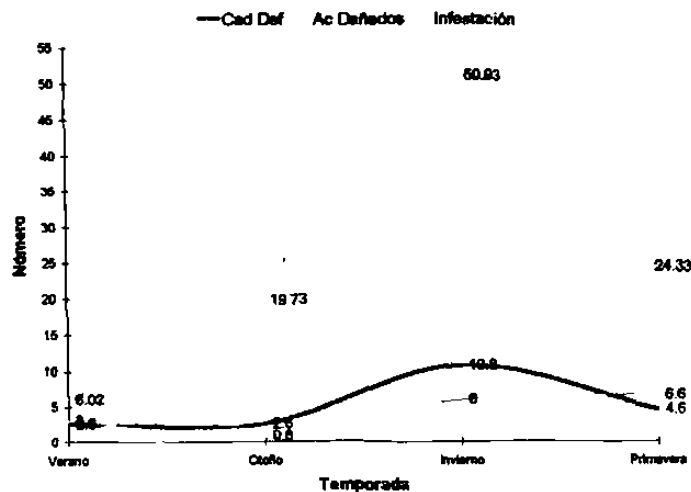


Figura 24.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Africano de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano - Africano de la generación 2.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	20	79.55	70.22
Cadáveres deformes	20	6.34	6.73
Cadáveres no deformes	20	93.66	6.73
Ácaros capturados en plantilla	20	21.60	27.90
Ácaros dañados	20	15.96	23.35
Ácaros no dañados	20	84.04	23.35

4.2.3. Genotipo Europeo - Africano (EA).

-Infestación de colmenas.

En las colmenas de este grupo, en el verano se observó una infestación baja manteniendo la tendencia durante el otoño; sin embargo, en el invierno aumentó paulatinamente con un incremento máximo en la infestación de la colmena durante la primavera (figura 25).

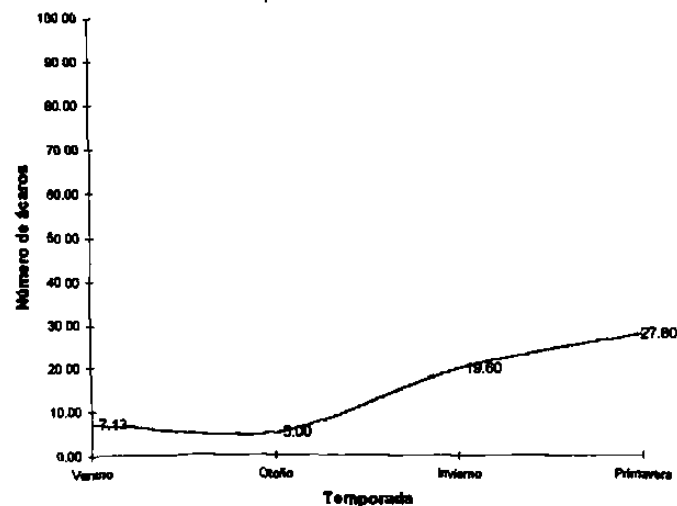


Figura 25.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 2.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

La presencia de las conductas fue baja durante el verano, ésta aumentó en el otoño que es donde se manifestó la mayor conducta higiénica durante el año. La conducta de acicalamiento aumentó de igual forma durante el otoño, alcanzando en la primavera su valor más alto en la conducta de acicalamiento (figura 26).

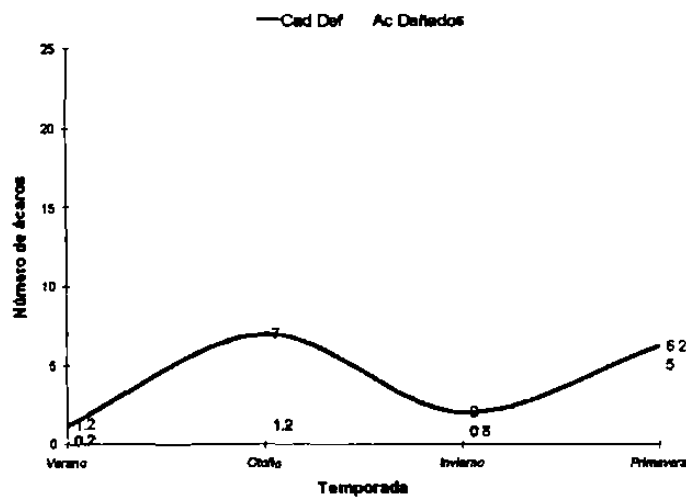


Figura 26.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 2.

-Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

El patrón de distribución de la infestación, no guardó ninguna similitud con la forma de presentación de las conductas, ya que donde existió una infestación alta, las conductas tienden a disminuir; mientras que en donde se presentó una infestación baja, las conductas aumentaron; al observar la gráfica de la figura 27, podemos ver, que la presentación de las conductas de defensa, no está relacionada con la infestación de las colmenas.

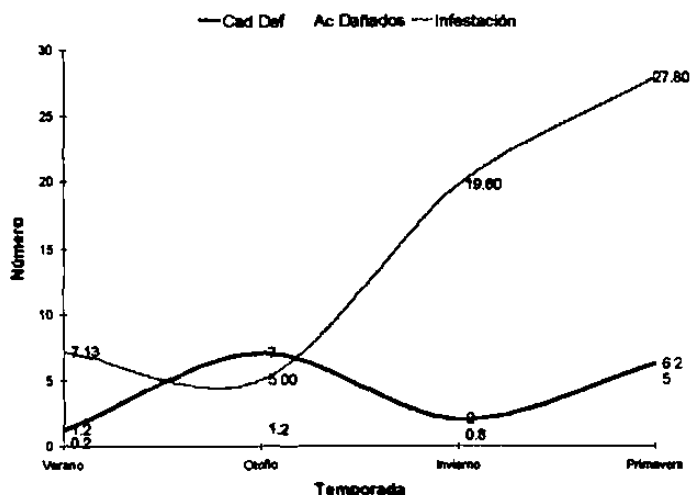


Figura 27.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo – Africano de la generación 2.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	20	60.50	44.17
Cadáveres deformes	20	6.13	10.45
Cadáveres no deformes	20	93.87	10.45
Ácaros capturados en plantilla	20	14.15	29.69
Ácaros dañados	20	8.18	13.68
Ácaros no dañados	20	91.82	13.68

4.2.4. Genotipo Africano - Europeo (AE).

-Infestación de colmenas.

Durante el muestreo realizado en el verano, la infestación se encontró baja y ésta aumenta paulatinamente durante el resto de las temporadas de muestreo.

El punto de menor infestación se encontró en el verano, aumenta en el otoño y la tendencia del aumento permaneció, ya que para el invierno y la primavera, resulta ser mayor que en las temporadas anteriores; la mayor infestación se encontró en la primavera, y ésta corresponde a una infestación alta en comparación con las colmenas de los otros grupos utilizados (ver figura 28).

