



EFFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Annona cherimola* EN EL CONTROL DE *oligonychus coffeae* (Nietner) (Acari: Tetranychidae)¹

[EFFECT OF ETHANOLIC EXTRACTS OF *Annona cherimola* ON CONTROL OF *Oligonychus coffeae* (Nietner) (Acari: Tetranychidae)]

Marta Dávila¹, Cristian Gavilanes², Carlos Vásquez^{1*}, Orestes López³ and Fernanda Puca²

¹*Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carretera Cevallos-Quero, Código Postal 180350. Cevallos, Provincia de Tungurahua, Ecuador. Email:ca.vasquez@uta.edu.ec*

²*AgroCalidad. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Avenida Atahualpa y Rumiñahui. Ambato, Ecuador.*

³*Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias de los Alimentos. Av. Los Chasquis y Río Payamino, Código Postal 180350. Ambato, Provincia de Tungurahua, Ecuador*

**Corresponding author*

SUMMARY

In this study, the acaricidal effect of leaf and seed extract doses from *Annona cherimola* (625, 1250, 2500, 5000 and 10000 mg/L) on mortality rate, oviposition rate and fecundity in *O. coffeae* females were evaluated under laboratory conditions. The effectiveness of extracts was evaluated using the residual contact technique in rearing units using coffee leaf discs. Mortality, oviposition and fecundity of *O. coffeae* females were affected by type and concentration of extract. Highest mortality rate was achieved with the application of seed extracts. Additionally, it caused oviposition decrease by 46.7 or 82.5% mainly with the seed extract at 625 and 10,000 mg/L, respectively, while the leaf extract, decreasing varied from 29.9 to 62.0% at the same concentrations. Seed extract was also more effective by reducing the fecundity of *O. coffeae* females (28.9 eggs/female), as compared to females treated with leaf extract (36.1 eggs/female). The results showed that cherimoya could be a sustainable alternative for the management of *O. coffeae* populations in coffee plantations, however field studies are suggested to validate laboratory studies.

Keywords: sustainable management, mite control, acetogenine

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la actividad acaricida de diferentes dosis de los extractos de hoja y semilla de *Annona cherimola* (625, 1250, 2500, 5000 y 10000 mg/L) sobre la tasa de mortalidad, tasa de oviposición y fecundidad en las hembras de *O. coffeae* bajo condiciones de laboratorio. La efectividad de los extractos fue evaluada mediante la técnica de contacto residual en unidades de cría usando discos de hoja de café. La mortalidad, oviposición y fecundidad de las hembras de *O. coffeae* fueron afectadas por el tipo y concentración del extracto. La mayor tasa de mortalidad fue alcanzada con la aplicación del extracto de semillas de chirimoya. Adicionalmente, provocó disminución de la oviposición entre 46,7 y 82,5 % con el extracto de semilla a 625 y 10.000 mg/L, respectivamente, mientras que con el extracto de hojas, la disminución varió desde 29,9 hasta 62,0 % a las mismas concentraciones. El extracto de semilla también resultó más efectivo en reducir la fecundidad de las hembras de *O. coffeae* (28,9 huevos/hembra), al ser comparada con las hembras tratadas con extractos de hoja (36,1 huevos/hembra). Los resultados obtenidos demostraron que la chirimoya podría constituir una alternativa sustentable para el manejo de poblaciones de *O. coffeae* en plantaciones de café, sin embargo se sugiere realizar estudios de campo para validar los estudios de laboratorio.

Palabras clave: manejo sustentable, control de ácaros, acetogenina

¹ Submitted July 28, 2017 – Accepted October 30, 2017. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Varias especies de ácaros incluidas en las familias Eriophyidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae y Tarsonemidae causan daños económicos en cultivos a nivel mundial (Oliveira et al., 2012, Gerson et al., 2003; Bolland et al., 1996), por lo que se hace necesario el uso de métodos de manejo de sus poblaciones por debajo del nivel de daño económico. En América Latina, el uso de plaguicidas convencionales se ha convertido en una herramienta indispensable en el control de plagas de importancia económica (Bellotti et al., 1990). Sin embargo, su uso indiscriminado puede conducir a un número de efectos secundarios indeseables tales como el desarrollo de resistencia, resurgimiento de plagas primarias y secundarias, además de provocar efectos adversos en agentes de control biológico y contaminación del ambiente (Aktar et al., 2009). En tal sentido, en los últimos años ha surgido mayor interés en el uso de alternativas sustentables para el manejo de plagas de cultivos, incluyendo los plaguicidas botánicos, los cuales han demostrado eficiencia de control a bajos costo y bajo riesgo para el ambiente, por lo que su uso en el manejo de población de ácaros plagas ha aumentado en todo el mundo (Vásquez et al., 2016).

