

Salud animal**Artículo de investigación científica y tecnológica****Evaluación del aceite esencial de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) sobre el ácaro rojo de aves *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae) bajo condiciones de laboratorio****Evaluation of essential coriander (*Coriandrum sativum* L.) oil against the red poultry mite (*Dermanyssus gallinae*) (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae) under laboratory conditions**Eneida Torres-Cabra,^{1*} Mayer Isnardo Lagos-López²

¹ Docente auxiliar, Fundación Universitaria Juan de Castellano (FUJC), Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Investigación en producción animal y tecnologías agroalimentarias (Inpanta). Tunja, Colombia.
Correo: etorres@jdc.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2538-1666>

² Docente, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Biológicas, Grupo Biología para la Conservación. Tunja, Colombia.
Correo: mlagos@jdc.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-849774>

Editor temático: Leonora Rodríguez Polanco (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA])

Fecha de recepción: 11/11/2017

Fecha de aprobación: 10/10/18

Para citar este artículo: Torres-Cabra, E., & Lagos-López, M. I. (2019). Evaluación del aceite esencial de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) sobre el ácaro rojo de aves *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae) bajo condiciones de laboratorio. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 53-60

DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:1249

Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

* Autor de correspondencia. Sede Álvaro Castillo: Carrera 11 # 11-44 Tunja Boyacá.

Resumen

El ácaro rojo *Dermanyssus gallinae* afecta las producciones avícolas, principalmente de ponedoras, al alimentarse de su sangre. Su control se realiza a través de acaricidas químicos, hacia los cuales aumenta su resistencia. Se evaluó la actividad acaricida de aceite esencial (AE) de cilantro (*Coriandrum sativum*) a concentraciones de 1, 2 y 3 mg/cm² a través de bioensayos por contacto sobre adultos de *D. gallinae* y se comparó con un acaricida químico (Neguvón®). Los ácaros fueron colectados de aves (*Gallus gallus* L.) de traspatio. Se realizaron seis repeticiones por tratamiento. Estadísticamente, se determinaron los

porcentajes de mortalidad y se calculó el ANOVA. Se estableció el porcentaje de la actividad letal. Se estimó la CL₅₀ y el TL₅₀. El AE de cilantro causó el 100 % de mortalidad sobre la población de *D. gallinae* a los 25 min después del contacto con una concentración de 2 y 3 mg/cm² y a los 30 min con una concentración de 1 mg/cm². La CL₅₀ del AE de cilantro fue de 1,3 mg /cm², con un TL₅₀ de 13 min sobre la población de *D. gallinae*. Se sugiere el aceite esencial de cilantro *C. sativum* como una alternativa a los acaricidas químicos para el control del ácaro rojo de aves *D. gallinae*.

Palabras clave: acaricidas, Apiaceae, avicultura, control de plagas, hematofagia, acaricidas

Abstract

The red mite *Dermanyssus gallinae* affects poultry production mainly of laying hens by feeding on its blood. Its control is carried out using chemical acaricides, toward which its resistance increases. The aim of this study was to evaluate the acaricidal activity of essential oil (EO) of coriander (*Coriandrum sativum*) at concentrations of 1, 2 and 3 mg/cm² through contact bioassays on adults of *D. gallinae*, compared to a chemical acaricide (Neguvón®). The mites were collected from backyard hens (*Gallus gallus* L.). Six replicates were performed per treatment. Statistically, mortality percentages were established and an ANOVA was carried out.

The lethal activity percentage was established. Additionally, the median lethal concentration (LC₅₀) and the median lethal time (TL₅₀) were estimated. Coriander EO caused 100 % mortality on *D. gallinae* population 25 min after contact with a concentration of 2 and 3 mg/cm² and after 30 min with a lower concentration of 1 mg/cm². The LC₅₀ of the coriander EO was 1.3 mg/cm², with a 13 min TL₅₀ on the *D. gallinae* population. The EO of coriander is suggested as an alternative to be used instead of the chemical acaricides for the control of the red poultry mite *D. gallinae*.

