

CONTROL DEL ECTOPARÁSITO *Varroa destructor* (Varroidae) EN *Apis mellifera* L. (Apidae)

Rubén Darío Carreño Correa Seir Antonio Salazar Mercado
Universidad Francisco de Paula Santander

Recibido: julio 12, 2013

Aceptado: julio 31, 2013

Pág. 23-34

Resumen

Varroa destructor es un ácaro que afecta las colonias de *Apis mellifera* causando grandes pérdidas económicas a nivel mundial. En esta investigación se determinó la efectividad del uso de solución azucarada con y sin ácido oxálico para controlar la infestación del ácaro sobre colonias de *Apis mellifera* africanizada. Se seleccionaron 10 colmenas tipo Langstroth. Cada tratamiento se aplicó por aspersion cuatro veces en intervalos de siete días. Se determinó el nivel de infestación inicial y final en estado forético del ácaro sobre las abejas adultas en las colonias y el nivel de efectividad de cada tratamiento. Se encontró que la utilización del ácido oxálico es efectivo para el control de *V. destructor* en *Apis mellifera* africanizada; sin embargo, la solución también debilitó considerablemente las colonias. La aplicación de solución azucarada se puede considerar como una alternativa de mediano impacto para el control de *V. destructor*; aunque es necesario desarrollar más investigaciones orientadas a evaluar diferentes dosis, frecuencias y concentraciones de solución azucarada como estrategia para el control del ácaro.

Palabras claves: ácido oxálico; apicultura; infestación forética; *Varroa destructor*

Abstract

Varroa destructor is an acarus that affects the colonies of *Apis mellifera*, causing marked economic losses around the world. This investigation determined the effectiveness of sugar solution with or without oxalic acid to control the acarus infestation in colonies of Africanized *Apis mellifera*. Ten Langstroth-type hives were selected; every treatment was applied four times on seven-day intervals. The initial and final infestation levels were determined in the phoretic state of the colonies and the effectiveness level from every treatment. The use of oxalic acid showed better results and efficiency to control the *V. destructor* in Africanized *Apis mellifera* colonies, although the colonies were significantly weakened. Sugar solution application can be considered a medium impact alternative to control the *V. destructor*, although it is important to conduct further research focused on evaluating the different dosages, frequencies, and concentrations of sugar solution as a strategy to definitely control the acarus.

Keywords: oxalic acid; apiculture; phoretic infestation; *Varroa destructor*.

1 Introducción

La apicultura como actividad económica ha sido importante en el sector agropecuario mundial por los beneficios y productos brindados [1], como miel, polen, propóleos, cera y apitoxina, y la acción polinizadora que las abejas realizan en los cultivos [2]. Mundialmente, la industria de la apicultura se ha visto afectada por el ácaro ectoparásito *Varroa destructor* [3], considerado como una de las plagas más dañinas de las abejas, ya que este ectoparásito ocasiona serios problemas en la producción apícola debido a la alta mortalidad y el rápido debilitamiento que impide la supervivencia de las colonias [4]. *V. destructor* infesta tanto a la cría (larvas y pupas) como a los adultos de *A. mellifera* [3], causando un efecto negativo en el crecimiento de los órganos [5], como deformaciones en las alas y reducción de la longevidad de las obreras y zánganos (*Apis mellifera*). La infestación por parte de *Varroa* ocasiona drásticas disminuciones en la productividad de miel de las colmenas [8, 9] y mayores pérdidas económicas que el resto de las enfermedades apícolas conocidas [6], determinando así, pérdidas biológicas y económicas dentro del sistema [7].

En Colombia, desde 1993, con la introducción del acaro *V. destructor*, se ha reducido la productividad de las colmenas hasta niveles de 10-15 Kg de miel por año (35,71%) [10, 31, 32], registrándose en algunas ocasiones la desaparición de las colmenas. En Norte de Santander, Colombia, como en todo el país, el manejo apícola muestra como gran limitante para la obtención de productos de óptima calidad [10], la incidencia de *V. destructor* como uno de los principales agentes parasitarios [11].

