

Efecto de tres moliendas vegetales contra el ácaro *Varroa destructor* en colonias de *Apis mellifera*

Effect of three vegetable grinds against the *Varroa destructor* mite in colonies of *Apis mellifera*

Jesús Humberto Reyna Fuentes ¹  - Juan Carlos Martínez González ¹   - Amador Silva Contreras ² 
Daniel López Aguirre ¹ 

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias

² Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

✉ Autor de correspondencia: jmartinez@docentes.uat.edu.mx

Recepción: 05-10-2021 / Aceptación: 09-11-2021

© Nova Scientia, bajo licencia Creative Commons

Resumen

Anualmente, se pierde más del 33 % de las colmenas en el altiplano y el norte de México por varroa (*Varroa destructor*), debido al uso excesivo de acaricidas sintéticos. Como resultado, las poblaciones de ácaros han desarrollado resistencia. El objetivo de esta investigación fue evaluar la caída de ácaros de *V. destructor*, así como el porcentaje de infestación mediante la aplicación de moliendas botánicas de ajo (*Allium sativum*), laurel (*Laurus nobilis*) y orégano (*Origanum vulgare*) en colonias de *Apis mellifera* en temporada invernal. Se utilizaron 16 colmenas tipo jumbo, seleccionando cuatro colmenas por tratamiento, donde cada una fue la unidad experimental. Los tratamientos fueron: 1) testigo (sin tratamiento); 2) ajo; 3) laurel, y 4) orégano. Los tratamientos incluyeron azúcar pulverizada (*glass*) en proporción 1:1 (azúcar: molienda vegetal). Los datos se analizaron mediante un diseño completamente aleatorizado. Se consideró el porcentaje de infestación inicial (covariable) para determinar si afectaba la respuesta a las moliendas ($p > 0.05$). El laurel presentó el mayor número de ácaros caídos (42.46 ± 12.07). A partir del día siete, los porcentajes de infestación decrecieron, destacando la molienda de laurel ($p < 0.01$). El grupo de las colmenas testigo presentó una tendencia creciente, con medias superiores al 5 % (5.32 ± 1.16). En la actualidad, se están usando los aceites y extractos botánicos para el tratamiento de plagas y enfermedades de las abejas. Sin embargo, la utilización de moliendas botánicas en la apicultura es limitada, por lo anterior, el uso de estos bioacaricidas representa una alternativa para el control del ácaro *V. destructor*, ya que son ingredientes de fácil accesibilidad, presentan un bajo costo y una metodología sencilla de elaboración y aplicación. Además, al ser un tratamiento orgánico, garantiza la seguridad ambiental, obteniendo inocuidad en la miel y en subproductos derivados de la colmena.

Palabras clave: varroasis; bioacaricidas; manejo sustentable; economía; sanidad; colmenas; México; ácaros; infestación; laurel; plagas; abejas; moliendas; apicultura; miel

Abstract

Since the arrival of varroa (*Varroa destructor*) in Mexico, more than 33 % of the hives in the highland and northern regions of the country have been lost annually, due to the excessive use of synthetic acaricides, which have developed resistance in the populations of these mites. Due to this, the objective of this research was to evaluate the fall of *V. destructor* mites, as well as the percentage of infestation through the application of botanical grinds of garlic (*Allium sativum*), laurel (*Laurus nobilis*) and oregano (*Origanum vulgare*) in *Apis mellifera* colonies in winter season. 16 jumbo-type hives were used, thus four hives per treatment, where each hive was the experimental unit. The treatments were: 1) Control (no treatment); 2) garlic; 3) laurel, and 4) oregano. Treatments included powdered sugar in a 1:1 ratio. Data were analyzed as a completely randomized design. The percentage of initial infestation (covariate) does not represent significance ($p > 0.05$). Laurel presented the highest value (42.46 ± 12.07) for the number of fallen mites. From day 7 the infestation percentages decrease, highlighting laurel ($p < 0.01$). The group of control hives showed an upward trend, with averages higher than 5 % (5.32 ± 1.16). At present, the research area regarding the efficacy of botanical grinds in beekeeping is limited, therefore, the use of bioacaricides as botanical grinds represents an alternative

for the control of the *V. destructor* mite, since they are ingredients of easy accessibility, they present a low cost and a simple methodology of elaboration and application. In addition, being an organic treatment, it guarantees environmental, obtaining safety in honey and by-products derived from the hive previously treated.

Keywords: varroasis; bioacaricide; sustainable management; economic; health; hives; Mexico; mites; infestation; laurel; pests; bees; grindings; beekeeping; honey

1. Introducción

La abeja *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) es la más utilizada para producir miel, posee un impacto favorable en el medio ambiente y es empleada para la polinización de cultivos (El-Nagar *et al.*, 2019), aumenta la productividad de éstos debido a la mejora en el rendimiento de los frutos (Yousif-Khalil y Shalaby, 1992; Rasool *et al.*, 2017), y diversos productos benéficos para la salud (Ayora-Talavera *et al.*, 2016; González-Flores *et al.*, 2016).

