

Efectividad *in vitro* del extracto etanólico de *Cymbopogon citratus* (D.L.) Stapf y hexythiazox sobre *Raoiella indica* Hirst

In vitro effectiveness ethanol extract of Cymbopogon citratus (D.L.) Stapf and hexythiazox on Raoiella indica Hirst

Oriana Fernández¹, María Fernanda Sandoval², María Elena Sanabria³, Carlos Vásquez^{1*}

RESUMEN

Raoiella indica es una plaga de importancia económica en plantaciones de coco, sin embargo no existe información disponible respecto de las estrategias de control ecológicamente sustentables en Venezuela. Se evaluó el efecto de diferentes dosis del extracto etanólico de *Cymbopogon citratus* y hexythiazox en la mortalidad y oviposición de *R. indica* bajo condiciones de laboratorio. El extracto etanólico al 7,5% produjo la mayor mortalidad (92,5%) y reducción de la oviposición (100%), mientras que bajas concentraciones de hexythiazox resultaron en reducción de la mortalidad >80%, aunque mostró resultados variables en relación con la oviposición. Los resultados sirven de base en el uso de biopesticidas para el control de *R. indica*, sin embargo se requieren evaluaciones de su efectividad bajo condiciones de campo.

Palabras clave: ácaro rojo de las palmeras, biopesticida, control químico, manejo integrado de plaga.

ABSTRACT

Raoiella indica is an economic pest in coconut plantations however; information on strategies for ecologically sustainable control is still lacking in Venezuela. Effect of different doses of *Cymbopogon citratus* ethanolic extract and hexythiazox on mortality and oviposition of *R. indica* under laboratory conditions was evaluated. Higher mortality (92.5%) and reduced oviposition (100%) were observed with 7.5% ethanolic extract, while low concentrations of hexythiazox resulted in reduction of mortality > 80%, although showed variable results in relation to oviposition. Results support idea about using biopesticides for *R. indica* control, however effectiveness under field conditions are required.

Key words: red palm mite, biopesticide, chemical control, integrated pest management.

Introducción

El ácaro rojo de las palmeras, *Raoiella indica* Hirst, ha sido reportado causando daño en especies de Arecaceae, principalmente en coco (*Cocos nucifera* L.), provocando muerte de plantas jóvenes, mientras que en plantas adultas el daño es evidenciado por un marcado amarillamiento de hojas maduras y disminución de la producción (Vásquez *et al.*, 2008a). Aparte del daño en cocoteros, otras especies de palmeras y también otras familias botánicas como Musaceae, Heliconiaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae han sido señaladas como hospederas

(Carrillo *et al.*, 2012) cuando estas crecen cerca de plantaciones de coco en las islas del Caribe (Roda *et al.*, 2008).

Hasta el presente no existen estudios formales acerca del impacto de *R. indica* en el rendimiento en plantaciones de coco, sin embargo se estima que desde su detección en América la producción ha disminuido y la información disponible para su control está basada principalmente en el uso de acaricidas químicos. En la región Neotropical, Rodrigues y Peña (2012) encontraron que las aplicaciones de spiromesifen, dicofol y acequinocyl en plantaciones de coco fueron efectivas para la

¹ Laboratorio de Investigación de Zoología Agrícola. Departamento de Ciencias Biológicas. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Estado Lara, Venezuela.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Unidad de Producción Vegetal. Laboratorio de Entomología. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

³ Postgrados de Agronomía. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Estado Lara, Venezuela

* Autor para correspondencia: carlosvasquez@ucla.edu.ve

reducción de las poblaciones del ácaro *R. indica* en Puerto Rico, mientras que en Florida este ácaro fue controlado con aspersiones con etoxanol, abamectina, pyridaben, milbemectina y azufre.

Aparte de las moléculas químicas convencionalmente utilizadas para el control de plagas, la aplicación de extractos vegetales ha demostrado tener efecto negativo para diferentes especies de importancia económica. Su uso no considera su erradicación total, sino que procura la reducción de las poblaciones, buscando restablecer el equilibrio biológico (Gómez *et al.*, 2010), por lo que actualmente existe un interés creciente en su inclusión como alternativa a los plaguicidas químicos sintéticos (Koul y Walia 2009). En tal sentido, la aplicación de extractos vegetales ha demostrado incremento en la tasa de mortalidad y reducción de la fecundidad en las hembras de *Tetranychus urticae* (Koch) (Erdogan *et al.*, 2012) y *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Sivira *et al.*, 2011) y *Oligonychus coffeae* Neitner (Sarmah *et al.*, 2009).