El descubrimiento de algunas propiedades biológicas de una gran cantidad de metabolitos secundarios obtenidos de diferentes especies de plantas ha propiciado la investigación y su aprovechamiento como plaguicida en la agricultura (Croteau et al., 2000). La diversidad de metabolitos resulta de interacciones entre la planta y los patógenos y depredadores asociados (Theis y Lerdau, 2003), así como del efecto de los factores abióticos.

Recientemente se ha demostrado que las especies de Annonaceae y Lauraceae neotropicales son capaces de sintetizar metabolitos secundarios bioactivos llamados acetogeninas, que son ácidos grasos de cadena larga con una unidad de 2-propanol, las cuales han mostrado tener diferentes tipos de bioactividad (Ribeiro et al., 2014b; Andrade et al., 2006), incluyendo actividad insecticida y acaricida por inhibición del complejo I (NADH: ubiquinona oxidoreductasa) del sistema de transporte de electrones en la mitocondria y la enzima NADH oxidasa en la membrana plasmática (González-Coloma et al., 2002).

Con relación a su uso como insecticida, Ribeiro et al. (2014a) observaron más de 98 % de mortalidad en larvas de tercer instar de *Trichoplusia ni* (Hübner) y en *Myzus persicae* (Sulzer) por la aplicación de extractos obtenidos de *Annona mucosa* Jacq. De manera similar, Ribeiro et al. (2013) concluyeron que los extractos de *A. mucosa*, particularmente los

obtenidos de semillas, constituyen una fuente promisoría de compuestos químicos que pueden ser usados en el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en granos almacenados. Por otra parte, dietas artificiales que contenían 100 µg de acetogeninas/g extraídas de *A. montana* provocaron 100% de mortalidad y 80% de disuasión de la alimentación en larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Di Toto et al., 2010).

Con relación al uso de especies de Anonáceas para el control de ácaros fitófagos, Ribeiro et al. (2014b) demostraron el efecto del extracto de *A. mucosa* sobre *Panonychus citri* (McGregor). Considerando que *Oligonychus coffeae* (Nietner) ha sido considerado como plaga en aproximadamente 133 especies cultivadas en las regiones tropicales y subtropicales (Roy et al., 2014) y recientemente fue reportada en la región de la Sierra ecuatoriana, lo cual podría representar una seria amenaza en plantaciones de café y producción de rosas del país (Vásquez et al., 2017) se requiere evaluar métodos alternativos para su control. En tal sentido, en el presente estudio se planteó evaluar el efecto del extracto etanólico de hoja y semilla de chirimoya sobre el control de *O. coffeae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente ensayo fue realizado en el Laboratorio de Acarología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCAGP), Universidad Técnica de Ambato, Provincia de Tungurahua (20 ± 1 °C, 61 ± 10 % H.R. y 12:12 h). Se evaluó el efecto de la dosis de aplicación de los extractos obtenidos de *Annona cherimola* sobre la tasa de mortalidad, oviposición diaria y acumulada en hembras de *O. coffeae* bajo condiciones de laboratorio.

Los ensayos fueron iniciados con poblaciones de *O. coffeae* colectados sobre plantas de aliso (*Alnus acuminata*) en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCAGP-UTA), Cantón Cevallos. Las muestras de hoja de aliso con síntomas de ataques por este ácaro fueron colocadas en bolsas plásticas de cierre hermético, internamente recubiertas con papel absorbente y llevadas al laboratorio de Acarología. Para la confirmación de la especie, fueron preparadas láminas para observación al microscopio (Leica DM1000) con especímenes machos y hembras usando líquido de Hoyer.

Una vez confirmada la especie, se procedió a la obtención de una cohorte de edad homogénea. Para ello, los ácaros colectados fueron transferidos a unidades de cría, la cual consiste de una placa Petri dentro de la cual se ajustó una almohadilla circular de poliuretano de 1 cm de espesor (Helle y Overmeer, 1985). En cada unidad de cría fue colocado un disco

de hoja de café con el envés hacia arriba que fue rodeado con una banda de algodón humedecida (0,5 cm de ancho) para evitar el escape de los ácaros y mantener la turgencia de la hoja. Sobre cada unidad de cría fueron transferidas hembras y machos de *O. coffeae* provenientes del campo para promover la oviposición. Una vez obtenidos 950 huevos, tanto las hembras como machos fueron descartados.

Diariamente, las unidades de cría fueron observadas hasta la obtención del estado adulto de edad conocida, con los cuales se dio inicio a los ensayos de efectividad de los extractos etanólicos. Las unidades de cría fueron humedecidas diariamente para mantener la turgencia de la hoja y aquellas hojas que mostraban síntomas de deterioro fueron sustituidas por hojas nuevas.