El incremento en la pérdida de colmenas en los últimos años ha sido asociado a distintos procesos nutricionales, genéticos y patológicos (Roetschi *et al.*, 2008; Tapia-González *et al.*, 2017; Beyer *et al.*, 2018). Entre los cuales destaca la presencia de altas infestaciones del ácaro *Varroa destructor* Anderson y Trueman (Parasitiformes: Varroidae), y es vector de distintas enfermedades (Martínez-Puc *et al.*, 2011; Maldonado-González *et al.*, 2017). Este ácaro se alimenta de la hemolinfa de la larva y adultos (Ramsey *et al.*, 2019), ello provoca trastornos en las colonias, debido a la pérdida de hasta el 25 % del peso de la abeja adulta (Ramsey *et al.*, 2019). Se pueden presentar otros problemas en las colonias como es la disminución de crías y deformación de las abejas maduras e inmaduras y en los zánganos (Islam *et al.*, 2016; Rasool *et al.*, 2017). Por consiguiente, las colonias con porcentajes altos de infestación son una fuerte pérdida de capital para la actividad apícola (Rosenkranz *et al.*, 2010; Emsen *et al.*, 2015).

Desde la llegada de *V. destructor* a México, este ácaro ha disminuido las ganancias de los apicultores hasta un 33 % y si no se atiende la sanidad de las colmenas pueden desaparecer debido a su rápida diseminación, así como también en la economía de los productores (Chihu *et al.*, 1992), se registraron pérdidas anuales de más del 33 % de las colonias de las regiones del altiplano y norte del país (Medina-Flores *et al.*, 2018). Por otra parte, la varroasis ha estado presente en el 98 % de las colonias afectadas por el síndrome del colapso de la colonia, al cual se le atribuye un efecto o sinergismo significativo con este proceso patológico (Guzmán-Novoa, 2016).

Actualmente, el uso excesivo de acaricidas sintéticos ha desarrollado resistencia (González-Cabrera *et al.*, 2016, 2017) en las poblaciones de ácaros (*V. destructor*), debido a las dosificaciones incorrectas y un mal manejo integrado de plagas por parte de los apicultores, lo que ha provocado una disminución significativa de la eficacia de dichos productos (Martínez-Puc y Medina-Medina, 2011). De igual manera, estos acaricidas debido a sus aplicaciones erróneas presentan residualidad en cera y miel, lo cual impacta drásticamente la inocuidad y la calidad de diversos productos derivados de la colmena (Bogdanov, 2006) y en la salud pública (Wallner, 1999).

Las moliendas botánicas, los aceites y los extractos de productos naturales representan una alternativa interesante para el control de plagas, principalmente ovicidas y antialimenticias, las cuales no generan efectos adversos en otras especies (Benelli *et al.*, 2018). Además, de ser una elección de tratamiento altamente efectivo contra plagas resistentes a insecticidas sintéticos, como lo mencionaron Aydin *et al.* (2007). El desarrollo de estrategias alternativas contra *V. destructor* mediante el uso de productos derivados de plantas, a manera de extractos, aceites esenciales y ácidos orgánicos (Aydin *et al.*, 2007). Según Islam *et al.* (2016), los aceites esenciales de zacate limón, tomillo, romero, menta y el ácido fórmico mostraron buena actividad acaricida después de cuatro tratamientos con reducción de la infestación de más del 95 % y no representa riesgo alguno tanto para la salud de las abejas como para los humanos.

En el estado de Tamaulipas, existe evidencia referente a los porcentajes de infestación de la varroasis (Jiménez *et al.*, 1995), tampoco sobre calendarios de sanidad apícola, para un manejo integrado de plagas y enfermedades. La pérdida de colmenas y decremento en las producciones de miel (Martínez-Puc *et al.*, 2011) y algunos subproductos debido a dicho proceso, propicia la necesidad del fortalecimiento de tratamientos alternativos naturales. Por ejemplo, Ruffinengo *et al.* (2007), encontraron efecto acaricida del laurel, el cual lo asociaron a la presencia de 1.8-cineol como componente principal. De igual modo, Koumad y Berkans (2019) observaron que la utilización de ahumaderos con romero (*Rosmarinus officinalis*), menta (*Mentha viridis*), tomillo (*Thymus pallescens*) y laurel (*Laurus nobilis*) fueron efectivos para el tratamiento de *V. destructor*, donde el laurel presentó el mayor valor de mortandad (80 %).

De esta manera, el objetivo de esta investigación fue evaluar la caída de ácaros de *V. destructor* y el porcentaje de infestación mediante la aplicación de moliendas botánicas de ajo (*Allium sativum* L.), laurel (*Laurus nobilis* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.) en colonias de *A. mellifera* durante la temporada de invernada cuando las abejas se preparan a hibernar.

2. Métodos, técnicas e instrumentos

Sitio experimental

El presente trabajo fue realizado en un apiario en producción localizado en Cd. Victoria, Tamaulipas, México (23° 44' 13" N, y 99° 08' 28" O); a una altitud media de 321 msnm (INEGI, 2018). La clasificación climática es (A)C(w) semicálido subhúmedo con lluvias en verano, rango de temperatura promedio es de 16 °C como mínima y 40 °C como máxima y precipitación media anual de 493.1 mm (SMN, 2021).

Preparación de moliendas

Los vegetales estudiados fueron: ajo (*Allium sativum* L.), (Amaryllidaceae), laurel (*Laurus nobilis* L.), (Lauraceae) y orégano (*Origanum vulgare*), (Lamiaceae). Los materiales vegetales fueron adquiridos en polvo (o molidos) en el municipio de Tula, Tamaulipas, México (23° 00' 0" N y 99° 42' 52" O). El material vegetal fue deshidratado en estufa de aire forzado (SL 1330 GX, Shel Lab, USA) a una temperatura de 55 °C por 72 h. De igual manera, con el objetivo de homogenizar la granulometría del material botánico, fue molido (DUAL Manufacturing Co., USA) utilizando un tamiz de 250 µm. Posteriormente, el material deshidratado y molido de cada especie fue mezclado con azúcar *glass* (Zulka®, El Higo, Veracruz, México) a una proporción de 1:1.

Determinación de compuestos secundarios de las moliendas botánicas

El método de extracción se realizó según lo propuesto por Salem *et al.* (2014). Por cada muestra se emplearon 10 g de moliendas, posteriormente fueron agregados 80 mL de una mezcla de solventes. La mezcla de solventes fue preparada con 10 mL de metanol (99.8/100), 10 mL de etanol (99/100) y 80 mL de agua destilada. La mezcla de moliendas y solventes se mantuvo a temperatura de laboratorio (25-30 °C) durante 48 h en frascos cerrados (transparentes). Se utilizaron tres frascos de 250 mL, los cuales fueron incubados en baño de agua a 39 °C durante 1 h e inmediatamente fueron filtrados a través de cuatro capas de gasa y papel filtro de 0,45 µm y 47 mm (Omicron, Salmodi®, México) el material recolectado fue almacenado a 4 °C para su uso posterior.

Posteriormente se determinaron los compuestos secundarios: fenoles totales (FT), saponinas (SP) y la fracción acuosa (FA). Los compuestos de las moliendas se determinaron por triplicado, 10 mL de extracto se fraccionó en un embudo de separación con doble volumen de acetato de etilo (99.7/100) para la determinación de los FT por desecación y cuantificación de capa de éstos en el embudo. Después de la separación de FT, se añadió un doble volumen de *n*-butanol (99.9/100) para fraccionar SP. El resto de la solución se consideró como FA, la cual contiene otros metabolitos secundarios que fueron desechados después de cuantificarlos (Salem *et al.*, 2014).

Colmenas y su manejo

Se utilizaron 16 colmenas tipo Jumbo con medidas de 46.5 cm de largo, 38 cm de ancho y 24 cm de alto con una población estimada de 80,000 abejas, durante la temporada otoño-invierno (28 de noviembre a 19 de diciembre del 2020). En el piso de la cámara de cría fue colocada una cartulina de color blanca la cual estaba impregnada de manteca comercial elaborada a base de aceites vegetales (maíz, aceite de cacahuete y aceite de soya). Una vez lista la cartulina se colocó una malla criba de 4*4 mm en la parte superior de esta para el futuro conteo de caída y mortalidad de ácaros (*V. destructor*). Previamente, dichas colmenas fueron homogenizadas en población y reservas de alimento con nueve bastidores y un alimentador interno tipo Boardman con capacidad de 2 L (Boardman®, COMPAIS, México).

Para disminuir el efecto de longevidad y bajos niveles de oviposición por parte de las reinas, estas fueron criadas artificialmente, en donde el pie de cría era genéticamente puro de la raza "Italiana" y fueron fecundadas libremente por zánganos los cuales poseen ciertos genes de africanización (Silva-Contreras *et al.*, 2019), generando una hibridación adaptada a la zona. El total de las reinas fue de la misma generación y origen. Todas las colmenas

iniciaron con porcentajes superiores al 3 % de infestación de *V. destructor*, dicho porcentaje fue analizado utilizando la metodología de Jong (1980).

Aplicación de tratamientos

Para la aplicación de las molindas vegetales se utilizaron cuatro colmenas por tratamiento, donde cada colmena fue la unidad experimental. Los tratamientos fueron: 1) testigo (sin tratamiento); 2) ajo; 3) laurel, y 4) orégano. Los tratamientos incluyeron azúcar pulverizada *glass* (Zulka®) en proporción 1:1.

Los tratamientos fueron espolvoreados manualmente directamente sobre los bastidores de cría de cada colmena a una dosis de 45 g por colmena. Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron al día 1, 7, 14 y 21 después de iniciada la prueba. El conteo de caída y/o mortalidad de ácaros en el piso de las colmenas se realizó 24 h después de la aplicación de los tratamientos. Para la evaluación de los porcentajes de infestación de cada colmena se utilizó la metodología de Jong (1989), así como también, se evaluó la eficacia sobre los porcentajes de reducción de infestación del ácaro aplicando la ecuación de Henderson y Tilton (1955).

Análisis estadístico

Los porcentajes de infestación de la varroasis fueron transformados a la raíz del arcoseno cuadrada para reducir la heterogeneidad de la varianza de acuerdo a lo sugerido por Zar (1999). Los datos se analizaron como un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS versión 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA, 2009). El modelo lineal incluyó el efecto fijo del tratamiento. Se adicionó el porcentaje de infestación inicial como covariable. Se utilizó la prueba de LSMEANS para la comparación de medias ajustadas ($p = 0.05$).

3. Resultados y discusión

3.1 Evaluación de compuestos secundarios

Las molindas botánicas de ajo y laurel muestran efectos significativos ($p < 0.01$; tabla 1) sobre las variables de fenoles totales y saponinas con valores superiores a 36 g/kg. Sin embargo, el ajo mostró mayor contenido de fracción acuosa sobre las especies analizadas con valores superiores a 284.82 g/kg ($p < 0.01$).

Tabla 1. *Compuestos secundarios de extractos alcohólicos de ajo, laurel y orégano.*

Table 1. *Secondary compounds of alcoholic extracts of garlic, laurel and oregano.*

Especie	Compuestos secundarios (g/kg Media \pm desviación estándar)		
	Fenoles totales	Saponinas	Fracción acuosa
<i>A. sativum</i>	36.77 \pm 3.07a	105.17 \pm 2.92a	284.82 \pm 10.66a
<i>L. nobilis</i>	39.86 \pm 1.69a	110.85 \pm 3.09a	101.73 \pm 4.87b
<i>O. vulgare</i>	26.69 \pm 5.99b	59.83 \pm 10.90b	118.45 \pm 35.51b
EEM	2.31	3.90	12.46
Valor-p	0.0163	0.0002	< 0.0001

Nota: EEM = Error Estándar de la Media. Las medias en cada columna con literales diferentes son significativas ($p < 0.05$).

Note: EEM = Standard Error of the Mean. Means in each column followed by different literals are significant ($p < 0.05$).

3.2 Caída de ácaros

La caída de ácaros se observó a partir de la primera aplicación con efecto significativo en los ácaros caídos en los diferentes tratamientos ($p < 0.05$; tabla 2). Por otra parte, el porcentaje de infestación inicial (covariable) no afectó significativamente ($p > 0.05$) la respuesta a los tratamientos. Después de la tercera aplicación laurel y ajo mostraron los mejores resultados ($p < 0.01$). El laurel presentó el mayor valor (42.46 \pm 12.07) para el número de ácaros caídos y/o muertos.

3.3 Porcentaje de infestación

El porcentaje de infestación de *V. destructor* se muestra en la tabla 3. Se observó que no hubo efecto de la covariable ($p > 0.05$) en los días 1 y 7 posteriores a la aplicación (tabla 3). A partir de 7 días de la aplicación los porcentajes de infestación disminuyeron notablemente, destacando la molienda de laurel ($p < 0.05$). Sin embargo, el grupo de las colmenas testigo, a las cuales no se les aplicó ningún tratamiento presentan una tendencia a incrementarse el grado de infestación (5.32 ± 1.16).

Tabla 2. Número de ácaros caídos en colmenas experimentadas en temporada otoño-invierno mediante la aplicación de moliendas botánicas.

Table 2. Number of fallen mites in tested hives in Autumn-Winter season through applying botanical grinds.

Moliendas botánicas*	Días después de la aplicación				Total
	1	7	14	21	
<i>A. sativum</i>	4.05 ± 0.50a	3.84 ± 0.96ab	10.05 ± 3.20ab	7.73 ± 2.50ab	25.67 ± 4.97b
<i>L. nobilis</i>	5.63 ± 2.89a	6.74 ± 2.71a	18.77 ± 8.73a	11.32 ± 4.03a	42.46 ± 12.07a
<i>O. vulgare</i>	2.48 ± 0.96ab	2.57 ± 1.29bc	4.95 ± 1.29ab	2.48 ± 1.29bc	12.49 ± 0.96bc
Testigo	0b	0c	0c	0c	0c
p-valor					
Tratamiento	0.0028	0.0029	0.0016	0.0008	<.0001
Covariable	0.0617	0.6158	0.1705	0.8873	0.6269

Nota: * Dosis aplicada 45 g/colmena. Testigo sin aplicación de tratamientos. Las medias en cada columna con literales diferentes son significativas ($p < 0.05$).

Note: * Dose applied 45 g/hive. Control group without applied treatments. Means in each column followed by different literals are significant ($p < 0.05$).

Tabla 3. Porcentaje de infestación de *V. destructor* en colmenas experimentales en el periodo invernal mediante la aplicación de moliendas vegetales.

Table 3. Percentage of infestation of *V. destructor* in hives experienced in the autumn-winter period through the application of botanical grinds.

Moliendas botánicas*	Días después de la aplicación			
	1	7	14	21
<i>A. sativum</i>	3.52 ± 1.37a	3.07 ± 1.29a	2.66 ± 1.30b	2.07 ± 1.14b
<i>L. nobilis</i>	3.23 ± 0.82a	2.05 ± 1.28ab	2.21 ± 0.45b	1.66 ± 0.52b
<i>O. vulgare</i>	2.68 ± 0.81a	2.55 ± 0.73a	2.40 ± 0.76b	2.19 ± 0.75b
Testigo	3.84 ± 0.73a	4.70 ± 1.59a	5.27 ± 1.22a	5.32 ± 1.16a
p-valor				
Tratamiento	0.2154	0.0284	0.0038	0.0012
Covariable	0.0106	0.0186	0.1962	0.8334

Nota: * Dosis aplicada 45 g/colmena. Testigo sin aplicación de tratamientos. Las medias en cada columna con literales diferentes son significativas ($p < 0.05$).

Note: * Dose applied 45 g/hive. Control group without applied treatments. Means in each column followed by different literals are significant ($p < 0.05$).

3.4 Discusión

Evaluación de compuestos secundarios

Las moliendas de ajo, laurel y orégano muestran niveles de fenoles totales por debajo a los encontrados en otras plantas medicinales como: hierbabuena (*Mentha piperita* L.) (Lamiaceae); epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) (Amaranthaceae), árnica (*Arnica montana* L.) (Asteraceae); manzanilla (*Matricaria chamomilla*) (Asteráceas); sábila (*Aloe vera*) (Xanthorrhoeaceae), insulina (*Cissus verticillata* L.) (Vitaceae) y lavanda (*Lavandula angustifolia*) (Lamiaceae) del estado de Guanajuato (Flores-Flores et al., 2019), posiblemente como resultado del método de extracción y/o la calidad de los vegetales. Por otro lado, Ordoñez et al. (2020), encontraron que los tés que se toman

para aliviar dolencias, presentaron un alto contenido de fenoles totales en infusiones comerciales. Estas diferencias con los resultados de este estudio probablemente se debieron al producto inicial y método de extracción que se utilizó.

Caída de ácaros

En el estado de Tamaulipas, México, no existe información actualizada sobre la prevalencia y niveles de infestación del ácaro *V. destructor*. Este trabajo trató de explicar el manejo y control de la varroasis. Sin embargo, como se demuestra en los resultados, los usos de moliendas vegetales representan una alternativa orgánica viable, ya que reduce los porcentajes de infestación de varroasis en colmenas próximas a hibernar. El tratamiento de laurel registró la mayor efectividad, reduciendo en un 73 % la infestación de varroasis. Resultados similares son mencionados por Ruffinengo *et al.* (2007), quienes observaron el efecto acaricida del laurel se asocia a la presencia de 1.8-cineol como componente principal.

El número de ácaros caídos de *V. destructor* en colmenas tratadas con moliendas vegetales mostró que a partir de la primera aplicación hubo efecto del tratamiento. Sin embargo, después de la segunda aplicación laurel y ajo mostraron los mejores resultados. Koumad y Berkans (2019) observaron que la utilización de ahumaderos con romero (*Rosmarinus officinalis*), menta (*Mentha viridus*), tomillo (*Thymus palleescens*) y laurel (*Laurus nobilis*) fueron efectivos para el tratamiento de *V. destructor*, donde el laurel presentó el mayor valor de mortandad (80 %). Los resultados han mostrado que todas las plantas tienen actividad acaricida en diferente grado contra el ácaro *V. destructor*. El uso de plantas naturales locales redujo las tasas de infestación de las colonias de abejas (Koumad y Berkans, 2019).

Porcentaje de infestación

El porcentaje de infestación de *V. destructor* disminuyó conforme se fueron dando los tratamientos con las moliendas vegetales. Los porcentajes de infestación decrecieron notablemente, se pudo observar que el laurel es más efectivo y presentó los mejores resultados. Mientras, que en el grupo de colmenas testigo, el porcentaje de infestación aumentó. Martínez-Puc *et al.* (2011), observaron que la frecuencia de *V. destructor* en colonias manejadas (tecnificadas) fue de 62.9 %, con un nivel de infestación de 1.70 ± 0.26 (ácaros/100 abejas), y en los enjambres silvestres (sin manejo) fue de 55.1 %, con un nivel de infestación de 1.96 ± 0.44 (ácaros/100 abejas).