Con relación al efecto biocida de citronela (*Cymbopogon citratus* (D.L.) Stapf), estudios previos han señalado sus propiedades acaricidas (Gómez *et al.*, 2010). Sin embargo, no existe información disponible concerniente al posible efecto de esta especie vegetal sobre *R. indica*. Por ello, en el presente estudio se evaluó la susceptibilidad del ácaro rojo de las palmeras a las aplicaciones del extracto etanólico (EE) de citronela, con miras al establecimiento de estrategias alternativas de manejo sustentable de las poblaciones de este ácaro de importancia agrícola, así como también evaluar el efecto de hexythiazox para probar la efectividad de mínimas concentraciones del producto con un enfoque para obtener el menor impacto ecológico posible.

Materiales y Métodos

Colecta y mantenimiento de la colonia de ácaros de *R. indica*

El ácaro rojo de las palmeras fue colectado en plantas de coco mantenidas en el umbráculo de la Estación “Miguel Luna Lugo”, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Estado Lara, Venezuela. Las muestras de hoja fueron envueltas en papel absorbente, colocadas en bolsas plásticas con cierre hermético y llevadas al laboratorio.

Para la obtención de una cohorte de edad homogénea, los ácaros fueron reproducidos en

unidades de cría siguiendo la metodología de Rivero y Vásquez (2009) (27 ± 1 °C; $47 \pm 10\%$ HR; 12:12 L:O). Cada unidad de cría consistió de una lámina de poliuretano (100 cm²) donde fueron colocados cuatro discos de hoja (3 cm de diámetro) de coco cultivar Enano Amarillo Malayo con la cara abaxial hacia arriba. Cada disco de hoja fue bordeado con una banda de algodón humedecida con agua destilada para evitar el escape de los ácaros y mantener la turgencia de la hoja. Diariamente, tanto el poliuretano como la banda de algodón fueron saturados con agua destilada.

Para la obtención de los huevos, en cada disco de hoja fueron colocadas 20 hembras adultas de *R. indica*, estas fueron observadas a intervalos de 6 h hasta obtener el número suficiente de huevos para dar inicio al estudio. Posteriormente, las hembras fueron descartadas y los huevos fueron observados cada 12 horas bajo lupa estereoscópica para registrar el tiempo de incubación. Una vez emergidas las larvas, estas fueron igualmente observadas hasta alcanzar el estado adulto para luego iniciar el ensayo de efectividad del extracto etanólico y hexythiazox.

Obtención del extracto etanólico de *Cymbopogon citratus*

El extracto etanólico (EE) fue obtenido a partir de hojas de *C. citratus* colectadas en la Unidad de Producción Socialista Indio Butaque, municipio Trujillo, estado Trujillo. En el laboratorio, las hojas fueron lavadas con agua corriente para eliminar partículas del suelo y secadas bajo sombra en un umbráculo de Postgrado Agronomía de la UCLA. Una vez secas, fueron pulverizadas en licuadora convencional y 50 g del polvo fueron adicionados a 150 ml de etanol (96%). Posteriormente la mezcla fue macerada en frascos de vidrios durante 24 h, filtrada usando 4 capas de gasa y destilada en un rotovapor Brinkmann^{MR} hasta la obtención del EE, el que fue envasado en un frasco estéril color ámbar y almacenado bajo refrigeración (8 ± 2 °C), hasta su utilización en los análisis fitoquímicos y aplicación en las pruebas biológicas.

Determinación de metabolitos secundarios (MS) en el extracto etanólico de *C. citratus*

Determinación cualitativa

Alcaloides, fenoles y flavonoides: la determinación cualitativa fue realizada por cromatografía de capa fina

siguiendo la metodología sugerida por Marcano y Hasegawa (2002). Para ello, dos gotas del extracto etanólico de citronela fueron colocadas a 1cm de uno de los extremos de un cromatofolio de sílica gel (Merk®, TLC60 F₂₅₄) (6,5 cm de largo x 2,5 cm de ancho) usando una micropipeta. Posteriormente, los cromatofolios fueron tratados con diferentes solventes de acuerdo con el metabolito secundario a ser determinado, colocados en una cámara cromatográfica y finalmente revelado (Tabla 1).

