



Fitoterapia una alternativa de control de plagas y enfermedades de abejas

Phytotherapy an alternative to pest and disease control of bees

Reyna-Fuentes Jesús Humberto¹, Martínez-González Juan Carlos^{1*} , Silva-Contreras Amador²,
López-Aguirre Daniel¹, Castillo-Rodríguez Sonia Patricia¹

Datos del Artículo

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Facultad de Ingeniería y Ciencias.
Centro Universitario Adolfo López Mateos.
Edificio Centro de Gestión del Conocimiento,
4° piso, Ciudad Victoria, Tamaulipas.
C.P. 87149.
México.

²Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Carretera Cd. Victoria - Cd. Mante Km. 5
Ej. Santa Librada. Ciudad Victoria, Tamaulipas.
C.P. 87274.
México.

***Dirección de contacto:**
Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Facultad de Ingeniería y Ciencias.
Centro Universitario Adolfo López Mateos.
Edificio Centro de Gestión del Conocimiento,
4° piso, Ciudad Victoria, Tamaulipas.
C.P. 87149.
México.

Juan Carlos Martínez-González
E-mail address: jmartinez@docentes.uat.edu.mx

Palabras clave:

Fitoterapia,
extractos,
plagas,
enfermedades,
abejas,
apicultura,
miel.

J. Selva Andina Anim. Sci.
2021; 8(2):114-123.

ID del artículo: 096/JSAAS/2021

Historial del artículo.

Recibido junio 2021.
Devuelto agosto 2021.
Aceptado septiembre 2021.
Disponible en línea, octubre 2021.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Keywords:

Phytotherapy,
extracts,
pests,
diseases,
bees,
beekeeping,
honey.

Resumen

La abeja (*Apis mellifera*) ha sido la más utilizada debido a su capacidad de polinización y producción de miel. En la actualidad, la apicultura engloba diversos problemas sanitarios, los cuales han afectado drásticamente las poblaciones de colmenas en producción. Entre las enfermedades que afectan a las abejas están: loque americana, loque europea, cría de cal, cría de piedra, nosemiasis, acariosis y varroasis, entre otras. El ácaro *Varroa destructor*, el cual funge como vector de distintas enfermedades y es asociado recientemente al síndrome del colapso de las colonias. Asimismo, este acaro afecta a las abejas durante dos fases, la forética y la reproductiva. Sin embargo, el uso indiscriminado de acaricidas sintéticos, además de reflejar un impacto nocivo al medio ambiente, afectar la inocuidad de productos derivados de la colmena. Además, han originado resistencia en las poblaciones de *V. destructor*. Esto ha obligado a desarrollar nuevas estrategias y alternativas de tratamientos, como lo es el uso de diversas plantas nativas o endémicas de la región (moliendas, extractos, aceites y/o extractos deshidratados en polvo). Los aceites esenciales de plantas son compuestos aromáticos volátiles, principalmente terpenoides, fenilpropanoides, monoterpénos, sesquiterpenos y alcoholes, estos presentan una amplia gama de actividad antimicrobiana y antioxidante, por lo que la adición de aceites esenciales de clavo, eucalipto, menta, romero, orégano y canela pueden ser beneficioso en el apiario. Los usos de estos productos pueden minimizar los costos de producción, incentivando a los productores el uso de dichos productos.

2021. *Journal of the Selva Andina Animal Science*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The honey bee (*Apis mellifera*) has been the most widely used bee due to its pollination and honey production capacities. Currently, beekeeping encompasses several health problems, which have drastically affected the populations of beehives in production. Among the diseases affecting bees are: American foulbrood, European foulbrood, limebrood, stonebrood, noseemia, acariosis and varroosis, among others. The *Varroa destructor* mite, which acts as a vector of different diseases and is recently associated with colony collapse syndrome. This mite affects bees during the phoretic and reproductive phase. However, the indiscriminate use of synthetic acaricides, in addition to having a harmful impact on the environment, affects the safety of products derived from the hive. In addition, they have originated resistance in *V. destructor* populations. This has forced the development of new strategies and treatment alternatives, such as the use of various plants native or endemic to the region (milling, extracts, oils and/or dehydrated powdered extracts). Plant essential oils are volatile aromatic compounds, mainly terpenoids, phenylpropanoids, monoterpenes, sesquiterpenes and alcohols, which have a wide range of antimicrobial and antioxidant activity, so the addition of essential oils of clove, eucalyptus, mint, rosemary, oregano and cinnamon can be beneficial in the apiary. The uses of these products can minimize production costs, encouraging producers to use these products.

