

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1300>

Aceites esenciales, alternativa frente a plagas y enfermedades en apicultura

Essential Oils, Alternative Against Pests and Diseases in Beekeeping

Iván González Puetate

ivan.gonzalezp@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9930-0617>
Universidad de Guayaquil
Guayaquil – Ecuador

Mercedes Monserrate Arévalo Bozada

monserrate.arevalob@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-0226-7673>
Universidad de Guayaquil
Guayaquil – Ecuador

Maria Fernanda Vélez León

maria.velezle@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4184-3413>
Universidad de Guayaquil
Guayaquil – Ecuador

Jenny Maribel Acosta Prócel

jmacostap@istx.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-9240-6582>
Instituto Superior Universitario Cotopaxi
Guayaquil – Ecuador

Artículo recibido: 16 de octubre de 2023. Aceptado para publicación: 01 de noviembre de 2023.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

Mediante Una exhaustiva revisión de la literatura en el contexto de esta investigación se identifican las especies vegetales clave que pueden contribuir al control de plagas y enfermedades en sistemas apícolas, el objetivo de estudio es categorizar plantas que puedan presentar actividad acaricida frente a *Varroa destructor*. Encontrando al Tomillo (*Thymus vulgaris*), con un 17% (4/24) como un acaricida con gran proyección, Citronela (*Cymbopogon* spp.; *Cymbopogon nardus*) puede presentar un 8% (2/24), al igual que Ajo (*Allium sativum*), Laurel (*Laurus nobilis*), Orégano (*Origanum vulgare*; *Lippia sidoides*) con 8%, entre otras, afectando el exoesqueleto de *Varroa destructor*, inhibiendo la muda, puede presentar actividad neurotóxica y disminuye la tasa de crecimiento. Los aceites esenciales obtenidos mediante destilación por vapor emergen como una opción viable para la industria fitofarmacéutica, caracterizada por su accesibilidad, rentabilidad y un proceso de elaboración y aplicación en la apicultura que es igualmente sencillo.

Palabras clave: abejas, africanas, apis, melipona

Abstract

Through a bibliographic review in this research, the main plant species that can provide pest and disease control in beekeeping systems are established, the objective of the study is to categorize plants that can present acaricidal activity against *Varroa destructor*. Thyme (*Thymus vulgaris*), with 17% (4/24) as an acaricide with a great projection, Citronella (*Cymbopogon* spp. Citronella (*Cymbopogon* spp.; *Cymbopogon nardus*) can present 8% (2/24), as well as Garlic (*Allium sativum*), Laurel (*Laurus nobilis*), Oregano (*Origanum vulgare*; *Lippia sidoides*) with 8%, among others, affecting the exoskeleton of *Varroa destructor*, inhibiting molting, can present neurotoxic activity and decreases the growth rate. The essential oils extracted by steam distillation can establish an acceptable option for the phytopharmaceutical industry of easy accessibility, low cost and a simple methodology of elaboration and application in apicultural productions.

Keywords: african, apis, bees, honey bees, melipona

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: González Puetate, I. Arévalo Bozada, M. M., Vélez León, M. F. & Acosta Prócel, J. M. (2023). Aceites esenciales, alternativa frente a plagas y enfermedades en apicultura. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(5), 30–44.
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1300>

INTRODUCCIÓN

Los acaricidas químicos, que se elaboran y comercializan mundialmente, no son un recurso renovable y por lo que se deben tomar precauciones y manejar prudentemente para alcanzar el mayor beneficio. La rápida industrialización y la producción acelerada de estos compuestos artificiales han impulsado a los gobiernos y organismos reguladores a establecer normativas de uso y eficiencia (Agudelo et al., 2010). El uso de acaricidas sintéticos, incluidos los piretroides, los organofosforados y la formamidas (Aguirre, y otros, 2020), son los productos más utilizados para lograr controlar la presencia de parásitos en la rama de la apicultura, sin embargo, el uso continuo de dichas sustancias ha generado que diversas cepas desarrollen resistencia a estos medicamentos, además de contaminar el medio ambiente. Por esta razón los investigadores están desarrollando acaricidas a partir de materiales orgánicos (Karimi, Malekifard, & Tavassoli, 2022).

A partir del mundo vegetal, ciertas plantas han sido protagonistas en la elaboración de distintos fitofármacos. Las plantas con propiedades aromáticas y medicinales sintetizan diversos tipos de hidrocarburos alifáticos y cíclicos volátiles en una amplia variedad, los derivados de estos y análogos de isoprenoides oxigenados son parte de los aceites esenciales (AE) o extractos de plantas (Reyna-Fuentes et al., 2021). Muchos productos naturales poseen la capacidad de controlar las plagas (Reyna-Fuentes et al., 2022).