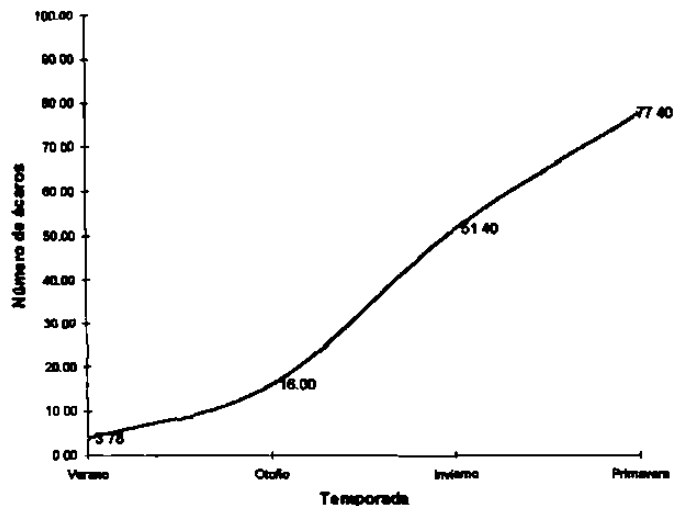


Figura 28.- Infestación en las colmenas del grupo Africano - Europeo de la generación 2.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

Durante el verano, ambas conductas se presentaron en una baja proporción, aumentando y disminuyendo ligeramente durante el otoño y el invierno respectivamente. Durante la primavera, existió un marcado aumento y es donde se presentaron de forma más intensa en el año.

Durante todas las temporadas, la conducta higiénica se presentó en menor proporción que la conducta de acicalamiento (figura 29).

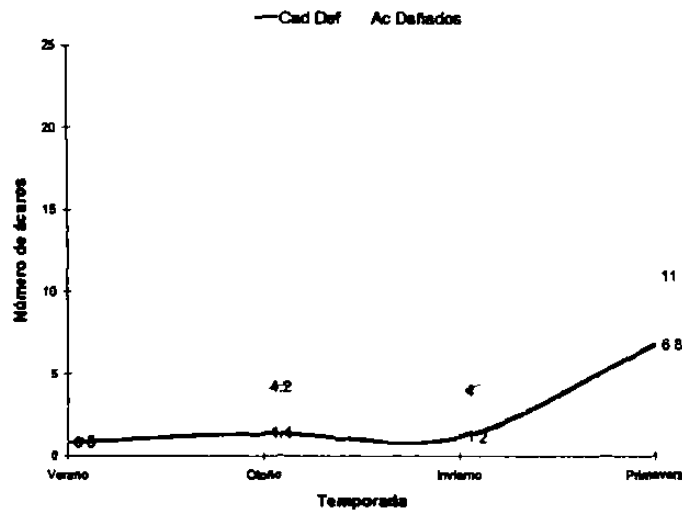


Figura 29.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Europeo de la generación 2.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La conducta higiénica y de acicalamiento siguieron un patrón de presentación similar al presentado por la infestación, ya que mostraron una tendencia al aumento en la mayoría de las temporadas anuales; en el invierno, ambas conductas disminuyeron ligeramente, mientras que la infestación se mantuvo en aumento. Para los tres factores, la temporada de mayor presencia fue durante la primavera.

Las conductas se mostraron como respuesta a la infestación, ya que esta aumentó considerablemente durante el año, mientras que las conductas aumentaron, solo que de forma mas ligera que ésta; la tendencia al aumento por parte de los tres factores indica, que las conductas se presentaron en respuesta al nivel de infestación. Es posible que las conductas no presentaron aumentos tan considerables, debido a la velocidad con que se dio el aumento de la infestación, por lo que las colmenas no pudieron reaccionar con la misma (figura 30).

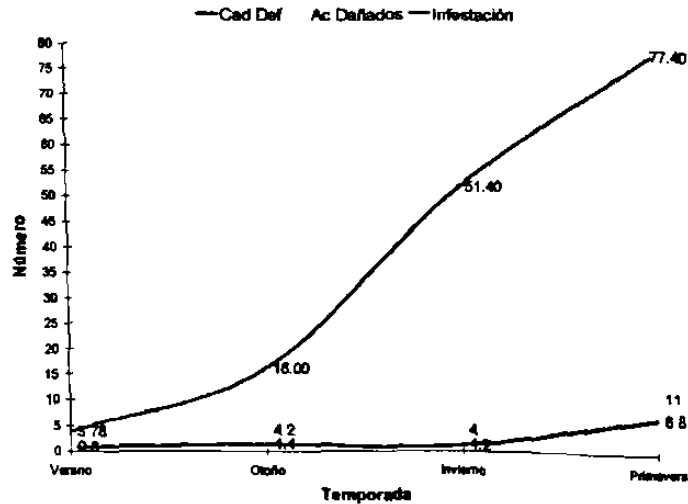


Figura 30.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africano - Europeo de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africano – Europeo de la generación 2.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	20	53.75	52.80
Cadáveres deformes	20	10.20	22.08
Cadáveres no deformes	20	89.80	22.08
Ácaros capturados en plantilla	20	41.90	42.64
Ácaros dañados	20	15.50	22.39
Ácaros no dañados	20	84.50	22.39

4.2.5. Genotipo Africanizado (CH).

- Infestación de colmenas.

La infestación inicial de las colmenas de este grupo, fue de 9.93 ácaros en el verano; esta infestación disminuyó ligeramente en el otoño y se ubicó en un valor

de 5.27 ácaros; hacia el invierno, la infestación aumentó y el incremento se mantuvo en la primavera, alcanzando el punto de mayor infestación (figura 31).

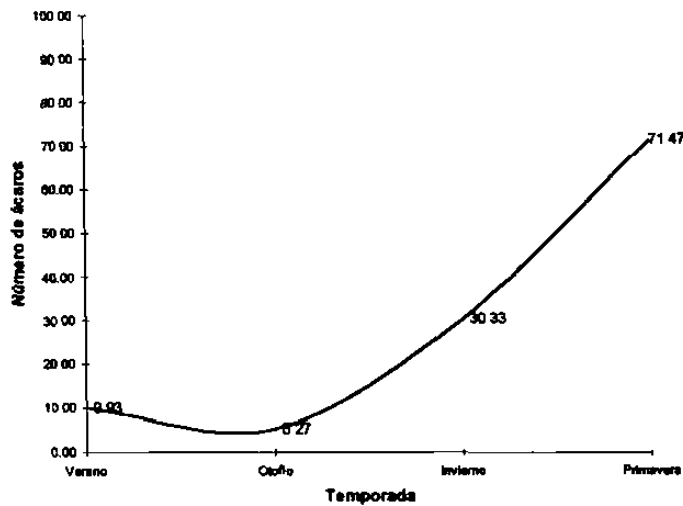


Figura 31.- Infestación en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 2.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

Durante el verano, las conductas se presentaron de forma baja y en el otoño existió un aumento en ambas conductas; en el invierno, la conducta higiénica disminuyó ligeramente, mientras que la conducta de acicalamiento conservó su tendencia al aumento. En la primavera, ambas conductas alcanzaron su mayor expresión de defensa en las colmenas (figura 32).