2021. *Journal of the Selva Andina Animal Science*®. Bolivia. All rights reserved.



Introducción

La abeja *Apis mellifera* perteneciente a la clase *Himenóptera*, utilizada por su capacidad de producción de miel y diversos productos benéficos para la salud¹, industria farmacéutica, cosmetológica y alimentaria². La apicultura, es una de las principales actividades en el sector agropecuario, representa una importante fuente de ingresos³, la abeja melífera tiene un impacto favorable en el medio ambiente, empleada para la polinización de cultivos⁴, aumentado su productividad y rendimiento de los frutos^{3,5}.

En los últimos años, la apicultura ha sufrido problemas sanitarios, entre estos, procesos patológicos bacterianos, fúngicos como la loque europea, cría de piedra, cría de cal, nosemosis⁶⁻⁹ y afecciones virales¹⁰.

La presencia del ácaro *Varroa destructor* funge como principal vector de dichos procesos patológicos^{11,12}, infestación causada por un ácaro ectoparasitario¹³⁻¹⁵, se encuentra distribuido en la mayoría de los países del mundo¹⁶, siendo la que más preocupa a los apicultores^{3,13,14}. Actualmente en México, se ha reportado la presencia de varroosis en todos los estados^{7,13-15,17}, el estado de Veracruz presentó el primer reporte de identificación en los años noventa¹³.

Las infestaciones por *Varroa* sp. generan un efecto negativo para la salud de las abejas, se alimentan de su hemolinfa e inhiben respuestas inmunes^{18,19}, se describen que las altas infestaciones de *Varroa* sp. al no ser tratadas y/o controladas, escasamente sobreviven más de dos años, con la pérdida de hasta el 25 % de peso de la abeja adulta²⁰. Reportándose, deformaciones en alas, y menor longevidad en abejas obreras y zánganos²¹. Consecuentemente, el impacto económico suele ser reflejado en el decremento del rendimiento de miel²², cuando la infestación está por arriba de 5.0 % y no se da tratamiento las pérdidas alcanzan casi el 100 % de la miel y la colmena puede desaparecer en término de dos años²³.

El uso excesivo de acaricidas sintéticos han generado resistencia en poblaciones de *V. destructor*, además de contaminar los productos derivados de la colmena, lo que proporciona una necesidad de desarrollar nuevas estrategias y alternativas de tratamientos. El objetivo del presente trabajo fue describir el uso y beneficios de productos derivados de plantas, como aceites esenciales, extractos deshidratados en polvo, hojas y/o frutos secos, así como sus componentes activos y efectos directos sobre el ácaro *V. destructor*.

Desarrollo

Fitoterapia como alternativa contra la varroosis.

Los productos naturales (PN) poseen un alto potencial para el control de diversas plagas²⁴, por su eficacia diversa, principalmente ovicidas y anti-alimentarias, no generan efectos adversos en otras especies²⁵. Además, se ha reportado que son una elección de tratamiento altamente efectivo contra plagas resistentes a insecticidas sintéticos²⁶.

En las últimas décadas se han desarrollado estrategias alternativas contra *V. destructor* mediante el uso de productos derivados de plantas, como los extractos de plantas²⁵, aceites esenciales (AE) y ácidos orgánicos (AO)^{25,27,28}, con actividad acaricida, no representan riesgo alguno tanto para la salud de las abejas como para los humanos²¹.

Ácidos orgánicos. Rosenkranz et al.²⁹ describieron al ácido oxálico y ácido fórmico como los acaricidas blandos más utilizados en la apicultura, compuestos con bajo riesgo para la salud de las abejas, así como la presencia poco frecuente o nula de residuos en productos de la colmena³⁰.