El control de *V. destructor* se ha realizado mediante la implementación de productos químicos, pero la constante aplicación de compuestos como el fluvalinato ha ocasionado resistencia por parte de este ácaro [12]. Además, la aplicación de estos productos, aumenta el riesgo de contaminar la miel y la cera de las colonias tratadas [13]. En general, esta situación induce a disminuir radicalmente el uso de químicos, satisfaciendo así las tendencias de consumo de productos de origen orgánico [14]. Al respecto, estudios recientes demuestran la importancia de la utilización de sustancias naturales para reducir las poblaciones del ácaro [12] como el ácido oxálico, un compuesto natural que se encuentra principalmente en las plantas del género *Oxalis* y en baja proporción en la miel, el cual se ha utilizado como agente acaricida obteniendo resultados favorables para el control de *V. destructor* [6, 15, 16]. De igual forma, se resalta que este tipo de compuesto no contamina los productos de las colmenas [17], siendo una sustancia tolerada por las abejas, ya que las colonias de *A. mellifera* superan los efectos tóxicos y la reducción de la longevidad generada por el uso del ácido [11, 18, 19].

Desde los criterios planteados en el presente trabajo se evaluó la efectividad del uso de solución azucarada con y sin ácido oxálico como productos naturales para el control de la infestación de *V. destructor* sobre las colonias de *Apis mellifera* africanizada.

2 Materiales y métodos

La investigación se ejecutó en un apiario comercial ubicado en la vereda Guayabales, vía Puerto Santander, dentro del área metropolitana del municipio de Cúcuta (7°52'48" N y 72°30'36" O), Norte de Santander, caracterizado por un agro-ecosistema con temperatura cálida promedio de 28°C, altitud de 320 m.s.n.m., humedad relativa del 51% y precipitación anual media 1041 mm. Se utilizaron 10 colonias de abejas *Apis mellifera* africanizada manejadas en colmenas tipo Langstroth infestadas naturalmente por el ácaro *V. destructor*; las cuales no habían recibido tratamiento alguno desde su establecimiento. Las diez colmenas se caracterizaron por tener una cámara de cría de 41.5 cm de ancho, 50.5 cm de largo, 24 cm de alto y 2 cm de grosor y un alza profunda de igual dimensión con cuadros construidos sin presencia de miel operculada, debido a que los tratamientos se aplicaron después de la época de floración o cosecha.

El diseño experimental consistió en un modelo inferencial completamente al azar con dos tratamientos y cinco réplicas, para un total de diez unidades experimentales (colmenas). Las diez colmenas Langstroth se organizaron en dos grupos con el objeto de conformar las cinco réplicas (colmenas) por cada tratamiento evaluado. Cada tratamiento se aplicó cuatro veces en intervalos de siete días.

La investigación se desarrolló en cinco fases: a) organización al azar de dos grupos de cinco colmenas cada uno; rotulándolas según el tratamiento y la repetición; b) determinación del porcentaje de infestación inicial de *V. destructor* de las diez colmenas Langstroth; c) cuatro aplicaciones de cada tratamiento a intervalos de siete días; d) determinación del porcentaje de infestación final de *V. destructor* de las diez colmenas Langstroth; e) análisis de los datos registrados determinando la efectividad de los dos tratamientos evaluados.

El primer tratamiento con cinco colmenas se catalogó como el tratamiento experimental aplicando solución azucarada proporción 1:1 (500 ml de agua más 500 gramos de azúcar) más 50 gramos de ácido oxálico. Para cada aplicación se prepararon 500 ml de agua más 500 gramos de azúcar más 50 gramos de ácido oxálico [7]. De la solución final (solución azucarada con ácido oxálico) se aplicó por aspersión 5 ml en cada espacio formado entre los bastidores o cuadros de la cámara de cría que albergaban abejas al momento de la aplicación del tratamiento [7].