Obtención de los extractos vegetales

Las hojas y semillas de frutos maduros de *A. cherimola* fueron colectadas en el sector Chilepata, Cantón Patate, Provincia de Tungurahua, Ecuador.

La obtención de los extractos se hizo siguiendo la metodología de Ribeiro et al. (2014b). Para ello, las muestras de hojas y semillas fueron secadas a estufa (40 °C durante 24 h), molidas en un molino eléctrico de cuchillas y mezclados con etanol 96 % (en proporción 1:5 p/v). Esta mezcla fue mantenida en maceración durante 3 días y finalmente fue filtrada usando papel de filtro. El disolvente remanente de la solución filtrada fue eliminado en un roto evaporador a 70 °C. A partir de los extractos etanólicos crudos obtenidos fueron preparadas diluciones a concentraciones de 625, 1 250, 2 500, 5 000 y 10 000 mg/L.

Mortalidad y tasa de oviposición de hembras de *O. coffeae* tratadas con extractos obtenidos de hoja y semilla de chirimoya

La actividad acaricida de los extractos de hoja y semilla fue evaluada mediante la técnica de contacto residual usando hembras de *O. coffeae* de 48 h de edad provenientes de la cría general (Ribeiro et al., 2014c). Discos de hoja de café fueron sumergidos durante 20 s en cada una de las concentraciones del extracto respectivo y posteriormente colocados en papel toalla hasta que el líquido se evaporara.

Después de esto, los discos de hoja fueron colocados con la cara adaxial hacia arriba sobre unidades de cría. Sobre cada arena fueron colocadas 10 hembras de la cría general. Cada tratamiento fue replicado 5 veces y el bioensayo fue repetido 3 veces para convalidar los datos. Se aplicó agua como tratamiento control.

La mortalidad de las hembras expuestas a los residuos de los extractos fue evaluada cada 24 horas durante 4

días consecutivos. Las hembras fueron consideradas muertas cuando no mostraron ninguna reacción al toque con un pincel superfino (000). Los ácaros que fueron atrapados en la banda de algodón no fueron considerados para el análisis.

El efecto de las diferentes dosis de los extractos de hoja y semilla de chirimoya sobre la oviposición y fecundidad fue evaluado en hembras de *O. coffeae*, siguiendo la misma metodología del ensayo de toxicidad aguda. En cada unidad de cría fueron colocadas 10 hembras de 48 h de edad y expuestas a las diferentes dosis. El número de huevos colocados sobre los discos de hoja tratados con las diferentes concentraciones de los extractos fue contabilizado cada 24 horas durante 4 días. La fecundidad fue determinada como la suma del número promedio de huevos puestos por una hembra durante el período de evaluación. El número promedio de huevos fue calculado dividiendo el número total de huevos y el número de hembras vivas en un período de 24 horas. Cada tratamiento fue replicado 5 veces y repetido 3 veces en el tiempo.

Diseño experimental

El ensayo fue conducido en un diseño de experimentos completamente al azar con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas, siendo la parcela principal constituida por el tipo de extracto (semilla u hoja) y las subparcelas representadas por la dosis del extracto a aplicar (0, 625, 1250, 2500, 5000 y 10000 mg/L). Las variables mortalidad (efecto tóxico), oviposición y fecundidad (efecto sub-letal) en hembras de *O. coffeae* fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA) y aquellas variables que mostraron diferencias significativas fueron sometidas a prueba de medias según Tukey usando el programa estadístico Statistix versión 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad de las hembras de *O. coffeae* tratadas con extracto etanólico de *A. cherimola*

Se comprobó el efecto tanto del tipo de extracto así como de las concentraciones usadas sobre la mortalidad de las hembras de *O. coffeae* (Tabla 1). En general, la mayor tasa de mortalidad de las hembras de *O. coffeae* fue alcanzada con la aplicación del extracto obtenido de semillas de chirimoya en comparación con la mortalidad provocada por el extracto de hojas. Adicionalmente, se observó aumento de la mortalidad por efecto de la concentración con ambos tipos de extracto. Con la aplicación del extracto de semilla, la tasa de mortalidad se incrementó de 3,80 hasta 12,83 hembras muertas con el incremento de la dosis de 625 a 10.000 mg/L a las 24 h después de la aplicación. A

estas mismas concentraciones, el número de hembras muertas incrementó en 31,6 y 36,4% a las 48 h, y de 63,2 y 81,8 %, respectivamente a las 72 h.