Saponinas: el extracto etanólico fue diluido en agua destilada (1:1) y agitado vigorosamente durante 1 min hasta la formación de espuma. La persistencia después de 15 min fue considerada positiva, de acuerdo con Marcano y Hasegawa (2002). El contenido de saponinas fue valorado de acuerdo con la escala de Cuéllar *et al.*, (1999): 0 mm (negativo); 0,1-5,0 mm (muy bajo); 5,1-9,0 mm (bajo); 9,1-14 mm (moderado) y > 14 mm (alto).

Aceites esenciales: la presencia fue determinada por la emisión de aroma característico que contiene este grupo de MS al EE (olor cítrico).

Determinación cuantitativa

La cuantificación fue hecha siguiendo la metodología de Vásquez *et al.* (2008b). Esta consistió en marcar el área ocupada por la presencia del metabolito secundario en el cromatofolio de sílica-gel. Posteriormente fueron extraídas tres secciones de área conocida (AC) con ayuda de un perforador, raspadas y pesadas en una balanza analítica (Ohaus Adventure N° AR2140) para determinar el peso (g) de cada metabolito. Estas secciones estaban conformadas por MS + sílica + solvente. De manera similar, el espacio restante del área recorrida por el MS, constituido por MS+ sílica+ solvente, fue raspado y denotado como área desconocida (AD).

Adicionalmente se preparó un número similar de discos de cromatofolios conteniendo solo sílica + solvente, los que constituyeron el control. Estos discos también fueron raspados y pesados para obtener el área de control (ACT).

La cantidad total de metabolitos secundarios (expresada en mg/ml) contenidas en la mancha del cromatofolio fue calculada mediante la siguiente fórmula:

$$\mu\text{g de MS/ml} = \left[\frac{((AD \times (AC - ACT) / AC) + (AC - ACT)) \times 1000}{10} \right] \mu\text{L}$$

Donde los 10 μL representaron la cantidad de extracto que se agregó a cada cromatofolio.

Toxicidad del extracto etanólico y hexythiazox a *R. indica*

La toxicidad de las diferentes dosis del extracto etanólico y del acaricida hexythiazox de *C. citratus* a *R. indica* fue evaluada siguiendo Cowles *et al.* (2000). Los discos de hoja (6 cm de diámetro) fueron sumergidos durante 20 seg de acuerdo con el tratamiento (extracto etanólico: 2,5; 5,0 y 7,5%) o hexythiazox (12,5; 25; 50; 75 y 100%) o en agua destilada que fue usado como tratamiento control (0%). Posteriormente el exceso de líquido fue eliminado y los discos de hoja fueron secados a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) durante 0,5 h, antes de ser ofrecidos como un sustrato en las unidades de cría. Una vez secos, sobre los discos de hoja tratados con la concentración respectiva del extracto o acaricida fueron colocadas 10 hembras de 1-2 días de edad seleccionadas al azar de la cría de laboratorio previamente descrita. Cada tratamiento fue repetido 10 veces. Las evaluaciones se realizaron a 24, 48 y 72 h después del tratamiento

Tabla 1. Eluyentes y métodos de revelados para la determinación de los grupos de metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de *C. citratus*.

Metabolito secundario	Solventes	Revelado
Alcaloides	N-Butanol: Ac. Acético: Agua (9:2:1)	Luz UV; presencia coloración naranja intenso es considerada como positiva.
Fenoles	Agua: Ac. Acético (9:1)	Se rocía la cromatografía con cloruro férrico al 1%, coloración parda oscura es considerada como positiva.
Flavonoides	Benceno: Ac. Acético: Agua (6:3,5:1)	UV; presencia coloración fluorescente blanquecina es considerada como positiva.

Fuente: Marcano y Hasegawa (2002).

para determinar la mortalidad y la oviposición. Una hembra fue considerada muerta cuando no respondió al toque de un pincel fino (000).

Análisis estadístico

Los datos de mortalidad y oviposición fueron sometidos a análisis de varianza y posteriormente prueba de medias según Tukey utilizando el paquete estadístico Statistix versión 8.0. El porcentaje de efectividad se realizó mediante la siguiente fórmula: $((A-B)/A) * 100$, donde A= número inicial de ácaros; B= número final de ácaros (Gómez *et al.*, 2010).