El segundo tratamiento con cinco colmenas se catalogó como el tratamiento testigo aplicando solución azucarada proporción 1:1 (500 ml de agua más 500 gramos de azúcar) sin ácido oxálico. Para cada aplicación se prepararon 500 ml de agua más 500 gramos de azúcar. De la solución final (solución azucarada sin ácido oxálico) se aplicó por aspersión 5 ml en cada espacio formado entre los bastidores o cuadros de la cámara de cría que albergaban abejas al momento de la aplicación del tratamiento [7].

El porcentaje de infestación inicial y final se determinó de acuerdo a la técnica reportada por De la Sota y Bacci [20]. Para esto se utilizaron frascos de vidrio de boca ancha con capacidad de 500 ml (rotulados según tratamiento y réplica), semilenos con

una solución de 250 ml de agua y alcohol en proporción 1:1 (125 ml de alcohol antiséptico de uso humano más 125 ml de agua). Se tomaron muestras de 150 a 200 abejas deslizando el frasco de boca ancha de arriba hacia abajo en dos o tres cuadros del centro de la cámara de cría Langstroth (muestreando ambas caras de los cuadros) hasta observar saturada de abejas la solución agua alcohol en el frasco. Finalmente se tapó y se agitó cada uno de los frascos durante tres minutos, propiciando el desprendimiento del acaro.

Para el proceso de muestreo (inicial y final) y la aplicación de los tratamientos (experimental y testigo) se utilizó el equipo de manejo (ahumador y palanca) y de protección personal (overol, guantes de cuero liso, velo y botas).

El porcentaje de infestación de *V. destructor* en abejas adultas se determinó a través del conteo de ácaros y abejas presentes en cada muestra, aplicando la siguiente fórmula [10, 20]:

$$\% I = (\text{n}^\circ \text{ Varroas} / \text{n}^\circ \text{ de abejas}) \times 100$$

Con los datos correspondientes al porcentaje de infestación inicial y final se realizó el análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de HSD de Tukey al 95%.

La infestación inicial se registró ocho días antes de la primera dosis aplicada de los dos tratamientos evaluados. La infestación final se registró ocho días después de la aplicación de la cuarta dosis de los dos tratamientos evaluados.

La aplicación de los tratamientos se realizó en los meses de julio y agosto de 2012. La efectividad de los tratamientos (tratamiento experimental y tratamiento testigo) para el control de *V. destructor*, se calculó utilizando la siguiente fórmula [37]

$$E = \frac{\text{Infestación inicial} - \text{Infestación final}}{\text{Infestación inicial}} * 100\%$$

Los datos correspondientes al nivel de efectividad fueron sometidos a análisis de Varianza (ANOVA), y posteriormente a la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% con el propósito de comparar las medias a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphic Centurión XV versión 16.

3 Resultados

El nivel promedio de infestación inicial de *V. destructor* antes de la aplicación de los tratamientos fue de 6,76% y 6,82% respectivamente. La prueba del análisis de varianza ($g-1 = 1$; Probabilidad = 0,9737) y la comparación de medias según Tukey HSD ($P \leq 0,05$), demostraron que no existían diferencias significativas en el porcentaje de infestación inicial de las colmenas que conformaron el tratamiento testigo (solución azucarada sin ácido oxálico) y el tratamiento experimental (solución azucarada más ácido oxálico) (Figura 1).

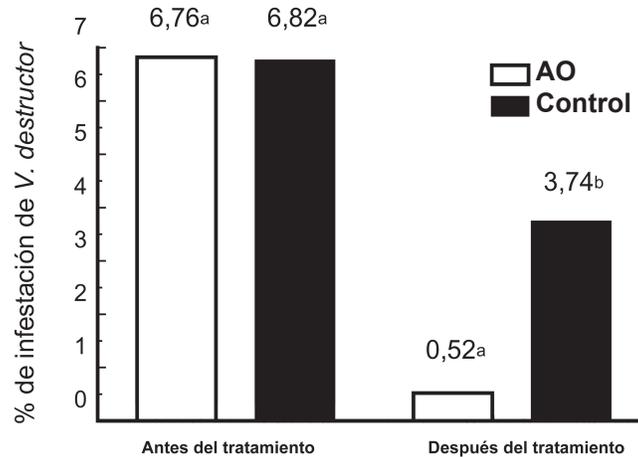


Figura 1. Efecto del tratamiento experimental (solución azucarada más ácido oxálico) y tratamiento testigo (solución azucarada sin ácido oxálico) en *V. destructor* antes (% infestación inicial) y después (% infestación final) de la aplicación de los tratamientos. Las barras con distinta letra dentro de cada tratamiento antes y después, demuestran diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo con la prueba de Tukey HSD ($P \leq 0,05$).

El nivel promedio de infestación final de *V. destructor* después de la aplicación del tratamiento experimental y del testigo fue de 0,52% y 3,74%, respectivamente (Figura 1), indicando, según el análisis de varianza ($g-l=1$; Probabilidad= 0,0388) y la prueba Tukey HSD ($P \leq 0,05$), diferencias significativas. Considerando que el porcentaje de infestación inicial de las colmenas fue homogéneo en los dos tratamientos, se indica que pueden existir diferencias significativas en el nivel de efectividad de cada tratamiento frente al control de *V. destructor*.

Tabla 1. Porcentaje de infestación inicial y final de *V. destructor* y efectividad del tratamiento experimental y testigo.

Repeticiones por cada tratamiento	Tratamiento experimental (Solución azucarada con ácido oxálico)			Tratamiento testigo (Solución azucarada sin ácido oxálico)		
	%I inicial	%I final	Efectividad tratamiento	%I inicial	%I Final	Efectividad tratamiento
R1	6,50 (200a – 13v)	0,40 (250a – 1v)	93,84%	6,83 (161a – 11v)	3,00 (200a – 6v)	56,07%
R2	11,46 (157a – 18v)	1,40 (214a – 3v)	87,78%	11,43 (175a – 20v)	8,42 (178a – 15v)	27,39%
R3	4,62 (216a – 10v)	0,80 (248a – 2v)	82,70%	4,26 (164a – 7v)	2,50 (160a – 4v)	41,30%
R4	7,40 (162a – 12v)	0,0 (218a – 0v)	100%	6,33 (142a – 9v)	0,80 (249a – 2v)	84,20%
R5	4,10 (195a – 8v)	0,0 (193a – 0v)	100%	4,93 (162a – 8v)	4,00 (200a – 8v)	18,86%
Promedio ± Desviación	6,82±2,94	0,52±0,59	92,87±7,61	6,76±2,82	3,74±2,86	45,56±25,81

a: N° de abejas; v: N° de ácaros

El nivel de efectividad promedio del tratamiento experimental (solución azucarada más ácido oxálico) duplicó el nivel del tratamiento testigo (solución azucarada sin ácido oxálico) (Tabla 1). De acuerdo en el análisis de varianza y la prueba de Tukey HSD ($P \leq 0,05$) se demostró que existen diferencias significativas ($g-l=1$; Probabilidad= 0,0043 entre el nivel de efectividad para el control de *V. destructor* registrado con cada tratamiento evaluado.

En general, se determinó un alto nivel de efectividad del tratamiento experimental (solución azucarada más ácido oxálico) para el control del nivel de infestación de *V. destructor*, sin embargo, se observó debilitamiento en las colonias, por una disminución cualitativa de la población de abejas en las colmenas. Este hecho se atribuye a los efectos secundarios (negativos) identificados en otras investigaciones, los cuales tienden a producir una disminución en la longevidad de las abejas, situación que finalmente se aprecia en la reducción de la población de la colonia. Durante el periodo de aplicación del tratamiento testigo (solución azucarada sin ácido oxálico) se observó presencia de hormigas en las colmenas, mostrando una posible susceptibilidad de la colonia frente al ataque de esta plaga.

4 Discusión

La homogeneidad en el porcentaje de infestación natural de *V. destructor* (nivel de infestación inicial) de las colmenas es un resultado similar al de otras investigaciones que reportan que la tasa de infestación por ácaros en las abejas adultas antes de la aplicación de los productos evaluados fue similar en todos los tratamientos [21], mostrando así, homogeneidad en la infestación natural de las colmenas del apiario

El uso de ácido oxálico al 10% de concentración en solución azucarada manifestó un alto nivel de efectividad (92,86%) para el control de *V. destructor*; resultado coincidente con otras investigaciones que muestran la eficacia del ácido oxálico para el control del nivel de infestación de *V. destructor* con una efectividad mayor o cercana del 90% [3, 16, 21, 23].

Sin embargo, al utilizar ácido oxálico al 10% de concentración en solución azucarada para el control de *V. destructor* se observó debilitamiento en la población de las colmenas, posiblemente por el efecto tóxico ocasionado en *A. mellifera* al utilizar esta concentración, la cual genera lesiones permanentes en el aparato digestivo y excretor [18]. Otros estudios revelan que la utilización del ácido oxálico en concentraciones inferiores al 10% (4,2%) ocasiona daños permanentes a las colonias reduciendo la esperanza de vida de las abejas [19] y genera efectos negativos en la longevidad de *A. mellifera* [11].

Al respecto, es pertinente considerar dos perspectivas: el efecto secundario ocasionado por el uso de ácido oxálico y el beneficio para el control de la infestación de *V. destructor*. Para la primera situación, se identifica que este ácaro es causante de una de las enfermedades (varroasis) que genera mayor daño en el desarrollo de *Apis mellifera* a causa de la reducción del peso vivo [24] y la longevidad [11], resultando en una disminución

hasta de un 25% del peso vivo y de un 68% del promedio de vida de las abejas [25], y una disminución de la productividad de las colmenas [9, 26]. Bajo la segunda perspectiva se tiene que las colonias de *A. mellifera* superan las consecuencias negativas (efectos tóxicos) generadas por el uso de ácido oxálico [11], además, al disminuir el nivel de infestación de *V. destructor* se incrementa hasta en un 65% la productividad de miel en las colmenas [8].

De acuerdo con lo planteado, se puede deducir que el uso de ácido oxálico en solución azucarada es una alternativa importante para el control de infestación de *V. destructor*, ya que las colonias lograrían recuperarse de las consecuencias secundarias generadas por el ácido oxálico.

El ácido oxálico podría llegar a ser un producto orgánico promisorio para el control de *V. destructor* ya que exhibe ventajas como la facilidad de uso, bajo costo, biodegradabilidad, seguro para los apicultores y poco riesgo de contaminación de las colmenas, siempre y cuando no se aplique en época de floración o cosecha [27]. Además, como muestran otras investigaciones, el ácido oxálico puede utilizarse eficazmente para reducir con seguridad el daño hecho por el ácaro *V. destructor* en las colonias de abejas [16, 28]. Así mismo, se recomienda realizar más investigaciones concernientes a los intervalos de aplicación y las concentraciones de este ácido orgánico, ya que la constante manipulación al aplicar los tratamientos a intervalos de siete días, se puede constituir como un factor incidente en el debilitamiento observado en las colonias.

Tabla 2. Efectividad de la solución azucarada sin ácido oxálico y la mortalidad natural de *Varroa destructor* registrada en grupos control o testigo sin aplicación de tratamientos

Tratamientos evaluados	Nivel (%) de infestación inicial	Nivel (%) de infestación final	Nivel de efectividad
Tratamiento testigo: solución azucarada sin ácido oxálico.	6,76±2,82	3,74±2,86	45,56% **
Grupo control: sin aplicación de solución azucarada u otro tratamiento [21].	6,92 ± 3,14	6,45 ± 1,54	6,79
Grupo control: sin aplicación de solución azucarada u otro tratamiento [29].	4,3	12,6	-193%***
Grupo control: sin aplicación de solución azucarada u otro tratamiento (la mortalidad natural registrada en el testigo) [30].	—	—	26,11

* Control natural de la colonia para la infestación de *V. destructor*** Efectividad de la solución azucarada para la infestación de *V. destructor**** Se incrementó la infestación de *V. destructor*.

El uso de solución azucarada indica un nivel de efectividad para controlar *V. destructor* inferior al registrado con la aplicación de ácido oxálico (Tabla 1). Sin embargo, es mayor a la disminución de la infestación registrada en colmenas sin tratamiento alguno (Tabla 2); además, en algunos casos (colmenas sin tratamiento alguno), se puede incrementar el porcentaje de infestación de la colmena [29].

Los resultados positivos frente al control del ácaro con el uso de azúcar en solución sin ácido oxálico tienden a ser similares a los hallazgos registrados al utilizar azúcar en polvo, con efectividades bajas [29], medias (77%) [34] y altas (90 %) [35, 36].

Posiblemente el efecto positivo para el control de *V. destructor* evidenciado con el uso de solución azucarada se relacione con un estímulo hacia el comportamiento de acicalamiento de *Apis mellifera*, el cual se constituye como un factor incidente para controlar la población de *V. destructor* en colonias de *Apis mellifera* [29,36].

5 Conclusión

A pesar de que la aplicación de solución azucarada con ácido oxálico fue eficaz para controlar los niveles de infestación de *V. destructor*, se debe utilizar con precaución considerando el efecto debilitador de las colonias de abejas.

6 Recomendación

La aplicación de solución azucarada sin ácido oxálico evidenció un nivel de efectividad inferior al registrado con el uso de solución azucarada más ácido oxálico. Sin embargo, la aplicación de solución azucarada se podría evaluar como una alternativa de mediano impacto para el control de *V. destructor*, ya que reflejó niveles de efectividad superiores a los registrados en colmenas sin tratamiento alguno; además, no se observaron indicios de un debilitamiento en la población de abejas. Es pertinente plantear investigaciones orientadas a evaluar diferentes dosis, cómo evitar efectos indirectos de las hormigas atraídas por el azúcar, o posibles hongos que crezcan con el azúcar, frecuencias y concentraciones de solución azucarada como estrategia para el control de varroasis.

Agradecimientos

A la Universidad Francisco de Paula Santander por valiosa colaboración.

Referencias bibliográficas

- [1] Costa, C., Lodesani, M. & Bienefeld, K. (2012). Differences in Colony Phenotypes Across Different Origins and Locations: Evidence for Genotype by Environment Interactions in the Italian Honeybee (*Apis mellifera ligustica*). *Apidologie* 43:634-642.
- [2] Araneda, X., Pérez, R., Castillo, C. & Medina, L. (2008). Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* l. en relación al nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson & Trueman. *Idesia* 26(2):59-67.

- [3] Rashid, M., Wagchoure, E., Mohsin, A., Raja, S. & Sarwar, E. (2012). Control of Ectoparasitic Mites in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies by Using Thymol and Oxalic Acid. *Pakistan J. Zool* 44(4):985-989.
- [4] Araneda, X., Bernales, M., Solano, J. & Mansilla, K. (2010). Comportamiento de acicalamiento de abejas (Hymenoptera: Apidae) sobre *Varroa* (Mesostigmata: Varroidae). *Rev. Colomb. Entomol* 36(2):232-234.
- [5] Boecking, O. & Genersch, E. (2008). Varroosis – the Ongoing Crisis in Bee Keeping. *J. Verbr. Lebensm* 3(2):221-228.
- [6] Rashid, M., Wagchoure, E., Mohsin, A., Raja, S. & Sarwar, G. (2012). Control of Ectoparasitic Mite *Varroa destructor* in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies by Using Different Concentrations of Oxalic Acid. *J. AnimSci* 22(1):72:76.
- [7] Vandame, R. (2001). Control alternativo de *Varroa* en apicultura. Chiapas, México, Colegio de la Frontera Sur, Proyecto Abejas de Chiapas 30 p.
- [8] Arechavaletao, M. & Guzmán, E. (2000). 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 1-6.
- [9] Medina, A., Guzmán, E., Aréchiga, C., Aguilera, J. & Gutiérrez F. (2011). Effect of *Varroa Destructor* Infestations on Honey Yields of *Apis mellifera* Colonies in Mexico's Semiarid High Plateau. *Revista México CiencPecu* 2(3):313-317.
- [10] Romero, V. & Duran, T. (1996). Identificación y caracterización de abejas (*Apis mellifera*) resistentes a la varroosis. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Santafé de Bogotá (Colombia); Universidad Nacional de Colombia 105-117 p.
- [11] Schneider, S., Eisenhardt, D. & Rademacher, E. (2011). Sublethal Effects of Oxalic Acid on *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): Changes in Behavior and Longevity. *Apidologie* 43:218–225.
- [12] Le Conte, Y., Ellis, M. & Ritter, W. (2010). *Varroa* Mites and Honey Bee Health: can *Varroa* Explain Part of the Colony Losses. *Apidologie*; DOI: 10.1051/Apido/2010017.
- [13] Froylán, J. & Medina, L. (2011). Evaluación de la resistencia del ácaro *Varroa destructor* al fluvalinato en colonias de abejas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México. *Rev. MexCiencPecu* 2(1):93-99.
- [14] Pérez N. (2006). Control alternativo de *Varroa destructor* Anderson & Trueman utilizando panales zanganeros sintéticos [tesis de pregrado]. Valdivia – Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.

- [15] Carrasco, L., Mendoza, Y. & Ramallo, G. (2012). Acute Contact Toxicity Test of Oxalic Acid on Honeybees in the Southwestern Zone of Uruguay. *CHILEANJAR* 72:285-289.
- [16] Akyol, E. & Yeninar, H. (2009). Use of Oxalic Acid to Control *Varroa destructor* in Honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Turk. J. Vet. Anim. Sci* 33(4):285-288.
- [17] Bogdanov, S., Carrière, J., Imdorf, A. & Kilchenmann, V. (2002). Determination of Residues in Honey after Treatments with Formic and Oxalic Acid under Field Conditions, *Apidologie* 33:399–409.
- [18] Hernández, R., Higes, J., Pérez, M. & Nozal, L. (2007). Short Term Negative Effect of Oxalic Acid in *Apis mellifera iberiensis*. *Span. J. Agric. Res* 5(4): 474-480.
- [19] Bacandritsos, N., Papnastasiou, I., Saitanis, C., Nanetti, A. & Roinioti, E. (2007). Efficacy of Repeated Trickle Applications of Oxalic Acid in Syrup for Varroasis Control in *Apis mellifera*: Influence of Meteorological Conditions and Presence of Brood. *Vet. Parasitol* 148(2):174–178.
- [20] De la Sota, M. & Bacci, M. (2004). Programa de control de enfermedades apícolas. Dirección Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Buenos Aires 46 p.
- [21] Castagnino, G. & Oliveira, R. (2012). Produtos naturais para o controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas. *Pesq. Agropec. Bras* 7(6): 738-744.
- [22] Sammataro, D., Finley, J. & Underwood, R. (2008). Comparing Oxalic Acid and Sucroside Treatments for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) Control Under Desert Conditions. *J. Econ. Entomol* 101(4):1057-1061.
- [23] Girişgin, A. & Aydin, L. (2010). Efficacies of Formic, Oxalic and Lactic Acids Against *Varroa Destructor* in Naturally Infested Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies in Turkey. *Kafkasuniv vet fakderg*16(6): 941-945.
- [24] Bowen-walker, P. & Gunn, A. (2001). The Effect of the Ectoparasitic Mite, *Varroa destructor* on Adult Worker Honey Bee (*Apis mellifera*) Emergence Weights, Water, Protein, Carbohydrate, and Lipid Levels. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101(3):207-217.
- [25] Ramos, D. (2000). Influencia de la pérdida de peso en la capacidad reproductiva de los zánganos parasitados por el ácaro *Varroa jacobsoni*. 7º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Veracruz, México.
- [26] Murilhas, A. (2002). *Varroa destructor* Infestation Impact on *Apis mellifera* Carnica Capped Worker Brood Production, Bee Population and Honey Storage in a Mediterranean Climate. *Apidologie* 33:271-281.

- [27] Aliano, N. & Ellis, M. (2008). Bee-to-Bee Contact Drives Oxalic Acid Distribution in Honey Bee Colonies. *Apidologie* 39:481-487.
- [28] Aguirre, J., Demedio, J. & Roque, E. (2007). Eficacia varroicida del ácido oxálico en jarabe de sacarosa por goteo. *Rev. Salud Anim* 29(2):118-122.
- [29] Abd El Wahab, T., Ebadah, I. & Zidan, E. (2012). Control of *Varroa* Mite by Essential Oils and Formic Acid with Their Effects on Grooming Behaviour of Honey Bee Colonies. *J. Basic. Appl. Sci. Res* 2(8):7674-7680.
- [30] Vásquez, J., Narrea, M. & Bracho, J. (2006). Efecto del ácido oxálico, ácido fórmico y coumaphos sobre *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colonias de abejas. *Rev. Perú. Entomol* 45:149-152.
- [31] Pesante, D. (2007). Factores primarios que pueden afectar la cantidad de miel almacenada por la colonia de abejas melíferas en un ambiente sub-tropical/tropical. (20.06.2013). <http://academic.uprm.edu/dpesante/docs-apicultura/factores-primarios-produccion.PDF>
- [32] Ballesteros, H. & Vásquez, R. (2007). Determinación de la producción de jalea real en colmenas de cría de diferentes dimensiones. *Revista Corpoica—Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 8(1): 75-81.
- [33] Berry, J., Afik, O. & Delaplane, K. (2012). Revisiting Powdered Sugar for *Varroa* Control on Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Research* 51(4): 367-368.
- [34] Aliano, N. & Ellis, M. (2005). A Strategy for Using Powdered Sugar to Reduce *Varroa* Populations in Honey Bee Colonies. *Journal of Apicultural Research* 44(2): 54-7.
- [35] Macedo, P. & Ellis, M. (2002). Using Inert Dusts to Detect and Assess *Varroa* Infestations in Honey Bee Colonies. *Journal of Apicultural Research* 41:3-7.
- [36] Fakhimzadeh, K. (2001). The Effects of Powdered Sugar *Varroa* Control on *Apis mellifera* Colony Development. *Journal of Apicultural Research* 40(3-4): 105-109.
- [37] Schmidt, V., Neira, M. & Carrillo, R. (2008). Evaluación comparativa de los acaricidas Bayvarol (Flumetrina) y Apilife var (Timol, Eucaliptol, Mentol y Alcanfor) en el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman en época primaveral. *AGRO SUR* 36(1): 8-14.

Dirección de los autores

Rubén Darío Carreño Correa

Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente, Semillero de Apicultura (SIAP).
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta - Colombia

rubendariocc@ufps.edu.co

Seir Antonio Salazar Mercado

Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente, Semillero Grupo Académico
de Investigaciones Agrobiotecnológicas. Universidad Francisco de Paula Santander,
San José de Cúcuta - Colombia

salazar663@hotmail.com