La producción de aceites esenciales extraídas de los bosques de sistemas agroforestales, son una clara evidencia de conservación y sostenibilidad, la preservación del medio ambiente, el cuidado de las costumbres y expresiones culturales, centrando el apoyo hacia los apicultores quienes dedican todos sus esfuerzos para criar, cuidar y mantener una colmena fuerte y saludable (Caiza Guallichico, 2023), puede ser la mejor alternativa de ingresos económicos permitiendo mejorar la subsistencia de la población rural. Donde la implementación de prácticas forestales con especies aromáticas, pueden promover un manejo adecuado de los recursos naturales destinado a cadenas de suministro en industrias farmacéuticas, alimentarias (Quispe & Saavedra, 2022). Finalmente, varios aceites esenciales (AE) (Aguirre, y otros, 2020) y ácidos orgánicos derivados de plantas pueden presentar una actividad acaricida eficiente sobre plagas y enfermedades que afectan los sistemas apícolas.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó a través del método cualitativo para determinar el proceso de extracción del aceite esencial y la actividad para controlar los problemas sanitarios de las colmenas apícolas. Mediante la búsqueda de términos como: aceite esencial, apicultura, abejas, *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, encontrando documentos científicos donde se estableció la figura 1, una nube de palabras para condensar los principales codificadores entre el título de los artículos y determinar las principales especies vegetales, y técnicas de extracción. La información se procesó mediante el análisis se utilizó el software Atlas TI 8.4.

Tabla 1

Principales plantas con posible actividad anti-ácaros: Varroa destructor

Especie	Componentes Principales	F	(%)	Autor
		Frecuencia	Porcentaje	
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	Aceites esenciales (0,2-0,3 %) como la garlicina o el sulfóxido de alilcisteína del bulbo intacto	2	8	(Reyna Fuentes et al., 2022); (Reyna-Fuentes et al., 2021)
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	Eugenol y cineol	2	8	(Reyna Fuentes et al., 2022); (Reyna-Fuentes et al., 2021)
Orégano (<i>Origanum vulgare</i> ; <i>Lippia sidoides</i>)	L-4-terpineol o terpinen-4-ol (26,56 %), timol (18,80 %) y carvacrol (2,24 %),	2	8	(Reyna Fuentes et al., 2022) ;(Reyna-Fuentes et al., 2021))
Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>)	linalol, como compuesto en los ácidos acético, butílico, valerianico, caproico. Y linoleno, alfa-pineno, cariofileno, geranio, neol y cineol.	1	4	(Vilatuña Guamanzara, 2018)
Chilca (<i>Eupatorium buniifolium</i>)	(salvigenina, acacetina, centaureidina, jaceidina, escopoletina, 1-O-p-cumaroil- β -D-glucopiranososa, los ácidos poliálticos y nivenólido, santina, eriodictiol, quercetina, rutina, hiperósido, brickellina,) la 5, 7, 5'-trihidroxi3,6,2', 4'-tetrametoxiflavona, 7-(3'-CH ₃ -2'-buteniloxi)-6-OCH ₃ cumarina y los ácidos cafeico, clorogénico y el éster 4-OH-3-metilbutílico del ácido 3-(4-OH-3-metoxifenil)-2-propenoico	1	4	(Sossa, 2023)
Molle (<i>Schinus molle</i>)	Taninos, alcaloides, flavonoides, esteroides, y terpenos.	1	4	(Sossa, 2023)
Citronela (<i>Cymbopogon</i> spp. C.; <i>Cymbopogon nardus</i>) <i>Cymbopogon flexuosus</i> ,	Geranial, neral. Acetato de farnesilo	2	8	(Reyna Fuentes et al., 2022) ; (Giménez-Martínez et al., 2022)
Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	Tymol, p-cimeno	4	17	(Reyna Fuentes et al., 2022) (Glavinic et al., 2022); (Fúquene Achury, 2020) (Vilatuña Guamanzara, 2018)

Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	Ácido linoleico, oleico, ácido hexadecanoico, octadecanoico, alfa-linoleico	1	4	(Reyna Fuentes et al., 2022)
Muña (<i>Mintostachys mollis</i>)	Carvacrol	1	4	(Albo, 2022)
Toronjil (<i>Melissa officinalis</i>)	Citronela, linalol y citral	1	4	(Karimi et al., 2022)
Algarrobo europeo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	Ácido copálico, delta-cadineno, cariofilina y alfa-humuleno, la astilbina	1	4	(Karimi et al., 2022)
<i>Quercus infectoria</i> G.Olivier	Ácido gálico, ácido elágico, ácido protocatequico, ácido gentísico, ácido clorogénico, ácido vanílico, ácido siríngico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, y ácido ferúlico), flavonoides o taninos	1	4	(Karimi et al., 2022)
Lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>)	Humuleno, mirceno, β -cariofileno y farnesceno) y geraniol, linalol, citral, linioneno y serolidol. (resina) ácido valerónico, lumulona y lupulona	1	4	(Iglesias et al., 2020)
Menta (<i>Mentha piperita</i>)	Limonene, 1,8-Cineole, 3-Octanol, Menthone, Menthofurane, Isomenthone, Acetate De Mentyle, Neomenthol, B-Caryophyllene, Menthol.	1	4	(Hýbl et al., 2021)
Manuka (<i>Leptospermum scoparium</i>)	Leptospermone, E-calamenene, alpha-copaene	1	4	(Hýbl et al., 2021)
Jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>)	Rotenona	1	4	(Gio Trujillo et al., 2023)
Total		24	100	