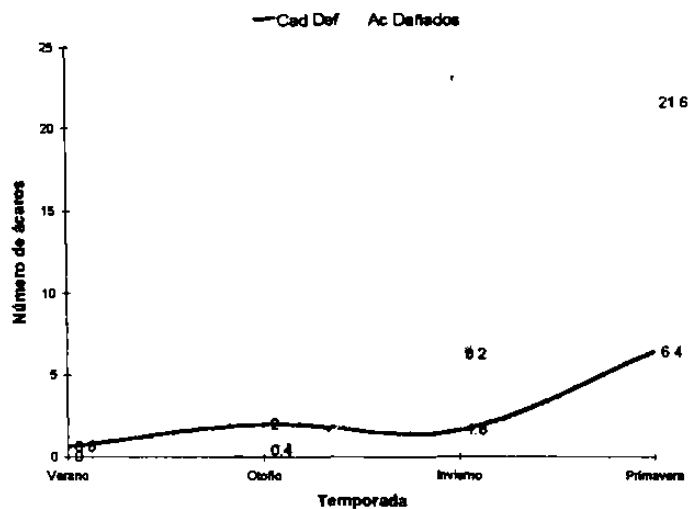


Figura 32.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 2.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La presencia de la conducta de acicalamiento corresponde de forma directa a la infestación observada en las colmenas; durante la temporada de invierno y primavera se manifestó mayormente la conducta y esto corresponde a la temporada de mayor infestación en las colmenas; en la temporada de verano y otoño, la conducta está en relación a la infestación, solo que la respuesta fue menor en estas temporadas.

La conducta higiénica no mostró completa similitud al patrón seguido por la infestación, ya que ésta se observó de una forma errática en las primeras tres temporadas de muestreo; sin embargo, los puntos de mayor y menor presencia de la conducta, corresponden a los puntos de mayor y menor infestación, por lo que se puede decir que la conducta se manifestó en respuesta a la infestación de las colmenas (figura 33).

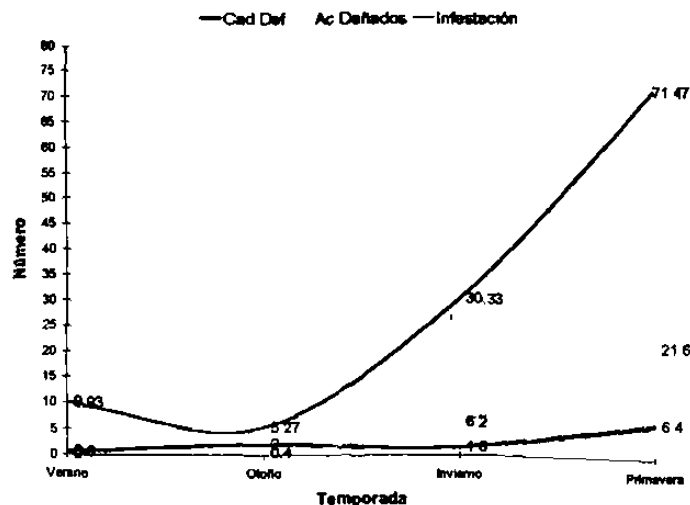


Figura 33.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 2 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Africanizado de la generación 2.

Variable	N	x	S
Total de cadáveres expulsados	20	47.45	37.26
Cadáveres deformes	20	7.22	11.98
Cadáveres no deformes	20	92.78	11.98
Ácaros capturados en plantilla	20	38.60	92.03
Ácaros dañados	20	16.73	21.07
Ácaros no dañados	20	83.27	21.07

4.2.6. Resultados estadísticos de la generación 2.

Con los resultados obtenidos con el análisis de varianza, no se encuentran diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables utilizadas ($pr > 0.05$); los datos presentados a continuación, corresponden exclusivamente a observaciones de los valores encontrados.

Al tomar el valor promedio de cada uno de los genotipos, podemos observar que el grupo AA (79.55) expulsa mayor cantidad de cadáveres; sin embargo, el mayor porcentaje de cadáveres deformes lo expulsa el genotipo AE (10.20 %), seguido de el genotipo EE (9.74 %); el menor porcentaje corresponde al genotipo EA (6.13 %), por lo que dicho genotipo presenta la menor efectividad en su conducta higiénica.

El número de ácaros en plantillas, nos muestra que existió una mayor infestación en las colmenas del genotipo AE (41.90 ácaros capturados); sin embargo, las colmenas de este genotipo no fueron las que presentaron mayor efectividad en su conducta de acicalamiento, ya que en el genotipo CH es en el que se encontró la mayor cantidad de ácaros dañados (16.73 %). El genotipo EE, es el que mayor cantidad de ácaros no dañados presentó, por lo que se puede decir, que dicho

genotipo no presenta una conducta de acicalamiento efectiva para el control del ácaro.

4.3. GENERACION 3

En esta generación, solamente fueron utilizados dos genotipos durante tres temporadas del año. La razón principal por la que dejaron de ser usados 5 genotipos, fue debido a que el grado de africanización del área en donde se realizó el estudio, no permitía trabajar con cruzas libres en donde fuera posible seguir agregando material europeo a los genotipos que lo requerían.

La falta de material europeo para realizar cruzas libres, hacía que a los genotipos utilizados se les fuera agregando material genético africano, y esto traía como resultado una repetición o estrecha similitud entre los genotipos, ya que para la tercera generación, se contaría con material africanizado prácticamente en su totalidad.

Debido a restricciones en el tiempo, solamente fue posible llevar a cabo tres muestreos de cada genotipo utilizado. Los genotipos seleccionados para derivar la tercera generación, son el EA y CH; las temporadas en que fueron realizados los muestreos, corresponden al año 2001.

4.3.1. Genotipo Europeo - Africano (EA).

- Infestación de colmenas.

Durante la primavera, la infestación de las colmenas tuvo un valor de 35.06 ácaros; este disminuyó ligeramente en el verano (33.01), alcanzando en el otoño la más alta infestación durante el período de muestreo (figura 34).

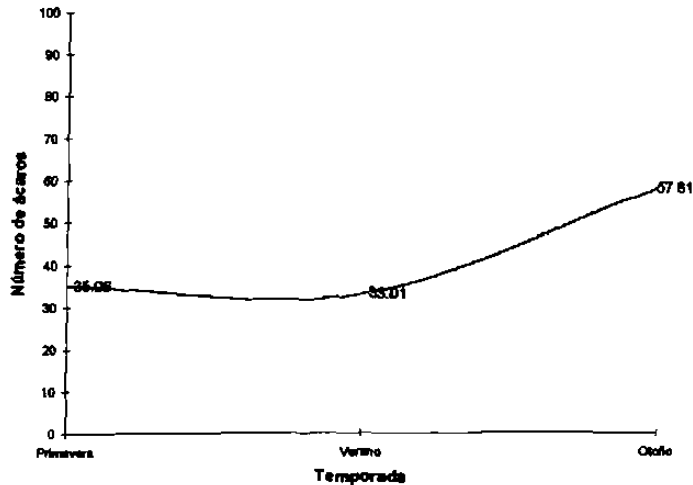


Figura 34.- Infestación en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 3.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

El patrón de presentación de las conductas en las colmenas de este genotipo, difiere enormemente entre ellas, ya que la conducta higiénica mostró una tendencia al aumento, mientras que la conducta de acicalamiento disminuyó durante el año. Durante la primavera, se observó la mayor presencia de la conducta de acicalamiento y el de menor conducta higiénica, mientras que en el otoño fue lo contrario, ya que aquí es mayor la conducta higiénica y menor la conducta de acicalamiento (figura 35).

