

BIOLOGÍA DEL ÁCARO *Tetranychus urticae* Y SU CONTROL UTILIZANDO CANELA, EN PLANTAS DE *Rosa* spp

BIOLOGY OF THE MITE *Tetranychus urticae* AND ITS CONTROL USING CINNAMON IN *Rosa* spp PLANTS

Paola Manoella Andrea Rodulfo Acuña¹, Bárbara Mercedes Nienstaedt Arreaza², Rafael Edger Ramon Mejias Herrera³, Pedro Isaías Terrero Yopez¹, Sofia Lorena Peñaherrera Villafuerte⁴

¹Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Programa Nacional de Banano, Plátano y otras Musáceas, km 5 vía Quevedo-El Empalme, Cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador.

²Consultor privado. Venezuela

³Escuela de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Av Universidad, Maracay Edo. Aragua, Venezuela

⁴Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento de Protección Vegetal km 5 vía Quevedo-El Empalme, Cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador

Email: paolamanoella@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
06/06/2022

Aceptado:
28/12/2022

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
13(2):34-39

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i2.276

Resumen

Se evaluó la efectividad en condiciones de laboratorio de la Canela (*Cinnamomum verum*) sobre el ácaro *Tetranychus urticae*. Esta especie es de gran preocupación a nivel económico debido a que afecta todo tipo de cultivos como hortalizas, frutales, y ornamentales. El daño consiste en la remoción del contenido celular, quedando la célula prácticamente vacía. *T. urticae* ha presentado problemas de resistencia a diversos químicos, por ello se han buscado alternativas para disminuir su población en los cultivos. Una de ellas, la utilización de productos botánicos para ello se realizó una investigación en condiciones de laboratorio evaluando el efecto de la canela en diferentes presentaciones contra el ácaro. Los tratamientos estuvieron conformados por: T1 agua (5 mL), T2 a base de canela en polvo (1 g) T3 infusión de canela (5 mL) T4 Abamectina (Vertimec®) 0,6 mL; T5 extracto etanólico de canela (5 mL al 5%) y T6 testigo sin aplicación. Se registró una mortalidad en hembras y huevos después de 24 horas de: canela en polvo 11,66 ± 11,69; 6,66 ± 2,58; canela en infusión 60,00 ± 14,1; 36,66 ± 14,024; extracto etanólico 38,33 ± 16,02; 7,50 ± 6,89; agua 20,00 ± 14,14; 0,00 ± 0,00; Abamectina 46,667 ± 20,65; 5,00 ± 3,16. El testigo obtuvo 0% de mortalidad tanto en hembras como huevos. Para el ensayo del ciclo biológico el tiempo total de desarrollo del ácaro fue de 11,01 ± 0,69 presentando en el estado de huevo 5,11 ± 0,60; estado larval 2,18 ± 0,46; protoninfa 1,96 ± 0,44 y deutoinfa 1,75 ± 0,43. El tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad fue el representado por la canela en infusión. Estos hallazgos son una herramienta muy importante para mantener los umbrales de infestación de *T. urticae*

Palabras clave: biología, manejo integrado, extractos vegetales, tetranychidae, control.

Abstract

The effectiveness under laboratory conditions of Cinnamon (*Cinnamomum verum*) on the *Tetranychus urticae* mite was evaluated. This species is of great economic importance because it affects all types of crops such as vegetables, fruit trees, and ornamentals. The damage consists of the removal of the cellular content, leaving the cell practically empty. *T. urticae* has presented resistance problems to various chemicals, which is why alternatives have been sought to reduce its population in crops. One of them, the use of botanical products, for this, an investigation was carried out in laboratory conditions, evaluating the effect of cinnamon in different presentations against the mite. The treatments were made up of: T1 water (5 mL), T2 based on cinnamon powder (1 g) T3 cinnamon infusion (5 mL) T4 Abamectin (Vertimec®) 0.6 mL; T5 ethanolic extract of cinnamon (5 mL at 5%) and T6 control without application. A mortality in females and eggs was registered after 24 hours of: cinnamon powder 11.66 ± 11.69; 6.66 ± 2.58; infused cinnamon 60.00 ± 14.1; 36.66 ± 14.024; ethanolic extract 38.33 ± 16.02; 7.50 ± 6.89; water 20.00 ± 14.14; 0.00 ± 0.00; Abamectin 46.667 ± 20.65; 5.00 ± 3.16. The control obtained 0% mortality in both females and eggs. For the biological cycle test, the total development time of the mite was 11.01 ± 0.69, presenting in the egg state 5.11 ± 0.60; larval stage 2.18 ± 0.46; protonymph 1.96 ± 0.44 and deutonymph 1.75 ± 0.43. The treatment that obtained the highest percentage of mortality was the one represented by cinnamon infusion. These findings are a very important tool to maintain *T. urticae* infestation thresholds.

Keywords: Biology, Integrated management, plant extracts, Tetranychidae, Control.

INTRODUCCIÓN

Las plantas están constantemente sometidas a la combinación de estreses bióticos y abióticos; las plagas y enfermedades forman parte de este complejo. La mayoría de los estudios sobre las interacciones entre plantas y artrópodos se han centrado en los insectos. Sin embargo, los ácaros (*Chelicerata*, *Arachnida*, *Acari*) también utilizan las plantas como fuente de alimento, causando daños significativos y pérdidas de rendimiento. Entre los ácaros fitófagos, la familia (*Tetranychidae*) es considerada la más importante con cerca de 1300 especies descritas en alrededor de 77 géneros. De estos, aproximadamente el 10% se alimentan de plantas (Vacante, 2015). Particularmente, la araña roja *Tetranychus urticae* Koch, es considerada una seria limitante en la producción agrícola debido al amplio rango de hospederos, su corto ciclo de vida, una alta producción de descendencia y a la notable capacidad para desarrollar resistencia a los pesticidas (Santamaria et al., 2020).

Los ácaros se encuentran principalmente en el envés de las hojas. Dependiendo de la especie y el nivel de infestación pueden ocupar ambas superficies de la hoja. Mediante el proceso de alimentación, con su aparato bucal extraen el contenido de las células vegetales, produciendo el amarillamiento y bronceado de las hojas, el cual representa el daño (Puspitarini et al., 2021).

La dinámica poblacional de este ácaro varía con las condiciones ambientales existiendo correlación entre *T. urticae* con factores ambientales como la temperatura, humedad, luz solar y velocidad del viento (Bamel & Gulati, 2021). Mediante el estudio de su biología se puede conocer y entender algunos de sus aspectos poblacionales, lo cual puede brindar herramientas para el control o manejo en cultivos agrícolas, entre ellos las ornamentales (Xu et al., 2018; Bamel & Gulati, 2021;).

Las ornamentales del género *Rosa L.*, son producidas mundialmente y en muchas áreas las pérdidas en cantidad y calidad causadas por *T. urticae* Koch son significativas, incrementado los costos de producción y reduciendo las posibilidades de exportación principalmente porque el daño originado es estético, al causarlo en la flor cortada (Chacón-Hernández et al., 2018).

La estrategia para el control en ácaros es principalmente mediante el uso de productos químicos, lo cual representa riesgos tanto para los operadores como para el medio ambiente debido a su uso indiscriminado. Esto hace necesario la búsqueda de medidas alternativas de control como extractos vegetales, jabones, aceites, entre otros productos botánicos. Muchas de estas sustancias proporcionan una alta eficacia a menor costo e indiscutiblemente su manejo es más seguro al compararlos con plaguicidas de síntesis (Agut et al., 2018).

Entre estos productos naturales encontramos la canela (*Cinnamomum zeylanicum*). Este es un árbol perenne de tamaño mediano, originario del sur de Asia y perteneciente a la familia Lauraceae, que está aclimatado en otras regiones tropicales del mundo (de Rosamel & Heinrichs, 2020; Hurtado et al., 2020). Con el fin de implementar medidas de manejo para la araña roja se evaluó algunos aspectos de la biología del ácaro, además del uso de la canela en diferentes presentaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento de la colonia de *T. urticae*

La población de *T. urticae* con la cual se desarrolló la investigación se estableció sobre plantas de rosas ubicadas en el Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Aragua, para la colecta de los ácaros utilizados en el ensayo se realizaron recorridos en las principales zonas productoras, seleccionando veinticinco plantas al azar de las cuales se tomaron tres hojas por tallo, durante seis meses. Las hojas se colocaron en bolsas plásticas, previamente identificadas, envueltas en papel absorbente, y se transportaron en cavas de refrigeración al laboratorio de acarología (acarario), donde se almacenaron a 10°C, llevándose registros de presencia de ácaros de importancia para el cultivo y realizando la identificación mediante las principales características de la especie, una vez identificados los ácaros estos se colocaban sobre las plantas de rosas dispuestas en el área de acarología para la realización de este ensayo.

Algunos aspectos de la biología del ácaro *Tetranychus urticae*

Los aspectos relacionados con la biología de *Tetranychus urticae* fueron estudiados bajo condiciones de laboratorio de 24,5°C y 46,85% H.R, empleando la técnica modificada descrita por Siegler (1974) y Gilstrap et al. (1977). Una vez obtenida la colonia de ácaros se realizó el ensayo, el cual estuvo conformado por 60 (arenas), unidades de cría compuestas por cajas de petri plásticas de 8,8 cm de diámetro por 1,2 cm de espesor, (Figura 1) dentro de las cuales se ajustaron almohadillas circulares de poliuretano con 0,5 cm de espesor. En cada arena se colocó un foliolo de la hoja de rosa, con el envés hacia arriba rodeándolas con bandas de algodón para evitar el escape de los ácaros, luego se saturó con agua para mantener la turgencia de la hoja. Con la ayuda de un pincel de disección (triple cero) se colocó sobre el foliolo una hembra adulta fecundada proveniente de la colonia.

Cada tres horas se hicieron observaciones para verificar la oviposición, hasta obtener dos huevos por arena. Luego se eliminó la hembra, el huevo ó la larva sobrante en cada arena. Las observaciones de los diferentes estadios se

realizaron en intervalos de (24) horas bajo binocular estereoscópico, para así registrar todas las características en cada uno de los estados de desarrollo.

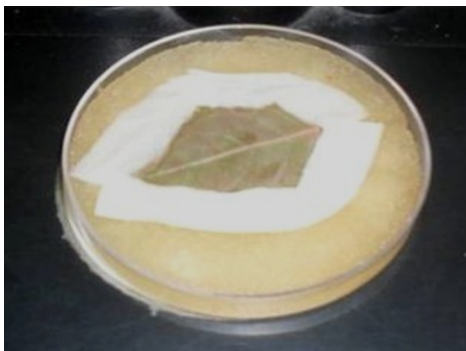


Figura 1. Arena de cría para hembras y huevos de *Tetranychus urticae*

Determinación de los efectos de la canela sobre *Tetranychus urticae* en plantas de rosa

Cada tratamiento estuvo conformado por seis unidades de cría, en estas se colocaron diez hembras fecundadas y veinte huevos. Estructuralmente las arenas estuvieron conformadas por bandejas de poliestireno expandido (25 x 15 x 3 cm³) dentro de las cuales se ajustaron almohadillas de poliuretano con 0,5 cm de espesor, sobre las cuales se colocaron las hojas de rosa con el envés hacia arriba, estas fueron rodeadas con bandas de algodón (Figura 2). Los tratamientos descritos en el cuadro 1 fueron aplicados con una asperjadora manual (a excepción de la canela en polvo), a manera de crear una lluvia ligera como aspersión sobre cada arena, de forma de evitar eliminar a los ácaros por el impacto directo del líquido. Se realizaron observaciones a las 3, 6, 12 y 24 horas posteriores a la aplicación de cada tratamiento. La variable medida fue mortalidad (n° de individuos muertos), tantos en las hembras como en los huevos.

El tratamiento a base de canela en polvo, en el que fue usada como repelente, se aplicó con un tamiz de 250 microns, (para asegurar la uniformidad en la aplicación), la cantidad aplicada fue de 1 g por arena. El tratamiento 3 se preparó mezclando 500 g de canela en rama en 1 L de agua hirviendo, esta se dejó enfriar a temperatura ambiente por 12 horas, luego se filtró el contenido con la finalidad de separar los restos sólidos de la infusión. En el cuarto tratamiento, se evaluó el efecto del insecticida Abamectina (Vertimec®) con dosis de 0,6 mL/L. El tratamiento 5, estuvo conformado por el extracto etanólico de la canela al 5% que se obtuvo según la metodología modificada de D'Anello, K. (2008), que consistió en triturar 200 g de canela en rama macerarlos con 0,8 L de etanol al 100% esta preparación fue vertida y guardada en un envase de vidrio por un periodo de siete días en un lugar protegido de la luz. El macerado se filtró con 4 capas de gasa estéril

y fue colocado en el rotovaporador con el fin de separar el extracto del alcohol por destilación, finalmente se obtuvo 20 mL del extracto puro que fue colocado en un frasco color ámbar (identificado) para luego ser refrigerado a 5°C. Y el tratamiento 6 conformado por el testigo.

Cuadro 1. Total, de tratamientos aplicados y dosis en el ensayo

Número	Tratamiento	Repeticiones	Dosis
1	Control (agua)	6	5 mL
2	Canela en polvo	6	1 g
3	Canela en infusión	6	5 mL
4	Abamectina	6	0,6 mL
5	Extracto etanólico	6	5 mL
6	Testigo	6	-

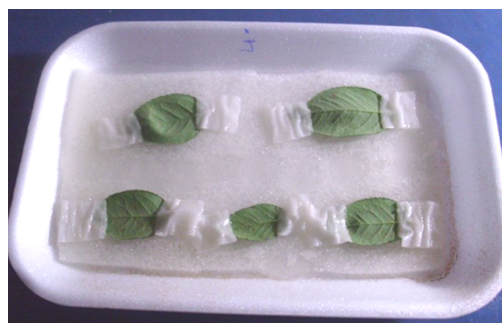


Figura 2. Arenas para evaluar la efectividad de la canela

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistix, versión 7, mediante estadística descriptiva. En lo relacionado a los ensayos sobre la eficacia se utilizó el mismo paquete estadístico empleando la prueba Kruskal-Wallis para determinar diferencias entre los tratamientos y para la separación de media, se seleccionó la opción prueba de comparación de rangos de media no paramétrica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Algunos aspectos de la biología de *Tetranychus urticae*.

La duración promedio del estado de huevo de *T. urticae* fue de $5,11 \pm 0,60$ días, estos presentaron forma ovalada. Al ser ovipositados exhibieron un color claro casi cristalino y de textura acuosa, a medida del avance de su desarrollo se tornaron un color más oscuro, también se hizo visible las marcas de los ojos. Los huevos pueden ser colocados tanto en forma aislada como en grupos, generalmente cerca de las nervaduras y en los bordes de las hojas y son adheridos fuertemente a estas. La larva presentó una forma ovalada y blancuzca amarillenta con tres pares de patas, al emerger son de movimientos lentos, con el paso del tiempo se hacen más activas y también es más visible las dos manchas en los costados características de la especie. Antes de mudar la larva entra en un periodo

de reposo (protocrisálida). El tiempo de duración del estado larval fue de $2,18 \pm 0,46$ días.

La protoninfa es un poco más grande que la larva, unas de las características que determinan este estado es la aparición de un cuarto par de patas. Con respecto a la forma es un poco más alargada y de color amarillo a verdoso. El tiempo de duración de este estado fue de $1,96 \pm 0,44$ días. En el estado de deutoninfa ocurre la muda de la misma manera que en el estado de larva a protoninfa, los cambios morfológicos visibles radicarón en que esta es un poco más grande que la deutoninfa, también se tornan un poco más oscuras y las manchas de los costados se hacen más visibles, en este estado se puede diferenciar bien los sexos, ya que la forma de la hembra es más redondeada y grande mientras que el macho presenta el cuerpo un poco más ahusado y de un coloración más clara, el tiempo de desarrollo fue de $1,75 \pm 0,43$ días siendo el tiempo más corto de los diferentes estados estudiados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadios de desarrollo promedio del ácaro *Tetranychus urticae* en rosa

Fases de desarrollo	Tiempo (días)
Huevo	$5,11 \pm 0,60$
Larva	$2,18 \pm 0,46$
Protoninfa	$1,96 \pm 0,44$
Deutoninfa	$1,75 \pm 0,43$
Total	$11,01 \pm 0,69$

El tiempo requerido para el desarrollo de *T.urticae* desde el estado de huevo hasta adulto es de $11,01 \pm 0,69$ días; como se observa en el (Cuadro 2). Este resultado es similar al encontrado en otros estudios, como el realizado por Gallardo *et al.* (2005), quienes evaluaron el ciclo biológico de *T.urticae* en pimiento a una temperatura de 27°C demostrando que el tiempo de desarrollo completo fue de 8,2 días. En el estado de huevo el tiempo requerido fue de 2,7 días, larva 1,8 y ninfa 3,7 días.

El ciclo biológico (huevo-adulto) de *T. Urticae* fue estudiado por Pazmiño *et al.* (2018) en hojas de fresa pertenecientes a diferentes variedades. Los resultados arrojaron diferencias relacionadas con el efecto del sustrato de cría, siendo el tiempo de desarrollo significativamente más corto cuando fue criado sobre discos de hoja de fresa variedad Festival, el cual fue 14,0% menor que en la variedad San Andreas.

Estudios realizados por Abou-Elella & Abdel-Khalek, (2020) demostraron que el ciclo de vida *T.urticae* puede variar de acuerdo al hospedero y la calidad de la planta, afectando su supervivencia. Tanto los machos como las hembras de *T. urticae* se desarrollaron con éxito de huevo a adulto en diferentes plantas hospederas. Los resultados revelaron que la tasa de supervivencia varió del 53 % en

los cultivares de guisantes regulares al 99% en los cultivares de frijol G6. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto estuvo significativamente influenciado entre los cultivares de plantas hospedantes probados y varió de 9,75 días en frijol G6 a 20,42 días en guisante regular. En consecuencia, los parámetros de crecimiento de la población también fueron significativamente influenciados por diferentes plantas hospederas.

Determinación de los efectos de la canela sobre *Tetranychus urticae* en plantas de rosa, bajo condiciones de laboratorio.

El tratamiento más efectivo estuvo conformado por la canela en infusión, con una mortalidad a las 3 horas de observación de $41,66 \pm 7,57$, (Cuadro 3), demostrando un efecto inmediato ya que las hembras murieron después de la aplicación (Figura 3). Posteriormente se pudo observar el aumento de la mortalidad hasta llegar a las 24 horas con un $60,00 \pm 14,04$. Con respecto a los huevos de *T. urticae* al igual que en las hembras el tratamiento en infusión fue el que alcanzó mayor control, con una mortalidad de $36,66 \pm 14,2$ a las 24 horas. Cambios como la coloración en los huevos comenzaron a notarse a partir de las 9 horas de observación tornándose cada vez más oscuros, y al igual que en las hembras el efecto final mostraba daños sobre su superficie.

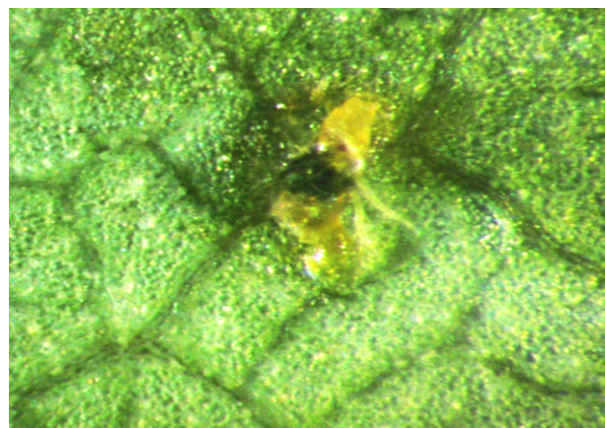


Figura 3. Imagen lateral de hembra *Tetranychus urticae* posterior a la aplicación del tratamiento canela en infusión

Fernández *et al.* (2015) realizaron evaluaciones donde midieron el efecto de productos comerciales a base de canela y otros componentes en la mortalidad sobre el ácaro *Oligonychus perseae*, una de las principales plagas en aguacate (*Persea americana* Mill) mostrando resultados prometedores. El producto Cinamite a base de canela alcanzó una eficiencia del 81%, después de 21 días de la primera aplicación, y una eficacia del 93%, tras 21 días de una segunda aplicación, reafirmando el efecto que tiene *Cinnamomum zeylanicum* como acaricida.

El porcentaje de mortalidad en el caso de la canela en polvo fue $11,66 \pm 11,69$; este se registró en el transcurso de las primeras tres horas, en las siguientes observaciones, las hembras cubiertas con las partículas de la canela no mostraron ningún tipo de síntoma de intoxicación como hiperexcitación o repulsión. Cabe destacar que el producto no posee efecto letal sino de repelencia, el efecto de la canela en polvo para los huevos, registró una mortalidad de $6,66 \pm 2,58$, a partir de las 12 horas, esto fue presumiblemente por deshidratación.

Para el tratamiento conformado por el extracto etanólico de canela, la mayor mortalidad en hembras fue registrada a las 3 horas con un porcentaje de $38,33 \pm 16,2$ (Figura 4) y para el caso de los huevos alcanzó una mortalidad de $7,50 \pm 6,88$ a las 24 horas (Figura 5), se puede inferir que el resultado de baja mortalidad, pudo ocurrir ya que los compuestos activos que se encuentran en la corteza de la canela y que actúan como tóxicos para otros organismos son solubles en el agua, no obstante el solvente utilizado en este tratamiento fue el etanol, esto pudo haber impedido la liberación de los metabolitos e ingredientes activos de la canela en el etanol, limitando su efecto sobre la plaga.

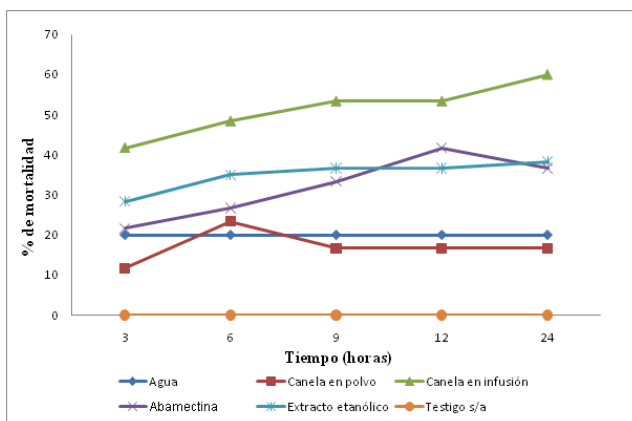


Figura 4. Porcentaje de mortalidad por tratamiento y tiempos de observación a las 3, 6, 9, 12 y 24 horas para *Tetranychus urticae*.

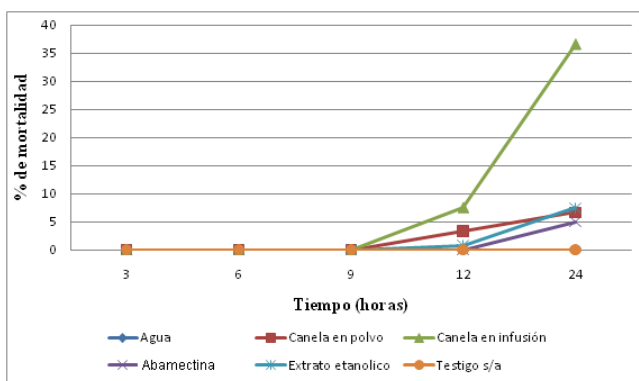


Figura 5. Porcentaje de mortalidad por tratamiento y tiempos de observación a las 3, 6, 9, 12 y 24 horas para *Tetranychus urticae* en estado de huevo.

En el tratamiento a base de abamectina (Vertimec®) el porcentaje de mortalidad en hembras registrado a las 24 horas fue de $46,66 \pm 20,65$ este presentó residualidad, dado que las hembras murieron en un tiempo progresivo, el porcentaje para los huevos fue de $5,00 \pm 3,16$; estas cifras relativamente bajas se podría atribuir a que la abamectina (Vertimec®) no ejerce un efecto ovicida, este es un grupo de plaguicidas que han reportado desarrollo de bajos a moderados niveles de resistencia en poblaciones de *T. urticae*.

CONCLUSIONES

El tiempo requerido para el desarrollo de *T. urticae* desde el estado de huevo hasta adulto sobre hojas de rosa, en condiciones de laboratorio fue de $11,01 \pm 0,69$ días, mientras que el tratamiento conformado por la canela en infusión demostró el mayor efecto acaricida alcanzando un 60% de mortalidad a la única dosis probada, esto representa una alternativa de manejo fácilmente aplicable y con potencial para introducir en todos los sistemas de producción.

LITERATURA CITADA

- Abou-Elella, G. M., & Abdel-Khalek, A. A. 2020. Biology and life table analysis of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on different common pea and bean cultivars. *Persian Journal of Acarology*, 9(2).
- Agut, B., Pastor, V., Jaques, J. A., & Flors, V. 2018. Can plant defence mechanisms provide new approaches for the sustainable control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*? *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2):614.
- Bamel, K., & Gulati, R. 2021. Biology, population built up and damage potential of Red spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on marigold: A review.
- Chacón-Hernández, J. C., Camacho-Aguilar, I., Cerna-Chavez, E., Ordaz-Silva, S., Ochoa-Fuentes, Y. M., & Landeros-Flores, J. 2018. Effects of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) on the chlorophyll of rosal plants (*Rosa* sp.). *Agrociencia*, 52(6):895–909.
- de Rosamel, C., & Heinrichs, V. 2020. *El gran libro de las especias*. Parkstone International.
- Fernández, J. J. P., González, S. P., Luis, E. T., & Suárez, E. H. 2015. Efecto de la aplicación de productos naturales en el control de la araña cristalina.

- Gallardo, A., Vásquez, C., Morales, J., & Gallardo, J. 2005. Biología y enemigos naturales de *Tetranychus urticae* en pimentón.
- Gilstrap, F. E., Friese, D. D., Summy, K. R., & Armstrong, A. A. 1977. Persistence of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* released in field populations of Banks grass mite on corn. Southwestern Entomologist.
- Hurtado, R., Peltroche, N., Mauricio, F., Gallo, W., Alvítez-Temoche, D., Vilchez, L., & Mayta-Tovalino, F. 2020. Antifungal efficacy of four different concentrations of the essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* (Canela) against *Candida albicans*: An in vitro study. Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry, 10(6):724.
- Pazmiño, P., Lema, G., Mendoza, D., Velástegui, G., & Vásquez, C. (2018). Parámetros biológicos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) alimentado sobre dos cultivares de fresa en Ecuador. *Bioagro*, 30(3), 229-234.
- Puspitarini, R. D., Fernando, I., Rachmawati, R., Hadi, M. S., & Rizali, A. 2021. Host plant variability affects the development and reproduction of *Tetranychus urticae*. International Journal of Acarology, 47(5):381–386.
- Santamaria, M. E., Arnaiz, A., Rosa-Diaz, I., González-Melendi, P., Romero-Hernandez, G., Ojeda-Martinez, D. A., Garcia, A., Contreras, E., Martinez, M., & Diaz, I. 2020. Plant defenses against *Tetranychus urticae*: mind the gaps. *Plants*, 9(4):464.
- Siegler, E.H. 1974. Leaf-disk technique for laboratory test acaricides USDA. J. Econ. Entomol. 4(2): 208.
- Vacante, V. 2015. The Handbook of Mites of Economic Plants: Identification. Bio-Ecology and Control, 890.
- Xu, D., He, Y., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., & Wang, S. 2018. Status of pesticide resistance and associated mutations in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 150:89–96.