En la presente investigación la principal especie vegetal que puede aportar un control acaricida frente a *Varroa destructor*, es la planta de Tomillo (*Thymus vulgaris*), con un 17% (4/24), Citronela (*Cymbopogon* spp.; *Cymbopogon nardus*) puede presentar un 8% (2/24), al igual que Ajo (*Allium sativum*), Laurel (*Laurus nobilis*), Orégano (*Origanum vulgare*; *Lippia sidoides*) con 8% respectivamente en la tabla 1.

En base a los estudios realizados, se ha logrado comprobar que el uso de AE de laurel, tomillo, lavanda, anís y canela poseen la capacidad de actuar como fungicidas de origen natural, atacando directamente a *Varroa destructor* y causando la muerte de un alto porcentaje de dichos ácaros sin causar la muerte de las abejas (Ramírez, Torres, Naderkhani, Fagan, & Henderson, 2022).

Existen diversas opciones terapéuticas químicas para el control de plagas en una producción apícola por ejemplo Flumetrina, Fluvalinato, Amitraz, sus nombres comerciales etc., pero que a su vez desencadenan efectos tóxicos sobre el sistema nervioso de las abejas reduciendo así su rendimiento de aprendizaje, también el uso y abuso de estos acaricidas ha generado resistencia de *V. destructor*, a dichos productos por lo cual el uso de aceites esenciales de plantas presenta una buena eficacia en el control de *Varroa* y a su vez dejan una mínima residualidad en la miel y no lastiman a las abejas (Ahumada et al., 2018). También se puede usar el extracto de semilla de *Pachyrhizus erosus* en diluciones al 5 y 10% con un efecto acaricida frente a *V. destructor* del 45 % (48.99±15.1 y 59.44±13.57 % de efectividad respectivamente) (Gío-Trujillo, 2023).

La destilación en corriente de vapor conocido también como por arrastre de vapor, es unas de las principales técnicas de extracción, que puede ser por presión en frío (exprimiendo sin calentar), es el proceso más común para extraer aceites esenciales, más no es aplicable a flores ni a materiales que se apelmazan (Scalvenzi et al., 2016). La extracción ocurre cuando el vapor entra en contacto con las células de la planta, rompiendo y liberando su esencia, quedando atrapada en las gotas de agua del vapor que luego se condensa en el destilador, obteniendo así aceite de alta pureza (Cedeño et al., 2019). También, esta acción va a depender de la parte de la planta que se requiera extraer el material, ya sea de las hojas, flores, tallo o raíces; cabe mencionar que la concentración del aceite obtenido dependerá del tipo de planta, la edad de esta y las condiciones del entorno en el cual se encuentren (Ponte Barco, 2022).

Las plantas son capaces de producir una elevada variedad de metabolitos fitoquímicos, los mismo que poseen la función de proteger a las especies de predadores, al contar con las características apropiadas antimicrobianas y de repelencia frente a los herbívoros. Por esta razón muchas plantas presentan efectividad en la regulación del crecimiento y reducción de los microorganismos (Bermúdez-Vásquez et al., 2019).

Propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales

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 *Varroa destructor*, ya que son ingredientes de fácil acceso, bajo costo, de sencilla elaboración y aplicación, se debe tomar en cuenta la dosis que se aplica para eliminar los acaricidas sintéticos, porque un exceso puede desarrollar resistencia, así como disminución de cera, miel por lo tanto afecta la calidad de los productos (Reyna Fuentes et al., 2022).

Los aceites esenciales al ser de origen natural son considerados como una gran alternativa sostenible capaz de mantener la conservación de los alimentos y al ser obtenidos de plantas medicinales, hierbas y especias pueden ser utilizados como antifúngicos y así evitar el uso de plaguicidas sintéticos (Reyes-Caballero et al., 2022).

Inicialmente los AE, son sustancias de origen vegetal que presentan metabolitos secundarios volátiles, muchos de ellos insolubles en agua, presentando características de acuerdo con la estructura de la planta que se utilice en procesos de extracción. Estos aceites se generan en los tejidos glandulares de las plantas y, en su mayoría, adoptan una forma líquida a temperatura ambiente. Típicamente, presentan una apariencia incolora o ligeramente amarilla y son más livianos que el agua. Además, cuentan con un aroma intenso y penetrante que evoca la planta de la cual se derivan (Andrade Ochoa et al., 2017).

También pueden cumplir una función ecológica al atraer polinizadores y facilitar la dispersión de frutos y semillas; además, pueden desempeñar un papel como repelentes naturales de insectos y forman parte de los mecanismos de defensa química de las plantas. Estos aceites esenciales tienen un valor significativo en diversos sectores comerciales, incluyendo la industria alimentaria, farmacéutica, de sabores y fragancias, así como la cosmética y la fabricación de productos de higiene. Además, la aplicación de aceites esenciales ofrece una alternativa relevante en la regulación de insectos, hongos y nematodos, presentando una opción viable en reemplazo de los plaguicidas sintéticos (Ruiz et al., 2015).

Las principales propiedades físicas de los aceites esenciales, en su gran mayoría son de aspecto oleoso, altamente volátiles, solubles en aceites, alcohol, éter de petróleo, tetracloruro de carbono y demás solventes orgánicos; insolubles en agua, aunque le transmiten su perfume; son inflamables, responsables del aroma de las plantas, colores y sabores, a veces dulces o amargos, con densidad generalmente inferior a la del agua. Como su nombre indica de aceites estos presentan una consistencia en oleosa aromática que son obtenidos a partir de algo vegetal como: flores, capullos, semillas, hojas, corteza, hierbas, frutos o inclusive las raíces, que conjuntamente trabajan con otras moléculas, entre las principales están: terpenoides, derivados del oxígeno, hidrocarburos alifáticos, ácidos, alcoholes, lactonas, nitrógeno, cumarinas y fenilpropanoides (Albo, 2022).

Uno de los mecanismos mencionados para demostrar la actividad antimicrobiana de los extractos de plantas y los aceites esenciales en general, es la característica hidrofóbica, que favorece la interacción del principio activo con la membrana celular, que genera alteración de la misma, su ruptura y daños en sus estructuras internas y permeabilidad, lo que provoca en el agente patógeno extravasación de material intracelular, alteración fisiológica y cambios de virulencia, al inhibir la regulación genética (García et al., 2021)

La hidrofobicidad es una característica de los aceites esenciales, permite separar los lípidos en la membrana celular y la mitocondria, esto ayuda a que sea más permeable. los AE's se usan por su actividad antibacteriana. Porque inhibe el crecimiento de bacterias, lo que provoca su muerte. Existen mecanismos de acción antibacteriana que implican reacciones bioquímicas dentro de las células bacterianas (Aveiga Perea et al., 2020).

Los aceites esenciales son mezclas naturales complejas derivados de plantas aromáticas que pueden contener hasta sesenta compuestos en diferentes concentraciones y esto determina las propiedades biológicas de cada aceite esencial, están constituidos por terpenos, terpenoides, compuestos aromáticos y alifáticos, todos ellos volátiles y de bajo peso molecular (Rosas et al., 2020).

Se considera que los monópteros son las moléculas más representativas que constituyen a los aceites esenciales, aproximadamente el 90%. Con relación a los terpenoides y fenilpropanoides, que se encuentran en menor porcentaje. Estos componentes constituyen distintas clases estructurales y funcionales. Dicho componente es sintetizado a través del ácido cítrico (Chávez Soto et al., 2021).

Ciertos tipos de aceites esenciales actúan como antioxidantes, en tanto que otros estimulan la digestión, y ayudan a regular el metabolismo del sistema gastrointestinal o promueven la capacidad

de absorción de nutrientes, al estimular la actividad de las enzimas digestivas que se encuentran en la mucosa intestinal y también en el páncreas (González Caicedo et al., 2023).

Existen aceites esenciales que se pueden hallar en las plantas en forma de precursores no volátiles, comúnmente en forma de glicósidos, cuya descomposición se efectúa mediante procesos enzimáticos o en entornos ácidos diluidos. No obstante, también existen aceites esenciales que poseen cualidades volátiles y que pueden ser extraídos a través de la destilación por vapor. Adicional a esto, los AE pueden ser obtenidos con solventes o mediante la aplicación de presión (Vilatufña Guamanzara, 2018).

Los aceites esenciales o sus componentes monoterpénicos producen intoxicación neurotóxica, similar a organofosforados y carbamatos, mediante inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, otro mecanismo propuesto es la interacción de los componentes de los aceites esenciales con los receptores GABA en resumen todo los componentes que componen el aceite esencial tiene diferentes formas de afectar al insecto una vez que pasa la cutícula, pero la mayoría de efectos es sobre el sistema nervioso (Sánchez et al., 2017).

Material vegetal con potencial aplicación biológica

La disminución de las abejas a nivel global está desencadenando un deterioro social y ambiental por una menor producción de miel y sus derivados para consumo humano y por la pérdida de biodiversidad; la abeja evolucionó morfológicamente para realizar de la manera más adecuada la labor de polinización, está diseñada específicamente para la sostenibilidad del medio ambiente. Las tres principales causas de la pérdida de población apícola son la agricultura industrial, el cambio climático y las enfermedades infecciosas, principalmente las que son causadas por parásitos (Fúquene Achury, 2020).