El ácido fórmico es un AO incoloro y volátil, se encuentra presente en picaduras y/o venenos bucales de

una amplia gama de himenópteros, además de ser una sustancia natural presente en la miel³¹. Las aplicaciones de este ácido han sido utilizadas desde los años ochenta en países europeos, siendo Alemania pionera en dicha aplicación²⁹. El uso de este biopesticida como método de control en contra de la varroasis presenta una eficiencia del 60 a 92 %, variando en función del método de aplicación³², debido a que diversos factores, como condiciones climáticas y temperatura, con resultados exitosos (10 a 25 °C), temporada de aplicación, distancia desde el sitio de volatilización del ácido fórmico hasta el bastidor, cría presente y condiciones de la colmena pueden interactuar en la eficacia del producto³³. Este ácido a pesar de ser un derivado natural posee desventajas^{34,35} se describieron daños en la cría operculada y no operculada, asociándose a una incorrecta metodología de aplicación. En la actualidad¹, describieron resultados favorables mediante el uso de ácido fórmico al 70 %, utilizando 10 mL por colmena durante un periodo experimental de 24 días.

El ácido oxálico, sustancia cristalizada, naturalmente se encuentra en abundancia en la composición de muchas plantas³⁶, un tratamiento de primera elección para el control de varroasis en toda Europa³⁷. Dicho compuesto orgánico reporta una efectividad más del 95 % en la fase forética del ácaro³⁸, no presenta efecto contra ácaros en cría operculada³⁹. En comparación al ácido fórmico, el ácido oxálico no se ve afectado por la temperatura ambiental al momento de su aplicación, pero se han reportado casos de pérdidas de colmenas o decremento en los niveles de la cría por sobredosificación⁴⁰. Se han descrito diversas metodologías respecto a la aplicación de ácido oxálico, entre estas las más utilizadas, la aspersion, en combinación con jarabe de azúcar sobre las abejas o mediante cristales de evaporación con calor⁴¹.

Plantas aromáticas y aceites esenciales. A lo largo de los siglos, se han explorado numerosas plantas como una fuente de medicina alternativa, hoy en día los insecticidas botánicos juegan un papel muy importante en la agricultura mundial por sus efectos, acaricidas, fungicidas, herbicidas, entre otros⁴². Bajo este mismo contexto, los AE, formados por hidrocarburos cíclicos y derivados de alcohol, aldehído o ésteres son extractos de hierbas y especias volátiles, han jugado un rol importante contra el ataque de bacterias, hongos o insectos⁴³. Principalmente, en la Medicina Veterinaria han sido estudiados mediante el uso de aditivos naturales⁴⁴, siendo una opción en la alimentación del ganado bovino, modificando su fermentación ruminal y mitigando las emisiones de metano entérico⁴⁵.

El uso de sustancias naturales en la apicultura mediante el uso de plantas aromáticas y/o AE como un método alternativo de control de diversos patógenos⁴⁶ han generado un impacto benéfico debido a las moléculas bioactivas (terpenos, terpenoides, fenilpropanoides y otros) que estos poseen, además de minimizar efectos negativos en el medio ambiente⁴⁷ y hacerlos compatibles con la obtención de alimentos orgánicos, generando una mayor aceptación por parte de los apicultores y público en general⁴⁸.

El timol, proveniente de la planta *Thymus vulgaris* se ha convertido en un tratamiento acaricida de alta eficacia en contra de *V. destructor* por los compuestos fenólicos que este posee⁴⁹. En la actualidad, se ha utilizado en forma de cristales y distintos métodos, como tabletas de evaporación, geles, principalmente una sinergia entre combinaciones de AE a base de eucalipto, menta y alcanfor, con resultados superiores al 90 % de mortalidad de ácaros⁵⁰.

De igual manera, los AE de diversas especies botánicas hoy en día muestran resultados similares o supe-

riores al timol, pueden ser fluctuantes por ser productos de composición variable⁵¹ y dependen de factores como temperatura, metodología y extracción de los compuestos activos, zona geográfica, entre otros⁵².

Por lo tanto, es de suma importancia desarrollar sistemas de suministro efectivos, así como dosificaciones frecuentes y óptimas para determinar el momento óptimo de aplicación⁵³ y emplear un manejo fitoterapéutico integrado contra la varroasis, que alterne AE como pueden ser de ajo (*Allium sativum*)⁵⁴, orégano (*Origanum vulgare*)⁵¹, laurel (*Laurus nobilis*)⁵⁵, neem (*Azadirachta indica*), sácate limón (*Cymbopogon* spp.)⁵⁶, entre otros, cuyos resultados son eficientes.

Recientemente en México, apicultores de la zona sur del país han reportado una metodología que ha permitido controlar parcialmente las infestaciones de *V. destructor*, a base del uso de humo de plantas y/o frutos secos endémicos de la región generado por el ahumador, con una eficacia media del 41 %, por lo que se concluye que puede contribuir como una alternativa a disminuir los niveles de infestación cuando se utiliza de manera rutinaria⁵⁷.

Uso de extractos deshidratados botánicos y polvos inertes. El uso de moliendas ha sido poco estudiado a comparación de otro tipo de metodologías como control del ácaro *V. destructor*, a través de los años se ha observado que funcionan una vez que se adhieren a las almohadillas tarsales de los ácaros, impidiendo o dificultando su fijación al cuerpo de las abejas⁵⁸. El uso de polvos inertes ha demostrado una eficacia en la caída de ácaros⁵⁹. Por lo anterior, se ha utilizado principalmente el espolvoreamiento de azúcar, se asocia a la estimulación directa sobre el comportamiento higiénico de las abejas obreras, que conlleva a una caída rápida y efectiva de ácaros⁶⁰. Sin embargo, recientemente el uso de timol en polvo so-

bre los cabezales de los bastidores de cría se ha utilizado a diferentes dosis, generando distintos porcentajes de eficacia en la mortalidad y caída de ácaros. Chiesa & D'Agaro⁶¹ utilizaron 20 g de timol en polvo observándose valores superiores del 90 % de eficacia. Del mismo modo, espolvorearon 24 g de timol potencializándolo con azúcar, registrando una eficacia del 94 %⁵³, comparándolo con, quienes utilizaron 30 g de timol mezclado con azúcar reportando una eficacia del 89.9 %. Tananaki et al.⁶² compararon la eficacia de mortalidad de ácaros a una dosis de 20 g de timol en polvo contra 12.5 g de timol en base gel observando que la molienda contaba con una eficacia del 64.5 % mientras que la base gel un 65.4 %, no observaron diferencias significativas. De esta manera, el timol en base gel decrece ligeramente la población y postura de la reina.

El-Roby & Darwish⁶³ mezclaron diversos productos vegetales que posteriormente fueron utilizados en moliendas, cada una de ellas mezclada con cuatro partes de azúcar (1:4), administrando 40 g por colonia, observaron valores superiores al 90 % de eficacia. Además, las infestaciones de *Varroa* sp. en la cría de abejas decreció en más del 80 %. De igual manera, la cantidad de ácaros caídos 24 h posterior a la espolvoreada de tratamientos, reflejaron una reducción de hasta el 70 %, dicho resultado fue variable en función del tipo de molienda.

Conclusión

La varroasis representa un fuerte reto para la apicultura en el contexto nacional por la resistencia de este ácaro, generado por el uso excesivo y falta de capacitación en el uso de acaricidas sintéticos. Además, la presencia de residuos químicos en la cera y miel afectan drásticamente la inocuidad y calidad de los

productos derivados de la colmena, aunado al impacto nocivo en la salud pública.

Es de suma importancia el fortalecimiento de tratamientos alternativos naturales como lo es, el uso de diversas plantas, a manera de aceites esenciales, extractos, hojas o frutos secos y moliendas. Dichos productos han demostrado resultados favorables bajo condiciones de campo y laboratorio en términos de mortalidad y caída de ácaros de *V. destructor*, así como también se ha observado el incremento en los niveles de ovoposición de la reina y producción de miel. Sin embargo, se necesitan más evaluaciones para conocer el modo de acción específica de cada compuesto bioactivo, así como la dosis óptima para que estos puedan ser utilizados como alternativas en contra de *V. destructor*. Por último, el desarrollo de productos orgánicos en busca de mitigar efectos negativos y convertirlos en un producto amigable para el medio ambiente, otorga un valor agregado a los productores que los usen.

Fuente de financiamiento

Los autores desean reconocer el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) al primer autor para realizar estudios de maestría.

Conflictos de intereses

Los autores desean expresar que no existe relación financiera que tengan y que pudiera dar lugar a un conflicto de intereses en relación con el artículo publicado.

Agradecimientos

Los autores desean expresar el agradecimiento al CONACYT por la beca otorgada al primer autor para

realizar estudios de maestría. Además, de expresar el agradecimiento a la Universidad Autónoma de Tamaulipas por permitirle desarrollar sus estudios de maestría al primer autor.

Consideraciones éticas

Como el trabajo realizado es una revisión de literatura no hubo necesidad de trabajar con animales *in vivo*.

Aporte de los autores en el artículo

Los autores expresan que el trabajo en la recolección y revisión de literatura estuvo a cargo del primer autor. Mientras que los autores *Amador Silva, Daniel López y Sonia Patricia Castillo* colaboraron intelectualmente con el asesoramiento científico. El autor *Juan Carlos Martínez* trabajo más íntimamente con el primer autor y es responsable de la publicación del artículo.

Literatura citada

1. Sajid ZN, Aziz MA, Bodlah I, Rana RM, Ghramh HA, Khan KA. Efficacy assessment of soft and hard acaricides against *Varroa destructor* mite infesting honeybee (*Apis mellifera*) colonies, through sugar roll method. Saudi J Biol Sci 2020;27(1):53-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.04.017>
2. Rasool K, Ahad I, Rasool R. Efficacy of various botanicals and chemicals on ectoparasitic mite, *Varroa destructor* feeding on European honey bee, *Apis mellifera*. J Entomol Zool Stud 2017;5(5):589-95.
3. Magaña-Magaña MA, Leyva-Morales CE. Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola

- en México. *Contad Adm* 2011;(235):99-119. DOI: <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.421>
4. El-Nagar AE, Yousif-Khalil SI, El-Shakaa SMA, Helaly WM. Efficiency of some botanicals against *Varroa destructor* infesting honeybee colonies and their impact on brood rearing activity and clover honey yield. *Zagazig J Agric Res* 2019;46(2): 367-75. DOI: <https://doi.org/10.21608/ZJAR.2019.33392>
 5. Yousif-Khalil SI, Shalaby AA. Pollinating activity of honeybee *Apis mellifera* L. on sunflower as influenced by some insecticidal residues. *Zagazig J Agric Res* 1992;19(2):909-22.
 6. Tapia-González JM, Alcazar-Oceguera G, Macías-Macías JO, Contreras-Escareño F, Tapia-Rivera JC, Chavoya-Moreno FJ, et al. Nosemosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2017;8(3):325-30. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4510>
 7. Ruíz-Flores A, Ramírez-Hernández E, Maldonado-Simán E, Palafox-Guillén J, Ochoa-Torres E, López-Ordaz R. Incidencia y nivel de infestación por varroosis en abejas (*Apis mellifera*) en el laboratorio de identificación y diagnóstico apícola de 2002 a 2006. *Rev Chapingo Ser Cienc For Ambient* 2012;18(2):175-82. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.03.023>
 8. Roetschi A, Berthoud H, Kuhn R, Imdorf A. 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* 2008;39(3):362-71. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:200819>
 9. Ellis J, Munn P. The worldwide health status of honeybees. *Bee World* 2005; 86(4):88-101. DOI: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2005.11417323>
 10. Chen YP, Siede R, Maramorosch K. Honey bee viruses. *Adv Virus Res* 2007;70:33-80. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(07\)70002-7](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(07)70002-7)
 11. Maldonado-González AP, Tenorio-Beltrán LE, Vázquez-Romero YI, Villalobos-Rodríguez MA, Velázquez-Ordóñez V, Ortega-Santana C, et al. Varroosis: environmental and economic approach. A review. *Rev Electrón Vet* 2017;18(9):1-12.
 12. Martínez Puc JF, Medina Medina LA, Catzín Ventura GA. Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2(1):25-38.
 13. Tapia-González JM, Alcazar-Oceguera G, Macías-Macías JO, Contreras-Escareño F, Tapia-Rivera JC, Petukhova T, et al. Varroosis en abejas melíferas en diferentes condiciones ambientales y regionales de Jalisco, México. *Ecosistemas y Recur Agropecuarios* 2019;6(17):243-51. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.2018>
 14. Martínez-Cesáreo M, Rosas-Córdoba J, Prieto-Merlos D, Carmona-Gasca A, Peña-Parra B, Ávila-Ramos F. Presencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en abejas (*Apis mellifera*) de la región oriente del Estado de México. *Abanico Vet* 2016;6(2):30-8. DOI: <https://doi.org/10.21929/abavet2016.62.3>
 15. Guzman-Novoa E, Emsen B, Unger P, Espinosa-Montaña LG, Petukhova T. Genotypic variability and relationships between mite infestation levels, mite damage, grooming intensity, and removal of *Varroa destructor* mites in selected strains of worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *J Invertebr Pathol* 2012;110(3):314-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.03.020>
 16. Carmenate H, Botta E. Varroosis: peligrosa enfermedad de la abeja melífera (ii). diagnóstico y control. *Fitosanidad* 2004;8(2):47-55.

17. Magaña-Magaña MA, Sanginés-García JR, Lara-Lara PE, Salazar-Barrientos LL, Leyva-Morales CR. Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Rev Mex Cienc Pecu* 2017;8(1):43-52. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4304>
18. Nazzi F, Le Conte Y. Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the Western honey bee, *Apis mellifera*. *Annu Rev Entomol* 2016;61: 417-32. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023731>
19. Chihu Amparán D, Rojas Avalos LM, Rodríguez Dehaibes SR. Presencia en Veracruz, México, del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.). *Tec Pecu Méx* 1992;30(2):133-5. DOI: <https://doi.org/10.22319/RMCP.V30I2.3607>
20. Espinosa-Montaña LG. *Varroa destructor* A. *Imagen Veterinaria* 2004;4(2):16-21.
21. Koleoglu G, Goodwin PH, Reyes-Quintana M, Hamiduzzaman MM, Guzman-Novoa E. *Varroa destructor* parasitism reduces hemocyte concentrations and prophenol oxidase gene expression in bees from two populations. *Parasitol Res* 2018;117(4):1175-83. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5796-8>
22. Le Conte Y, Ellis M, Ritter W. *Varroa mites* and honey bee health: can varroa explain part of the colony losses? *Apidologie* 2010;41(3):353-63. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010017>
23. Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Aréchiga-Flores CF, Aguilera-Soto JI, Gutiérrez-Piña FJ. Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México. *Rev Mex de Cienc Pecu* 2011;2(3):313-7.
24. Islam N, Amjad M, Ehsan-ul-Haq, Stephen E, Naz F. Management of *Varroa destructor* by essential oils and formic acid in *Apis Mellifera* Linn. colonies. *J Entomol Zool Stud* 2016;4(6):97-104.
25. Eshbah HM, Mohamed AA, Hassan AR, Mahmoud ME, Shaban MM. Efficiency of feeding honey bee colonies, *Apis mellifera* L., with mixture of natural products and sugar syrup on brood and adult population. *Sci Agric* 2018;21(1):14-8. DOI: <https://doi.org/10.15192/PSCP.SA.2018.21.1.1418>
26. Koumad II, Berkani JO. Evaluación de la eficacia de cuatro plantas medicinales como fumigantes contra *Varroa destructor* en Argelia. *Arch Zootec* 2019;68(262):284-92. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4148>
27. Huamán N, Silva G. Efecto acaricida de aceite esencial de molle (*Schinus molle*) en el control de *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*). *Agroind Sci* 2020;10(2):145-51. DOI: <http://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.02.04>
28. Neira M, Heinsohn P, Carrillo R, Báez A, Fuentealba J. Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Acari: Varroidae). *Agric Téc* 2004;64(3):238-44. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0365-28072004000300003>
29. Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. Biology and control of *Varroa destructor*. *J Invertebr Pathol* 2010;103 (Suppl 1): S96-119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>
30. Calderón RA, Ramírez M, Ramírez F, Villalobos E. Efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas. *Agron Costarricense* 2014;38(1):175-88. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v38i1.15165>
31. Aydin L, Güleğen E, Çakmak I, Girisgin AO. The occurrence of *Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000 on honey bees (*Apis mellifera*) in Turkey. *Turk J Vet Anim Sci* 2007;31(3):189-91.

32. Gunes N, Aydın L, Belenli D, Hranitz JM, Mengilig S, Selova S. Stress responses of honey bees to organic acid and essential oil treatments against varroa mites. *J Apic Res* 2017;56(2):175-81. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1291229>
33. Imdorf A, Bogdanov S, Ibañes Ochoa R, Calderone NW. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie* 1999;30(2-3):209-28. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19990210>
34. Mondet F, Goodwin M, Mercer A. Age-related changes in the behavioural response of honeybees to Apiguard®, a thymol-based treatment used to control the mite *Varroa destructor*. *J Comp Physiol* 2011;197(11):1055-62. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00359-011-0666-1>
35. Bolli HK, Bogdanov S, Imdorf A, Fluri P. De zur wirkungsweise von ameisensäure bei *Varroa jacobsoni* Oud und der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 1993;24(1):51-7. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19930106>
36. Lide R. Handbook of chemistry and physics. 87th edition. The Chemical Rubber Co. Cleveland. United States of America;2006. 2712 p.
37. Nanetti A, Büchler R, Charrière J, Friesd I, Helland S, Imdorf A, et al. Oxalic acid treatments for varroa control (a review). *Apiacta* 2003;38(1):81-7.
38. Bogdanov S, Charrière JD, Imdorf A, Kilchenmann V, Fluri P. Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions. *Apidologie* 2002;33:399-409. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2002029>
39. Planinc AGI. Dynamics of falling *Varroa mites* in honeybee (*Apis mellifera*) colonies following oxalic acid treatments. *Acta Vet Brno* 2004;73:385-91. DOI: <https://doi.org/10.2754/avb200473030385>
40. Gregorc A, Planinc I. Acaricidal effect of oxalic acid in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 2001;32(4):333-40. <https://doi.org/10.1051/apido:2001133>
41. Rademacher E, Harz M. Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies -a review. *Apidologie* 2006;37(1):98-120. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2005063>
42. González-Gómez R, Otero-Colina G, Villanueva-Jiménez JA, Pérez-Amaro JA, Soto-Hernández RM. *Azadirachta indica* toxicity and repellence of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Agrociencia* 2006;40(6):741-51.
43. Patra AK, Saxena J. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. *Antonie Van Leeuwenhoek* 2009;96(4):363-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10482-009-9364-1>
44. Delgadillo-Ruiz L, Bañuelos-Valenzuela R, Gallegos-Flores P, Echavarría-Cháirez F, Meza-López C, Gaytán-Saldaña N. Modificación de la fermentación ruminal *in vitro* para mitigación de metano mediante la adición de aceites esenciales de plantas y compuestos terpenoides. *Abanico Vet* 2021;11:e107. DOI: <https://doi.org/10.21929/abanicovet2021.9>
45. Wang J, Liu M, Wu Y, Wang L, Liu J, Jiang L, et al. Medicinal herbs as a potential strategy to decrease methane production by rumen microbiota: a systematic evaluation with a focus on *Perilla frutescens* seed extract. *Appl Microbiol Biotechnol* 2016;100(22):9757-71. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7830-z>
46. Solarzano-Santos F, Miranda-Novales MG. Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Curr Opin Biotechnol* 2012;23(2):136-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.005>