La mortalidad promedio provocada por la aplicación de extracto de hoja varió desde 1,98 hasta 5,80 hembras muertas a las 24 y 72 h después de la aplicación, respectivamente, lo cual fue 3,8 y 2,4 veces menor que los promedios observados con el extracto de semilla. Aunque el efecto sobre la mortalidad fue menos evidente, la mortalidad también aumentó a medida que el tiempo de exposición incrementó así como la concentración. El extracto de hoja mostró una eficiencia de control relativamente baja, puesto que solo produjo 14,2 y 19,2 % de mortalidad 24 y 48 h después de la aplicación, respectivamente y la máxima tasa de mortalidad (40%) fue alcanzada 72 h después de la aplicación. Varios estudios han demostrado el efecto de extractos de diferentes especies de *Annona* sobre varios grupos

de insectos y ácaros plaga. Ribeiro et al. (2014a) encontraron que los extractos etanólicos de *A. montana* y *A. sylvatica* produjeron más de 98 % de mortalidad en larvas del tercer instar de *Trichoplusia ni* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) y sobre el áfido verde del durazno, *M. persicae* (Hemiptera: Aphididae) tanto en ensayos de laboratorio como en cultivos protegidos.

De manera similar, la aplicación del extracto etanólico de *A. mucosa* produjo alta mortalidad en hembras sobre el ácaro rojo de los cítricos, *P. citri* (Acari: Tetranychidae), la cual fue incrementándose con el aumento de la concentración y el tiempo de exposición (Ribeiro et al., 2014b), similar a los resultados observados en el presente estudio. Estos autores sugirieron que dado que este extracto provocó resultados de control similares al spirodiclofen, este podría ser considerado como una alternativa de control sustentable para el uso en huertos cítricos.

Tabla 1. Mortalidad promedio de hembras de *O. coffeae* tratadas con diferentes concentraciones (ppm) de extractos etanólicos de hojas y semillas de *A. cherimola*.

ppm	Extractos					
	hoja			semilla		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
0	0,4±0,54bc	1,1±0,69b	1,8±0,83c	0,4±0,54c	1,1±0,69c	1,8±0,83d
625	1,4±0,54c	1,8±0,83b	3,6±1,14c	3,8±0,83bc	5,0±0,70c	6,2±0,83d
1250	1,4±0,54bc	1,8±0,83b	4,2±0,83c	6,2±1,30bc	10,8±0,83bc	13,2±1,30c
2500	1,8±0,83bc	3,0±0,70b	5,2±0,83bc	8,4±1,14ab	13,6±1,51ab	17,2±1,48bc
5000	2,8±0,83ab	3,8±0,83ab	6,8±1,30b	13,8±1,34a	16,6±2,79ab	21,6±1,51ab
10000	4,2±1,25a	5,7±1,70a	12,0±0,81a	12,8±5,84a	17,5±7,17a	23,3±6,08a
PG	1,9±1,38	3,1±1,59	5,8±3,00	7,6±5,45	11,0±6,53	14,17±8,09

Valores promedios obtenidos de 30 observaciones. PG: Promedio general. Valores promedio en una misma columna con la misma letra no mostró diferencias significativas de acuerdo a Prueba de rangos de Tukey ($p < 0,001$)

Aparte del efecto sobre la mortalidad, las acetogeninas contenidas en especies de Anonáceas pueden producir un efecto sobre el desarrollo de algunos insectos plaga. En tal sentido, el extracto etanólico de semilla de *A. mucosa* provocó reducción de la viabilidad de larvas y pupas de *S. frugiperda*, así como también provocó reducción en el peso de la pupa, incremento en la duración de la fase larval y de la proporción de pupas y adultos con cambios morfológicos, sin embargo el extracto no causó disuasión de la alimentación (Ribeiro et al., 2016).

De manera interesante, Guadaño et al. (2000) sugirieron que la composición de los extractos obtenidos de especies de anonáceas podría explicar las diferencias en el efecto producido en la plaga. Así, estos autores observaron que el efecto de anti-alimentación provocado por extractos de semilla de *A. glabra* en *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) fue debido a la presencia de annonacina, sin embargo este mismo

producto no produjo el mismo efecto sobre *S. litoralis* o *M. persicae*. Contrariamente, el efecto del extracto de semillas de *A. cherimola*, que estaba principalmente compuesto de esquamocina, fue principalmente evidenciado en la mortalidad de *L. decemlineata* y *M. persicae*, pero no sobre *S. litoralis*, probablemente debido a que esta especie posee mecanismos de inactivación de estos compuestos.