Key words: acaricides, Apiaceae, aviculture, haematophagy, pest control, repellents

Introducción

El ácaro rojo de las aves o “piojillo de los gallineros” *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) pertenece a la clase Arachnida (De Geer, 1778), familia Dermanyssidae, y es la especie más abundante dentro de este grupo (Walter & Proctor, 2013). Este es el ectoparásito hematófago que más daño causa en los sistemas de producción aviar (Rodríguez-Vivas & Cob-Galera, 2005), especialmente en explotaciones de cría de gallinas ponedoras, en las que la producción de huevos puede caer hasta en un 25 %, disminuyendo su calidad y causando pérdida de peso, anemia y mortalidad en las aves (Green, Sparling, & Sperling, 2007), además de encontrarse con frecuencia en todo el mundo (Kim, Na, Yi, Kim, & Ahn, 2007).

Para su control se hace uso de acaricidas sintéticos, pero existen poblaciones que han desarrollado resistencia a plaguicidas como carbamatos y piretroides (George et al., 2015), incrementando la problemática (George, Callaghan, Guy, & Sparagano, 2008). Para su control, se han evaluado aceites esenciales de cilantro (*Coriandrum sativum*), lavanda (*Lavandula angustifolia*), tomillo (*Thymus vulgaris*), manuka (*Leptospermum scoparium*), poleo (*Mentha pulegium*), albahaca dulce (*Ocimum basilicum*), menta (*Mentha spicata*), ajedrea de jardín (*Satureja hortensis*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*), con resultados tóxicos sobre *D. gallinae* a través de ensayos de contacto (Kim, Yi, Tak, & Ahn, 2004; Kim et al., 2007; George, Smith, Shiel, Sparagano, & Guy, 2009; Magdaş, Cernea, Baciú, & Şuteu, 2010; Nechita, Poirel, Cozma, & Zenner, 2015). Igualmente, se han estudiado hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metharhizium anisopliae* con altos porcentajes de mortalidad (Steenber & Kilpinen, 2003; Tavassoli, Ownag, Porseyed, & Mardani, 2008). Sin embargo, se deben evaluar otras alternativas, debido a que no se ha podido determinar la solución de control final.

Los plaguicidas a base de productos naturales se muestran como una alternativa para mitigar

el ataque de ácaros tanto hematófagos como fitófagos. Tal es el caso de los aceites esenciales (AE), cuyo uso es viable gracias a su baja toxicidad para mamíferos y a que son biodegradables (Toloza, Zygadlo, Biurrun, Rotman, & Picollo, 2010). Los AE con propiedades insecticidas se han comercializado con éxito en aplicaciones agrícolas específicas y cumplen los criterios de riesgo mínimo como pesticidas (United States Environmental Protection Agency [US EPA], 2004). De acuerdo con Toloza (2010), los insecticidas naturales como los AE son una opción viable y deben tenerse en cuenta para el desarrollo de nuevos productos amigables con el medio ambiente.

Por su parte, el cilantro (*Coriandrum sativum* L.) es una planta herbácea anual, que pertenece a la familia Apiaceae (Mahendra & Bisht, 2011) y contiene AE en hojas, tallos, flores, frutos, semillas, raíces y cortezas (Mandal & Mandal, 2015). El rendimiento del AE de *C. sativum* y su composición química sufren cambios durante la ontogénesis (Bhuiyan, Begum, & Sultana 2009), cuyo mayor constituyente es el linalool; además, contiene limoneno, α -pineno, canfeno, acetato de geranilo, acetato de linalilo, geraniol, terpin-4-ol, α -terpineol, c-terpinterpinene, mircenol y alcanfor (Zeb, 2016). Estos compuestos tienen un amplio espectro de actividades biológicas, incluyendo sus funciones insecticida (Pavela & Vrchotová, 2013) y acaricida (Song, Yang, Suh, & Lee, 2011). La actividad de los AE depende de su composición, que es afectada por factores como la estructura genética, el clima y las prácticas agrícolas (Telci, Toncer, & Sahbaz, 2006).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad acaricida del AE de cilantro (*C. sativum*) contra el ácaro rojo de aves (*D. gallinae*), bajo condiciones controladas de laboratorio.