Otra medida a mencionar son el uso de los ácidos esenciales en la agricultura siendo tres de ellos más utilizados como: *Lippia origanoides*, *Citrus sinensis*, *Cymbopogon nardus*, comprobados con el agente *Tribolium Cataneum* que es una de las principales plagas que afecta a cereales o productos almacenados. Teniendo en cuenta su efecto bactericida, insecticida, son usados en esta área. El que más cogida tuvo *Lippia origanoides* en donde no solo ha mostrado capacidad bactericida contra este agente, si no con otros. Por lo que se menciona que su espectro es amplio (Olivero et al., 2009).

Los aceites esenciales de *A. conyzoides*, *H. suaveolens* y *C. aromaticusse* encontraron de naturaleza insecticida absoluta para el insecto de prueba durante la prueba in vitro mediante el método de papel de filtro. Los tres aceites mostraron una mortalidad del 100 % del insecto de prueba (Jaya et al., 2014).

El aceite esencial obtenido de las hojas se caracteriza por su elevado nivel de toxicidad al tocarlo, con contraposición con la plaga de algarrobo blanco *R. picturatus*. Adicionalmente a esto, existe actividad bacteriostática frente a *S. aureus*. De igual manera, los distintos estudios de encapsulamiento para usarlo como sistema de liberación controlada y la obtención de nanopartículas green como un nuevo agente antimicrobiano son un hito que confirma que el Aguaribay puede considerarse una fuente de compuestos tanto antimicrobianos como insecticidas. Las nanoemulsiones con aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y canela (*Cinnamomum verum*) pueden ser una alternativa con una alta actividad antimicrobiana y antifúngica in vitro (Barrera Cuasapaz, 2023).

Preferir la aplicación de aceites esenciales en contraposición al uso de pesticidas químicos convencionales emerge como una opción atractiva debido a su alta eficacia y la ausencia de residuos. El aceite esencial extraído de *Schinus molle* L. (conocido como molle) se emplea como un agente complementario en varias aplicaciones relacionadas con productos alimentarios, ya sea de forma directa o indirecta, gracias a sus propiedades antimicrobianas. y antioxidante (Boom et al., 2018).

Mediante pruebas de toxicidad en laboratorio de aceites esenciales de *Schinus molle* sobre *A. mellifera* y *V. destructor*, obteniendo índices de seguridad que sugieren su inocuidad sobre abejas y efectividad varroacida, al evaluar efectos subletales de los varroacidas antes mencionados sobre la olfacción periférica, y el aprendizaje y memoria olfativa de linalool, un alcohol monoterpénico común en volátiles florales, de abejas melíferas, mediante electroantenografía (EAG) y condicionamiento de la respuesta de extensión de probóscide (PER), respectivamente (Sossa, 2023).

Numerosos aceites esenciales presentan propiedades toxicológicas que afectan a insectos, mediante los siguientes mecanismos de acción abarcan la actividad repelente y antinutritiva, la interferencia con la respiración, la disminución del crecimiento y la fertilidad, la desgastación de la cutícula, y la influencia sobre la actividad octopaminérgica en el sistema nervioso central (Durán Aguirre et al., 2020). Los aceites esenciales presentan características como buena eficacia, amplio espectro de acción, baja residualidad y toxicidad, así como elevada disponibilidad general, para promover trabajos de investigación y realizar estudios para controlar plagas y enfermedades apícolas (Pino, 2011).

Los AE's tienen indicaciones específicas para la recolección de las plantas como son: la destilación de una planta debe hacerse a vapor, debe detectarse el olor y el sabor, el almacenamiento debe hacerse con precaución debido a que son alta volatilidad, deben tenerse en depósitos herméticos y por última instancia, estos no deben exponerse al sol (Serra, 2022).

Se considera que el timol es una sustancia capaz de interferir directamente en el sistema nervioso central al establecer una vía de señalización de GABA (neurotransmisor inhibitorio), por esta razón es necesario tomar las debidas precauciones durante su aplicación ya que puede generar el mismo efecto en las abejas y adicional a esto generar el aumento de la susceptibilidad de esta especie a infecciones generadas por *Nosema ceranae*. al generarse la expresión reducida de los genes *Dscam* y *Basket* (Glavinic et al., 2022).

En estudios recientes, se ha identificado los compuestos activos y se ha evaluado los efectos del AE de *Cryptocarya alba* contra hongo microsporidio: *N. ceranae*, la nosemiosis está muy extendido entre las abejas melíferas adultas presente en la apicultura a nivel mundial (Bravo, 2021).