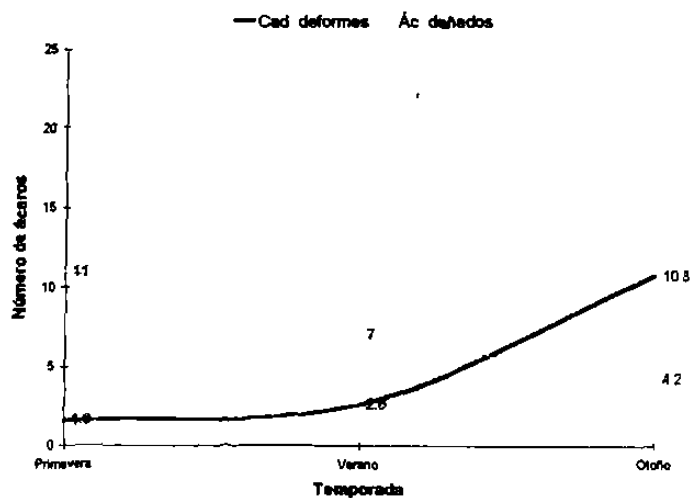


Figura 35.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 3.

-Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

La forma de presentación de las conductas y su relación con la infestación de las colmenas, difiere entre una conducta y otra, ya que la conducta higiénica guardó una estrecha relación con el patrón de la infestación, mientras que la conducta de acicalamiento presentó un comportamiento contrario a ésta (figura 36).

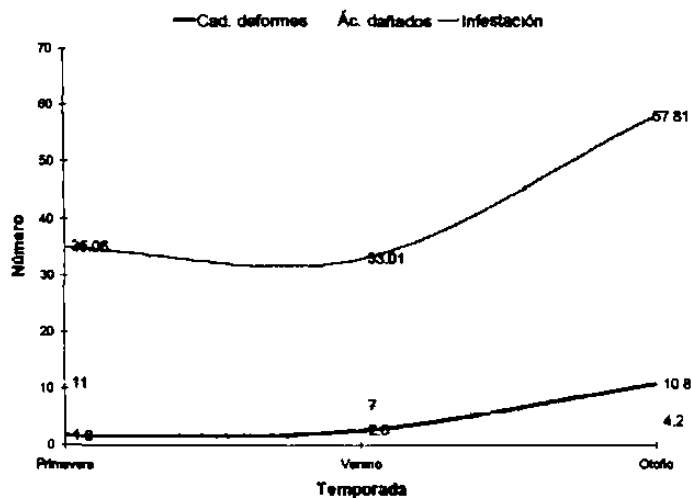


Figura 36.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Europeo - Africano de la generación 3 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes al grupo Europeo - Africano de la generación 3.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	15	81.20	50.32
Cadáveres deformes	15	6.05	7.12
Cadáveres no deformes	15	93.95	7.12
Ácaros capturados en plantilla	15	39.27	25.21
Ácaros dañados	15	21.28	13.33
Ácaros no dañados	15	78.72	13.33

4.3.2. Genotipo Africanizado (CH).

- Infestación de colmenas.

Estas colmenas contaron con una infestación alta desde que se iniciaron los muestreos; en la primavera se presentó una infestación de 51.93 ácaros, ésta disminuyó en el verano hasta un valor de 21.53 y volvió a aumentar en el otoño, para ubicarse en un valor ligeramente más alto que la primavera (64.66 ácaros capturados) (figura 37).

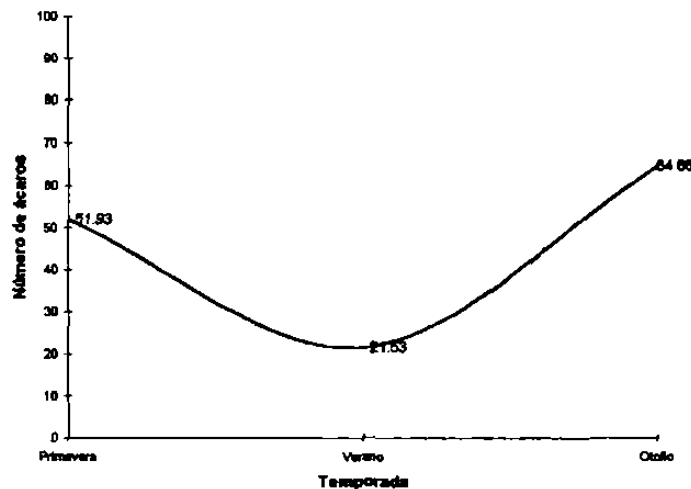


Figura 37.- Infestación en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 3.

- Conducta higiénica y de acicalamiento.

La presencia de las conductas fue baja en comparación con las colmenas del mismo genotipo en las generaciones anteriores; en la primavera, la conducta de acicalamiento fue mayor que la conducta higiénica, ya que ésta presentó un valor de 8.2 ácaros dañados, mientras que la higiénica 2.4 cadáveres deformes; para el verano, ambas mostraron un ligero aumento en sus valores y durante el otoño, la conducta de acicalamiento disminuyó, mientras que la conducta higiénica aumentó ligeramente (figura 38).

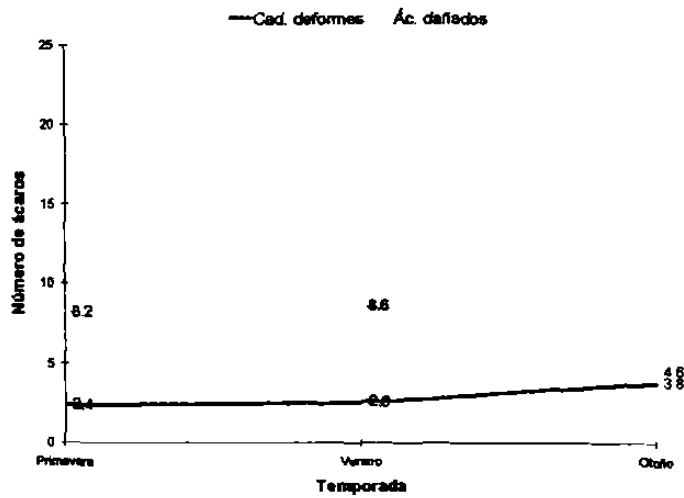


Figura 38.- Conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 3.

- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en relación a la infestación.

Las conductas de defensa no mostraron una relación con la infestación, ya que la infestación encontrada en las colmenas es alta en comparación con las conductas (figura 39).

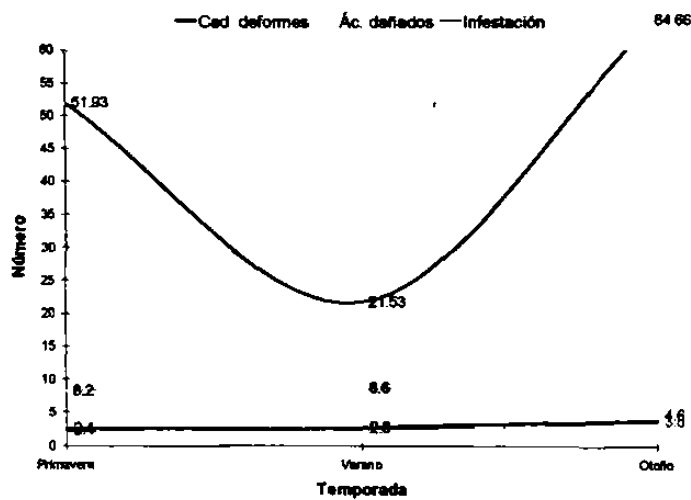


Figura 39.- Presencia de conducta higiénica y de acicalamiento en las colmenas del grupo Africanizado de la generación 3 y su relación con la infestación de la colmena.

Los valores de la media y la desviación estándar de las variables que se consideraron en el análisis estadístico, se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12.- Media y desviación estándar de las variables analizadas, correspondientes a el grupo Africanizado (CH) de la generación 3.

Variable	N	\bar{x}	S
Total de cadáveres expulsados	15	103.87	123.82
Cadáveres deformes	15	3.42	2.94
Cadáveres no deformes	15	96.58	2.94
Ácaros capturados en plantilla	15	42.47	32.48
Ácaros dañados	15	14.78	14.18
Ácaros no dañados	15	85.22	14.18

4.3.3. Resultados estadísticos de la generación 3.

Las variables que fueron analizadas estadísticamente, no muestran diferencia significativa ($pr > 0.05$). Al igual que en la generación 2, los resultados presentados corresponden exclusivamente a observaciones hechas a los promedios de las variables utilizadas.

El genotipo CH, expulsa una mayor cantidad de cadáveres que el genotipo EA (total de cadáveres); en el genotipo CH, el 3.42 % fueron cadáveres deformes mientras que en el EA el 6.05 %; estos valores muestran, que ambos genotipos no son efectivos en su conducta higiénica, ya que el reconocimiento de los individuos enfermos es bajo en comparación con los encontrados en genotipos de las generaciones anteriores.

El número de ácaros en plantillas, muestra que las colmenas del genotipo CH (42.47 ácaros) contaban con una infestación mayor que el genotipo EA (39.27 ácaros); sin embargo, la cantidad de ácaros dañados que se observó en el genotipo EA (21.28 %) es mayor que la encontrada en el genotipo CH (14.78 %),

por lo tanto se deduce que el genotipo EA es más efectivo en su conducta de acicalamiento.

Los valores encontrados para ambas conductas, muestran que los genotipos utilizados en la generación 3, no son efectivos en desarrollar mecanismos de defensa contra el ácaro *Varroa jacobsoni*; sin embargo, es posible decir que de los dos utilizados, el EA, resulta ser más efectivo.

4.4. COMPARACIÓN ENTRE GENERACIONES DEL MISMO GENOTIPO.

Las comparaciones de medias hechas con la prueba de Duncan, son presentadas en el Anexo 2.

El genotipo EE, no muestra diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las dos generaciones utilizadas; sin embargo, los promedios encontrados en las variables probadas, muestran que la generación 2 es más efectiva en sus conductas de defensa, ya que presenta porcentajes más altos en la cantidad de cadáveres deformes y ácaros dañados.

En el genotipo AA, existe diferencia estadística significativa ($p = 0.0009$) en la variable cadáveres deformes; de acuerdo a la comparación de medias, se pudo observar que la generación 1 es más efectiva que la generación 2 en su conducta higiénica.

Debido que en la variable de la conducta de acicalamiento (ácaros dañados), no presenta diferencia estadística, la generación 1 y 2 son iguales en respuesta a la parasitación.

En el genotipo EA, la variable cadáveres deformes no presentó diferencia significativa entre las tres generaciones comparadas; sin embargo, en la cantidad de ácaros dañados hubo diferencia estadística entre las generaciones; la generación 3 presenta una mayor efectividad en su conducta higiénica que las generaciones 1 y 2.

El genotipo AE, no presentó diferencia significativa ($pr > 0.05$) en ninguna de las variables probadas; por lo tanto, las dos generaciones son iguales en la presentación de sus conductas de defensa.

Finalmente, el grupo CH presentó diferencia significativa en su conducta higiénica ($pr > 0.05$), ya que la cantidad de cadáveres deformes, fue mayor en la generación 1, mientras que la generación 2 y 3 se agrupan, siendo similares entre ellas. En la conducta de acicalamiento, no existe diferencia estadística entre las generaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que la infestación en las colmenas varió de acuerdo a la línea genética utilizada, ya que existió una marcada tendencia por parte de los genotipos africanos y sus descendientes africanizados a presentar mayor infestación en plantillas que los grupos europeos.

Rutner y Marx (1984), Moretto et al (1991 b) y Guzmán-N. et al(1996), mencionan que generalmente las abejas que presentan mayor resistencia a la infestación son las que cuentan con material genético africanizado. En el presente estudio, pudieron observarse resultados similares, ya que la infestación fue mayor en las abejas africanizadas, las cuales soportaron la carga parasitaria en mayor medida que las abejas europeas.

En la generación 1, las colmenas de abejas europeas murieron en la primer estación de muestreo; sin embargo, los muestreos pudieron llevarse a cabo en su totalidad, debido a que se contaba con material genético similar para reposición de

dichas colmenas; la reposición fue necesaria en cada temporada anual, debido a que las colmenas no sobrevivían de una estación a otra.

Las colmenas de los genotipos AA y AE, sobrevivieron por tres temporadas de muestreo, solamente que en estos genotipos no se contaba con material genético para su reposición; las colmenas de los genotipos EA y CH, sobrevivieron durante las cuatro temporadas de muestreo, y solo fue necesaria la sustitución de pocas colmenas.

En el año de 1995, Vandame et al realizaron investigaciones con líneas de abejas europeas y africanizadas y reportan una alta mortalidad de colmenas europeas por efectos del parásito *V. jacobsoni*, ya que la fortaleza en las colmenas europeas bajó a un nivel próximo a la muerte y fue necesaria la sustitución o re-fortalecimiento de las colmenas.

El movimiento de la infestación durante el año en las colmenas de las generaciones 1 y 3, fue similar al observado en el estado de Veracruz en investigaciones realizadas por Vandame et al (1996 b); ellos encontraron que la infestación de las colmenas bajaba durante el otoño y aumentaba fuertemente durante el invierno; para el mes de enero, iniciaba un descenso en la infestación y en la primavera resultaba ser menor que en el invierno. Este patrón de infestación no se presentó en las colmenas de la generación 2, ya que en estas colmenas la tendencia de aumento se mantiene en la primavera. Moretto et al (1991 b), mencionaron que existe un efecto del clima en la infestación de las colmenas; sin embargo, el factor climático no fue considerado en el presente trabajo.

Es bien conocida la tolerancia que existe hacia *V. jacobsoni* en las abejas africanizadas de Brasil; la tolerancia parece deberse principalmente a la infertilidad de una parte de las hembras fundadoras. Eguaras et al (1996), mencionan que pueden existir al menos dos características distintivas en las colmenas que presentan algún grado de resistencia a la infestación; estas características,

tienden a regular las poblaciones del parásito en dos sentidos, ya sea disminuyendo la natalidad del ácaro (conducta higiénica) o provocando la muerte de ellos (conducta de acicalamiento).

Los bajos efectos de la infestación en las poblaciones africanizadas, pueden ser explicados por la mayor presentación de ambas conductas de defensa, ya que los resultados muestran que los genotipos africanizados son más efectivos. Esto es reafirmado por publicaciones hechas por Moretto et al (1993) y Vandame et al (1996 b), quienes encontraron que las abejas africanas son más efectivas en sus conductas de defensa que las abejas europeas.

Los resultados encontrados para la conducta higiénica, muestran que en la generación 1 existe una marcada diferencia en los genotipos en su efectividad de presentación de la conducta, ya que se observó que los genotipos africanizados son más efectivos en el reconocimiento de los cadáveres deformes.

El genotipo europeo expulsó una mayor cantidad de cadáveres en comparación con los grupos africanizados; sin embargo, el porcentaje de cadáveres deformes fue menor, esto demuestra que los genotipos que cuentan con material europeo fueron menos efectivos que los genotipos africanizados en la conducta higiénica. Vandame et al (1996 c), reportaron resultados similares, y ellos mencionan que las abejas europeas limpian alrededor del 8 % de la cría infestada, mientras que las africanizadas limpian un 32 %.

Los genotipos de la generación 2 y 3 mostraron resultados más uniformes en cuanto a la presentación de conducta higiénica se refiere, ya que no existe diferencia estadística entre los genotipos utilizados. Esto podría ser explicado por la agregación de material genético africano a los genotipos europeos, ya que dichos genotipos sufrieron de un efecto de africanización, debido a que en estas generaciones ya no se llevaron a cabo cruces controladas y el área en la que se

realizó el trabajo puede considerarse como una zona con un proceso de africanización avanzado.

En la conducta de acicalamiento; los grupos africanizados de la generación 1 mostraron una tendencia a dañar mayor cantidad de ácaros en comparación con las colmenas europeas de la misma generación. Al igual que en la conducta higiénica, la generación 2 y 3 mostraron uniformidad en los genotipos y es debido a la africanización que sufrieron las colmenas; Vandame et al. (1996 c), reportaron que el porcentaje de daño a los ácaros es mayor en las abejas africanizadas que las europeas.

La ausencia de ácaros dañados que se presentaron en las colmenas con una alta colección de ácaros, indica solo un aumento de la mortalidad natural diaria del parásito.

Con los resultados obtenidos en este trabajo, se observa que las abejas africanizadas son mas susceptibles a ser parasitadas por el ácaro ***Varroa jacobsoni***; sin embargo, estas líneas presentan conductas de defensa más efectivas que las abejas europeas como método de control del parásito y las hace más resistentes a la infestación y los efectos provocados por ella.

5. CONCLUSION

Las abejas con material genético africano son más resistentes a la infestación por *Varroa jacobsoni*, ya que esta fue más elevada en los grupos africanizados y que a pesar de esto, contaron con una tasa de sobrevivencia más alta que los grupos europeos.

La conducta higiénica y de acicalamiento se expresan en las cuatro líneas genéticas, solo que las abejas africanizadas muestran una mayor efectividad en dichas conductas, ya que son capaces de reconocer mayor cantidad de pupas infestadas y provocar mayor cantidad de daño a los ácaros que las parasitan.

Las abejas europeas presentan las conductas, solamente que estas no cuentan con la suficiente capacidad de reconocer las pupas infestadas y así expulsarlas de la colmena para disminuir la infestación. La conducta de acicalamiento es menor, ya que los daños a los ácaros se presentan en menor proporción que en las abejas africanizadas.

Las características de defensa están controladas en mayor parte por la madre, ya que éstas son heredadas a sus descendientes, ya que se encontró que la manifestación de la conducta higiénica y de acicalamiento en las abejas híbridas es similar al de sus progenitoras.

Si se cuenta con el tiempo suficiente de coexistencia entre *Apis mellifera* y *V. jacobsoni*, podría llegarse a una relación Huésped – Parásito equilibrada; esto fue demostrado con las colmenas del genotipo CH, en donde las colmenas no presentan grandes daños en su población y producción, debido al mayor tiempo de adaptación con que han contado.

Una vez que son identificadas las colmenas que cuenten con resistencia natural al parásito, éstas pueden ser seleccionadas y a partir de ellas implementar un programa de crianza de abejas resistentes; las abejas seleccionadas para dicho programa de crianza contarán con características africanizadas. Actualmente existe una negación por parte de los apicultores a trabajar con esta línea de abejas por sus características defensivas; sin embargo, en zonas donde el proceso de africanización se encuentra avanzado, resultaría complicado el mantenimiento de colmenas que contaran con material genético europeo.

6. LITERTURA CITADA

- Adam, B. 1987. The honey bee traqueal mite – Fact and fiction. American Bee Journal, 127: 36-38.
- Akimov, I. B. A. y Yastrebtsov, A. V. 1991. Peculiarities in ontogenesis and reproductive cycle of the mite *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes, Varroidae) and its relation to the host *Apis mellifera*. Wiad Parazytol, 37: 99-102.
- Atkins, E.L., Todd, F.E., y Anderson, L.D. 1970. Honey bee field research aided by Todd dead bee hive entrance trap. California Agriculture, 24: 12-13.
- Ball, B. V. 1995. The damaging effects of *Varroa jacobsoni* infestation in colonies of *Apis mellifera*. Memorias del IX Seminario Americano de Apicultura, editado por la Universidad de Colima. 1995.
- Bienefeld, K.; Zautke, F.; Pronon, D. y Mazeed, A. 1999. Recording the proportion of damaged *Varroa jacobsoni* Oud. in the debris of honey bee colonies (*Apis mellifera*). Apidologie, 30: 249-256.
- Boecking, Q. y Drescher, W. 1991. Response of *Apis mellifera* L. colonies infested with *Varroa jacobsoni* Oud.. Apidologie, 22: 237-241.
- Boecking O., Rath W. y Drescher W. 1993. Grooming and removal behavior – Strategies of *Apis mellifera* and *Apis cerana* bees against *Varroa jacobsoni*. American bee journal, 133: 117-119.
- Bückler R.; Drescher W. y Tournier I. 1992; Grooming behavior of *Apis cerana*, *Apis mellifera* and *Apis dorsata*, reacting to *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae*. Experimental and Applied Acarology, 16: 313-319.

- Cobey, S. y Lawrence, T. 1988. *Varroa* mite: potential methods of control. American Bee Journal, 128: 112-117.
- De Jong, D; Morse, R. A. y Eickwort, G. C. 1982. Mite pests of honey bees. Ann. Rev. Entomol, 27: 229-252.
- De Ruijter, A. 1987. Reproduction of *Varroa jacobsoni* during successive brood cycles of the honeybee. Apidologie, 18: 321-326.
- Delfinado-B, M. 1963. Mites of the honeybee in Southeast Asia. Journal of Apicultural Research, 2: 113-114.
- Delfinado-B., M.; Rath, W. Y Boecking, O. 1992. The phoretic bee mites and honeybee grooming behavior. International Journal of Acarology, 18: 315-322.
- Dufol, M. F., Moreno-M., C., Sánchez-A., C. y Gracia, M. J. 1994. Varroasis in Spain: Diagnosis and treatment under field conditions. pp 88-90 en: Matheson, A. (editor). 1994. New perspectives on varroa. International Bee Research Association. Cardiff, U.K. 164 pp.
- Eguaras, M.; Marcangeli, J. y Fernández, N. A. 1994. Influence of "parasitic intensity" on *Varroa jacobsoni* Oud. Reproduction. Journal of Apicultural Research, 33: 155-159.
- Eguaras, M.; Marcangeli, J.; Oppedisano, M.; Fernández, N. y García, O. 1996. Ensayos en colmenas de abejas del sudeste de Buenos Aires, Argentina. Vida Apícola, 75: 56-60.

- Flores, J. M.; Ruiz, J. A.; Ruz, J. M.; Puerta, F.; Bustos, M.; padilla, F. y Campano, F. 1995. El fenómeno de la resistencia natural a la varroasis. *Vida Apícola*, 74: 44-51.
- Fries, I.; Camazine, S. y Sneyd, J. 1994. Populations dynamics of *Varroa jacobsoni*: A model and review. *Bee World*, 75: 5-28.
- Fuchs, S. 1992. Choice in *Varroa jacobsoni* Oud. between honeybee drone and worker brood cells for reproduction. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 31: 429-435.
- Gary, N. E. 1991. *Varroa mites*, tracheal mites and africanized bees..... the challenges ahead. *American Bee Journal*, 131: 34-39.
- Garza, Q. C. y Wilson, W. T. 1994. Different sampling methods for assessment of *Varroa jacobsoni* infestation. *American Bee Journal*, 134: 832.
- Garza, Q. C. 1996. Enfermedades de la abeja melífera. Manual de prácticas editado por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León. pag. 12-15.
- Gilliam, M.; Taber, S.; Richardson G. V. 1983. Hygienic behavior of honey bees in relation to chalkbrood disease. *Apidologie*, 14: 29-39.
- Guzman-Novoa, E., Sánchez, A., Page Jr., R.E. y Garcia, T. 1996. Susceptibility of european and africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) and their hybrids to *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 27: 93-103.
- Haragsim O. and Samsinak, K. 1986. Developmental stages of the mite *Varroa jacobsoni* Oud.. *Vet Med*, 31: 105-112.

- Harbo, J. R. 1993. Evaluating bees for resistance to *Varroa* mites. *American Bee Journal*, 133: 865.
- Harbo, J. R. 1995. Observations on hygienic behavior and resistance to chalkbrood. *American Bee Journal*, 135: 828.
- Harbo, J. R. y Hoopingarner, R. 1995. Resistance to *Varroa* expressed by honeybees in the U.S.A.. *American Bee Journal*, 135: 827.
- Harbo, J. R. y Hoopingarner, R. A. 1997. Honey bees (Hymenoptera: Apidae) in the United States that express resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology*, 90: 893-898.
- Ifantidis, M. D. 1983. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honeybee brood cells. *Journal of Apicultural Research*, 22: 200-206.
- Ifantidis, M. D. 1984. Parameters of the population dynamics of the *Varroa* mite on honeybees. *Journal of Apicultural Research*, 23: 227-233.
- Imdorf, A., Charriere, J. D., Maquelin, CH., Kilchenman, V. y Bachofen, B. 1996. Alternative *Varroa* control. *American Bee Journal*, 136: 189-193.
- Lodesani, M.; Vecchi, M. A.; Tommasini, S. y Bigliardi, M. 1996. A study on different kinds of damage to *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera ligustica* colonies. *Journal of Apicultural Research*, 35: 49-56.
- Martin, S. J. 1995. Reproduction of *Varroa jacobsoni* in cells of *Apis mellifera* containing one or more mother mites and the distribution of these cells. *Journal of Apicultural Research*, 34: 187-196.

- Martin, s. J. y Kemp, D. 1997. Average numbers of reproductive cycles performed by *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Journal of Apicultural Research, 36: 113-123.
- Moretto, G., Goncalves, L. S. y De Jong, D. 1991 a. Africanized bees are more efficient at removing *Varroa jacobsoni* – Preliminary Data. American Bee Journal, 131: 434.
- Moretto, G., Goncalves, L. S., De Jong, D y Bichuette, M. Z. 1991 b. The effects of climate and bee RACE on *Varroa jacobsoni* Oud. Infestation in Brazil. *Apidologie*, 22: 197-203.
- Moretto, G., Goncalves, L. S. y De Jong, D. 1993. Heritability of Africanized and European honey bee defensive against the mite *Varroa jacobsoni*. Brazilian Journal of Genetics 16: 71-77.
- Moretto, G., Goncalves, L. S. y De Jong, D. 1997. Relationship between food availability and reproductive ability of the mite *Varroa jacobsoni* in africanized bee colonies. American Bee Journal, 137: 67-69.
- Moretto, G. 1997. The relationship between the nest cleaning behavior and the *Varroa* removal behavior of Africanized bees. *Apiacta*, 32 17-20.
- Morse, R. A.; Miksa, D. y Masenheimer, J, A. 1991. *Varroa* resistance in U. S. honey bees. American Bee Journal, 131: 433-434.
- Park, O. W.; Pellet, F. C. y Paddock, F. B. 1937. Disease resistance and American foulbrood. American Bee Journal, 77: 20-25.
- Peng, Y-S.; Fang, Y.; Xu, S.; Ge, L. 1987 a. The resistance mechanism of Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oud.. Journal of Invertebrate Pathology, 49: 54-60.

- Peng, Y-S.; Fang, Y.; Xu, S.; Ge, L. y Nasr, M. E. 1987 b. Response of foster Asian honeybee (*Apis cerana* Fabr.) colonies to the brood of European honeybee (*Apis mellifera* L.) infested with parasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oud.. Journal of Invertebrate Pathology, 49: 259-264.
- Pettis, J. S. y Wilson, W. T. 1990. Life cycle comparisons between *Varroa jacobsoni* and *Acarapis woodi*. American Bee Journal, 130: 597-599.
- Rath, W. y Drescher, W. 1990. Response of *Apis cerana* Fabr. towards brood infested with *Varroa jacobsoni* Oud. and infestation rate of colonies in Thailand. Apidologie, 21: 311-321.
- Reyes, C. P. 1995. Bioestadística aplicada. Editorial Trillas. Pag.: 113.
- Ritter, W. 1981. Varroa disease of the honeybee *Apis mellifera*. Bee World, 62: 141-153.
- Ritter, W. 1986. La varroatosis de la abeja *Apis mellifera* y su tratamiento con Perizin. Noticias Médico Veterinarias, 1: 3-15.
- Rothenbuhler, W. C. 1964. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. I. Response of four in bread lines to disease-killed brood. Animal Behavior, 12: 578-583.
- Rosenkranz, P.; Rachinsky, A.; Strambi, C. y Ropstorf, P. 1990. Juvenile hormone titer in capped worker brood of *Apis mellifera* and reproduction in the bee mite *Varroa jacobsoni*. Gen. Comp. Endocrinol., 78: 189-193.
- Rosenkranz, P. y Stürmer, M. 1992. Reduction in the fertility of *Varroa* females in worker brood of *Apis mellifera carnica* and *Apis mellifera capensis*. Univ. Marie Curie, Sklodowska, Lublin-Poland section DD 47: 55-60.