Resultados y Discusión

Determinación cualitativa y cuantitativa de los grupos de MS presentes en el extracto etanólico de *C. citratus*

La composición química del extracto etanólico de citronela se muestra en la Tabla 2. Estudios previos han demostrado la variabilidad en la composición química de los extractos alcohólicos de *C. citratus*. Hindumanthy (2011) detectó la presencia de alcaloides, saponinas, taninos y fenoles, pero no detectó flavonoides. Las diferencias en cuanto a la síntesis de un grupo de metabolito secundario en la planta es influenciado por la dinámica de las interacciones entre esta y su ambiente biótico y abiótico (Vilela *et al.*, 2011). Estos compuestos químicos cumplen diversas funciones en las plantas, como funciones alelopáticas, contra ataque de agentes fitopatógenos, como atractivo de polinizadores y como moléculas portadoras de información relacionada con posibles funciones defensivas, entre otras (Ramos *et al.*, 1998). En este último caso, cada grupo de metabolito puede mostrar efectos diferentes.

La importancia de la detección de alcaloides en el EE de citronela radica en que este grupo

de compuestos puede provocar desde retardo en el desarrollo, crecimiento y reproducción hasta parálisis y mortalidad de insectos y ácaros fitófagos, dependiendo de la dosis aplicada (Levinson 1976). En comparación con otros metabolitos secundarios, algunos flavonoides pueden actuar como agentes de antialimentación, como reductor de la digestibilidad del alimento o como toxina (Treutter 2006). Por otra parte, las saponinas provocan ruptura de la membrana celular, inhiben la respiración celular por medio del cianuro de hidrógeno liberado a partir de los glucósidos cianogénicos y pueden inhibir las ATPasa dependientes de Na^+/K^+ (Wittstock y Gershenzon 2002).

Debido al potencial mostrado por los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas contra herbívoros, su inclusión en programas de manejo de problemas fitosanitarios complejos podría ser considerada como una alternativa viable mediante el uso de algunos extractos vegetales en diferentes sistemas agrícolas.

Efecto de diferentes dosis del extracto etanólico de *C. citratus* en la mortalidad y oviposición de *R. indica*

Se observó aumento en la tasa de mortalidad de *R. indica* con el incremento de la concentración del extracto etanólico de *C. citratus* (Tabla 3) siendo la mayor tasa de mortalidad producida por la aplicación de 7,5%. Sin embargo, dosis inferiores del EE (2,5 y 5,0%) también provocaron tasas de mortalidad superiores al 80%.

De manera similar, la oviposición también fue reducida totalmente con aplicaciones de EE al 7,5%, mientras que con dosis de 2,5 y 5,0% la oviposición apenas alcanzó 20,4 y 6,1% en relación con el control (Tabla 3). En general, la oviposición diaria de *R. indica* fue consistentemente baja en discos de hoja tratados con 2,5 y 5,0% del EE de citronela, en las que se obtuvo menos de 1,0 o 2,5 huevos/día,

Tabla 2. Grupos de metabolitos secundarios determinados en extracto etanólico de *C. citratus*.

MS	Presencia (+)/ausencia(-)	Concentración (µg/mL)
Alcaloides	+	285,7
Flavonoides	+	242,7
Fenoles	+	599,8
Saponinas	+	--
Aceites esenciales	+	--

+ = presencia; - = ausencia.

Tabla 3. Mortalidad y oviposición de *R. indica* por efecto del extracto etanólico de *C. citratus*.

Dosis	Mortalidad	%	Oviposición	%
0	1,50 ± 0,58c (1,0 – 2,0)	37,5	12,25 ± 3,78a (7,0 – 15,0)	100,0
2,5	4,75 ± 0,96 b (4,0 – 6,0)	82,5	2,5 ± 2,88bc (0,0 – 5,0)	20,4
5,0	3,00 ± 0,00bc 0,0	85,0	0,75 ± 1,50bc (0,0 – 3,0)	6,1
7,5	7,00 ± 1,41a (6,0 – 9,0)	92,5	0,0 ± 0,00c (0,0 – 0,0)	0,0

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas de acuerdo con prueba de medias de Tukey ($p < 0,05$).