Materiales y métodos

Cría del ácaro *Dermanyssus gallinae*

Se recogieron colonias de ácaros *D. gallinae* bajo las plumas y pecho de aves *Gallus gallus* (L., 1758) (Aves: Galliformes: Phasianidae), y de hendiduras

de los gallineros en una producción traspatio de la Finca Samaría en Duitama (Boyacá, Colombia). Los ejemplares de *D. gallinae* se transfirieron inmediatamente a recipientes de polietileno (4,8 cm × 8,4 cm) y se taparon. Los ácaros fueron transportados al laboratorio de Sanidad Vegetal de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos de la ciudad de Tunja (Boyacá, Colombia). En el laboratorio, los ácaros se colocaron en una caja de Petri, sobre papel filtro y un trozo de algodón húmedo, y se sellaron con Parafilm®; se mantuvieron a una temperatura de entre 20 ± 9 °C y humedad relativa de 60-90 %, con ciclos de 16:8 horas luz-oscuridad. Las pruebas se llevaron a cabo dentro de los 2 días después de la recogida de los ácaros. Estos ejemplares no fueron alimentados pues pueden sobrevivir hasta ocho meses lejos de las aves de corral sin alimentarse y además resisten la desecación (Chauve, 1998).

Bioensayos

Para este tipo de prueba se siguieron parámetros de metodologías ya establecidas y estandarizadas con algunas modificaciones a las condiciones del laboratorio, como lo son las de Kim et al. (2004) y George et al. (2009).

El AE de cilantro fue adquirido en Bioryz Biovegetal (Bogotá, Colombia). Con el fin de evaluar su actividad acaricida, se realizaron bioensayos de contacto con papel filtro sobre adultos de *D. gallinae*. Para ello, se aplicaron concentraciones de 1,0, 2,0 y 3,0 mg/cm² de AE de *C. sativum* sobre papel filtro (Whatman N.º 2, 4,25 cm de diámetro) en 50 µl de etanol al 70 %. El tratamiento de control se llevó a cabo con 50 µl de etanol y se utilizó el acaricida comercial (Neguvón®) como un estándar, cuyo ingrediente activo es triclorfon, con el fin de comparar los ensayos de toxicidad. El papel filtro se secó en una campana extractora durante 2 minutos; posteriormente, este se dispuso en la parte inferior de una caja de Petri (4,8 cm de diámetro × 1,2 cm). Se ubicaron 10 ácaros adultos en cada caja y un trozo de algodón (5 mm × 5 mm) impregnado con 100 µl de agua destilada. A continuación, cada caja de Petri se cubrió con la tapa y se selló con Parafilm®. Cada tratamiento fue repetido seis veces.

Finalmente, se determinó la mortalidad cada 5 min después de la exposición a los tratamientos, para lo cual se usó un estereomicroscopio MotiC® SMZ-168. Los adultos fueron considerados muertos si sus apéndices no se movían cuando se pinchaban con un alfiler fino. Veinticuatro horas después se hicieron pruebas de residualidad.

Análisis estadístico

El porcentaje de mortalidad se determinó con la fórmula de Henderson y Tilton (1995), mientras que la actividad letal se clasificó según Kim et al. (2007): fuerte mortalidad, > 80 %; moderada, 80-61 %; débil, 60-40 %; poca o ninguna actividad, < 40 %. Se determinó el análisis de varianza (ANOVA) y se realizó un análisis no paramétrico, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk ($n < 30$). Además, se analizaron las diferencias significativas a través de la prueba de Kruskal-Wallis y, con la prueba de Tukey, se evaluaron diferencias significativas entre los tratamientos y el tiempo de exposición. La concentración letal media (CL₅₀) se estimó con el análisis Probit, utilizando el programa BioStat (2009). Asimismo, se determinó el tiempo letal medio (TL₅₀) para cada concentración con la pendiente de la recta que contenía el valor de 50 % de mortalidad y se reemplazaron los valores X y Y en la ecuación ($Y = A + X$) para hallar A para cada tratamiento.

Resultados y discusión

La actividad acaricida del AE de cilantro (*C. sativum*) sobre ácaros rojos adultos (*D. gallinae*) a través de bioensayos por contacto, según las diferentes dosis y el tiempo de exposición, se presenta en la tabla 1.

De acuerdo con los datos reportados en la tabla 1, se puede establecer que la dosis de 3 mg/cm² es la que ofrece mayor mortalidad en cualquier tiempo (5, 10, 15, 25 y 30 minutos). La eficacia de las dosis evaluadas de AE de cilantro (1, 2 y 3 mg/cm²) presentó una mortalidad fuerte (100 % mortalidad) a los

Tabla 1. Actividad acaricida del AE de cilantro (*C. sativum*) contra ácaros rojos adultos (*D. gallinae*), a través de bioensayos por contacto

Dosis mg/ cm ²	Mortalidad (media ± E.S. [%]) ^a					
	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
1	5,0 ± 3,4c	31,6 ± 7,4ab	60,0 ± 8,1a	81,7 ± 4,01b	93,3 ± 2,1b	100 ± 0,0
2	1,7 ± 1,6c	23,3 ± 4,9b	53,33 ± 9,5a	88,3 ± 6,0ab	100 ± 0,0a	
3	18,3 ± 1,7b	43,3 ± 5,5a	70 ± 7,3a	90,0 ± 4,4ab	100 ± 0,0a	
control	0c	0c	0b	0c	0c	0
AC	100 ± 0,0a					

^a datos con la misma letra en cada columna expresan que no hay diferencia significativa $p=0,05$. AC: tratamiento control químico acaricida comercial Neguvón®.

Fuente: Elaboración propia

30 min de contacto. En el grupo control, todos los individuos sobrevivieron, mientras que el control químico, a partir del primer instante de contacto sobre los ácaros, causó el 100 % de mortalidad. La media y el error estándar se reporta con los datos sin transformar. Se comparan los tiempos y tratamientos con la prueba de Kruskal-Wallis y hubo diferencias significativas $p < 0,05$ de acuerdo con la dosis aplicada y el tiempo de exposición.

Kim et al. (2004) reportaron el 100 % de mortalidad en *D. gallinae* después de 24 horas de contacto con el AE de cilantro a 0,07 mg/cm². Para el presente estudio, el AE de cilantro causó el 100 % de mortalidad sobre la población de *D. gallinae* a los 25 min después del contacto con una concentración de 2 y 3 mg/cm², y a los 30 min con 1 mg/cm². Magdaş et al. (2010) registraron una mortalidad del 100 % a las 24, 48 y 72 horas del contacto de *D. gallinae* con AE de cilantro a 0,4 y 0,6 mg/cm² en ensayos *in vitro*, utilizando el método de contacto directo. Al comparar los anteriores trabajos con este estudio, se pudo observar que el efecto del aceite de cilantro sobre *D. gallinae* es más rápido, alcanzado el 100 % de mortalidad con las tres concentraciones evaluadas a los 30 min de exposición.

Las dosis de AE de cilantro en etanol evaluadas (1,0, 2,0 y 3,0 mg/cm²) sobre *D. gallinae* son relativamente altas en comparación con lo registrado por otros autores (Kim et al., 2004; Magdaş et al., 2010; Nechita et al., 2015), lo que demuestra una forma más rápida de eliminar la plaga objetivo, con una toxicidad residual baja, tal y como lo plantean George, Olatunji, Guy y Sparagano (2010). En este caso no se registró actividad residual del AE de cilantro sobre *D. gallinae* 24 horas después de la aplicación y se alcanzó el 100 % de mortalidad a los 30 min de exposición. Según Isman (2000), la falta de toxicidad residual de los compuestos volátiles podría considerarse beneficiosa, porque la persistencia ambiental de los compuestos bioactivos será baja. Por otra parte, de acuerdo con George et al. (2008), los aceites esenciales son muy volátiles en la naturaleza, por lo que el efecto es de corta duración, y si se emplean como acaricidas actúan en la fase de vapor. Además, de acuerdo con los resultados de Kim et al. (2004, 2007), el ae de cilantro fue más eficaz sobre *D. gallinae* en recipientes cerrados, lo que indica que la ruta de acción de los aceites esenciales está en gran parte en la fase de vapor a través del sistema respiratorio, aunque se desconoce su modo de acción.

La CL_{50} del AE de cilantro fue de 1,301 mg/cm², y se alcanzó en TL_{50} de 13 min, que redujo el 50 % de la población de *D. gallinae* (figura 1). Para el grupo control no se registraron valores, porque son de

cero desde los 5 min hasta los 30 min; igualmente, no hay valores para el acaricida comercial, pues la mortalidad fue del 100 % a partir de los 5 min (figura 1).

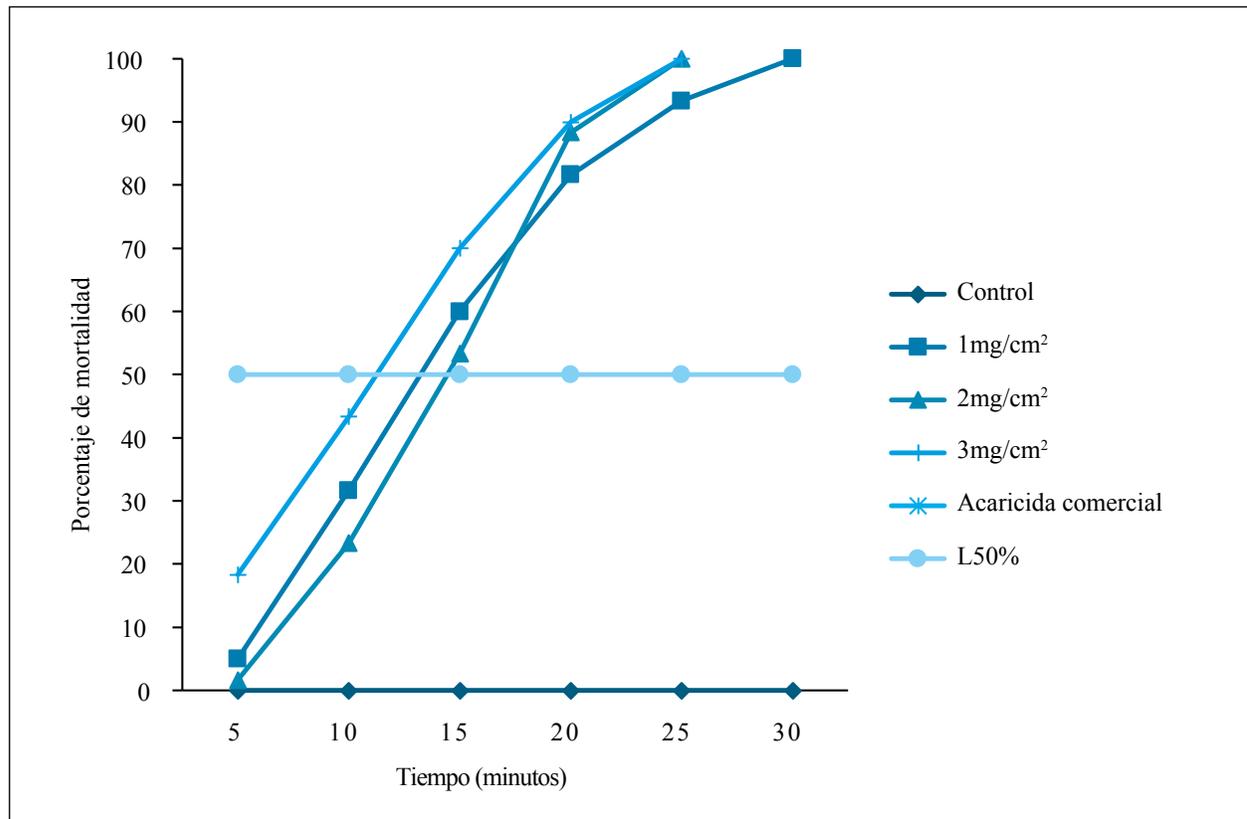


Figura 1. Tiempo de concentración letal de AE de *C. sativum* sobre *D. gallinae*. Se determinó a partir de la pendiente de la recta con el 50 % de mortalidad; se reemplazaron los valores X y Y en la ecuación ($Y = A + BX$).

Fuente: Elaboración propia

Se podría considerar que la letalidad del AE de cilantro sobre *D. gallinae* se debe al linalool. De acuerdo con Khani y Rahdari (2012) y Chung et al. (2012), aproximadamente el 70 % de la composición química de este aceite es este compuesto. Los estudios sobre el modo de acción de los AE indican actividad neurotóxica, incluyendo hiperactividad, convulsiones y temblores, seguidos de parálisis, síntomas similares a los producidos por los insecticidas piretroides (Kostyukovsky, Rafaeli, Gileadi, Demchenko, & Shaaya 2002) y en el comportamiento observado en *D. gallinae* en este estudio. Por otra parte, Chung et al. (2012), con un valor LC_{50} de 21,5 ppm del AE de cilantro

evaluado, observaron que este tiene efectos tóxicos significativos contra las larvas de *Aedes aegypti* (L., en Hasselquist, 1762) (Diptera: Culicidae), actuando como inmunotóxico sobre el insecto. Se ha reconocido que los AE son potentes neurotoxinas que afectan, a través de la inhibición de la enzima acetil colinesterasa, el sistema nervioso central (Keane & Ryan, 1999).

En el presente estudio, el potencial del aceite de cilantro varió de acuerdo con la concentración y tiempo de exposición. Los resultados de este trabajo muestran que el AE de *C. sativum* puede desempeñar un papel de control sobre *D. gallinae* y

reducir riesgos asociados con el uso de insecticidas sintéticos. El modo de acción del AE de *C. sativum* es de especial interés, por lo que otras investigaciones deberían centrarse en la forma que estos penetran la cutícula de los insectos y sus efectos en los mamíferos alimentados con el material tratado. Además, cabe resaltar que el AE de cilantro en hojas tiene baja citotoxicidad en las células humanas, considerándose seguro para el consumo humano (Mandal & Mandal, 2015).

Conclusiones

Este estudio muestra que el AE de *C. sativum* tiene actividad acaricida contra el *D. gallinae* mediante contacto directo, y no presenta actividad residual. Por lo tanto, este puede ser usado como un acaricida natural para el manejo de individuos adultos de *D. gallinae* y considerarse

en una alternativa interesante para reducir el uso convencional del control químico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria Juan de Castellanos por el apoyo con los laboratorios y el tiempo dado para la investigación. Agradecen también a los revisores pares y a los editores de esta revista por sus comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Referencias

- Bhuiyan M. I., Begum, J., & Sultana, M. (2009). Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh European Journal of Pharmacology*, 4, 150-153. doi:10.3329/bjp.v4i2.2800.
- Chauve, C. (1998). The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778): current situation and future prospects for control. *Veterinary parasitology*, 79(3), 239-245. doi:10.1016/S0304-4017(98)00167-8.
- Chung, I. M., Ahmad, A., Kim, E. H., Kim, S. H., Jung, W. S., Kim, J. H., ... Nagella, P. (2012). Immunotoxicity activity from the essential oils of coriander (*Coriandrum sativum*) seeds. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 34(3), 499-503. doi:10.3109/08923973.2011.637500.
- George, D. R., Finn, R. D., Graham, K. M., Mul, M. F., Maurer, V., Moro, C. V., & Sparagano, O. A. (2015). Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? *Parasites and vectors*, 8(1), 178. doi:10.1186/s13071-015-0768-7.
- George, D. R., Olatunji, G., Guy, J. H., & Sparagano, O. A. E. (2010). Effect of plant essential oils as acaricides against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, with special focus on exposure time. *Veterinary parasitology*, 169(1), 222-225. doi:10.1016/j.vetpar.2009.12.038.
- George, D. R., Smith, T. J., Shiel, R. S., Sparagano, O. A. E., & Guy, J. H. (2009). Mode of action and variability in efficacy of plant essential oils showing toxicity against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary parasitology*, 161(3), 276-282. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.01.010.
- George, D. R., Callaghan, K., Guy, J. H., & Sparagano, O. A. E. (2008). Lack of prolonged activity of lavender essential oils as acaricides against the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) under laboratory conditions. *Research in veterinary science*, 85(3), 540-542. doi:10.1016/j.rvsc.2008.02.001.
- Green, B., Sparling, J., & Sperling, M. B. (2007). What's eating you? Pigeon mite (*Dermanyssus gallinae*). *Cutis*, 80, 461-462. Recuperado de <https://www.mdedge.com/sites/default/files/Document/September-2017/080060461.pdf>.
- Henderson C. F., & Tilton, E. W. (1955). Acaricides tested against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48, 157-161.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-9), 603-608. doi:10.1016/S0261-2194(00)00079-X.
- Keane, S., & Ryan, M. F. (1999). Purification, characterisation, and inhibition by monoterpenes of acetylcholinesterase from the waxmoth, *Galleria mellonella* (L.). *Insect biochemistry and molecular biology*, 29(12), 1097-1104. doi:10.1016/S0965-1748(99)00088-0.

- Khani, A., & Rahdari, T. (2012). Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from *Coriandrum sativum* seeds against *Tribolium confusum* and *Callosobruchus maculatus*. *ISRN Pharmaceuticals*, Article ID 263517. doi:10.5402/2012/263517.
- Kim, S. I., Na, Y. E., Yi, J. H., Kim, B. S., & Ahn, Y. J. (2007). Contact and fumigant toxicity of oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Veterinary Parasitology*, 145(3), 377-382. doi:10.1016/j.vetpar.2006.12.021.
- Kim, S. I., Yi, J. H., Tak, J. H., & Ahn, Y. J. (2004). Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Veterinary parasitology*, 120(4), 297-304. doi:10.1016/j.vetpar.2003.12.016.
- Kostyukovsky, M., Rafaeli, A., Gileadi, C., Demchenko, N., & Shaaya, E. (2002). Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. *Pest Management Science*, 58(11), 1101-1106. doi:10.1002/ps.548.
- Magdaş, C., Cernea, M., Baciú, H., & Şuteu, E. (2010). Acaricidal effect of eleven essential oils against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Science of Parasitology*, 11(2), 71-75. Recuperado de file:///C:/Users/Ultra%20Book/Downloads/Acaricidal_effect_of_eleven_essential_oils_against%20(1).pdf.
- Mahendra, P., & Bisht, S. (2011). *Coriandrum sativum*: A daily use spice with great medicinal effect. *Pharmacognosy Journal*, 3(21), 84-88. doi:10.5530/pj.2011.21.16.
- Mandal, S., & Mandal, M. (2015). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(6), 421-428. doi:10.1016/j.apjtb.2015.04.001.
- Nechita, I. S., Poirrel, M. T., Cozma, V., & Zenner, L. (2015). The repellent and persistent toxic effects of essential oils against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary parasitology*, 214(3), 348-352. doi:10.1016/j.vetpar.2015.10.014.
- Pavela, R., & Vrhotová, N. (2013). Insecticidal effect of furanocoumarins from fruits of *Angelica archangelica* L. against larvae *Spodoptera littoralis* Boisid. *Industrial crops and products*, 43, 33-39. doi:10.1016/j.indcrop.2012.06.044.
- Rodríguez-Vivas R.I., & Cob-Galera L. A. (2005). *Técnicas Diagnósticas en Parasitología Veterinaria* (2ª ed.). Mérida, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Song, H. Y., Yang, J. Y., Suh, J. W., & Lee, H. S. (2011). Acaricidal activities of apiol and its derivatives from *Petroselinum sativum* seeds against *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, and *Tyrophagus putrescentiae*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(14), 7759-7764. doi:10.1021/jf201945y.
- Steenberg, T., & Kilpinen, O. (2003). Fungus infection of the chicken mite *Dermanyssus gallinae*. *IOBC WPRS Bulletin*, 26(1), 23-26.
- Tavassoli, M., Ownag, A., Pourseyed, S. H., & Mardani, K. (2008). Laboratory evaluation of three strains of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for controlling *Dermanyssus gallinae*. *Avian Pathology*, 37(3), 259-263. doi:10.1080/03079450802043718.
- Telci, I., Toncer, O., & Sahbaz, N. (2006). Yield essential oil content and composition of *Coriandrum sativum* varieties (var. *vulgare* Alef and var. *microcarpum* DC.) grown in two different locations. *Journal Essential Oil Research*, 18, 189-193. doi:10.1080/10412905.2006.9699063.
- Tolozá, A. (2010). *Bioactividad y toxicidad de componentes de aceites esenciales vegetales, en Pediculus humanus capitis (Phthiraptera: Pediculidae) resistentes a insecticidas piretroides* (tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis_n4665_Tolozá.pdf.
- Tolozá, A., Zygadlo, J., Biurrun, F., Rotman, A., & Picollo, M. (2010). Bioactivity of Argentinean essential oils against permethrin - resistant head lice, *Pediculus humanus capitis*. *Journal of Insect Science*, 10, 185. doi:10.1673/031.010.14145.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2004). *Biopesticides—25b Minimum Risk Pesticides*. Recuperado de http://www.epa.gov/opppdp1/biopesticides/regtools/25b_list.htm.
- Walter, D. E., & Proctor, H. C. (2013). *Mites-ecology, evolution and behaviour: life at a microscale* (2ª ed.). Amsterdam, Países Bajos: Springer. doi:10.1007/978-94-007-7164-2.
- Zeb, A. (2016). Coriander (*Coriandrum sativum*) oils. En V. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 359-364). Londres, Reino Unido: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-416641-7.00040-7.