

EFICACIA VARROICIDA DEL ÁCIDO OXÁLICO EN JARABE DE SACAROSA POR GOTEO

J.L. Aguirre*, J. Demedio** y E. Roque**

*Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. Correo electrónico: aguirre@uabcs.mx

**Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba. Correo electrónico: demedio@isch.edu.cu

RESUMEN: Se evaluó la eficacia varroicida del ácido oxálico en solución de jarabe de sacarosa 1:1, en las dosis de 35 g/L y 40 g/L, dos tratamientos con intervalo de 10 días, aplicados por goteo de 5 mL a lo largo del espacio entre panales. Se trataron 10 colmenas Jumbo con cámara de cría y una media alza con cada dosis y se dejaron seis sin tratar. La eficacia se determinó sobre la base de la reducción de la tasa de infestación en las abejas adultas. La eficacia media alcanzó 82,81% y 90,58% respectivamente, sin efectos adversos, y la reducción del área de cría se debió al inicio del periodo "invernal". En el grupo control la Tasa de Infestación se incrementó. El ácido oxálico resultó ser una opción factible de control del ácaro *Varroa* en las condiciones de Baja California Sur.

(Palabras clave: *Apis mellifera*; *Varroa destructor*; ácido oxálico)

VARROICIDAL EFFICACY OF OXALIC ACID IN SUCROSE SOLUTION BY TRICKLING

ABSTRACT: Varroicidal efficacy of the oxalic acid was evaluated in sucrose solution 1:1, in dosage of 35 g/L and 40 g/L, two treatments with a 10 day interval, applied by trickling of 5 ml along the space between the honeycombs. Ten Jumbo hives with the brood chamber and one-half supper were treated with each dosage and six hives remained untreated. The efficacy was determined taking as base the reduction of the infestation rate in adult bees. The mean efficacy reached 82.81% and 90.58% respectively, without adverse effects, and the reduction of the brood area was a consequence of the beginning "winter" period. In the control group, the Infestation Rate increased. Oxalic acid showed to be a feasible option for *Varroa* mite control in Baja California Sur conditions.

(Key words: *Apis mellifera*; *Varroa destructor*; oxalic acid)

INTRODUCCIÓN

La varroasis se reportó por primera vez en Baja California Sur en 1997 (1,7) y desde entonces su control se ha basado en la aplicación del tratamiento con Apistan, sin la integración de otros medios de control y las consecuencias negativas que puede tener tal práctica (13,27).

El uso de medios de control orgánico es una necesidad que no admite discusión y el ácido oxálico se perfila como uno de los más prometedores, sobre todo la aplicación por goteo, en jarabe de sacarosa (4,26). Los buenos resultados obtenidos, incluso, en presencia de cría (2,21) plantean la necesidad de eva-

luar su eficacia y factibilidad económica en las condiciones del mencionado estado mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el apiario "El Taste", en la zona de San Pedro, 22 kilómetros al sur de la ciudad de La Paz. Las colmenas eran de tipo Jumbo y se seleccionaron con cámara de cría y una media alza, con los cabezales y espacios entre panales cubiertos de abejas, todas con reina y sin manifestaciones clínicas de enfermedades infecciosas. Se formaron dos grupos (I y II) de 10 colmenas para los tratamientos y un tercero (III) de seis, que no se trató.

Para el tratamiento se utilizó ácido oxálico dihidratado de calidad "reactivo de laboratorio", con pureza de 99,9 % y se diluyó en jarabe de sacarosa 1:1, en proporción de 35 g/L (grupo I) y 40 g/L (grupo II). Se realizaron dos aplicaciones por goteo de 5 mL de solución con una jeringuilla a lo largo de cada espacio entre los cabezales de los panales, con diez días de intervalo. A las colmenas controles se les suministró el mismo jarabe y de igual forma, pero sin el ácido oxálico.

Se realizaron tres controles diagnósticos los días 0, 10 y 20, correspondientes al inicial y la primera y segunda aplicaciones. Para ello, se tomaron muestras de abejas adultas y se sometieron a la técnica de enjuague con detergente (10). La eficacia se determinó tomando como base la reducción porcentual de la tasa de infestación y los resultados se procesaron mediante Comparación de Proporciones (Comprop1) del paquete microstat para determinar posibles diferencias entre tratamientos y entre aplicaciones.

El estado de las colmenas se evaluó por inspección visual en el momento del muestreo al inicio del tratamiento (día 0) y al final (día 20), y se determinaron las cantidades de panales de cría y de miel y el grado de cubrimiento de los panales por las abejas. Las cantidades de panales de cría al inicio y al final del tratamiento se compararon por T de Student. Para el análisis económico se tuvieron en cuenta el costo del tratamiento, el tiempo invertido en las aplicaciones (mano de obra) y la transportación.

RESULTADOS

En la Tabla 1 aparece el estado inicial de las colmenas y sus tasas de infestación.

Con ambas dosis del ácido oxálico, diez días después de realizada la primera aplicación las Tasas Medias de Infestación se habían reducido algo más de un 30 %, sin diferencia entre ambas concentraciones, y pasados otros diez días de la segunda aplicación, se elevó significativamente ($p < 0,001$), pero sin diferencia estadística entre ambas concentraciones (Tablas 1 y 2). En las colmenas no tratadas no hubo disminución. No se observó ningún cambio conductual de las abejas adultas ni síntomas clínicos de alteraciones en la cría, pero los panales correspondientes mostraron una clara disminución ($p < 0,001$) en los tres grupos. El tiempo medio empleado para tratar una colmena no excedió los tres minutos.

La variabilidad de la eficacia entre colmenas fue muy alta en la primera aplicación, con ambas concentraciones (6,08 % - 66,70% y 6,12% - 71,79%), pero en la segunda aplicación se redujo (79,00% - 90,45% y 79,15% - 96,28%) respectivamente, apreciándose un efecto mucho más parejo en la evaluación final, que corresponde al resultado del tratamiento completo. Los panales de miel en cada grupo tuvieron una media de 0,5, 0,8 y 1,3 por colmena en la evaluación inicial y para el final, las reservas se habían reducido a pequeñas cantidades dispersas en varios panales y de difícil cuantificación, sin valor para un análisis estadístico.

TABLA 1. Tratamientos con ácido oxálico. Muestreo inicial (29/09/2004)./ *Treatments using oxalic acid. Initial sampling (29/09/2004)*

Grupo	Colmenas	Panales de cría (Total y media)	Panales de Miel (Total y media)	Total abejas examinadas	Total ácaros	Tasa de infestación (%)
I (35 g/L)	10	68 (X = 6,8)	5 (X = 0,5)	2 908	296	10,18
II (40 g/L)	10	69 (X = 6,9)	8 (X = 0,8)	2 939	338	11,50
III (Control)	6	36 (X = 6,0)	8 (X = 1,3)	1 296	145	11,19

TABLA 2. Reducción de las tasas de infestación como consecuencia de la primera y segunda aplicación del ácido oxálico./ *Reduction of infestation rates as consequence of the first and second application of oxalic acid*

Grupo	Colmenas	Aplicación I (09/10/04)					Aplicación II (20/10/04)				Eficacia Reducción (%)
		Pan. cría	Abejas	Ácaros	Tasa %	Reducción (%)	Pan. cría	Abejas	Ácaros	Tasa inf. %	
I	10	39	1 547	100	6,46	36,48	31	1 649	29	1,76	82,70
II	10	31	1 612	120	7,44	35,30	19	1 715	19	1,11	90,35
III	6	14	1 068	122	11,42*	-	6	1 034	132	12,77*	-

* = No se redujeron.

Análisis de costos:

- Costo de un tratamiento
(dos aplicaciones) / colmena = MN\$ 9,00
 - Costo de transportación = MN\$ 5,00
 - Mano de obra = MN\$ 10,00
- Total = MN\$ 24,00**

DISCUSIÓN

Se ha señalado (4) que el ácido oxálico es una opción efectiva para el tratamiento de la varroasis pero lo trabajoso de su aplicación mediante asperjación ha desanimado a los apicultores. Es indiscutible que la modalidad de goteo con jarabe de sacarosa resulta poco trabajosa y prácticamente exenta de peligro para los operarios, empleándose no más de una hora para tratar un apiario de 20 colmenas por dos trabajadores con un entrenamiento mínimo, lo que la hace factible operacionalmente. La ausencia de efectos indeseables en las colonias corrobora los resultados de prácticamente todos los autores consultados, para dosis aún mayores que las empleadas, por lo que su costo resultó relativamente bajo, aún utilizando el producto de máxima calidad.

Se observó una alta solubilidad del ácido en la solución (17), además de que su empleo el mismo día de preparada, como recomiendan (5), evita la formación de hidroximetil furfural (HMF), sustancia que se ha comprobado resulta dañina para las abejas (24) y puede ser responsable de efectos nocivos que luego se atribuyan a la propia naturaleza del producto acaricida.

Por motivos obvios, existe consenso respecto a la mayor eficacia del tratamiento en colmenas sin cría (2, 3, 9, 11, 12, 14, 16, 18,25), lo cual tiene que haber influido hacia el final de la segunda aplicación, pero su utilización en presencia de cría no admite alternativa en climas donde esa condición es permanente, por lo que se están perfilando los esquemas de aplicación, de manera que se obtenga una buena eficacia con una variabilidad entre colmenas que sea aceptable.

Resulta llamativo que utilizando dosis similares a los autores europeos, en las condiciones climáticas de Baja California Sur, con altas temperaturas, la reducción de las tasas de infestación alcanzara un 80 % - 90 % una semana después de la segunda aplicación. Aunque estadísticamente no significativo, el 8 % a favor de la dosis de 40 g/L podría interpretarse como una señal que apoya los resultados de varios autores (6, 15,21), quienes observaron que dentro de

ciertos límites, la concentración y no la cantidad del producto es crítica para la eficacia, aunque no es descartable cierta influencia del área de cría, con medias de 3,1 y 1,9 panales por colmena, respectivamente.

Es evidente que de haberse realizado una sola aplicación, la eficacia de 35 % - 37 % unida a una alta variabilidad entre colmenas (6 % - 70 %) se consideraría totalmente insatisfactoria, si se parte del criterio (18) que califica de medianamente satisfactorio un 82 % (61 % - 96 %), pero la adición de una segunda aplicación provocó un significativo incremento de la eficacia hasta 90 % (79 % - 96 %) y reducción de la variabilidad entre colmenas, especialmente con la concentración de 40 g/L, muy superior a la reportada en Eslovenia(16) o en Nueva Zelanda(23).

Por otra parte, asumiendo lo expresado por autores italianos (22,26), el incremento de la eficacia tras la segunda aplicación se explicaría, al menos en parte, por la presencia de uno o más niveles de disociación débil de este ácido y la formación de búferes que incrementan el efecto acaricida a través de una acidificación prolongada de la colonia. Adicionalmente en el sur de Italia (2), se obtuvo eficacia de 83%, también en presencia de cría, pero prolongando el tiempo con cuatro tratamientos a intervalos de siete días, de manera que cubrió tres semanas, pero este esquema, entre otros inconvenientes, duplicaría los costos.

Un aspecto que no se debe perder de vista porque tiene que haber influido en los resultados es el momento de aplicación del tratamiento. Si el día 0, había una media general de 6,85 panales de cría por colmena, mientras que el día 20, es decir, diez días después de la segunda aplicación, apenas alcanzaba la tercera parte (2,50 /colmena), esto facilitó la acción del producto sobre los ácaros al encontrarse un porcentaje mucho mayor de ellos fuera de la protección que les brindan las celdas operculadas. En otro sentido, solo se han señalado efectos adversos sobre las abejas con dosis de 60 g/L(8), casi el doble de la dosis utilizada en esta experiencia, por lo que esa reducción del área de cría debe considerarse, en lo fundamental, como la respuesta normal de las colonias a la entrada del "Invierno" en la región y el cese de flujo neotáreo evidenciado en los escasos panales de miel, ya que se manifestó de igual modo en las colmenas no tratadas.