Efecto subletal de los extractos de *A. cherimola* sobre hembras de *O. coffeae*

Aparte de la toxicidad aguda expresada como la mortalidad de *O. coffeae*, la oviposición diaria en hembras de *O. coffeae* también fue afectada por el efecto conjunto tanto por el tipo de extracto como por su concentración, puesto que todos los tratamientos mostraron reducción del número diario de huevos/hembra en relación al tratamiento control ($p < 0,0003$; $F = 6,08$, $gl = 5$) (Figura 1). La mayor

disminución de la oviposición fue observada con la aplicación del extracto de semilla, incluso con concentración más baja, con la cual la tasa de oviposición disminuyó 46,7 %, mientras que a la concentración de 10.000 mg/L esta logró disminuir hasta 82,5 %. Con relación al extracto de hojas, la disminución fue relativamente menor variando desde 29,9 hasta 62,0 % a concentraciones de 625 y 10000 mg/L.

Cuando se consideró la oviposición diaria, el número de huevos/hembra tendió a incrementarse en las hembras del grupo testigo y un comportamiento similar fue notado en las hembras tratadas con 625 mg/L de ambos extractos a las 48 y 72 h después de la aplicación, sin embargo el número de huevos/hembra tendió a disminuir a las 96 h después de la aplicación (Figura 2a, b).

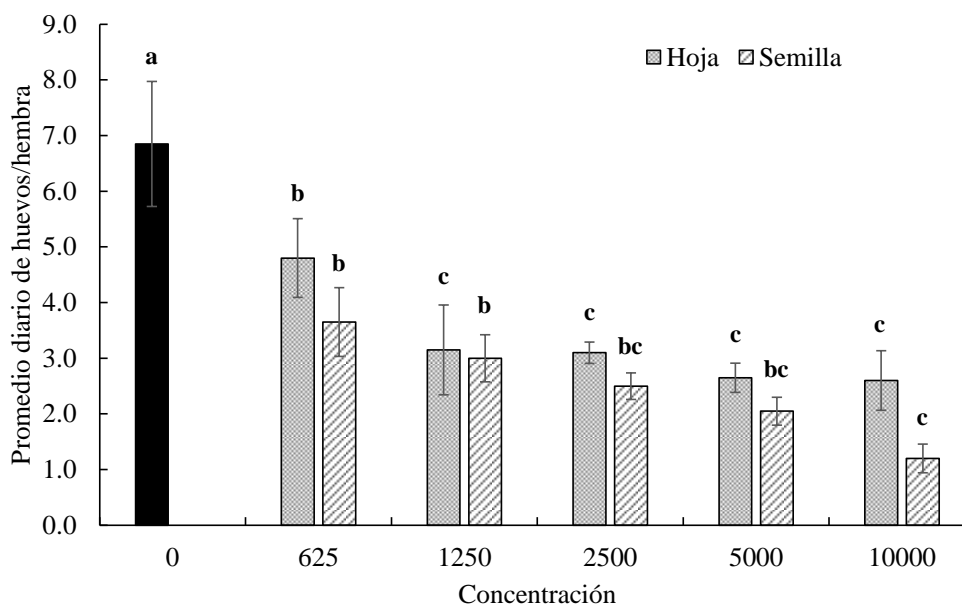


Figura 1. Tasa de oviposición de hembras de *O. coffeae* tratadas con diferentes concentraciones del extracto de hojas y semilla de *A. cherimola*

La disminución en la oviposición diaria comenzó a evidenciarse a partir de la concentración de 1250 mg/L, aunque no se detectaron diferencias significativas en los tratamientos de 1250 hasta 10000 mg/L del extracto de hoja. Contrariamente, el extracto de semilla a 10000 mg/L provocó una disminución significativa de la oviposición. De acuerdo con Ribeiro et al. (2014d), el efecto sub-letal del extracto de *A. mucosa* provocó disminución de la descendencia de *S. zeamais*, lo cual sugería que este extracto tuvo efecto sobre la alimentación, oviposición e incluso sobre el desarrollo embrionario y post-embrionario de la plaga.

La fecundidad de las hembras de *O. coffeae* fue negativamente afectada por la aplicación de las diferentes concentraciones de extractos de hoja y semilla de *A. cherimola* (Figura 3). El extracto de semilla resultó más efectivo en reducir la fecundidad en hembras de *O. coffeae*, la cual disminuyó de 34 a 10,4 huevos/hembra a 625 y 10.000 mg/L, mientras que las hembras tratadas con extracto de hoja se observó una fecundidad de 45,8 hasta 22,0

huevos/hembra a las mismas concentraciones. El extracto de semilla provocó reducción de la fecundidad total en 34 % con la concentración 625 mg/L, mientras que con la máxima concentración logró reducir hasta un 80,1 %. Por otra parte, el extracto de hoja solo alcanzó reducción alrededor del 50% con las concentraciones de 5000 y 10000 mg/L, mientras que con la concentración más baja apenas provocó reducción del 12,3 %.

Adicionalmente, se observó una correlación negativa entre la concentración del extracto y la fecundidad/hembra, la cual fue lineal a las 24 horas después de la aplicación pero luego fue una respuesta cuadrática a las 48, 72 y 96 horas después de aplicar cada uno de los tratamientos ($F_{4, 20} = 2,35$, $p = 0,089$). Posiblemente, la respuesta lineal a las 24 h pudo deberse, a la variabilidad de los datos durante el período de observación, la cual es verificada por la dispersión en todas las concentraciones.

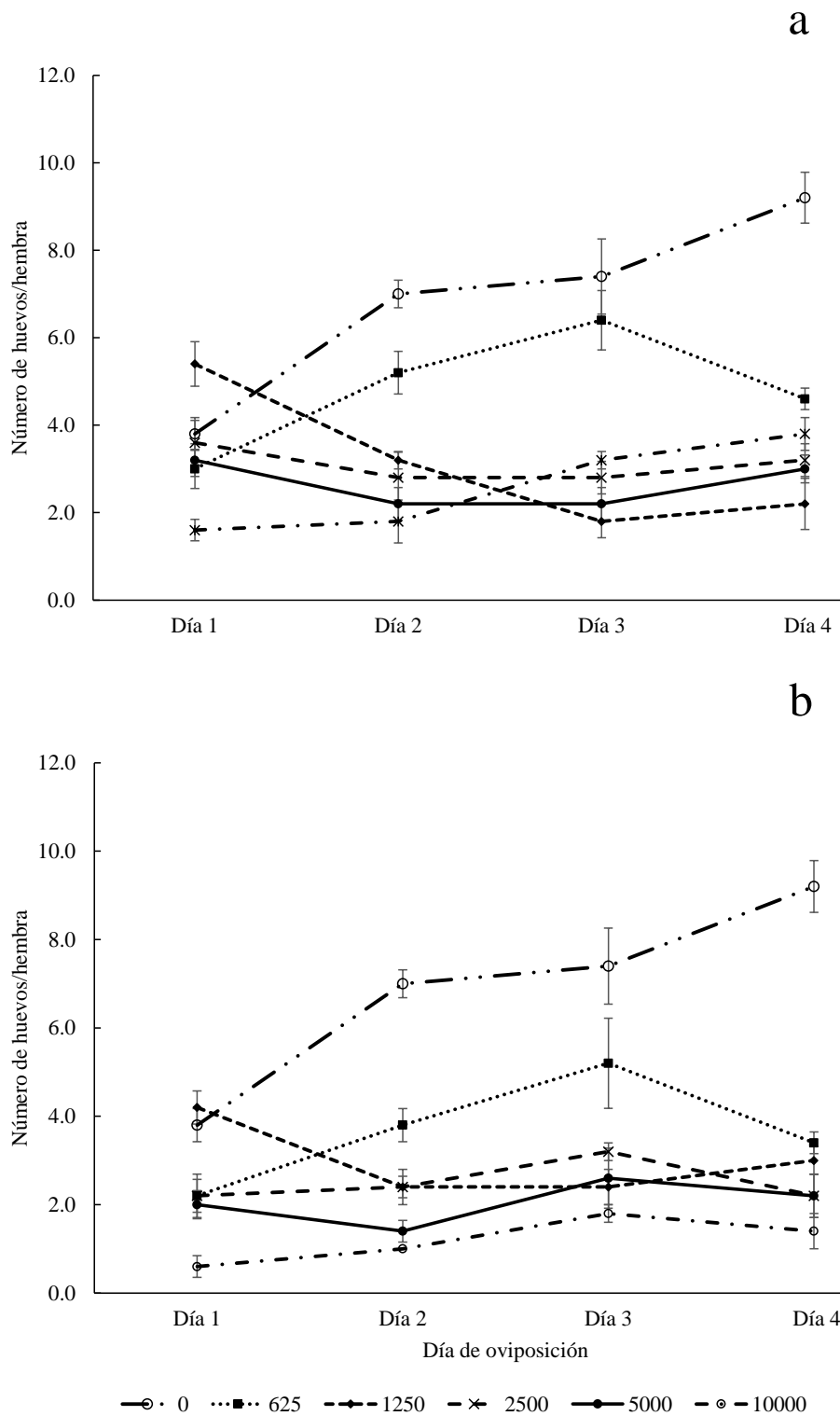


Figura 2. Oviposición diaria de hembras de *O. coffeae* tratadas con diferentes concentraciones del extracto de hojas (a) y semilla (b) de *A. cherimola*

En las observaciones hechas entre las 48 y 96 horas después del tratamiento, la respuesta cuadrática mostró que no existe disminución notable de la fecundidad con concentraciones mayores a 5000 mg/L, lo cual podría sugerir que esta concentración

podría ser suficiente para causar un efecto deletéreo sobre las poblaciones del ácaro de modo de ejercer control efectivo. Estos resultados son soportados por los hallazgos de Ribeiro et al. (2014b), quienes observaron reducción de la fecundidad en hembras de

P. citri, la cual fue proporcional a la concentración del extracto de *A. mucosa*.

Aparte del estudio de Ribeiro et al. (2014b), los resultados obtenidos en la presente investigación constituyen un importante aporte para el manejo de las poblaciones de ácaros tetraníquidos en el Ecuador. Basándose en el efecto tóxico y sub-letal de los extractos de hojas y semillas de chirimoya permiten sugerir que estos constituyen una herramienta

promisoria para el manejo de ácaros plagas en cultivos extensivos. Sin embargo, se requiere evaluar el efecto de estos extractos en condiciones de campo y/o en cultivos protegidos para determinar el efecto de los factores ambientales sobre la efectividad de control. Adicionalmente, considerando la diversidad de especies de Annonaceae presentes en el Ecuador, se sugiere realizar estudios similares de modo de establecer la potencialidad de su uso en programas de manejo de plagas agrícolas.

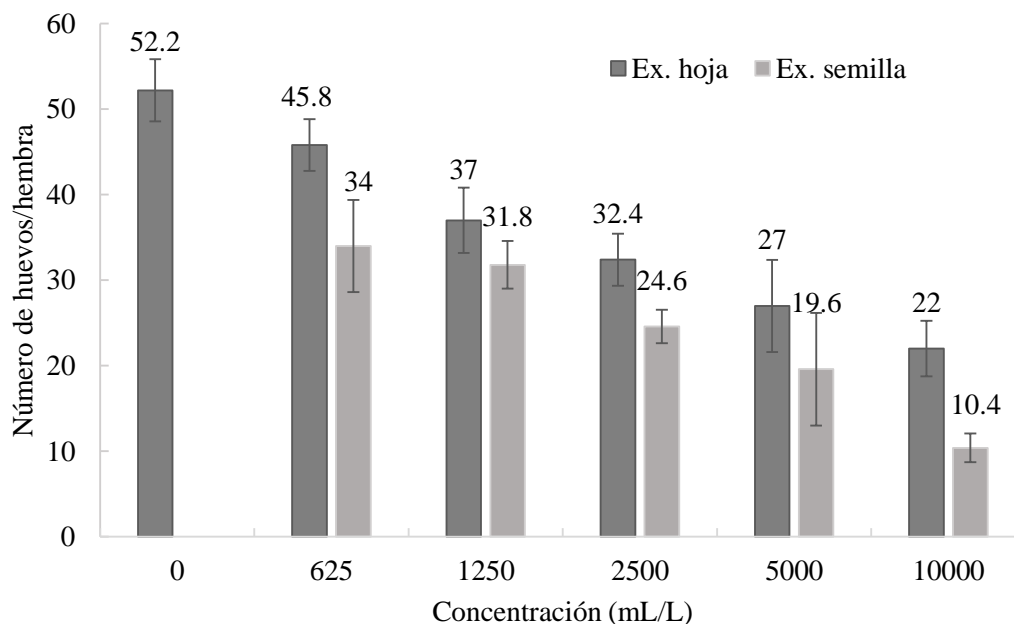


Figura 3. Fecundidad de las hembras de *O. coffeae* tratadas con diferentes concentraciones de extractos etanólicos de hoja y semilla obtenidos de *A. cherimola*

Dado el potencial mostrado por varias especies de Annonaceae para el control de plagas agrícolas y considerando la diversidad de esta familia en el trópico, se sugiere realizar estudios donde se evalúe el efecto plaguicida de las especies silvestres presentes en el Ecuador de modo de ofrecer nuevas alternativas sustentables a los pequeños y medianos productores del país.

CONCLUSIONES

Los extractos de hojas y semillas de *A. cherimola* provocaron disminución de la tasa de oviposición y fecundidad total en hembras de *O. coffeae*, sin embargo, este efecto fue mayor cuando se usó extracto de semillas. Con base en los resultados, su uso podría ser incluido en programas de manejo de este ácaro plaga en plantaciones de café.

REFERENCIAS

- Aktar, M.W., Sengupta, D., Chowdhury, A. 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*. 2(1): 1-12. DOI: 10.2478/v10102-009-0001-7
- Andrade, D.A., Atzin, J., Domínguez-Martínez, V.G. 2006. Acetogeninas en idioblastos de semilla de guanábana (*Annona muricata*). *Memorias del XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Bioquímica*. Guanajuato, México.
- Bellotti, A.C., Cardona, C., Lapointe, S.L. 1990. Trends in pesticide use in Colombia and Brazil. *Journal of Agricultural Entomology*. 7(3): 191-201.

- Bolland, H.R., Gutierrez, J., Flechtmann, C.H.W. 1998. World Catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Koninklijke Brill NV, The Netherlands.
- Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G. 2000. Natural products (secondary metabolites). In Buchanan, B., Grissem W. and Jones, R. (eds.) Biochemistry and molecular biology of plants. John Wiley & Sons, Inc. Rockville, Md. p. 1250-1318.
- Di Toto, L., Álvarez, O., Popich, S., Neske, A., Bardón, A. 2010. Antifeedant and toxic effects of acetogenins from *Annona montana* on *Spodoptera frugiperda*. Journal of Pest Science. 83:307-310.
- Gerson, U., Smiley, R.L., Ochoa, R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science Ltd. Oxford, UK.
- González-Coloma, A., Guadaño, A., Inés, C., Martínez-Dias, R., Cortes, D. 2002. Selective action of acetogenin mitochondrial complex I inhibitors. Zeitschrift für Naturforschung C. 57: 1028-1034.
- Guadaño A., Gutiérrez C., de la Peña E., Cortes D., González-Coloma A. 2000. Insecticidal and mutagenic evaluation of two annonaceous acetogenins. Journal of Natural Products. 63(6): 773-776.
- Helle, W., Overmeer W.P.J. 1985. Rearing techniques. In Helle W. and Sabelis M.W. (eds.) Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier, The Netherlands. p. 331-385.
- Oliveira, D.C., Moraes, G.J., Dias, C.T.S. 2012. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the State of São Paulo, Southeastern Brazil. Neotropical Entomology. 41:315-323.
- Ribeiro, L., Vendramim, J.D., Bicalho, K.U., dos Santos, A.M, Fernandes, J.B., de Andrade, M, Fernandes, J.B., Moral, R.A., Demétrio, C.G.B. 2013. *Annona mucosa* Jacq. (Annonaceae): a promising source of bioactive compounds against *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research. 55: 6-14. DOI: 10.1016/j.jspr.2013.06.001
- Ribeiro, L.P., Akhtar, Y., Vendramim, J.D., Isman, M.B. 2014a. Comparative bioactivity of selected seed extracts from Brazilian *Annona* species and an acetogenin-based commercial bioinsecticide against *Trichoplusia ni* and *Myzus persicae*. Crop Protection. 62: 100-106. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.04.013
- Ribeiro, L.P., Ansante, T.F., Vendramim, J.D. 2016. Efeito do extrato etanólico de sementes de *Annona mucosa* no desenvolvimento e comportamento alimentar de *Spodoptera frugiperda*. Bragantia. 75: 322-330.
- Ribeiro, L.P., Mota, L.H.C., D'Alessandro, C.P., Vendramim, J.D., Delalibera Jr, I. 2014c. *In vitro* compatibility of an acetogenin-based bioinsecticide with three species of entomopathogenic fungi. Florida Entomologist. 97:1395-1403.
- Ribeiro, L.P., Vendramim, J.D., Andrade, M.S., Bicalho, K.U., Silva, M.F.G.F., Vieira, P.C., Fernandes, J.B. 2014d. Tropical plant extracts as sources of grain-protectant compounds against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Neotropical Entomology. 43:470-482.
- Ribeiro, L.P., Zanardi, O.Z., Vendramim, J.D., Yamamoto, P.T. 2014b. Comparative toxicity of an acetogenin-based extract and commercial pesticides against citrus red mite. Experimental and Applied Acarology. 64:87-98. DOI: 10.1007/s10493-014-9810-2
- Roy, S., Muraleedharan, N., Mukhopadhyay, A. 2014. The red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae): its status, biology, ecology and management in tea plantations. Experimental and Applied Acarology. 63:431-463.
- Theis, N., Lerdau, M. 2003. The evolution of function in plant secondary metabolites. International Journal of Plant Sciences. 164(3): 93-102.
- Vásquez, C., Dávila, M., Pomboza, P., Telenchana, N. 2017. Primer reporte de *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae) sobre *Alnus acuminata* en la región andina. Revista Mexicana de Biodiversidad. 88: 256-259.
- Vásquez, C., Balza, D., Jiménez, M.A., Colmenárez, Y., Ríos, Y. 2016. Use of extracts as an alternative control method against phytophagous mites in South America. Current Topics in Phytochemistry; 13: 35-41