Números entre paréntesis representan valores mínimos y máximos de mortalidad u oviposición.

respectivamente, mientras que cuando en discos de hoja tratados con extracto al 7,5% la oviposición fue nula durante todo el ensayo (Figura 1).

De acuerdo con la línea de regresión que correlacionan la concentración del EE y la oviposición, se observó mayor número de huevos cuando las hojas fueron tratadas con agua y 2,5%, mientras que la máxima reducción fue alcanzada en hembras tratadas al 7,5%, con un 100% de efectividad (Figura 2).

Los resultados por la aplicación de productos botánicos con actividad acaricida tanto en condiciones de campo (Sarmah *et al.*, 2009) como en laboratorio (Sivira *et al.*, 2011; Erdogan *et al.*, 2012) podrían ser atribuidos al efecto de los diferentes grupos de metabolitos secundarios. En tal sentido, el efecto de diferentes especies de plantas sobre ácaros tetraníquidos de importancia económica ha sido demostrado por Erdogan *et al.* (2012), quienes observaron que el incremento de la concentración de los extractos etanólicos de

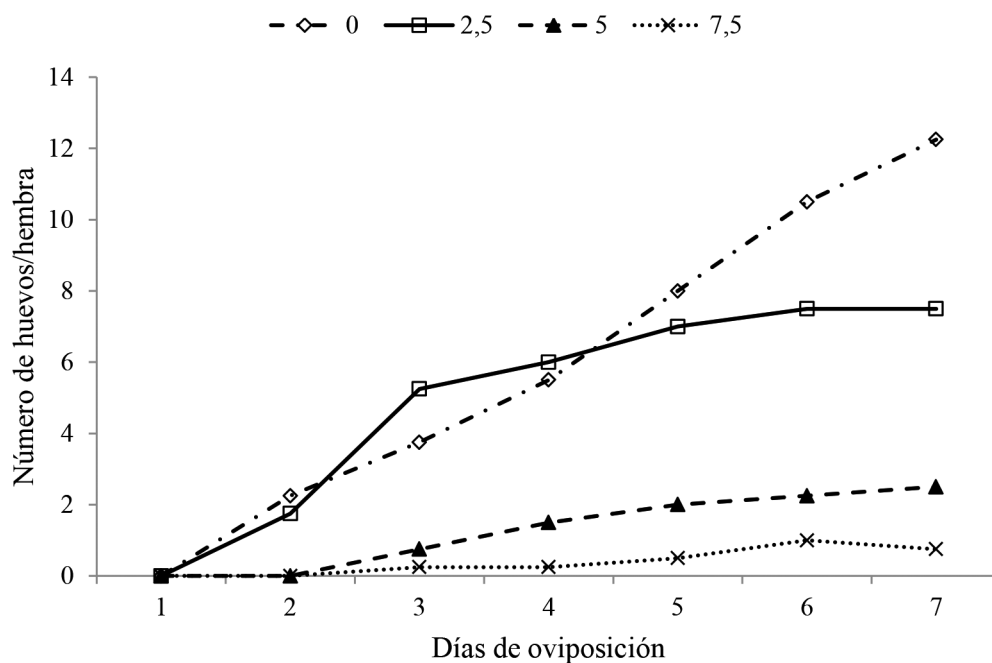


Figura 1. Oviposición diaria en hembras de *R. indica* criadas en discos de hoja de coco tratados con diferentes dosis del extracto etanólico de *C. citratus*.