- Rosenkranz, P.; Fries, I.; Boecking, O. y Stürmer, M. 1997. Damaged *Varroa* mites in the debris of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies with and without hatching brood. *Apidologie*, 28: 427-437.
- Ruttner, F. y Marx, H. 1984. Beobachtungen über eine mögliche Anpassung von *Varroa jacobsoni* an *Apis mellifera* L. in Uruguay. *Apidologie* 15: 43-62.
- Sammataro, D. 1996. Mechanisms of bee resistance / tolerance to *Varroa* mites. *American Bee Journal*, 136: 567-568.
- Spivak, M. y Gilliam, M. 1993. Facultative expression of hygienic behavior of honey bees in relation to disease resistance. *Journal of Apicultural Research*, 32: 147-157.
- Spivak, M., Reuter, G., Melton, R. y Breyfogle, P. 1994. Honey bee hygienic behavior and tolerance to *Varroa jacobsoni*. *American Bee Journal*, 134: 836-837.
- Spivak, M. 1996. Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, 27: 245-260.
- Szabo, T.; Walker, T. y Mueller, A. E. 1996. Grooming behavior as a *Varroa* resistance characteristic in honey bee colonies. *American Bee Journal*, 136: 515-517.
- Taber, S. 1995. Different mechanisms of resistance of bees to *Varroa*. *American Bee Journal*, 135: 123-124.
- Tewarson, N. C. y Engels, W. 1982. Undigested uptake of non-host proteins by *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, 21: 222-225.

- Tewarson, N. C.; Singh, A. y Engels, W. 1992. Reproduction of *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis cerana indica* under natural and experimental conditions. *Apidologie*, 23: 161-171.
- USDA; ARS, BBII. 1987. *Varroa jacobsoni* detection techniques. *American Bee Journal*, 127: 755-757.
- Vandame, R., Otero C., G. y Colin, M. 1995. Dinámica comparativa de las poblaciones de *Varroa jacobsoni* en colmenas de abejas europeas y africanizadas en Córdoba, Veracruz. *Memorias del IX Seminario Americano de Apicultura*, editado por la Universidad de Colima: 1995.
- Vandame, R.; Colin, M. y Otero, C. G. 1996 a. Abejas europeas y africanizadas en México: la tolerancia a *Varroa jacobsoni* (Primera parte: Biología de Varroa). Boletín electrónico disponible en Internet.
URL: http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1_sp.htm
- Vandame, R.; Colin, M. y Otero, C. G. 1996 b. Abejas europeas y africanizadas en México: la tolerancia a *Varroa jacobsoni* (Segunda parte: Estudio de la tolerancia). Boletín electrónico disponible en Internet.
URL: http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame2_sp.htm
- Vandame, R.; Colin, M. y Otero, C. G. 1996 c. Abejas europeas y africanizadas en México: la tolerancia a *Varroa jacobsoni* (Tercera parte: Explicación de la tolerancia). Boletín electrónico disponible en Internet.
URL: http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame3_sp.htm
- Webster, T. C. y Callaway, D. J. 1991. Measuring small populations of *Varroa* in honey bee colonies. *American Bee Journal*, 131: 784.

Wieting, J. y Ferenz, H. J. 1991. Behavioral study on the invasion of honey bee brood by the mite *Varroa jacobsoni* on wax comb and ANP combs. American Bee Journal, 131: 51-53.

Wilson, W. T.; Baxter, J. R.; Rubink, W. L.; Garza, Q. C. y Collins, A. M. 1995. Parasitic mite populations changes during africanization of managed honey bee colonies in Mexico. American Bee Journal, 135: 833.

Woyke, J. 1989. Breeding of honey bees resistant to *Varroa jacobsoni*. American Bee Journal, 129: 21-22.

ANEXOS

Anexo 1. Comparaciones múltiples de las variables utilizadas en la generación 1.

Variable: Total de cadáveres

Pr: 0.0159

Duncan	Grouping	Mean	N	TREAT
	A	66.20	20	EE1
	A			
	A	65.60	20	CH1
	A			
	A	59.71	7	AA1
	A			
B	A	44.07	15	EA1
B				
B		25.55	11	AE1

Variable: Cadáveres deformes

Pr: 0.0032

Duncan	Grouping	Mean	N	TREAT
	A	29.648	20	CH1
	A			
B	A	19.740	7	AA1
B				
B		9.731	20	EE1
B				
B		8.465	11	AE1
B				
B		7.035	15	EA1

Variable: Cadáveres no deformes.

Pr: 0.0032

Duncan	Grouping	Mean	N	TREAT
	A	92.965	15	EA1
	A			
	A	91.535	11	AE1
	A			
	A	90.270	20	EE1
	A			
B	A	80.260	7	AA1
B				
B		70.353	20	CH1

Variable: Numero de ácaros en plantillas

Pr: 0.0118

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	55.40	20	CH1
A			
A	49.00	7	AA1
A			
B	39.18	11	AE1
B			
B	29.73	15	EA1
B			
B	7.20	20	EE1

Variable: Ácaros dañados

Pr: 0.0002

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	22.605	20	CH1
B	11.544	11	AE1
B			
B	5.936	7	AA1
B			
B	5.850	15	EA1
B			
B	4.131	20	EE1

Variable: Ácaros no dañados

Pr: 0.0002

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	95.869	20	EE1
A			
A	94.150	15	EA1
A			
A	94.064	7	AA1
A			
A	88.456	11	AE1
B	77.395	20	CH1

Anexo 2. Comparaciones múltiples de las variables utilizadas por genotipo entre las generaciones.

Genotipo EE

Variable: Cadáveres deformes

Pr: 0.9969

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	9.747	20	EE2
A	9.731	20	EE1

Variable: Ácaros dañados

Pr: 0.3643

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	6.340	20	EE2
A	4.131	20	EE1

Genotipo AA

Variable: Cadáveres deformes

Pr: 0.0009

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	19.740	7	AA1
B	6.340	20	AA2

Variable: Ácaros dañados

Pr: 0.2775

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	15.964	20	AA2
A	5.936	7	AA1

Genotipo EA

Variable: Cadáveres deformes

Pr: 0.9403

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	7.035	15	EA1
A			
A	6.134	20	EA2
A			
A	6.047	15	EA3

Variable: Ácaros dañados

Pr: 0.0012

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	21.282	15	EA3
B	8.180	20	EA2
B			
B	5.850	15	EA1

Genotipo AE

Variable: Cadáveres deformes

Pr: 0.8064

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	10.198	20	AE2
A			
A	8.465	11	AE1

Variable: Ácaros dañados

Pr: 0.6087

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	15.504	20	AE2
A			
A	11.544	11	AE1

Genotipo CH

Variable: Cadáveres deformes

Pr: 0.0005

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	29.648	20	CH1
B	7.216	20	CH2
B	3.425	15	CH3

Variable: Ácaros dañados

Pr: 0.4181

Duncan Grouping	Mean	N	TREAT
A	22.605	20	CH1
A	16.726	20	CH2
A	14.776	15	CH3