47. Saad el-Z, Hussien R, Saher F, Ahmed Z. Acaricidal activities of some essential oils and their monoterpenoidal constituents against house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J Zhejiang Univ Sci* 2006;7(2): 957-62. DOI: <https://doi.org/10.1631/jzus.2006.B0957>
48. Albo GN, Henning C, Reynaldi FJ, Ringuelet J, Cerimele E. Dosis letal media (DL₅₀) de algunos aceites esenciales y biocidas efectivos para el control de *Ascosphaera apis* en *Apis mellifera* L. *Rev Elenctron Vet* 2010;11(10):1-12.
49. Damiani N, Gende LB, Bailac P, Marcangeli JA, Eguaras MJ. Acaricidal and insecticidal activity of essential oils on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Parasitol Res* 2009;106(1):145-52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1639-y>
50. Beyer M, Junk J, Eickermann M, Clermont A, Kraus F, Georgesc C, et al. Winter honey bee colony losses, *Varroa destructor* control strategies, and the role of weather conditions: Results from a survey among beekeepers. *Res Vet Sci* 2018;118:52-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.012>
51. Sabahi Q, Gashout H, Kelly PG, Guzman-Novoa E. Continuous release of oregano oil effectively and safely controls *Varroa destructor* infestations in honey bee colonies in a northern climate. *Exp Appl Acarol* 2017;72:263-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0157-3>
52. Umpiérrez ML, Santos E, Mendoza Y, Altesor P, Rossini C. Essential oil from *Eupatorium buniifolium* leaves as potential varroacide. *Parasitol Res* 2013;112(2):3389-400. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3517-x>
53. Melathopoulos AP, Pernal SF, Moller E, Baumgartner W, Guzman-Novoa E. A spring evaluation of thymol formulated in a sucrose dust for the control of *Varroa destructor*, a parasite of the honey bee (*Apis mellifera*) in Alberta, Canada. *Sci Bee Cult* 2010;2(2):2-6.
54. Ramzi H, Ismaili MR, Aberchaneb M, Zaanoun S. Chemical characterization and acaricidal activity of *Thymus satureioides* C. & B. and *Origanum elongatum* E. & M. (*Lamiaceae*) essential oils against *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Acari: Varroidae). *Ind Crops Prod* 2017;108:201-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.031>
55. Damiani N, Fernández NJ, Porrini MP, Gende LB, Álvarez E, Buffa F, et al. Laurel leaf extracts for honeybee pest and disease management: antimicrobial, microsporidicidal, and acaricidal activity. *Parasitol Res* 2014;113(2):701-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3698-3>
56. Sabahi Q, Hamiduzzaman MM, Barajas-Pérez JS, Tapia-Gonzalez JM, Guzman-Novoa E. Toxicity of anethole and the essential oils of lemongrass and sweet marigold to the parasitic mite *Varroa destructor* and their selectivity for honey bee (*Apis mellifera*) workers and larvae. *Psyche* 2018;a6196289. <https://doi.org/10.1155/2018/6196289>
57. May-Itza W de J, Medina Medina LA. Eficacia del humo de frutos de *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae) y vapores de timol para el control de *Varroa destructor* infestando abejas africanizadas. *Rev Mex de Cienc Pecu* 2019;10(3):778-88. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4810>
58. Fakhimzadeh K. The effects of powdered sugar varroa control treatments on *Apis mellifera* colony development. *J Apic Res* 2001;40(1-2):105-9. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2001.11101058>
59. Stanimirovic Z, Aleksic N, Stevanovic J, Cirkovic D, Mirilovic M, Delić N, et al. The influence of

- pulverised sugar dusting on the degree of infestation of honey bee colonies with *Varroa destructor*. *Acta Vet* 2011;61(2-3):309-25. DOI: <https://doi.org/10.2298/AVB1103309S>
60. Ellis AM, Hayes GW, Ellis JD. The efficacy of dusting honey bee colonies with powdered sugar to reduce varroa mite populations. *J Apic Res* 2009;48(1):72-6. DOI: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.1.14>
61. Chiesa F, D'Agaro M. Effective control of varroa-tosis using powdered thymol. *Apidologie* 1991;22(1):135-45. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19910206>
62. Tananaki C, Goras G, Huggett N, Karazafiris E, Dimou M, Thrasyvoulou A. Evaluation of the impact of Exomite Pro™ on Varroa mite (*Varroa destructor*) populations and honeybee (*Apis mellifera*) colonies: efficacy, side effects and residues. *Parasitol Res* 2014;113(4):1251-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3739-y>
63. EL-Roby ASMH, Darwish MG. Biological activity of certain natural products against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and their selectivity against *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *JPPM*. 2018;5(3):67-76.

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS) se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados mapas y afiliaciones institucionales.