DISCUSIÓN

Las iniciativas y tendencias tecnológicas en el desarrollo de bioinsumos como bioinsecticidas, bioherbicidas, bioacaricidas, bionematicidas y biofungicidas; estas alternativas incluyen estimulantes de la defensa en las plantas, técnicas de control biológico y derivados de productos naturales obtenidos a partir de plantas y microorganismos. Investigaciones se centran en estudios sobre la formulación de productos naturales con actividad biológica sobre hongos fitopatógenos con una eficacia y una acción cada vez mejor (Mesa et al., 2019). Los aceites esenciales poseen propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas siendo algunos de sus componentes como fuente natural de componentes activos, han ganado una creciente atención (González-Moreno et al., 2022).

Los aceites esenciales obtenidos de clavo, eucalipto y orégano poseen la capacidad de atacar a *Varroa destructor*, los componentes de estas plantas atacan la composición química del ácaro antes mencionado, destruyendo el exoesqueleto, inhibiendo la muda, la respiración e incluso disminuye la tasa de crecimiento. El componente capaz de destruir al artrópodo es el Monoterpeno (componentes de las esencias volátiles). La capacidad acaricida se encuentra ligada con la actividad neurotóxica a través de la inhibición de la acetilcolinesterasa y al actuar de forma antagónica con los receptores octopaminérgicos (Giménez-Martínez et al., 2022). Otro aceite esencial como el *Piper aduncum* subsp. *ossanum* ofrece una valiosa aplicación en la elaboración de acaricidas botánico y puede establecerse como un candidato para programas de manejo integrado de varroa (Pino, 2011).

Estudios realizados han demostrado que el aceite esencial de eucalipto vaporizado puede llegar a ser tóxico para bacterias, hongos, patógenos e insectos. Y es que esta facultad se la atribuye a sus componentes activos 1,8-cineol, β -cimeno, D-limoneno, α -pineno, α -terpineol, entre otros (Nolazco Cama et al., 2020). Similar al uso de lemongrass para el control de enfermedad micótica cría yesificada (Neira C. et al., 2004). Otro producto natural con capacidad acaricida son los ácidos orgánicos, sin embargo, estas sustancias son capaces de generar mayor grado de estrés en las abejas en relación al uso de aceites esenciales, que además de ser eficaces contra los ácaros, también provoca efectos antimicrobianos, de esta manera se podrá evidenciar mejoría en el estado de salud de las colonias de las abejas (Hýbl et al., 2021).

CONCLUSIÓN

La industria fitoquímica se presenta como una alternativa prometedora para desarrollar proyectos productivos sostenibles o emprendimientos que permitan mejorar la economía circular y los sistemas ambientales para fomentar la producción sustentable de plantas con características bactericidas, antifúngicas o insecticidas al controlar plagas y enfermedades. El desarrollo de tecnologías sostenibles como la producción de aceites esenciales puede tener bajos costos de producción, desarrollando un producto final de gran calidad y estabilidad, también su origen orgánico puede favorecer la implementación en nuevos mercados al optimizar condiciones de seguridad e inocuidad alimentaria.

El aceite esencial de Toronjil (*Melissa officinalis*), es una alternativa biodegradable y segura al no genera efectos adversos en producciones apícolas, se puede establecer en la industria fitoterapéutica, ya que sus componentes químicos y metabolitos pueden controlar la infestación de *Varroa destructor* en colmenas de abejas. Los aceites esenciales al presentar características insecticidas pueden llegar a controlar o reducir los problemas de resistencia a insecticidas químicos o tradicionales utilizados en sanidad apícola, siendo fundamental realizar estudios de investigación, analizar niveles de concentración y métodos de extracción para optimizar el control de plagas y enfermedades.

REFERENCIAS

- Agudelo, E., Suárez, E., Echavarría, A., & Cardona, S. (2010, septiembre 28). Simulación metabólica de la biodegradación de aceites dieléctricos usando sistemas experto. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000100016
- Ahumada, M., Marcos, J. L., & Bañares, G. (2018). Determinación del Efecto de Tres Concentraciones de Aceite Esencial de Eucalipto, para el Control Ecológico de la Varroasis en Colmenas en Producción, en Los Molles, Región de Valparaíso, Chile. <https://hdl.handle.net/20.500.12536/1551>
- Albo. (2022, marzo 23). Bioensayo de supervivencia en estadío adulto de abeja melífera (*Apis mellifera*, L.) a concentraciones crecientes del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, como potencial agente de control antimicrobiano. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138185>
- Andrade Ochoa, S., Sánchez-Torres, L. E., Nevárez-Moorillón, G. V., Camacho, A. D., & Noguera-Torres, B. (2017). Essential oils and their components as an alternative in the control of mosquito vectors of disease. *Biomédica*, 37(Sup. 2), Article Sup. 2. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3475>
- Aveiga Perea, E. A., Pineda Parra, M. V., & Arguello, W. (2020). Aplicación de aceites esenciales para la desinfección en el cultivo de *Artemia* de las industrias acuícolas de peces y crustáceos [Thesis, ESPOL. FIMCM]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51426>
- Barrera Cuasapaz, C. A. (2023). Desarrollo de biomembranas funcionalizadas con aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y canela (*Cinnamomum verum*) como agentes bactericidas para su uso como recubrimiento en alimentos. [masterThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/30292>
- Bermúdez-Vásquez, M. J., Granados-Chinchilla, F., & Molina, A. (2019). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Psidium guajava* y *Cymbopogon citratus*. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 147-163. <https://www.redalyc.org/journal/437/43757673010/html/>
- Boom, E. A., Orozco, J. A., Alean, J. D., Rojano, B., Boom, E. A., Orozco, J. A., Alean, J. D., & Rojano, B. (2018). Evaluación de la Actividad Antioxidante de Aceites Esenciales de Eucaliptos Cultivados en Colombia. *Información tecnológica*, 29(6), 57-66. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600057>
- Bravo, J. (2021). Potencial antibacteriano, antioxidante y antitumoral de plantas aromáticas del sur de Chile. *Cuadernos Médico Sociales*, 61(1), Article 1. <https://doi.org/10.56116/cms.v61.n1.2021.31>
- Caiza Guallichico, D. N. (2023). Las percepciones ambientales persistentes del uso de compuestos orgánicos en los estudiantes del Tercer Año de Bachillerato de la Unidad Educativa Particular Bilingüe Academia Militar Del Valle, Conocoto, 2021-2022. [masterThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29990>
- Cedeño, A., Moreira, C., Muñoz, J., Muñoz, A., Pillasaguay, S., & Riera, M. A. (2019). Comparación de métodos de destilación para la obtención de aceite esencial de eucalipto. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 6(1), Article 1. https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/472
- Chávez Soto, D., Soto, D. Y. C., Armijo, J. F. V., Meléndez, J. H., González, J. C. M., Jiménez, S. E., & Aguirre, D. L. (2021). Essential oils in small ruminants and their effect on productivity. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(2). <https://doi.org/10.56369/tsaes.3468>

Durán Aguirre, C. E., Pratisoli, D., Carvalho, J. R. de, Pacheco Damascena, A., Araujo Junior, L. M. de, Bolsoni Zago, H., Durán Aguirre, C. E., Pratisoli, D., Carvalho, J. R. de, Pacheco Damascena, A., Araujo Junior, L. M. de, & Bolsoni Zago, H. (2020). Actividad insecticida de aceites esenciales sobre *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Idesia* (Arica), 38(4), 59-64. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000400059>

Fúquene Achury, B. S. (2020, mayo). Varroa un problema de gran impacto a nivel sanitario y productivo en la apicultura, métodos de diagnóstico, tratamientos y prevención. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3246>

García, J. E. H., Díaz, J. A. R., Estrada-Cutiño, O., Solenzal-Valdivia, Y., Fernández-León, K. J., & Rondón-Castillo, A. J. (2021). Potencialidades de la utilización de aditivos zootécnicos en la apicultura cubana. *Pastos y Forrajes*, 44. [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=2232](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=2232)

Giménez-Martínez, P., Ramírez, C., Mitton, G., Meroi Arcerito, F., Ramos, F., Cooley, H., Fuselli, S., & Maggi, M. (2022). Lethal concentrations of *Cymbopogon nardus* essential oils and their main component citronellal on *Varroa destructor* and *Apis mellifera*. *Experimental Parasitology*, 238, 108279. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2022.108279>

Gio Trujillo, J. A., Cámara Romero, J. L., & Monforte Rodríguez, A. M. (2023). Acaricidal effect of *Pachyrhizus erosus* on *Varroa destructor* in *Apis mellifera*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(2), Article 2. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4509>

Glavinic, U., Blagojevic, J., Ristanic, M., Stevanovic, J., Lakic, N., Mirilovic, M., & Stanimirovic, Z. (2022). Use of Thymol in *Nosema ceranae* Control and Health Improvement of Infected Honey Bees. *Insects*, 13(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/insects13070574>

González Caicedo, L. D., Ramírez Rincón, N. A., & Caballero Rojas, J. C. (2023). Relación Entre Los Niveles De Cortisol Y La Utilización Aromaterapia Con Base En Aceite Esencial De Lavanda, En La Fundación Mujer Linda Cats En La Ciudad De Bogotá. *instname:Universidad Antonio Nariño*. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7484>

González-Moreno, B. J., Piña-Barrera, A. M., Pérez-López, L. A., Galindo-Rodríguez, S. A., & Alvarez-Román, R. (2022). Aceites esenciales de origen natural: Características químicas, técnicas de extracción y potencial aplicación biológica. *Biología y Sociedad*, 5(10), Article 10. <https://doi.org/10.29105/bys5.10-71>

Hýbl, M., Bohatá, A., Rádsetoulalová, I., Kopecký, M., Hoštičková, I., Vaníčková, A., & Mráz, P. (2021). Evaluating the Efficacy of 30 Different Essential Oils against *Varroa destructor* and Honey Bee Workers (*Apis mellifera*). *Insects*, 12(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/insects12111045>

Iglesias, A., Mitton, G., Szawarski, N., Cooley, H., Ramos, F., Meroi Arcerito, F., Brasesco, C., Ramirez, C., Gende, L., Eguaras, M., Fanovich, A., & Maggi, M. (2020). Essential oils from *Humulus lupulus* as novel control agents against *Varroa destructor*. *Industrial Crops and Products*, 158, 113043. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113043>

Jaya, Singh, P., Prakash, B., & Dubey, N. K. (2014). Insecticidal activity of *Ageratum conyzoides* L., *Coleus aromaticus* Benth. And *Hyptis suaveolens* (L.) Poit essential oils as fumigant against storage grain insect *Tribolium castaneum* Herbst. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2210-2215. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0698-8>

Karimi, P., Malekifard, F., & Tavassoli, M. (2022). Medicinal plant essential oils as promising Anti-Varroa agents: Oxidative/nitrosative screens. *South African Journal of Botany*, 148, 344-351. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.05.003>

Mesa, V. a. M., Marín, P. A., Ocampo, O., Calle, J., & Monsalve, Z. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: Una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(1), 23-30. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86458941001>

Neira C., M., Heinsohn P., P., Carrillo Ll., R., Báez M., A., & Fuentealba A., J. (2004). The Effect of Lavender and Laurel Essential Oils on Varroa destructor Anderson & Truemann (Acari:Varroidae). *Agricultura Técnica*, 64(3), 238-244. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072004000300003>

Nolazco Cama, D., Villanueva-Quejia, E., Hatta Sakoda, B., & Tellez Monzon, L. (2020). Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 274-284. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.661>

Olivero, J., Caballero, K., Jaramillo, B., & Stashenko, E. (2009). Actividad repelente de los aceites esenciales de Lippia organoides, Citrus sinensis y Cymbopogon nardus cultivadas en Colombia frente a Tribolium castaneum, *Herbst*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-08072009000300006&lng=es&nrm=iso

Ponte Barco, R. Y. (2022). Uso de aceites esenciales de plantas aromáticas en la producción avícola [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2022]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13114>

Quispe, D., & Saavedra, C. (2022). Aprovechamiento de especies aromáticas en sistemas agroforestales para la fabricación de aceites esenciales: Revisión sistemática. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92995>

Reyes-Caballero, Y. M., Cabrera, M., Casal-Martínez, C. C., Arrúa-Alvarenga, A. A., Moura-Mendes, J., Reyes-Caballero, Y. M., Cabrera, M., Casal-Martínez, C. C., Arrúa-Alvarenga, A. A., & Moura-Mendes, J. (2022). Comparación de técnicas de tamizaje de actividad antifúngica de aceites esenciales de especies frente cepas de Aspergillus aisladas de maní (Arachis hypogaea). *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 27(2), 85-100. <https://doi.org/10.32480/rscp.2022.27.2.85>

Reyna Fuentes, J. H., Martínez González, J. C., Silva Contreras, A., & López Aguirre, D. (2022). Efecto de tres moliendas vegetales contra el ácaro Varroa destructor en colonias de Apis mellifera. *Nova scientia*, 14(28). <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.3019>

Reyna-Fuentes, J. H., Martínez-González, J. C., Silva-Contreras, A., López-Aguirre, D., Castillo-Rodríguez, S. P., Reyna-Fuentes, J. H., Martínez-González, J. C., Silva-Contreras, A., López-Aguirre, D., & Castillo-Rodríguez, S. P. (2021). Fitoterapia una alternativa de control de plagas y enfermedades de abejas. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(2), 114-123. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080200114>

Rosas, N., Alba, I., Mireles, M., & Villegas, J. (2020, septiembre 11). Evaluación de la compatibilidad del proceso de germinación de Metarhizium anisopliae con aceites esenciales. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100213

Ruiz, C., Díaz, C., & Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(2), 81-94. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2015000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Scalvenzi, L., Yaguache-Camacho, B., Cabrera- Martínez, P., & Guerrini, A. (2016). Actividad antifúngica in vitro de aceites esenciales de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. Y *Piper aduncum* L. *Bioagro*, 28(1), 039-046. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-33612016000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Serra, M. A. (2022). Inhibición de bacterias del género *Leuconostoc* a partir del uso de extractos vegetales naturales. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/handle/11185/6572>

Vilatuña Guamanzara, E. P. (2018). Formulación de acaricidas de liberación controlada para la disminución de la Varroosis en *Apis Mellifera*. [bachelorThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15495>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .