



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO  
DEFENSIVO, GRADO DE AFRICANIZACIÓN Y NIVELES  
DE INFESTACIÓN DE *Varroa destructor* A. DE  
COLONIAS DE ABEJAS MELÍFERAS CON ALTO Y  
BAJO COMPORTAMIENTO DE ACICALAMIENTO**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA**

**ISRAEL FIERRO SANTAMARÍA**

**ASESORES:**

**PhD. Miguel Enrique Arechavaleta Velasco  
MVZ. Adriana Correa Benítez**



**MÉXICO D. F.**

**2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **DEDICATORIAS:**

A mi padre el Sr. Roberto Fierro Tapia, quien fue el guardián de mi crecimiento en muchas formas silenciosas y otras muy cálidas, me enseñó a ser hombre y luchar por aquello en lo que creo.

A mi madre la Sra. Teresa Santamaría Ortiz†, quien a pesar de haberse ido hace tiempo, dejó una semilla de sabiduría dentro de mi y cultivo mi corazón.

A Karla Itzel Alcalá Escamilla por hacerme sentir lo hermoso de este mundo porque saber que esta en él, por todo lo que me has mostrado, por cada instante juntos y por todos los que nos faltan por crear....

## **AGRADECIMIENTOS**

Al PhD Miguel E. Arechavaleta Velasco, por haberme dado la oportunidad de trabajar con él, por sus enseñanzas y consejos, por haber sido un gran tutor.

A los miembros de mi jurado, Dra. Laura Espinosa, M en C Angélica Gris Valle, MVZ Rodrigo Medellín Pico y Dra. Cristina Guerrero, su conocimiento enriqueció este trabajo.

A mi familia: El Sr. Roberto Fierro Tapia y mi hermano Roberto Fierro Santamaría. Por haberme apoyado cada día en la realización de este trabajo.

A Itzel Alcalá Escamilla, por haber dedicado tanto tiempo a ayudarme en todo el trabajo, por enseñarme más que de abejas, a alentarme a ser mejor cada día.

A mis hermanos de espíritu y compañeros de armas: Daniel de la Cerda Nicolás y Rodrigo González Barrios. Por haber sido un apoyo e inspiración todos los días.

A mis amigos: Nidia Huerta, Paulina Anaya, Pedro Bosch y Eduardo Ramírez, por los buenos momentos, consejos, lágrimas y sonrisas.

A la MVZ Adriana Correa Benítez, por haberme mostrado el maravilloso mundo de las abejas, por todas sus enseñanzas y consejos.

A Carlos Robles y Eusebio Sánchez, por toda su ayuda en el trabajo de campo, por sus enseñanzas y esos momentos agradables.

Al equipo del canal cultural (Rich y Adri) por llegar en buen tiempo, por los cafés y las risas.

A todos aquellos que fueron parte de esta etapa de mi vida y aunque hoy no se encuentren aquí, siempre los recordaré.

## CONTENIDO

|                         | Página |
|-------------------------|--------|
| RESUMEN.....            | 1      |
| LISTA DE FIGURAS .....  | 2      |
| INTRODUCCIÓN.....       | 4      |
| MATERIAL Y MÉTODOS..... | 8      |
| RESULTADOS .....        | 13     |
| DISCUSIÓN.....          | 16     |
| REFERENCIAS.....        | 18     |
| FIGURAS.....            | 23     |

## RESUMEN

**FIERRO SANTAMARIA ISRAEL. Estudio comparativo del comportamiento defensivo, grado de africanización y niveles de infestación de *Varroa destructor* A. de colonias de abejas melíferas con alto y bajo comportamiento de acicalamiento (bajo la dirección de PhD. Miguel Enrique Arechavaleta Velasco y MVZ. Adriana Correa Benítez).**

El objeto del estudio fue comparar la defensividad, la longitud promedio del ala anterior y los niveles de infestación con *Varroa destructor* A. en colonias de abejas de alta y baja expresión del comportamiento de acicalamiento. No se encontraron diferencias entre los grupos experimentales en el comportamiento defensivo evaluado por medio de la prueba de apreciación ( $P>0.05$ ), mediante la prueba de bandera ( $P>0.05$ ) y a través de la prueba de respuesta al Isopentil acetato ( $P>0.05$ ). Se encontraron diferencias en la longitud promedio del ala anterior entre los grupos ( $P>0.05$ ). Se encontraron diferencias significativas en los niveles de infestación de *Varroa destructor* entre los grupos experimentales ( $P<0.05$ ). Se encontró una correlación positiva entre el número de agujones depositados en la bandera y el nivel de infestación de las colonias ( $P<0.05$ ). No se encontró relación entre el nivel de infestación de *V. destructor* de las colonias con el comportamiento defensivo de las colonias de abejas.

**Palabras clave:** *Varroa destructor* A. / comportamiento defensivo / longitud de ala / niveles de infestación / comportamiento de acicalamiento.

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1.** Media  $\pm$  error estándar para la calificación del comportamiento defensivo en base a la prueba de apreciación de los grupos de colonias de abejas de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB), híbridas (H) y F2 (F2).

**FIGURA 2.** Media  $\pm$  error estándar para el número de agujones depositados por las abejas en la prueba de bandera para los grupos de colonias de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), híbridas (H) y F2 (F2).

**FIGURA 3.** Media  $\pm$  error estándar para el cambio en porcentaje en el número de abejas que respondieron al Isopentil acetato en los grupos de colonias retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB) y F2 (F2).

**FIGURA 4.** Media  $\pm$  error estándar para la longitud promedio del ala anterior de las abejas en los grupos de colonias de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB), híbridas (H) y F2 (F2).

**FIGURA 5.** Media  $\pm$  error estándar para el número de ácaros recuperados en el piso de las colmenas durante una semana para los grupos de colonias de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB), híbridas (H) y F2 (F2).



## INTRODUCCIÓN

*Varroa destructor* A. es un parásito externo de las abejas melíferas y es el problema sanitario que más daños ha causado a la apicultura a nivel mundial.<sup>1</sup> El primer reporte de *V. destructor* en México fue en 1992 en el estado de Veracruz<sup>2</sup> y actualmente se encuentra distribuido por todo el territorio nacional.<sup>3</sup> El ácaro se alimenta de la hemolinfa de la cría y de las abejas adultas, es vector de enfermedades virales como la parálisis aguda y la cría ensacada<sup>4</sup> y ha sido asociado al desarrollo de enfermedades de origen bacteriano.<sup>5</sup> La cría de abeja que es infestada por *V. destructor* presenta deformidades y una alta mortalidad, mientras que las abejas adultas se debilitan y reducen su longevidad,<sup>6</sup> además las colonias parasitadas mueren cuando alcanzan un nivel de infestación entre 40% y 50%.<sup>7</sup>

Arechavaleta y Guzmán-Novoa, mostraron los efectos negativos que ocasiona *V. destructor* sobre la producción de miel en México al observar una disminución de 65% en promedio en la producción de colonias no tratadas contra este parásito.<sup>8</sup> Existen productos químicos para controlar a *V. destructor*, pero no son 100% efectivos y si no son utilizados adecuadamente pueden dejar residuos en miel y cera,<sup>9</sup> además de que su uso constante induce el desarrollo de resistencia en las poblaciones de ácaros.<sup>10</sup>

En los últimos años se ha reportado un incremento en la tolerancia de *V. destructor* al fluvalinato, la flumetrina y el amitraz, que son los principales productos utilizados en el mundo para controlar al ácaro.<sup>11</sup>

Por lo anterior, se ha puesto en práctica el uso del ácido fórmico, el timol y el ácido oxálico, sin embargo, su eficacia para controlar al ácaro es menor que la de los acaricidas sintéticos.<sup>12</sup>

El uso de acaricidas ha incrementado los costos de producción y no proporcionan una solución definitiva al problema.

*Apis cerana* Fab., el huésped original de *V. destructor* posee mecanismos de resistencia contra el ácaro desarrollados a través de su larga relación con el parásito, de tal forma que *V. destructor* es poco nocivo para esta especie de abejas.<sup>13</sup> Estos mecanismos han sido identificados en *Apis mellifera* L. aunque con menor frecuencia, siendo el acicalamiento y el comportamiento higiénico los más importantes.<sup>14</sup>

El comportamiento de acicalamiento consiste en que una abeja parasitada utiliza sus patas y mandíbulas para liberarse de los ácaros, de no lograrlo, atrae otras abejas para que la ayuden a quitarse el ácaro utilizando sus mandíbulas.<sup>15</sup>

El comportamiento higiénico consiste en que las obreras detectan cría operculada infestada con *V. destructor* y abren las celdas para retirar a la pupa interrumpiendo la fase reproductiva del ácaro.<sup>13</sup>

El comportamiento de acicalamiento parece ser el de mayor importancia en proporcionar resistencia contra *V. destructor*, ya que en estudios realizados en México se observó que las colonias que tuvieron un nivel bajo de infestación fueron aquellas que eliminaron más ácaros a través del acicalamiento, además de que el número de ácaros con lesiones provocadas por las abejas fue mayor en las colonias con menores niveles de infestación de *V. destructor*.<sup>14,16</sup>

Las abejas africanizadas son siete veces más eficientes para realizar el comportamiento de acicalamiento y tienden a responder de manera más rápida al momento de ser infestadas por *V. destructor* que las abejas europeas.<sup>17</sup>

Las abejas africanizadas parecen haber alcanzado una asociación huésped parásito equilibrada que les permite tolerar más al parásito en comparación con las abejas europeas.<sup>18</sup> Sin embargo, las abejas africanizadas son significativamente más defensivas que las abejas europeas,<sup>19-23</sup> y se sabe que el alto comportamiento defensivo es una característica genéticamente dominante.<sup>24</sup> El comportamiento defensivo y el tamaño de las abejas son características correlacionadas.<sup>25</sup> Uno de los métodos más utilizados para determinar el tamaño de las abejas es medir la longitud de ala anterior de las abejas,<sup>26</sup> las abejas africanizadas son más pequeñas que las de raza europea,<sup>27</sup> sin embargo, no todas las abejas africanizadas son altamente defensivas así como no todas las abejas europeas son dóciles.<sup>28</sup>

El alto comportamiento defensivo de las abejas africanizadas ha afectado negativamente la apicultura en México, ya que la producción de miel ha disminuido y los costos de producción han aumentado por la inversión en equipo de protección y la reubicación de los apiarios a zonas alejadas; además, las abejas defensivas han provocado la muerte de animales y seres humanos.<sup>29</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

Dada la importancia del comportamiento de acicalamiento como una posible forma de control contra *V. destructor* y la problemática que representa el manejo de colonias altamente defensivas y africanizadas, es importante conocer si el comportamiento de acicalamiento se encuentra relacionado a un alto comportamiento defensivo y al grado de africanización de las abejas, con el fin desarrollar alternativas para el control de *V. destructor* sin que se generen colonias altamente defensivas en el proceso de seleccionar abejas altamente acicaladoras.

## **OBJETIVO**

Evaluar el comportamiento defensivo, la longitud promedio del ala anterior y los niveles de infestación de *Varroa destructor* A. de colonias de abejas con alto y bajo comportamiento de acicalamiento.

## **HIPÒTESIS**

- Las colonias de alto comportamiento de acicalamiento son más defensivas que las colonias de bajo comportamiento de acicalamiento.
- Las colonias de alto comportamiento de acicalamiento tienen una longitud de ala menor al de colonias de bajo comportamiento de acicalamiento
- Existe una relación entre el nivel de infestación de *V. destructor* y el comportamiento defensivo de las colonias.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en la unidad de investigación en apicultura del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal del INIFAP. La unidad está localizada en Villa Guerrero, Estado de México; este municipio tiene una altitud media de 2,160 metros sobre el nivel del mar, clima templado con lluvias en verano (C(w)), temperatura promedio anual de 17.0 °C y una precipitación de 1,242 mm anuales.<sup>30</sup>

### **Colonias experimentales**

Se utilizaron 5 colonias de alto comportamiento de acicalamiento (AA), 4 colonias de bajo comportamiento de acicalamiento (BB), 9 colonias híbridas (H), 20 colonias retrocruzadas hacia alto comportamiento de acicalamiento (RCA); 20 colonias retrocruzadas hacia bajo comportamiento de acicalamiento (RCB) y 20 colonias de abejas F2 (F2). Los grupos experimentales se generaron utilizando inseminación instrumental de reinas con el semen de un zángano.

### **Evaluación del comportamiento defensivo de las colonias de abejas**

Se evaluó el comportamiento defensivo de las colonias de abejas utilizando el método de apreciación,<sup>31</sup> el método de respuesta al Isopentil acetato<sup>32</sup> y el método de bandera.<sup>35,36</sup>

## **Evaluación del comportamiento defensivo mediante la prueba de apreciación**

En este experimento se incluyeron los grupos de colonias AA, BB, H, RCA, RCB y F2. El método consistió en evaluar varias características relacionadas con el comportamiento defensivo de las colonias como son la tendencia a correr, la tendencia a volar, la tendencia a chocar y la tendencia a picar de las obreras utilizando una escala que va de 1 a 5 para indicar el grado de cada característica, siendo 1 un grado muy bajo, 2 bajo, 3 regular, 4 alto y 5 muy alto. Las colmenas se abrieron sin el uso de guantes, introduciendo dos bocanadas de humo a través de la piquera y dos sobre los bastidores de cámara de cría. Se sacaron dos bastidores del centro de la cámara de cría y se inspeccionaron como si fuera una revisión de rutina evaluando cada característica otorgándole una calificación, se sumó la calificación de todas las características para obtener una calificación final por colonia. Se realizaron dos repeticiones de la prueba y se obtuvo un promedio para cada colonia experimental.

## **Evaluación del comportamiento defensivo mediante la prueba de bandera**

En éste experimento se incluyeron los grupos AA, BB, H y F2. Para evaluar el comportamiento defensivo de las colonias se utilizó una bandera de 10.0X10.0cm de gamuza negra engrapada a un bastón de madera de 1m de largo.

Se colocó la bandera a una distancia aproximada de 15cm de la entrada de la colmena y se agitó durante un periodo de tres minutos con el objeto de incitar a las abejas a picar en la bandera. Al término del tiempo la bandera se introdujo

en una bolsa de plástico que fue identificada con el número de colonia. Posteriormente se contó el número de agujijones depositados en la bandera por cada colmena. La prueba se realizó dos veces por colonia y los resultados fueron promediados.

### **Evaluación del comportamiento defensivo mediante la prueba de respuesta al Isopentil acetato**

En este experimento se incluyeron los grupos RCA, RCB y F2. El método consistió en evaluar el número de abejas que respondieron al exponer a la colonia al Isopentilo Acetato (IPA), que es uno de los principales componentes de la feromona de alarma en las abejas.

Para realizar la prueba se utilizó un palo de madera de (50.0 X 0.5 X 0.5 cm) al cual se le colocó en uno de los extremos un tubo capilar con 5.0  $\mu$ L de IPA envuelto en un papel filtro de 3.5 X 1.0 cm. Se tomó una fotografía de la entrada de la colmena, posteriormente con la ayuda de unas pinzas se rompió el capilar para liberar el IPA y el palo se colocó en forma vertical sobre la entrada de la colmena, 20 segundos después se tomó una segunda fotografía. Para evaluar la respuesta de las colonias, se contó el número de abejas en las dos fotografías,<sup>33</sup> y a partir de la diferencia en el número de abejas entre la primera y la segunda fotografía se estimó el cambio como un porcentaje con respecto al número de abejas que había en la entrada de la colmena al iniciar la prueba. Se hicieron tres repeticiones de ésta prueba y se obtuvo un promedio para cada colonia.

### **Medición de la longitud promedio del ala anterior de las colonias.**

Para determinar la longitud promedio del ala anterior de las colonias de los grupos AA, BB, H, RCA, RCB y F2 se tomó una muestra de abejas en alcohol al 70% del interior de cada colmena. Con la ayuda de un bisturí se diseccionó el ala anterior derecha de 10 abejas obreras y se realizó un montaje de las 10 alas colocándolas entre dos cubreobjetos de 5.0 X 2.5 cm.<sup>(34)</sup> Se usó un escáner para obtener imágenes digitales de los montajes y se midió la longitud de cada ala desde la escotadura de la vena costal hasta el borde más externo utilizando el programa MOTIC PLUS 2.0.<sup>35</sup> A partir de estos datos se estimó el promedio de la longitud del ala anterior para cada colonia.

### **Evaluación de los niveles de infestación de *Varroa destructor* A.**

Se determinaron los niveles de infestación de *V. destructor* en las colonias de los grupos AA, BB, H, RCA, RCB y F2 a través de medir el número de ácaros que caen en el piso de la colmena durante siete días.<sup>36</sup>

Para recolectar a los ácaros se colocaron charolas de lámina galvanizada y tela de alambre engrapada a un marco de madera para evitar que las abejas tuvieran acceso a los ácaros en el piso de la colmena durante una semana.

El contenido de las charolas se introdujo en bolsas de plástico identificadas y se mantuvo a -20° C. Posteriormente se revisó el contenido de cada bolsa sobre una superficie blanca y se contaron los ácaros presentes con la ayuda de un pincel y un contador. En total se realizaron ocho muestreos semanales y se obtuvo un promedio de la caída de ácaros de cada colonia.



## **Análisis estadísticos**

Los datos que se obtuvieron en las pruebas de comportamiento defensivo, para la longitud promedio del ala anterior y de los niveles de infestación de *V. destructor* se sometieron a un análisis de varianza bajo un modelo aleatorio simple para determinar si existieron diferencias entre los grupos de colonias experimentales. En las variables en las que los grupos fueron diferentes se utilizó la prueba de Tuckey para comparar las medias.

Se realizó un análisis de correlación para determinar si existe relación entre el nivel de infestación, el comportamiento defensivo y la longitud promedio del ala anterior de las colonias. <sup>37</sup>

## DISCUSIÓN

Los resultados de la prueba de apreciación, la prueba de bandera y la prueba de respuesta al Isopentil Acetato, indican que no hubo diferencias en el comportamiento defensivo entre los grupos de colonias que fueron desarrollados en base a la alta y baja expresión del comportamiento de acicalamiento. Éstos resultados sugieren que el comportamiento defensivo de las colonias de abejas no varía entre los grupos de alto y bajo nivel de expresión del comportamiento de acicalamiento; de tal forma que las abejas con alto comportamiento de acicalamiento no son más defensivas que las abejas con bajo acicalamiento, lo que sugiere que es posible seleccionar para un alto comportamiento de acicalamiento en una población de colonias sin que esto implique que se incremente el comportamiento defensivo.

Se encontraron diferencias significativas entre los grupos de colonias para la longitud promedio del ala anterior. Con base en los resultados obtenidos, las abejas del grupo de alta expresión del comportamiento de acicalamiento (AA) tuvieron una longitud de ala menor y el promedio corresponde al de abejas africanizadas, mientras que las abejas del grupo de baja expresión del comportamiento de acicalamiento (BB) tuvieron una longitud de ala anterior mayor y el promedio del grupo corresponde al de abejas de origen europeo, lo que coincide con los reportado por Moretto *et al.* (1993),<sup>17</sup> quienes encontraron que las abejas africanizadas son más eficientes para realizar el comportamiento de acicalamiento en comparación con las abejas europeas. Sin embargo, los resultados de este trabajo indican que las abejas de alto comportamiento de acicalamiento no fueron mas defensivas que las de bajo comportamiento de acicalamiento, a pesar de ser de menor tamaño.

## RESULTADOS

### Comportamiento defensivo de las colonias de abejas

#### Prueba de apreciación

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de colonias de abejas para el comportamiento defensivo medido con la prueba de apreciación ( $F=1.49$ ;  $gl= 5, 66$ ;  $P> 0.05$ ). La calificación promedio del grupo AA fue  $8\pm 1.4$ , del grupo BB fue  $8.25\pm 1.57$ , del grupo RCA fue  $7.21\pm 0.72$ , del grupo RCB fue  $6.75\pm 0.99$ , del grupo H fue de  $7.22\pm 1.04$  y del grupo F2 fue  $9.42\pm 0.7$ . (Figura 1)

#### Prueba de bandera

No se encontraron diferencias en el número de agujijones depositados por las abejas en la bandera entre los grupos de colonias ( $F=0.54$ ;  $gl= 3, 36$ ;  $P>0.05$ ). El promedio del grupo AA fue  $0.7\pm 43.25$ , del grupo BB fue  $71.87\pm 48.35$ , del grupo H fue  $32.44\pm 32.23$  y del grupo F2 fue  $52.76\pm 22.18$ . (Figura 2)

#### Prueba de respuesta al Isopentil Acetato

No se encontraron diferencias significativas en la respuesta al IPA entre los grupos. ( $F=0.81$ ;  $gl=2, 44$ ;  $P>0.05$ ). El promedio para el grupo RCA fue  $3.63\pm 1.19$ , del grupo RCB fue  $1.71\pm 1.91$  y del grupo F2 fue  $4.54\pm 1.13$ .m. (Figura 3)

#### Longitud promedio del ala anterior

Se encontraron diferencias significativas en la longitud promedio del ala anterior de las colonias entre los grupos experimentales ( $F=6.70$ ;  $gl= 5,65$ ;  $P<0.01$ ).

La longitud promedio del grupo AA fue de  $8.831 \pm 0.05$ mm, del grupo fue BB  $9.09 \pm 0.07$ mm, del grupo RCA fue de  $8.91 \pm 0.02$ mm, del grupo RCB fue  $8.84 \pm 0.02$ mm, del grupo H fue  $9.02 \pm 0.05$  y del grupo F2 fue  $8.98 \pm 0.02$ mm.

La longitud promedio del ala del grupo BB fue mayor a la de los grupos AA y RCB ( $P < 0.05$ ), no se encontraron diferencias entre los grupos BB, RCA, H y F2 ( $P > 0.05$ ), ni entre los grupos AA, RCA, H y F2 ( $P > 0.05$ ); sin embargo la longitud promedio del ala de los grupos H y F2 fue mayor al del grupo RCB ( $P < 0.05$ ), mientras que entre los grupos AA, RCA y RCB no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ). (Figura 4)

#### **Evaluación de los niveles de infestación**

Se encontraron diferencias significativas en los niveles de infestación de *V. destructor* entre los grupos experimentales ( $F=4.28$ ;  $gl= 5, 72$ ;  $P < 0.01$ ). La caída de ácaros promedio del grupo AA fue de  $26.30 \pm 10.01$ , del grupo fue BB  $42.78 \pm 11.19$ , del grupo RCA fue de  $10.97 \pm 5.0$ , del grupo RCB fue  $8.31 \pm 5.59$ , del grupo H fue  $31.77 \pm 7.46$  y del grupo F2 fue  $33.75 \pm 5.13$ . El grupo F2 tuvo un nivel de infestación significativamente mayor al de los grupos RCA y RCB ( $P < 0.05$ ), no se encontraron diferencias entre los grupos AA, BB, H y F2 ( $P > 0.05$ ), ni entre los grupos AA, BB, RCA, RCB y H ( $P > 0.05$ ) (Figura 5)

#### **Análisis de correlación simple**

Se encontró una correlación positiva entre el número de agujones depositados en la bandera y el nivel de infestación de las colonias ( $r=0.33$ ;  $n=36$   $P = < 0.05$ ).

No se encontró relación entre el nivel de infestación de *V. destructor* de las colonias con la calificación de la colonia en la prueba de apreciación del comportamiento defensivo ( $r=0.11$ ;  $n=64$ ;  $P>0.05$ ), ni con la respuesta al IPA ( $r=-0.02$ ;  $n=42$ ;  $P>0.05$ ), ni con la longitud promedio del ala anterior ( $r=0.18$ ;  $n=64$ ;  $P>0.05$ ).

Se encontraron diferencias significativas en los niveles de infestación de *V. destructor* A. en las colonias de abejas medido a través de la caída natural de ácaros. El grupo que tuvo el nivel de infestación más alto fue el de bajo comportamiento de acicalamiento, sin embargo, su nivel de infestación no fue estadísticamente diferente al grupo de alto acicalamiento. Los dos grupos de colonias retrocruzadas fueron los que tuvieron los niveles de infestación más bajos. Es probable que éstos resultados se deban a que el nivel de infestación de las colonias se evaluó únicamente durante ocho semanas y que éste tiempo sea muy corto para que el efecto de la expresión del comportamiento de acicalamiento tenga un impacto sobre los niveles de infestación de las colonias como ha sido reportado en otros trabajos donde los niveles de infestación se midieron durante periodos más largos.<sup>14,16</sup>

Se encontró que no existe relación entre los niveles de infestación medidos a través de la caída natural de ácaros y el comportamiento defensivo de las colonias, medido mediante la prueba de apreciación, la respuesta de las colonias al Isopentil Acetato y la longitud promedio del ala, lo que sugiere que los niveles de infestación de las colonias no está relacionado con del comportamiento defensivo de las colonias ni con el tamaño de las abejas.

Sin embargo, se identificó una correlación positiva entre los niveles de infestación con el número de aguijones depositados en la prueba de bandera; estos resultados deben tomarse con reserva considerando que el periodo de ocho semanas en que se midieron los niveles de infestación son relativamente cortos.

## LITERATURA CITADA

1. Matheson A. The Impact of Varroa Infestation on beekeeping. In Matheson, A (ed.) *New Perspectives on Varroa*. IBRA Publication 1994; 27-31.
2. Chihu AD, Rojas ALM, Rodríguez DSR. Primer reporte en México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) Memorias del VI Seminario Americano de Apicultura; Morelia (Michoacán) México Unión Nacional de Apicultores, 1992; 9-11.
3. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Anuarios Estadísticos. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera 2003.
4. Ball BV. The association of *Varroa jacobsoni* with virus diseases of honey bees. In: *Varroa jacobsoni* Oud. Affecting Honey Bees: Present Status and Needs Needham, GR, Page Jr. RE, Delfinado-Baker M and Bowman, CE. UK, Ellis Horwood Chichester (eds) 1983; 457-461.
5. Glinski Z, Jarosz J. *Varroa jacobsoni* as a carrier of bacterial infections to a recipient bee host. *Apidologie* 1992; 23:25-31.
6. De Jong D, De Jong PH. Longevity of Africanized honeybees (Hymenoptera Apidae) infested by *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes, Varroidae). *J Econ Entomol* 1983; 76 (4): 766-768.
7. De Jong D. Mites varroa and other parasites of brood. In: Morse RA, (ed) *Honey bee pests, predators and diseases*. 3° ed. USA: The A.I. Root Company, 1997.
8. Arechavaleta VM y Guzmán-Novoa E. Producción de miel de colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) tratadas y no tratadas con fluvalinato contra

- Varroa jacobsoni* Oudemans en Valle de Bravo Estado de México, Rev Vet Méx 2000; 31 (4): 381-384.
9. Henderson C. Tests of chemical control agents on *Varroa jacobsoni* in honey-bee packages. In Needham, GR Page, RE Delfinado-Baker, M.; Bowman, C. (eds) Africanized honey bees and Bee mites. 1998; 380-386.
  10. Robaux R, Page RE, Delfinado-Baker M, Bowman C. *Varroa jacobsoni* problems with diagnosis and control in Europe. In Needham, G.R.(ed) 1998 pp 370-372.
  11. Milani N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud to acaricides. Apidologie 1999; 30:229-234.
  12. De Felipe H, Guzmán C, Vandame R. Control alternativo de Varroa con ácidos orgánicos y timol: Investigación y capacitación en el estado de Veracruz. Memorias del XIII Seminario Americano de Apicultura; Morelia (Michoacán) México: Unión Nacional de Apicultores, 1999.
  13. Peng YS, Fang Y, Xu S, Ge L. The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr. to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. J Invert Pathol 1987; 49: 54-60.
  14. Arechavaleta-Velasco ME, Guzmán-Novoa E. Relative effect of four characteristics that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Apidologie 2001; 32: 157-174.
  15. Buchler R. Varroa tolerance in honey bees: occurrence, characters and breeding. Bee World 1994; 75: 54-70.
  16. Arechavaleta VME, Sánchez AA, Robles RCA, Alcalá EKI. Correlaciones fenotípicas entre la expresión del comportamiento de acicalamiento de

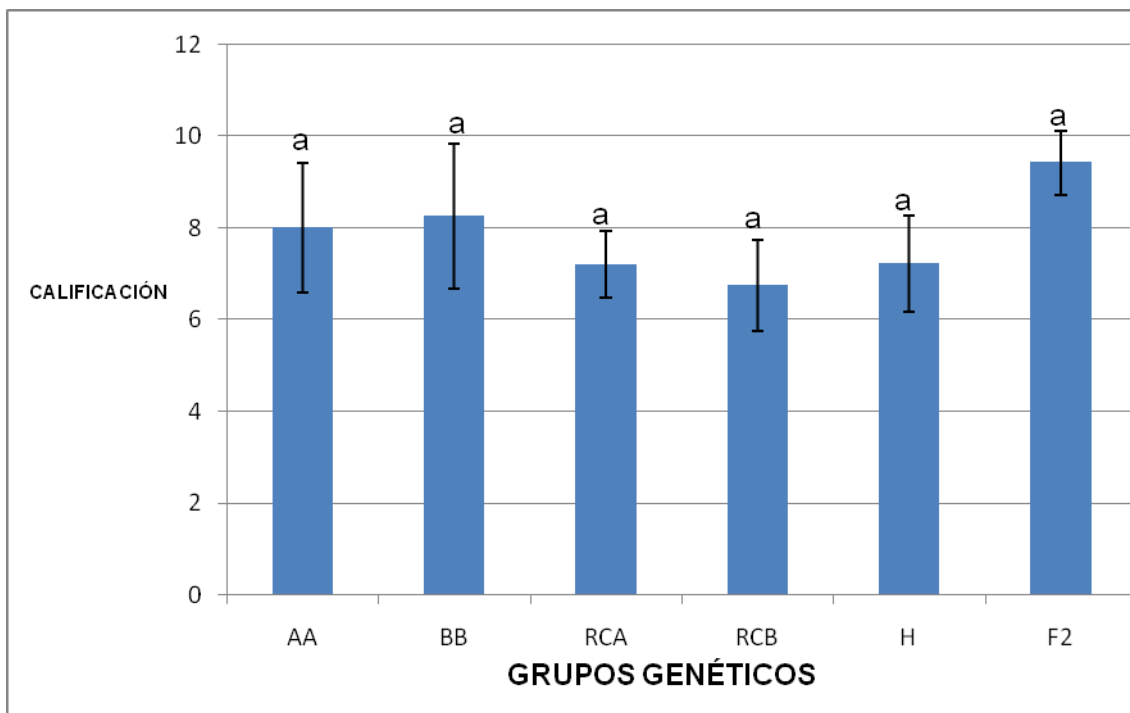


- las colonias de abejas melíferas y los niveles de infestación de *Varroa destructor* A. XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Veracruz, México, INIFAP 2006; 205.
17. Moretto G, Gonclaves LS, De Jong D. Heritability of Africanized and European honey bee defensive behavior against the mite *Varroa jacobsoni*. Brazil J Genet 1993; 16:71-77
  18. Espinosa MLG, Guzmán-Novoa E, Sánchez AA, Leyva MN, Uribe RJ, Prieto MD. Determinación de la confiabilidad de un método directo para diferenciar el comportamiento de acicalamiento entre abejas de diferente genotipo. 11° Congreso de Actualización Apícola; Monterrey (Nuevo León) México. Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas 2004; 79-86.
  19. Stort AC. Genetic study of the aggressiveness of two subspecies of *Apis mellifera* in Brazil. II. Time at which the first sting reached the leather ball. J Apic Res 1975; 14:171-175.
  20. Collins AM y Rothenbuhler WC. Laboratory test of the response to an alarm chemical, isopentyl acetate by *Apis mellifera*. Ann Entomol Soc Am 1978; 71:960-969.
  21. Villa JD. Defensive behaviour of Africanized and European honeybees at two elevations in Colombia. J Apic Res 1988; 27:141-145.
  22. Guzmán-Novoa E, Page RE. Backcrossing Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) queens to European drones reduces colony defensive behavior. Ann Entomol Soc Am 1993;86: 352-355.
  23. Guzmán-Novoa E, Page RE. Genetic dominance and worker interaction affect honey bee colony defense. Behav Ecol 1994; 5:91-97.

24. Guzmán-Novoa E, Hunt GJ, Uribe JL, Smith C, Arechavaleta-Velasco ME. Conformation of QTL effects and evidence of genetic dominance of honey bee defensive behavior: Results of colony and individual behavioral assays. *Behav Genetics* 2002; 32:95-102.
25. Guzmán-Novoa E, Hunt GJ, Page R, Fondrk K. Genetic correlations among honey bee (Hymenoptera: Apidae) behavioral characteristics and wing length. *Ann Entomol Soc Am* 2002; 95(3): 402-406.
26. Sylvester HA, Rinderer TE. Fast Africanized bee identification system (FABIS) manual. *Am Bee J* 1987; 127: 511-516.
27. Daly HV y Balling SS. Identification of Africanized bees in the Western hemisphere by discriminant analysis. *J Kans Entomol Soc* 1978; 51:857-869.
28. Breed, M.D. The African honey bee. Part Four: Defensive behavior. Spivak M. (eds) Oxford. UK, 1991; 299-308.
29. Guzmán-Novoa E, Page RE. The impact of Africanized bees on Mexican beekeeping. *Am Bee J* 1994; 134:101-106.
30. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de México (DF): INEGI, 1998.
31. Arechavaleta-Velasco ME, Guzmán-Novoa E. Evaluación de la defensividad de las abejas melíferas mediante un método de apreciación. *Memorias del X Seminario Americano de Apicultura*; Boca del Río (Veracruz) México. Unión Nacional de Apicultores 1996; 27-29.
32. Guzmán-Novoa E., Prieto D, Uribe JL, Hunt GJ. Relative reliability of four field assays to test defensive behaviour of honey bees (*Apis mellifera*). *J Apic Res* 2003; 42 (3): 42-26.

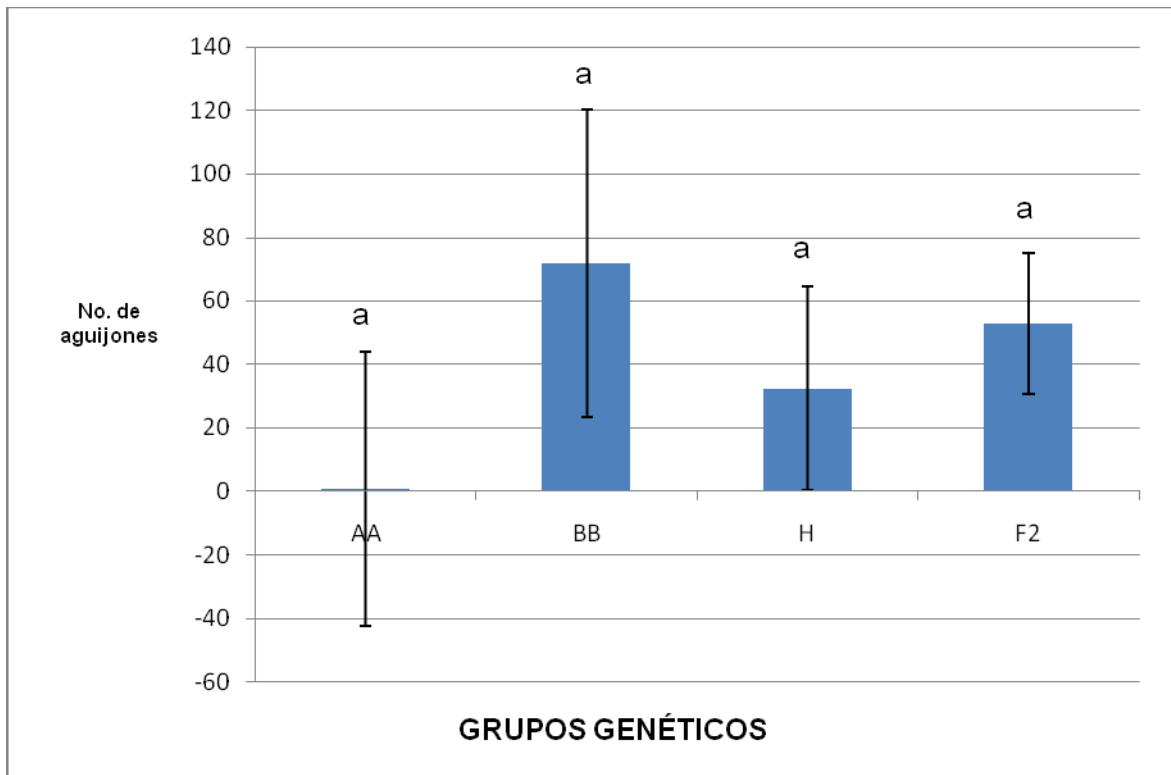
33. Rinderer TE, Sylvester HA, Brown MA, Villa JD, Pesante D, Collins AM. Field and simplified techniques for identifying Africanized and European honey bees. *Apidologie* 1986; 17: 34-48.
34. Motich Images Plus, Version 2.0; Todos los derechos reservados por Motich China Group Ltd. 2005.
35. Fries I, Camazine S, Sneyd J. Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: A model and a review. *Bee World* 1994; 75:5-28.
36. Daniel WW. Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. México: Editorial Limusa, 2002.

**FIGURA 1.** Media  $\pm$  error estándar para la calificación del comportamiento defensivo en base a la prueba de apreciación de los grupos de colonias de abejas de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB), híbridas (H) y F2 (F2).



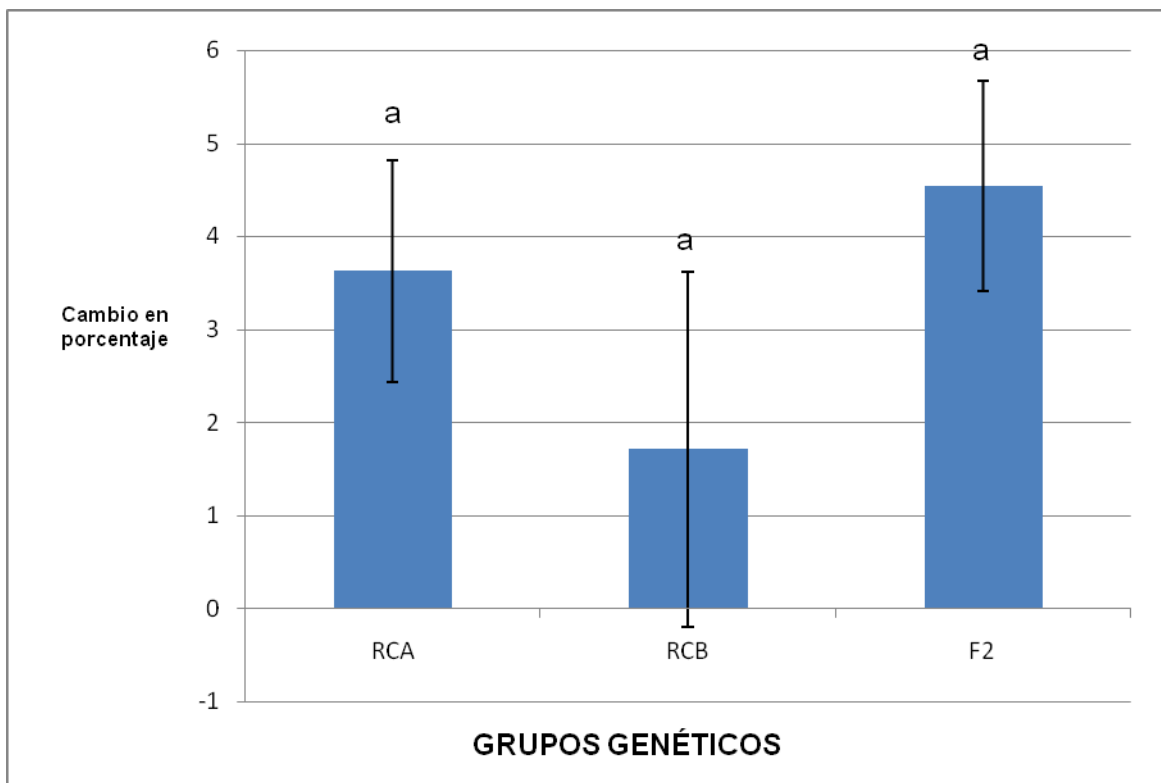
Letras distintas indican diferencias significativas entre las medias de los grupos ( $P < 0.05$ ).

**FIGURA 2.** Media  $\pm$  error estándar para el número de agujones depositados por las abejas en la prueba de bandera para los grupos de colonias de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), híbridas (H) y F2 (F2)



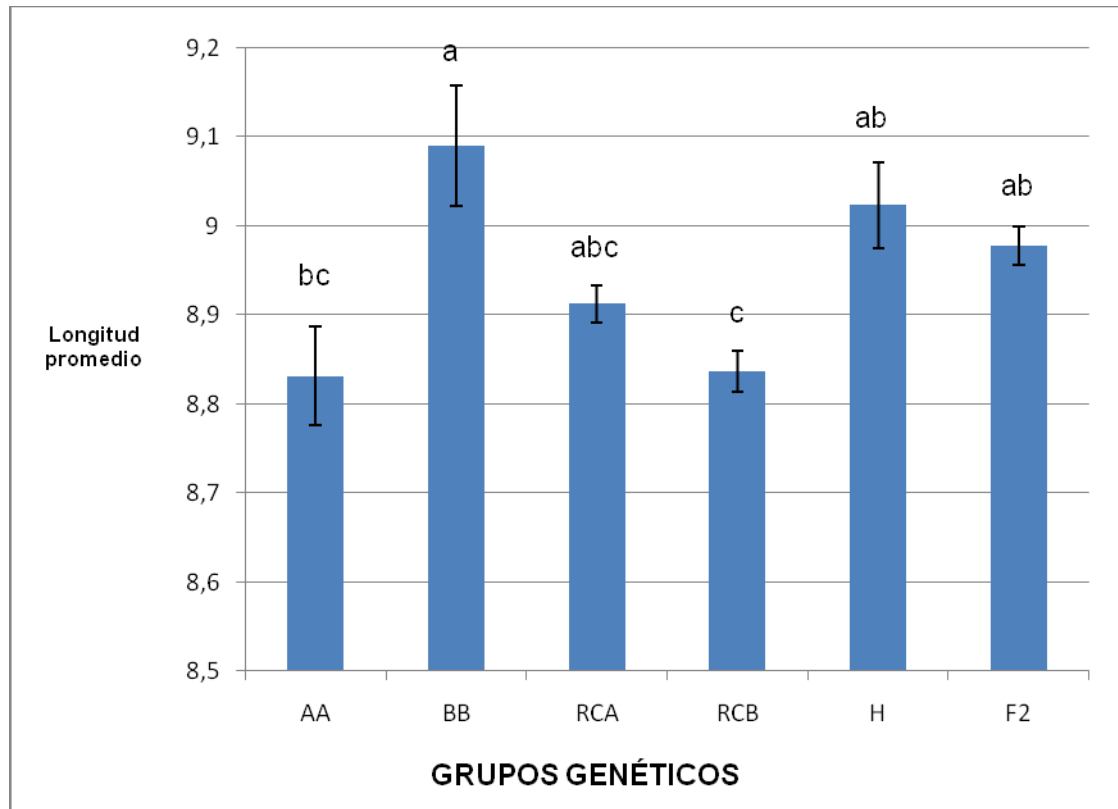
Letras distintas indican diferencias significativas entre las medias de los grupos ( $P < 0.05$ ).

**FIGURA 3.** Media  $\pm$  error estándar para el cambio en porcentaje en el número de abejas que respondieron al Isopentil acetato en los grupos de colonias retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB) y F2 (F2).



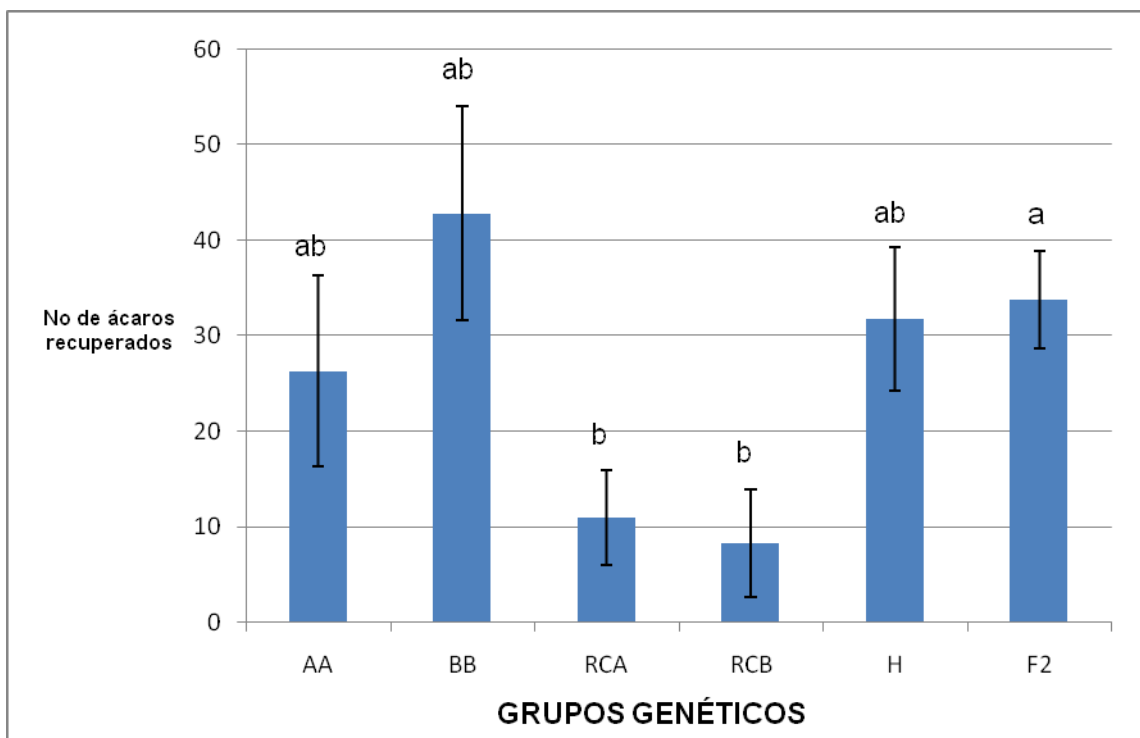
Letras distintas indican diferencias significativas entre las medias de los grupos ( $P < 0.05$ ).

**FIGURA 4.** Media  $\pm$  error estándar para la longitud promedio del ala anterior de las abejas en los grupos de colonias de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB), híbridas (H) y F2 (F2).



Letras distintas indican diferencias significativas entre las medias de los grupos ( $P < 0.05$ ).

**FIGURA 5.** Media  $\pm$  error estándar para el número de ácaros recuperados en el piso de las colmenas durante una semana para los grupos de colonias de alto acicalamiento (AA), bajo acicalamiento (BB), retrocruza hacia alto acicalamiento (RCA), retrocruza hacia bajo acicalamiento (RCB), híbridas (H) y F2 (F2).



Letras distintas indican diferencias significativas entre las medias de los grupos ( $P < 0.05$ ).