Este producto, además de su biodegradabilidad, no tiene establecido un Límite Máximo de Residuos en la miel (19). Es una sustancia que el ser humano absorbe diariamente con los alimentos en cantidades

apreciables, además de su producción en el metabolismo del ácido ascórbico y del aminoácido glicina, y está comprobado que en la miel nunca se alcanzan niveles inaceptables, aún aplicando dosis mucho más altas que las utilizadas en el presente estudio; tampoco representa un peligro de consideración para quienes lo aplican, ya que la modalidad de goteo empleada es la menos riesgosa de todas (17) y no se produjo ningún incidente peligroso o desagradable durante la aplicación.

Si en Canadá los apicultores han recibido una buena impresión de las posibilidades del ácido oxálico para el control de *Varroa* (20), es de esperar que en México y otros países resultados como este animen a sus colegas en el mismo sentido, sin que estén agotadas las posibilidades de perfeccionamiento de los esquemas de aplicación.

REFERENCIAS

1. Aguirre, J.L.; Demedio, J.; Espaine, L.C. (1999): Pesquisaje de *Varroa jacobsoni* Oud. y *Acarapis woodi* Ren. en apiarios de Baja California Sur, México. *Revista de Producción Animal*. Universidad de Camagüey, Cuba. 11: 81-83.
2. Arculeo, P. (2004): Effectiveness of oxalic acid trickling for the control of *Varroa* in South-Italy. Instituto Zooprofilattico Sperimentale dell Sicilia, Palermo, Italy. Online: www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad 28/08/2004, 3:21 PM.
3. ARGENTINA (2004): Tratamientos y productos para el control de *Varroa*. Capítulo 1°. Disponible en: www.estarinformado.com.ar 13/08/2004, 12:40 PM.
4. Barbero, R.; Panella, F.; Bonizzoni, L. (1997): Ácido oxálico y el tratamiento de limpieza radical de otoño-invierno. *Vida Apícola* 85: 8-13.
5. Bogdanov, S.; Kilchenmann, V.; Charrière, J.D.; Imdorf, A. (2001). Storage of oxalic acid sucrose solution. Swiss Research Centre. Online: http://www.apis.admin.ch/en/krankheiten/docs/saeuren/os_lagerung_e.pdf 12/08/2004, 2:00 PM.
6. Büchler, R. (2000): Efficacy and tolerability of an oxalic acid trickling treatment. Bee Institute Kirchhain – DE. Meeting in Bern, 16-17 of June, 2000. Online: www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad 28/08/2004, 2:35 PM.
7. Cajero, A.S. (2000): Epizootiología de la varroasis en México. *Memorias del I Congreso Internacional de Epidemiología*. pp. 29-35. México.
8. Charrière, J.D.; Imdorf, A. ; Fluri, P. (2001) : Acido ossalico applicato mediante spruzzatura. Trattamento efficace contro la *Varroa destructor* da effettuare in autunno inoltrato. Centro svizzero di ricerche apicole. Online: www.apis.admin.ch 12/08/2004, 2:46 PM.
9. Charriere, J.D.; Imdorf, A. (2002): Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World*. 83(2): 51-60.
10. De Jong, D.; Roma, A.; Gonçalves, L.S. (1982): A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honeybees. *Apidologie*. 13(3): 297-306.
11. Del Hoyo, M.; Mariani, F.; Vidondo, P.; Basualdo, M.; Bedascarrasbure, E. (2001): Oxyvar, una nueva formulación de ácido oxálico para el tratamiento de la varroasis. *Proc. 37th Int. Apic. Congr.*, 28 Oct.-1 Nov. 2001, Durban, South Africa.
12. Del Hoyo, M.; Torres, J.; Van der Horst, A. (2001): Organic products incorporated in wax foundation for *Varroa* control (Incorporación de acaricidas orgánicos en panales de cera). *Proc. 37th Int. Apic. Congr.*, 28 Oct.-1 Nov. 2001, Durban, South Africa.
13. Demedio, J. (2001): La varroasis de las abejas en una zona de la provincia de La Habana. Agente etiológico, índices de infestación y control biotécnico y químico. *Tesis en opción al grado Doctor en Ciencias Veterinarias*. Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
14. Fries, I. (2004): Is the total amount or the concentration of oxalic acid critical for efficacy in *Varroa* mite control?. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. Online: www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad 28/08/2004, 6:35 PM.

15. Fries, I.; Hansen, H.; Imdorf, A.; Rosenkranz, P. (2003): Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie* 34: 389-397.
16. Gregorc, A.; Planin, I. (2002): The control of *Varroa destructor* using oxalic acid. *Vet. J.* 163(3): 306-310.
17. Gump, T.; Drysch, K.; Radjaipour, M.; Dartsch, P.C. (2004): Evaporation of oxalic acid – a safe method for the user?. Work – hygienic studies for the evaporation and spraying procedure of oxalic acid. Online: www.apis.admin.ch 12/08/2004, 6:00 PM.
18. Marinelli, E.; De Pace, F.M.; Ricci, L.; Persano Oddo, L. (2002): Lotta contro la Varroa: Strategie di intervento con prodotti a basso impatto nel Lazio. *Atti del Convegno finale “Il ruolo della ricerca in apicoltura”*. Progetto finalizzato AMA. Bologna 14-16 marzo. Pp. 123-129.
19. Martin, P. (1998): Imports into the EU from third countries: Veterinary requirements. *Memorias del XII Seminario Americano de Apicultura*. Mérida, México.
20. Mussen, E. (2004): Varroa mite control. University of California, Davis, CA. Online: www.google.com/search?q=cache:IRSt8LB4bzgJ:entomology.ucdavis.edu/faculty/mussen/05-06-04.pdf+Varroa+control+2004&hl=es 3/08/2004, 12:28 PM.
21. Mutinelli, F.; Baggio, A. (2004): Iperreat and oxalic acid in the control of varroosis. Two years of trials. Centro Regionale per l'Apicoltura. Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie. Online: www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad 28/08/2004, 3:10 PM.
22. Nanetti, A. (2004): Oxalic acid in varroa control. An overview on the last five years of experiments. Istituto Nazionale di Apicoltura, Bologna, Italy. Online: www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad 27/08/2004, 10:00 AM.
23. New Zealand (MAF) (2004): Guideline on use of oxalic acid for Varroa control. Online: www.maf.govt.nz/varroa 13/08/2004, 1:09 PM.
24. Prandin, L.; Dainese, N.; Girardi, B.; Damolin, O.; Piro, R.; Mutinelli, F. (2001): Varroosis control: Stability of homemade oxalic acid water sugar solution. *Proc. 37th Int. Apic. Congr.* 28 Oct.-1 Nov. 2001, Durban, South Africa.
25. Radetzki, T. (2004): Vaporisation of oxalic acid in field trial with 1509 colonies. English Mellifera Sites. Online: www.mellifera.de/engl12.htm 26/08/2004, 1:33 PM.
26. U.N.A. API (Unione Nazionale Associazioni Apicoltori Italiani) – ARPAT (2004). Apistan: una risorsa riutilizzabile?. Comunicato della Commissione Sanitaria UNA API. Il 29 maggio a Firenze la Iia Festa degli Apicoltori della Toscana. Maggio 2004. Online: www.mieliditalia.it/download/giornalemaggio2004.pdf. 19/09/2004, 9:10 PM.
27. US-EPA (United States Environmental Protection Agency). Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (2004). Specific exemption under the provisions of section 18 of the Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act for the use of coumaphos impregnated in plastic strips. Colorado Department of Agriculture. February 17, 2004. Online: www.colostate.edu/Depts/SoilCrop/extension/CEPEP/sec18/04-C0-03%5B1%5D.tel.PDF 13/08/2004, 2:04 PM.

(Recibido 12-10-2005; Aceptado 4-1-2007)