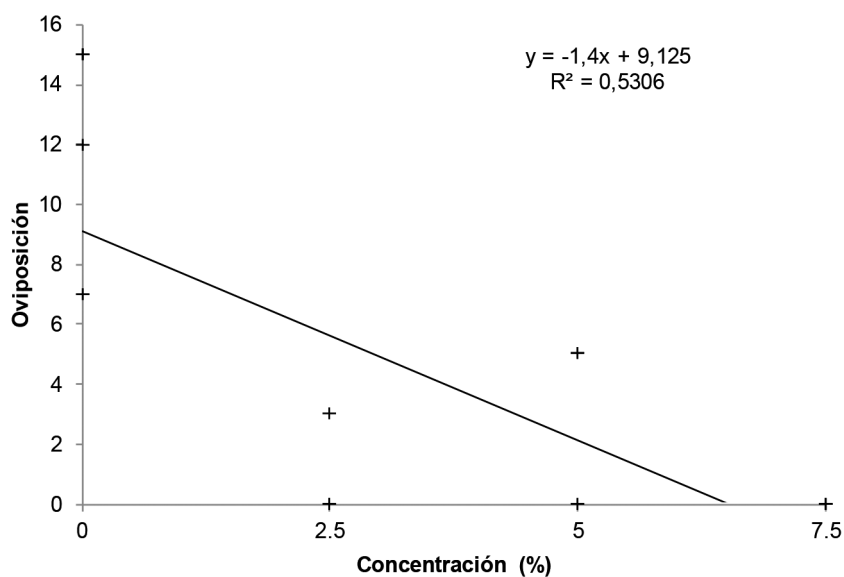


Figura 2. Curva de regresión entre la concentración del extracto etanólico de *C. citratus* y la oviposición de *R. indica*.

Allium sativum L., *Rhododendron luteum* Sweet, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Veratrum album* L. y *Tanacetum parthenium* (L.) Sch. Bip. provocó aumento en la tasa de mortalidad y disminución de la oviposición de *T. urticae*. Asimismo, Sivira *et al.* (2011) demostraron que la aplicación de extractos etanólicos de *Lippia origanoides* Kunth y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. resultaron ser eficientes en la mortalidad de *T. cinnabarinus*. De igual forma, la aplicación de extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. provocó mortalidad acumulada en fases inmaduras de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) entre 55 y 84,6% cuando fue aplicado a 0,75 y 1%, respectivamente (Gonçalves *et al.*, 2001a), mientras que a dosis mayores (2,5 y 5%) provocó mortalidad entre 57,5 y 100%, respectivamente (Gonçalves *et al.*, 2001b).

Con relación al efecto acaricida de *C. citratus* existen algunos estudios que reportan su efectividad mostrando resultados variables (Borges *et al.*, 2011). Choi *et al.* (2004) reportaron una tasa de mortalidad del 100% sobre huevos y adultos de *T. urticae* tratados con aceites esenciales de citronela. Debido a la falta de información, el presente estudio constituye el primer aporte del efecto del extracto etanólico de citronela sobre *R. indica*, abriendo así un campo de estudio para su uso en el manejo de esta especie plaga en la región Neotropical.

Efecto de la aplicación de diferentes dosis de hexythiazox en la mortalidad y oviposición de *R. indica*

La tasa de mortalidad de *R. indica* fue negativamente afectada por el incremento en la dosis de hexythiazox, siendo mayor en discos tratados con 100 ppm (Tabla 4). Sin embargo, la aplicación de dosis inferiores (12,5, 25, 50 y 75 ppm) provocó efecto similar, mostrando mortalidad superior al 80%.

Adicionalmente, fueron observadas diferencias en la oviposición de hembras de *R. indica* cuando fueron expuestas a diferentes dosis de este producto (Tabla 4). La mayor disminución fue evidenciada en hembras tratadas con solución de hexythiazox a 100 ppm, en la que fue nula durante todo el ensayo. Sin embargo, la aplicación de 12,5 y 50 ppm provocó reducción de 90,1 y 45,5% con relación a la oviposición alcanzada por hembras no tratadas (control). Esta tendencia se mantuvo al observar la oviposición diaria de *R. indica*, esta fue constantemente baja cuando las hembras fueron criadas en discos de hoja tratados a concentraciones de 12,5 y 50 ppm, donde se obtuvieron menos de 1,5 huevos/hembra desde el día 3 del ensayo (Figura 3).

A pesar de que *R. indica* representa una seria amenaza para el cultivo de coco en países

Tabla 4. Mortalidad y oviposición de *R. indica* por efecto de diferentes dosis de hexythiazox.

Concentración (ppm)	Mortalidad	%	Oviposición	%
0	1,75 ± 0,50c	59,4	2,75 ± 3,20a	91,7
12,5	5,00 ± 1,155ab	87,5	0,25 ± 0,50c	8,3
25,0	5,25 ± 1,71ab	87,5	3,00 ± 2,94a	100,0
50,0	5,25 ± 1,71ab	87,5	1,50 ± 1,91b	50,0
75,0	4,25 ± 1,29bc	81,3	3,00 ± 3,83a	100,0
100,0	7,50 ± 0,58a	96,9	0,00 ± 0,00c	0,0

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas de acuerdo con prueba de medias de Tukey ($p < 0,05$).

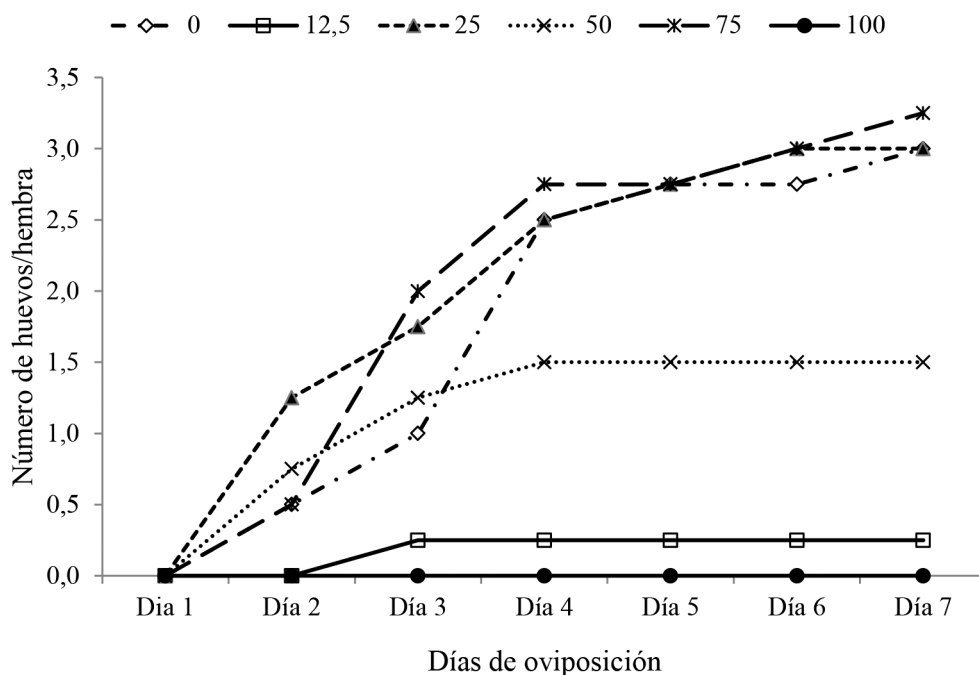


Figura 3. Oviposición diaria en hembras de *R. indica* criadas en discos de hoja de coco tratados con diferentes dosis de hexythiazox.

productores de América (Vásquez y Moraes 2013), hasta el presente existe poca información disponible concerniente al efecto de productos químicos para su control (Rodríguez y Peña 2012). En general, las moléculas químicas sintéticas ejercen un buen efecto de control en algunos ácaros fitófagos que han resultado ser plagas importantes para algunas zonas productoras tanto de coco como de banana. Sin embargo, a causa del efecto detrimental de estas moléculas, se hace necesario buscar alternativas de manejo de poblaciones plagas sustentables y económicas para los productores de la región Neotropical. En tal sentido, el efecto negativo mostrado por la aplicación del extracto etanólico de *C. citratus* en la alimentación y reproducción de *R.*

indica permite sugerir su uso como una alternativa viable para el manejo de las poblaciones de esta especie plaga en plantas de coco con una visión sustentable. Sin embargo, se requiere realizar evaluaciones del efecto de extractos etanólicos tanto bajo condiciones *in vitro* como *in vivo*, incluyendo extractos obtenidos de raíces de esta planta.

La aplicación de hexythiazox también mostró efectividad para el manejo de poblaciones del ácaro rojo de las palmeras, sin embargo su inclusión dentro de los Programas de Manejo de Plagas debería estar basada en estudios que evalúen su efecto sobre la fauna benéfica encontrada en plantas de coco en el país, incluyendo *Amblyseius largoensis* (Muma), el principal depredador de esta especie plaga.

Literatura Citada

- Borges, L.; Sousa, L.; Barbosa, C.
2011. Perspectivas para o uso de extratos de plantas para o controle do carrapato de bovinos *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista Brasileira de Parasitologia*, 20 (2): 89-96.
- Carrillo, D.; Amalin, D.; Hosein, F.; Roda, A.; Duncan, R.E.; Peña J.E.
2012. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Experimental and Applied Acarology*, 57 (3-4): 271-289.
- Choi, W.; Lee, S.; Park, H.; Ahn, Y.
2004. Toxicity of plant essential oil to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 97: 553-558.
- Cowles, R.; Cowles, E.; McDermott, A.; Ramoutar, D.
2000. "Inert" formulation ingredients with activity: toxicity of trisiloxane surfactant solutions to two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 2: 180-188.
- Cuéllar, A.; Márquez, I.; Hernández, J.; Alemán, A.
1999. Estudio fotoquímico de la especie *Hibiscus elatus* S.W. *Revista Cubana de Farmacia*, 33 (2):127-131.
- Erdogan, P.; Yildirim, A.; Sever, B.
2012. Investigations on the effects of five different plant extracts on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). *Psyche*, 1: 1-5.
- Gómez, J.; Hernández, Y.; Cabrera, Y.
2010. Efecto acaricida de los extractos acuosos de plantas sobre el ácaro rojo (*Tetranychus umidus* (Banks)). *Agricultura Orgánica*, 2: 35-36.
- Gonçalves, M.; Oliveira, J.; Barros, R.; Leite, M.
2001a. Extratos aquosos de plantas e o comportamento do ácaro verde da mandioca. *Scientia Agricola*, 58: 475-479.
- Gonçalves, M.; Oliveira, J.; Barros, R.; Torres, J.B.
2001b. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). *Neotropical Entomology*, 30: 305-309.
- Hindumathy, C.K.
2011. In vitro study of antibacterial activity of *Cymbopogon citratus*. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 50: 189-191.
- Koul, O.; Walia, S.
2009. Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 49 (4): 1-30.
- Levinson, H.Z.
1976. The defensive role of alkaloids in insects and plants. *Experientia*, 32 (4): 408-409.
- Marcano, D.; Hasegawa, M.
2002. Fitoquímica Orgánica. Caracas: UCV-CDCHT. 588 p.
- Ramos, G.; Frutos P.; Giráldez F.; Mantecón, A.
1998. Compuestos secundarios de plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de Zootecnia*, 47: 597-620.
- Rivero, E.; Vásquez, C.
2009. Biología e tabela de vida de *Tetranychus desertorum* (Acari: Tetranychidae) sobre folhas de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Zoologia*, 26 (1): 38-42.
- Roda, A.; Dowling, A.; Welbourn, C.; Peña, J.E.; Rodrigues, J.C.V.; Hoy, M.A.; Ochoa, R.; Duncan, R.A.; de Chi W.
2008. Red palm mite situation in the Caribbean and Florida. *Proceedings of the Caribbean Food Crops Society*, 44 (1): 80-87.
- Rodrigues, J.C.V.; Peña, J.E.
2012. Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. *Experimental and Applied Acarology*, 57 (3-4): 317-329.
- Sarmah, M.; Rahman, A.; Phukan, A.K.; Gurusubramanian, G.
2009. Effect of aqueous plant extracts on tea red spider mite, *Oligonychus coffeae* Nietner (Tetranychidae: Acarina) and *Stethorus gilvifrons* Mulsant. *African Journal of Biotechnology*, 8 (3): 417-423.
- Sivira, A.; Sanabria, M.E.; Valera, N.; Vásquez, C.
2011. Toxicity of ethanolic extracts from *Lippia origanoides* and *Gliciridia sepium* to *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *Neotropical Entomology*, 40 (3): 375-379.
- Treutter, D.
2006. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 4 (3): 147-157.
- Vásquez, C.; Moraes de, G.
2013. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. *Experimental and Applied Acarology*, 60: 73-82.
- Vásquez, C.; Aponte, O.; Morales, J.; Sanabria, M.E.; García, G.
2008b. Biological studies of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) on grapevine cultivars. *Experimental and Applied Acarology*, 45: 59-69.
- Vásquez, C.; Quirós, M.; Aponte, O.; Sandoval, M.F.
2008a. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. *Neotropical Entomology*, 37 (6): 739-740.
- Vilela, A.; González-Paleo, L.; Ravetta, D.
2011. Metabolismo secundario de plantas leñosas de zonas áridas: mecanismos de producción, funciones y posibilidades de aprovechamiento. *Ecología Austral*, 21 (3): 317-327.
- Wittstock, U.; Gershenzon, J.
2002. Constitutive plant toxins and their role in defense against herbivores and pathogens. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 1-7.