En la actualidad, es escasa la información que existe sobre eficacia de moliendas vegetales para el control de varroasis. Sin embargo, Damiani *et al.* (2014) mencionaron fuerte actividad acaricida en condiciones de laboratorio con aceites esenciales (hoja de laurel e hidrolato de laurel). El-Roby y Darwish (2018) reportaron el uso de ajo (*Allium sativum*) en polvo a una dosis de 40 g/colmena, estos autores obtuvieron un decremento de más del 80 % sobre el porcentaje de infestación de colmenas con varroasis. La actividad acaricida que muestra el extracto de ajo es atribuida por su composición química, principalmente de terpenos, tal como el carvacol (Isman, 2000). Sabahi *et al.* (2017) reportaron resultados acaricidas más altos. Estos autores (Sabahi *et al.*, 2017) reportaron actividad acaricida del aceite de orégano de más del 95 % durante un mes con aplicaciones semanales.

Onu *et al.* (2015) reportaron la aplicación de ajo en polvo en granos almacenados bajo condiciones de laboratorio, con un rango de mortalidad entre el 55 y 75 % transcurridos 5 días post aplicación. La accesibilidad a productos orgánicos de probada eficacia es limitada en el estado de Tamaulipas, aunado al desconocimiento de éstos en su modo de acción y aplicación por parte de los productores, otro factor de gran importancia es el costo elevado de éstos.

4. Conclusiones

Por lo anterior, el uso de bio-acaricidas a manera de moliendas botánicas representa una alternativa para el control del ácaro *V. destructor* para los apicultores, ya que son ingredientes de fácil accesibilidad, presentan un bajo costo y una forma sencilla de elaboración y aplicación. Además, mostraron efecto en la muerte de ácaros, así como también en el decremento sobre el porcentaje de infestación en su fase forética y al ser un tratamiento orgánico, garantiza la seguridad ambiental y alimentaria, obteniendo una miel inocua.

5. Información adicional

No.

6. Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el financiamiento parcial al proyecto. De igual manera, se agradece a la empresa Apícola del Norte, por fungir como facilitadores del material biológico.

Información de los autores

Jesús Humberto Reyna Fuentes ¹  0000-0002-1334-0253

Juan Carlos Martínez González ¹  0000-0003-1331-663X

Amador Silva Contreras ²  0000-0002-0139-0667

Daniel López Aguirre ¹  0000-0003-4128-7207

Contribución de los autores en el desarrollo del trabajo

Los autores declaran que contribuyeron por igual para la realización de esta investigación.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Aydin, L., Gulegen, E., Cakmak, I., y Girisgin, A. (2007). The occurrence of *Varroa destructor* on Honeybees (*Apis mellifera*) in Turkey. *Turkey Journal Veterinary Animal Science*, 31(3), 189-191. <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/issues/vet-07-31-3/vet-31-3-7-0509-29.pdf>
- Ayora-Talavera, T. del R., Hernández-Leyra, J., Flores-Pérez, A., González-Flores, T., Fabela-Moron, M., Patrón-Vásquez, J., y Pacheco-López, N. (2016). Usos y beneficios de los subproductos de la miel. En: A. L. Ramos-Díaz y N. A. Pacheco-López (Ed.). *Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación* (pp. 166-189). CIATEJ-CONACYT. México. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5f243ecb97f89.pdf
- Benelli, G., Pavela, R., Petrelli, R., Cappellacci, L., Santini, G., y Fiorini, D. (2018). The essential oil from industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) byproducts as an effective tool for insect pest management in organic crops. *Industrial Crops & Products*, 122, 308-315. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.032>
- Beyer, M., Junk, J., Eickermann, M., Clermont, A., Kraus, F., y Georgesc, C. (2018). Winter honeybee colony losses, *Varroa destructor* control strategies, and the role of weather conditions: Results from a survey among beekeepers. *Research in Veterinary Science*, 118, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.012>
- Bogdanov, S. (2006). Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37(1), 1-18. <https://doi.org/10.1051/apido:2005043>
- Chihu, D., Rojas, A., y Rodríguez, D. (1992). Presencia en Veracruz, México, del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.). *Técnica Pecuaria México*, 30(2), 133-145. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3607/3027>
- Damiani, N., Fernández, N., Porrini, M., Gende, L., Álvarez, E., Buffa, F., Brasesco, C., Maggi, M., Marcangeli, J., y Eguaras, M. (2014). Laurel leaf extracts for honeybee pest and disease management: Antimicrobial, microsporidicidal, and acaricidal activity. *Parasitology Research*, 113, 701-709. 10.1007/s00436-013-3698-3
- De Jong, D. (1980). *Varroa jacobsoni*, *Survey Techniques*. University of Maryland.
- El-Nagar, A., Yousif-Khalil, S., El-Shakaa S., y Helaly, W. (2019). Efficiency of some botanicals against *Varroa destructor* infesting honeybee colonies and their impact on brood rearing activity and clover honey yield. *Zagazig Journal Agriculture Research*, 46(2), 367-375. <https://doi.org/10.21608/ZJAR.2019.33392>
- El-Roby, A., y Darwish, M. (2018). Biological activity of certain natural products against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and their selectivity against *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Phytopathology and Pest Management*, 5, 67-76. <http://ppmj.net/index.php/ppmj/article/view/158/262>
- Emsen, B., Hamiduzzaman, M., Goodwin, H., y Guzmán-Novoa, E. (2015). Lower Virus Infections in *Varroa destructor* Infested and Uninfested Brood and Adult Honeybees (*Apis mellifera*) of a Low Mite Population Growth Colony Compared to a High Mite Population Growth Colony. *PLOS ONE*, 10(2), e0118885. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118885>

- Flores-Flores, J. A., López-Rodríguez, B., Hernández-López, D., y Guzmán-Maldonado, S. H. (2019). Caracterización fenólica y capacidad antioxidante de plantas de uso medicinal. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 834-840.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/9/117.pdf>
- González-Cabrera, J., Rodríguez-Vargas, S., Emyr Davies, T. G., Field, L. M. Schmehl, D., Ellis, J. D., Krieger, K., y Williamson, M. S. (2017). Resistencia a acaricidas en *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae): papel de la modificación del sitio diana. *Boletín SEEA*, 2, 39-42.
<http://seea.es/pdf/39%20Resistencia%20a%20acaricidas%20en%20Varroa%20destructor.pdf>
- González-Cabrera, J., Rodríguez-Vargas, S., Emyr-Davies, T.G., Field, L.M., Schmehl, D., Ellis, J.C., Krieger, K. y Martin S. Williamson, M.S. (2016). Novel mutations in the voltage-gated sodium channel of pyrethroid-resistant *Varroa destructor* populations from the Southeastern USA. *PLOS ONE*, 11(5), e0155332.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155332>
- González-Flores, T., Fabela-Morón, M. F., Pacheco-López, N. y Sánchez-Contreras, Á. (2016). Consumo de miel en fresco y sus diferentes aplicaciones. En: A. L. Ramos-Díaz, y N. A. Pacheco-López (Ed.). *Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación* (pp. 144-165). CIATEJ-CONACYT. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5f243ecb97f89.pdf
- Guillén, S., Villanueva, J., y Villanueva, B. (2001). Formulación, superficie tratada y efectividad residual de clorpirifos en cucaracha alemana de Veracruz, México. *Agrociencia*, 35(1), 99-108.
<https://www.agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/94>
- Guzmán-Novoa, E. (2016). Colony collapse disorder and other threats to honeybees. En: S. Cork, D. C. Hall, y K. Liljebjelke (Eds.). *One health case studies: addressing complex problems in a changing world*. 5m Publishing.
- Henderson, C., y Tilton, E. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Islam, N., Amjad, M., Ehsan-ul-Haq, Stephen, E., Naz, F. (2016). Management of *Varroa destructor* by essential oils and formic acid in *Apis Mellifera* Linn. Colonies. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(6), 97-104. <https://www.entomoljournal.com/archives/2016/vol4issue6/PartB/4-5-145-836.pdf>
- Isman, M. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protect*, 19(8), 603-608.
[https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Jiménez, A.J.A., Quintero, M.M.T. y Mateos, P.A. (1995). Frecuencia de varroasis en apiarios de veinticinco municipios del estado de Tamaulipas en 1992. *Veterinaria México*, 26(2), 141-144.
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=24152>
- Koumad, S., y Berkani, M. L. (2019). Assessment of the efficacy of four medicinal plants as fumigants against *Varroa destructor* in Algeria. *Archivos de Zootecnia*, 68(262), 284-292.
<https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4148>
- Lipiński, Z., y Szubstarski, J. (2007). Resistance of *Varroa destructor* to most commonly used synthetic acaricides. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 10(4), 289-294. 10.3390/insects3030821
- Maldonado-González, A., Tenorio-Beltrán L., Vázquez-Romero Y., Villalobos-Rodríguez M., Velázquez-Ordóñez V., y Ortega-Santana, C. (2017). Varroasis: enfoque ambiental y económico. Una revisión. *Revista electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-12. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917.html>
- Martínez-Puc, J. F., y Medina-Medina, L. A. (2011). Evaluación de la resistencia del ácaro *Varroa destructor* al fluvalinato en colonias de abejas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(1), 93-99. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000100008&lng=es&tlng=es
- Martínez-Puc, J. F., Medina-Medina, L. A., y Catzín-Ventura, G. A. (2011). Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(1), 25-38.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000100003&lng=es&tlng=es

- Martínez-Puc, J.F., Alcalá-Escamilla, K.I., Leal-Hernández, M., Jorge Ariel Vivas-Rodríguez, J.A. y Martínez-Aguilera, E. (2011). *Prevención de Varroosis y Suplementación: Manual de capacitación*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_varroosis.pdf
- Medina-Flores, C., Esquivel-Marín, N., López-Carlos, M., Medina-Cuellar, S., y Aguilera-Soto, J. (2018). Estimación de la pérdida de colonias de abejas melíferas en el altiplano y el norte de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14), 365-371. <https://doi.org/10.19136/era.a5n14.1459>
- Mendoza, M., Rodríguez, G., Guevara, L., Andrio, E., Rangel, J., Rivera, J., y Cervantes, F. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(7), 1599-1611.
<https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/153>
- Ordoñez, E., López, A., y Reátegui, D. (2020). Infusiones de plantas medicinales: Actividad antioxidante y fenoles totales. *Agroindustrias Science*, 10(3), 259-266. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.03.06>
- Onu, F., Ogu, E., e Ikhehi, M. (2015). Use of Neem and Garlic Dried Plant Powders for Controlling some Stored Grains Pests. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(2), 507-512.
https://www.academia.edu/35430231/Use_of_Neem_and_Garlic_Dried_Plant_Powders_for_Controlling_some_Stored_Grains_Pests
- Ramsey, S., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J., y Ellis, J. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honeybee fat body tissue and not hemolymph. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 116(5), 1792-1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
- Rasool, K., Ahad, I., y Rasool, R. (2017). Efficacy of various botanicals and chemicals on ectoparasitic mite, *Varroa destructor* feeding on European honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5), 589-595.
https://www.researchgate.net/publication/344415617_Efficacy_of_various_botanicals_and_chemicals_on_ectoparasitic_mite_Varroa_destructor_feeding_on_European_honey_bee_Apis_mellifera
- Reyna-Fuentes, J. H., Martínez-González, J. C., Silva-Contreras, A. y López Aguirre, D. (2021). El pequeño escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*), una plaga que amenaza a Tamaulipas. *Zootecnia Tropical*, 39, 1-7. 10.5281/zenodo.4567456
- Roetschi, A., Berthoud, H., Kuhn, R., Imdorf, A. (2008). Infection rate based on quantitative real-time PCR of *Melissococcus plutonius*, the causal agent of European foulbrood, in honeybee colonies before and after apiary sanitation. *Apidologie*, 39, 362-371. <https://doi.org/10.1051/apido:200819>.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., y Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal Invertebrate Pathology*, 103, 96-119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>
- Ruffinengo, S., Maggi, M., Faverin, C., Garcia, C., y Bailac, P. (2007). Essential oils toxicity related to *Varroa destructor* and *Apis mellifera* under laboratory conditions. *Zootecnia Tropical*, 25(1), 63-69.
https://www.researchgate.net/publication/43564375_Essential_oils_toxicity_related_to_Varroa_destructor_and_Apis_mellifera_under_laboratory_conditions
- Sabahi, Q., Gashout, H., Kelly, P., y Guzmán-Novoa, E. (2017). Continuous release of oregano oil effectively and safely controls *Varroa destructor* infestations in honeybee colonies in a northern climate. *Experimental & Applied Acarology*, 72, 263-275. <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0157-3>
- Salem, A., Kholif, A., Elghandour, M., Buendía, G., Mariezcurrena, M., Hernandez, S., y Camacho, L. (2014). Influence of oral administration of *Salix babilonica* extract on milk production and composition in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 13(1), 2978. 10.4081/ijas.2014.2978.
- Servicio Meteorológico Nacional (2021). *Normales climatológicas*.
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Normales8110/NORMAL28116.TXT>
- Silva-Contreras, A., Martínez-González, J., Cienfuegos-Rivas, E., López-Zavala, R., Tapia-González, J. y Parra-Bracamonte, G. (2019). Africanización de colonias de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), presente en el ADN mitocondrial. *Abanico Veterinario*, 9, 1-11.
<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/214/303>

- Tapia-González, J., Alcazar-Oceguera, G., Macías-Macías, J., Contreras-Escareño, F., Tapia-Rivera, J., Chavoya-Moreno, F., y Martínez-González, J. (2017). Nosemosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3), 325-330. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4510>
- Wallner, K., (1999). Varroacids and their residues in bee products. *Apidologie*, 30(1999), 235-248. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00891581/document>
- Yousif-Khalil, S., y Shalaby, A. (1992). Pollinating activity of honeybee (*Apis mellifera* L.) as influenced by some insecticidal residues. *Zagazig Journal Agriculture Research*, 19(2), 909-922. <https://zjar.journals.ekb.eg/>
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall.