

Bioactividad de aceites vegetales a *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Orthezidae) y selectividad a su predador *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae)



Bioactivity of vegetable oils to *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Orthezidae) and selectivity to its predator *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae)

<http://opn.to/a/07XD3>

Adriano Pimentel-Farias¹, Adenir Vieira-Teodoro², Eliana Maria dos Passos², José Guedes de Sena-Filho², Maria Clezia dos Santos¹, Caroline Rabelo-Coelho³, Luis Viteri-Jumbo^{4*}

¹Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon s/n - Jd. Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil.

²Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira mar, 3250, 49025-040, Aracaju-SE, Brasil.

³Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI s/n - Tirirical, CEP 65055-970, São Luis-MA, Brasil.

⁴Universidade Federal de Viçosa, Vila Matoso, 152-256 Santo Antônio, CEP 36570-900, Viçosa-MG, Brasil.

RESUMEN: Los aceites vegetales abundan en plantas oleaginosas y pueden ser una alternativa para el control de plagas en sistemas de manejo integrado. Los ácidos grasos presentes en estos aceites muestran bioactividad a plagas y pueden ser una alternativa al uso de insecticidas recomendados para plantaciones de cítricos. Aunque estos aceites son de origen natural, el impacto en especies benéficas debe ser extensamente evaluado. Este estudio fue conducido a fin de evaluar la toxicidad y la repelencia de aceites crudos de algodón, dendé, soja desgomado y coco a una plaga clave de cítricos, *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae), y su selectividad al predador *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae). Se realizaron bioensayos de concentración-mortalidad en condiciones de laboratorio y se estimaron concentraciones letales de los aceites sobre hembras adultas de *O. praelonga*. Adicionalmente, se evaluó el efecto repelente de cada aceite a la CL₅₀ y CL₈₀ después de 1, 24 y 48 h. Los cuatro aceites vegetales presentaron toxicidad a *O. praelonga*: algodón CL₅₀=1,92 µl/ml, dendé CL₅₀=2,54 µl/ml, soja CL₅₀=3,18 µl/ml y coco CL₅₀=5,02 µl/ml; su selectividad a *C. caligata* fue verificada (CL₅₀>80 % de vivos). Se demostró el efecto repelente del aceite de algodón (CL₅₀=1,92 µl/ml; CL₈₀=5,99 µl/ml) y dendé (CL₈₀=10,22 µl/ml) con una hora de exposición. Contrariamente, el aceite de soja desgomado (CL₈₀=12,50 µl/ml) repelió a *O. praelonga* con 24 y 48 horas después de haber sido expuesta. Los resultados de toxicidad, repelencia y selectividad muestran al aceite vegetal de algodón, dendé y soja desgomado como los más adecuados para el control de *O. praelonga*.

Palabras clave: ácidos grasos, *Ceraeochrysa caligata*, cochinilla, toxicidad, repelencia.

ABSTRACT: Vegetable oils are abundant in oleaginous plants and they can be an alternative for the pest control in integrated management systems. Fatty acids present in these oils are bioactive to pests and they can be an alternative to the use of insecticides suggested to crops of citrus. Although these oils are of natural origin, the impact on beneficial species must be widely evaluated. Here, we evaluated the toxicity and repellency of crude oils of cotton, palm, soybean and coconut to a key citrus pest, *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae), and its selectivity to *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae). Bioassays of concentration-mortality were performed under laboratory conditions and lethal concentrations of oils were estimated on *O. praelonga* adult females were estimated. Additionally, the repellent effect of each oil to the LC₅₀ and LC₈₀ was evaluated after 1.24, and 48 h. The four vegetable oils showed toxicity to *O. praelonga*: cotton LC₅₀ = 1.92 µl/ml, palm oil LC₅₀ = 2.54 µl/ml; soybean LC₅₀ = 3.18 µl/ml and coconut LC₅₀ = 5.02 µl/ml; and its selectivity to *C. caligata* was verified (CL₅₀>80 % alive). Repellent effects of cotton oil (LC₅₀ = 1.92 µl/ml, LC₈₀ = 5.99 µl/ml), and palm oil (LC₈₀ = 10.22 µl/ml) were demonstrated for one hour of exposure. In contrast, the soybean oil (LC₈₀ = 12.50 µl/ml) repelled *O. praelonga* after 24 and 48 h of exposure. Results of toxicity, repellence and selectivity show the cotton, palm, and soybean oils as the most suitable for the control of *O. praelonga*.

Key words: coccid, fatty acids, toxicity, repellence, *Ceraeochrysa caligata*.

*Autor para correspondencia: Luis Viteri Jumbo. E-mail: luisviterijumbo3737@gmail.com

Recibido: 21/03/2018

Aceptado: 08/08/2018

INTRODUCCIÓN

Orthezia praelonga Douglas, 1891 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae), conocida como piojo blanco, es una cochinilla que causa pérdidas económicas importantes en cultivos cítricos (1,2) y plantas ornamentales (3). Los perjuicios pueden ser directos cuando se alimenta de savia de las hojas, o indirectos por la excreción de una sustancia azucarada “honeydew”, que cuando está acumulada promueve el desarrollo de hongos; tal es el caso de *Capnodium* sp., que cuando cubre gran cantidad de hojas reduce el área fotosintética de la planta (4) y cuando alcanza los frutos afecta su valor comercial (5).

Algunas características, como longevidad, fecundidad, prolificidad, diversidad de plantas hospederas (6,7,8) y gran capacidad de dispersión (9), favorecen la presencia de esta plaga durante todo el año (10). En condiciones adecuadas, como baja temperatura, precipitación y humedad relativa, surgen picos poblacionales de *O. praelonga* (11), lo que la convierte en una plaga de importancia económica, principalmente en estas temporadas del año.

El control de *O. praelonga* en huertos cítricos se realiza con el uso de insecticidas organofosforados, piretroides y neonicotinoides (6,12); sin embargo, la cochinilla adulta posee una estructura abdominal (ovisaco), donde almacena sus huevos y los protege de agentes externos (13). En campo, las estrategias para superar esta barrera pueden conllevar a incrementar la dosis recomendada o usar productos altamente tóxicos, lo que contribuye a la contaminación ambiental, surgimiento de organismos resistentes y desequilibrio biológico en el agroecosistema (14,15,16). Algunos organismos reguladores de *O. praelonga*, como *Gitona brasiliensis* Lima, 1950 (Diptera: Drosophilidae), *Scymnus* sp., *Azya luteipes* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae), *Heza insignis* Stal, 1859 (Hemiptera: Reduviidae) y varias especies de los géneros *Chrysopodes* spp. y *Ceraeochrysa* spp (Neuroptera: Chrysopidae), pueden ser reducidos drásticamente por insecticidas de uso común (2). Entre estos predadores, crisopas es un grupo considerado importante, debido a su alto potencial biótico,

voracidad y plasticidad ecológica (17,18). Se deben priorizar, en el manejo integrado de esta plaga, los productos alternativos con efecto insecticida y que presenten selectividad a enemigos naturales.

Los aceites vegetales son derivados de plantas oleaginosas y se caracterizan por contener en su composición abundantes ácidos grasos; se destacan los ácidos esteárico, palmítico, oleico, linoleico y linolénico (19). Los estudios demostraron bioactividad de estos compuestos a insectos (20,21,22), ácaros (23,24) y bacterias (25,26); además, su alto rendimiento en la extracción, el bajo precio y su disponibilidad en el mercado los convierte en una potencial alternativa para el manejo de *O. praelonga*. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la toxicidad y la repelencia de cuatro aceites vegetales a *O. praelonga*, así como su selectividad a su predador *Ceraeochrysa caligata* Banks, 1945 (Neuroptera: Chrysopidae).

MATERIALES Y MÉTODOS

Insectos

Las hembras de *O. praelonga* procedieron de plantaciones cítricas exentas de la aplicación de agroquímicos, al menos por un año, ubicadas en el municipio Boquim (11°08'35"S; 37°38'35"O, 165 msnm) Sergipe - Brasil. Las cochinillas adultas recién emergidas se recolectaron en plantaciones de naranja (var. Pera), máximo 48 horas previo a cada bioensayo. El predador *C. caligata* proviene de colonias de laboratorio en la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA, Tabuleiros Costeiros) en Aracaju, Sergipe - Brasil.

Aceites vegetales

Se usaron cuatro aceites vegetales presentes en el mercado nacional (Brasil): aceite de algodón (HG Comercial LTDA), soja desgomado (ABOISSA), coco y dendé (Aracaju-Sergipe-Brasil). Los procesos de extracción y análisis cromatográfico se describen para cada aceite vegetal: Oliveira *et al.* (23) para soja desgomado y coco, Freitas (27) para dendé y Teodoro *et al.* (24) para algodón. Estos aceites contienen ácido linoleico (C18:2) en 58,65 %, 19,77 %, 49,61 % y 47,97 % para el aceite de soja desgomado, coco, algodón y dendé, respectivamente; en ese

mismo orden, el ácido palmítico (C16:0) aportó con 16,15 %, 15,21 %, 10,04 % y 34,79 % para cada aceite. El aceite de coco posee, además, los ácidos láurico (C12:2) y mirístico (C14:0) en 27,23 y 19,90 %; en tanto, los ácidos oleico (C18:1) y linolénico (C18:3) representan el 23,50 y 6,64 % en el aceite de algodón.

Bioensayo de toxicidad

Se realizaron los bioensayos de concentración de mortalidad para determinar concentraciones letales (CL) de los cuatro aceites vegetales a *O. praelonga*. Las arenas consistieron en hojas frescas de naranja ubicadas perfectamente en una placa Petri (78,5 cm²) con el envés expuesto hacia arriba. Se colocaron cinco cochinillas adultas recién emergidas en cada arena. Las concentraciones de cada aceite vegetal, previamente diluidos en agua destilada y detergente neutro (1 %), se aplicaron a través de una torre Potter (Burkard, Rickmansworth, UK) con presión de 0,34 bar (34 KPa), alícuota de 1,7 ml y deposición de $1,8 \pm 0,1$ mg/cm². Cada concentración y el control (agua más detergente neutro) tuvieron seis repeticiones (n = 30). Las arenas pulverizadas permanecieron a temperatura ambiente por 30 min. Enseguida se cubrieron con film plástico perforado y se mantuvieron en ambiente controlado (26 ± 2 °C; 70 ± 2 % de HR y 12 h de fotofase) por 24 h. Posteriormente, se evaluó la mortalidad; las hembras de *O. praelonga* se consideraron muertas cuando no respondieron al toque con un pincel.

Repelencia

El efecto repelente de los aceites vegetales se evaluó adaptando la metodología de área preferida (28). Se usaron las CL₅₀ y CL₈₀ de los aceites de soja desgomado, coco, algodón y dendé, respectivamente. Las hojas frescas de naranja, con el envés expuesto hacia arriba, se ubicaron en placas Petri (área libre 25 cm²) y se delimitaron con agar (3 %). Las arenas se dividieron en dos partes iguales y una mitad (control) se cubrió con doble camada de papel de alta densidad (Kraft ©). Posterior a la aplicación de cada concentración (conforme descrito en la toxicidad), se retiró el papel que cubría la mitad de la arena. Transcurridos 30 min de la aplicación, se transfirió una cochinilla adulta recién emergida al centro de cada arena, sobre

una cinta adhesiva transparente (7 mm²). Posteriormente, las arenas se cubrieron con film plástico perforado y se mantuvieron a 26 ± 2 °C, 70 ± 2 % de HR, 12 h de fotofase. Las evaluaciones se realizaron transcurridas 1, 24 y 48 h, donde el número de cochinillas presente en cada área fue registrado. Cada concentración contó con 30 repeticiones.

Selectividad al predador *Ceraeochrysa caligata*

Las larvas del primer estadio de *C. caligata* (<12 horas de vida) se trataron con cada aceite vegetal a las CL₅₀ y CL₈₀, previamente estimadas para *O. praelonga*. En una placa Petri (15 cm de diámetro x 0,7 cm de altura), que contenía agua en su interior, se introdujeron diez tapas plásticas (arenas) de 2 cm de diámetro x 1 cm de altura. El interior de cada arena se cubrió con papel filtro (3,14 cm²) y luego se introdujo una larva; cada concentración tuvo tres repeticiones (n = 30). La aplicación de cada aceite vegetal, así como las condiciones ambientales, siguieron los procedimientos citados anteriormente. Posterior a la aplicación de los tratamientos, en cada arena se adicionaron huevos de *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) como alimento al predador. El número de insectos vivos se registró 24 h después de la de exposición; se consideraron muertos los insectos que no responden al toque con pincel.

Análisis estadístico

Las concentraciones letales CL₅₀ y CL₈₀ de cada aceite vegetal se obtuvieron por análisis Probit. La razón de toxicidad (RT) y sus intervalos de confianza (95 %) se obtuvieron y se consideraron diferentes cuando estas estimativas no incluyen el valor de 1 (29). Los datos de repelencia se sometieron a análisis de frecuencia mediante la prueba chi-cuadrado; mientras que, el porcentaje de predadores vivos se comparó mediante análisis de varianza Kruskal-Wallis One Way ANOVA ($p < 0,05$). La prueba T se usó para estimar la diferencia significativa entre las dos concentraciones letales dentro de un mismo aceite vegetal. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS versión 9.4 (30).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toxicidad

Todos los aceites vegetales resultaron tóxicos a *O. praelonga* cuando se expuso al contacto (Tabla 1). La razón de toxicidad para la CL₅₀ varió entre 1,32-2,61 y mostró que en esta concentración no existe diferencia al existir sobreposición de intervalos (RT=1). Para la CL₈₀, la razón de toxicidad varía de 1,71-3,75; no existió sobreposición para el aceite de coco (RT≥2), lo que revela que con la CL₈₀ este aceite es el menos tóxico a *O. praelonga* (Tabla 1).

La toxicidad de los aceites vegetales se atribuye a la elevada cantidad de compuestos con cadenas de 18 carbonos (ácido linolénico, linoleico y oleico) en su composición (23,24). Aunque el análisis de la estructura y la actividad de los ácidos grasos no son bien comprendidos, existen estudios que demostraron que la toxicidad a artrópodos por estos compuestos depende de la longitud de la cadena. Las moléculas con cadenas de C₁₀, C₁₂ y C₁₈ presentan mayor toxicidad que las moléculas con C₁₄ y C₁₆ indistintamente, sean saturadas o insaturadas (20,21).

Los resultados del presente estudio muestran al aceite de algodón y de dendé como los más tóxicos a *O. praelonga*, propiedad atribuida al ácido linoleico presente en alta cantidad en estos aceites. Este compuesto mostró actividad insecticida sobre *Helicoverpa zea* Boddie, 1850 y

Spodoptera frugiperda Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae); *Lymantria dispar* Linnaeus, 1758 y *Orgyia leucostigma* Smith, 1797 (Lepidoptera: Lymantriidae) y *Malacosoma disstria* Hübner, 1820 (Lepidoptera: Lasiocampidae) (31,32). Los estudios realizados por Kannathasan *et al.* y Rahuman *et al.* (33,34) muestran al ácido oleico, también mayoritario en el aceite de algodón (23,5 %), como tóxico a *Aedes aegyptii* Linnaeus, 1762, *Anopheles stephensi* Liston, 1901 y *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera: Culicidae), lo que sugiere un efecto aditivo entre estos compuestos, que resulta en una elevada toxicidad a insectos cuando están expuestos al contacto. Contrariamente a lo ocurrido con el aceite de algodón y dendé, la toxicidad del aceite de soja desgomado y coco fue menor a estos; por lo que es posible los efectos antagonísticos de compuestos característicos presentes en estos últimos.

Repelencia

El efecto repelente con las CL₅₀ y CL₈₀ de cada aceite vegetal mostró que el aceite de algodón fue repelente a *O. praelonga* en un corto periodo (1 h) de exposición CL₅₀ (P = 0,0036) (Fig. 1A) y su efecto disminuyó después de 24 h (Figs. 1 B, C). Con una mayor concentración (CL₈₀), los aceites de algodón y de dendé lograron repeler a *O. praelonga* por 1 h (P = 0,0377; P= 0,0391, respectivamente) (Fig. 2A). El aceite de algodón presenta mayoritariamente ácido linoleico y oleico en su composición; estos compuestos,

TABLA 1. Concentraciones letales estimadas (µl/ml) y sus intervalos de confianza (95 % IC) de cuatro aceites vegetales a hembras adultas de *O. praelonga*. / *Estimated lethal concentrations (µl/ml) and their confidence intervals (95 % CI) of four plant oils to adults females of O. praelonga.*

Aceites vegetales	Número de insectos	Inclinación ± EE	CL ₅₀ (95% IC)	RT _{CL50} (95% IC)	CL ₈₀ (95% IC)	RT _{CL80} (95% IC)	χ ²	P
Algodón	300	1,70 ± 0,17	1,92 (1,53 - 2,41)	-	5,99 (4,54 - 8,64)	-	1,83	0,99
Dendé	330	1,39 ± 0,13	2,54 (1,92 - 3,29)	1,32 (0,98 - 1,78)	10,22 (7,50 - 15,22)	1,71 (1,35 - 2,15)	6,94	0,64
Soja desgomado	360	1,42 ± 0,14	3,18 (2,46 - 4,02)	1,65 (1,25 - 2,19)	12,50 (9,37 - 18,28)	2,09 (1,68 - 2,59)	5,62	0,85
Coco	450	1,29 ± 0,12	5,02 (3,94 - 6,31)	2,61 (1,99 - 3,42)	22,45 (16,79 - 32,80)	3,75 (2,98 - 4,72)	12,51	0,49

CL: Concentración letal; χ²: chi-cuadrado; EE: Error estándar; P: probabilidad; RT: razón de toxicidad (CL_s de cada aceite vegetal /CL_s de aceite de algodón). Letras minúsculas identifican diferencias por los IC.

combinados o aislados, son conocidos por sus propiedades repelentes a insectos (35,36); sin embargo, el efecto repelente del aceite de algodón disminuye con el tiempo. Bánsági y Taylor (37) sugieren que en algunos ácidos y compuestos glicolíticos es común que ocurra hidrólisis de enlaces éster, que resultan en monómeros solubles no tóxicos a plagas (38). Contrario a lo expuesto, el aceite vegetal de soja desgomado (CL₈₀) se tornó repelente después de 24 horas ($P = 0,0029$) y mantuvo tal efecto durante todo el periodo de evaluación ($P = 0,0047$) (Figs. 2 B-C). Es conocido que la insaturación ocurre con frecuencia en ácidos grasos y que en compuestos menores juegan un rol importante en cada molécula. Esta reacción puede dar origen a metabolitos (aldeídos, ácidos carboxílicos) que son biológicamente activos a organismos (39), por lo que tal actividad es atribuida al aceite de soja. El aceite de coco con el ácido láurico (27,23 %) y mirístico (19,90 %), como compuestos mayoritarios, no presentó repelencia a *O. praelonga*. Resultados similares obtuvieron Dani *et al.* (35), pues estos

compuestos no fueron repelentes a tres especies de hormigas.

Selectividad al predador *Ceraeochrysa caligata*

Los aceites vegetales tóxicos para *O. praelonga* presentaron selectividad para su enemigo natural *C. caligata*. Con cada CL₅₀ estimada para la cochinilla, la sobrevivencia del predador fue mayor al 80 % (Tabla 2) y no se observó diferencia estadística entre todos los aceites ($F = 5,15$; $gl = 4$; $P = 0,272$). Al ser expuestos a la CL₈₀, la sobrevivencia del predador fue reducida a un mínimo de 69 % (Tabla 2), sin existir diferencias entre todos los tratamientos ($F = 7,48$; $gl = 4$; $P = 0,113$). De igual forma, no se evidenció diferencia en sobrevivencia del predador al compararse los dos tratamientos dentro de un mismo aceite. (Tabla 2)

Varias especies de crisopas se conocen como predadores generalistas y contribuyen al control natural de varias plagas en cítricos; *O. praelonga* es una de estas. El elevado número de predadores vivos (*C. caligata*), cuando se expone a concentraciones letales de estos aceites vegetales,

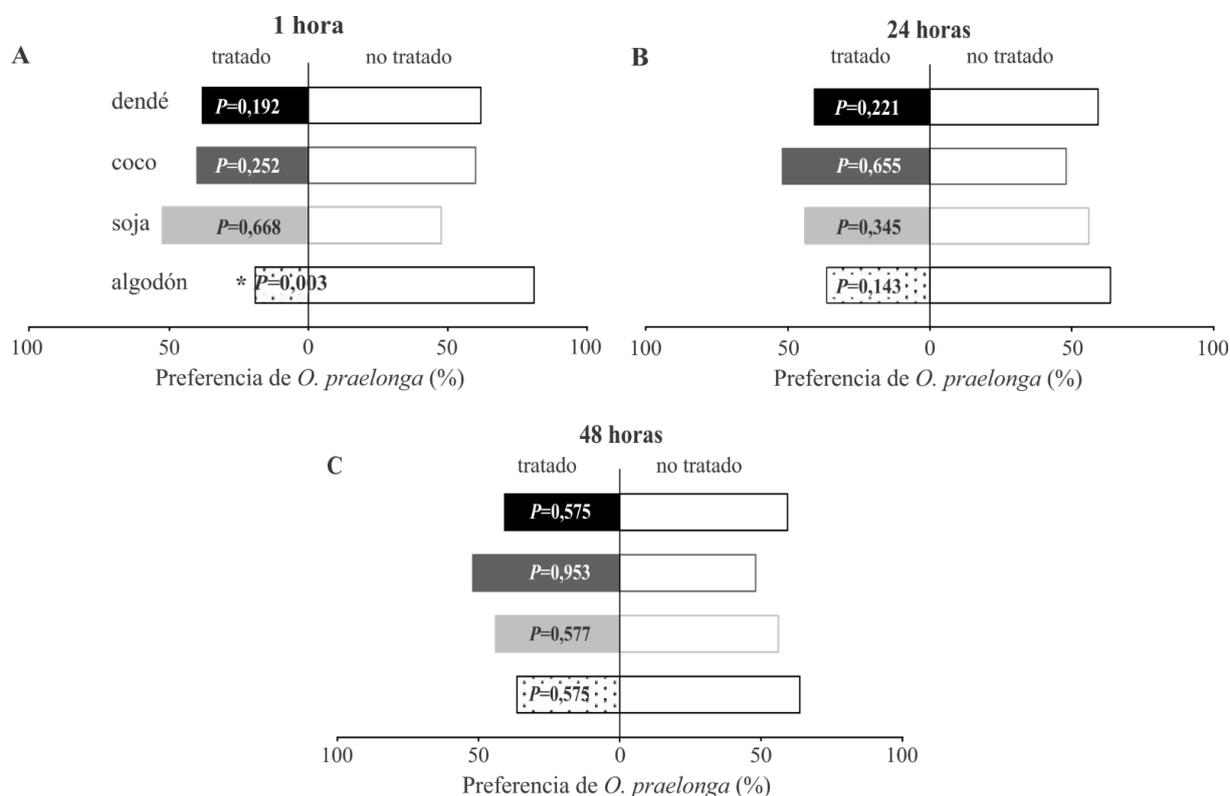


FIGURA 1. Porcentaje de *O. praelonga* en área tratada (CL₅₀) y no tratada con aceites vegetales, después de 1, 24 y 48 h de exposición. Las barras corresponden a medias con nivel de significancia ($p < 0,05$). / Percentage of *O. praelonga* in treated area (LC₅₀) and not treated with plant oils, after 1, 24 and 48 h of exposure. Bars correspond to means with significance level ($p < 0,05$).

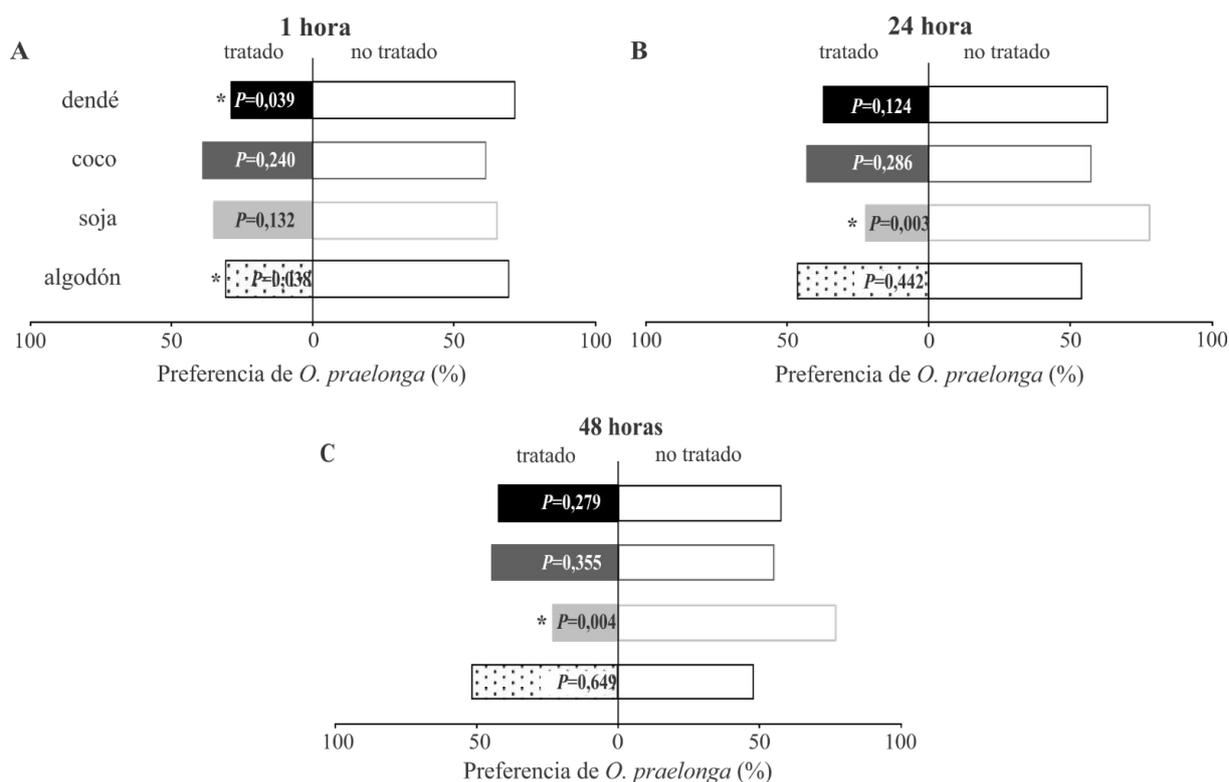


FIGURA 2. Porcentaje de *O. praelonga* en área tratada (CL₈₀) y no tratada con aceites vegetales, después de 1, 24 y 48 h de exposición. Las barras corresponden a medias con nivel de significancia ($p < 0,05$). / Percentage of *O. praelonga* in treated area (LC₈₀) and not treated with plant oils, after 1, 24 and 48 h of exposure. Bars correspond to means with significance level ($p < 0,05$).

TABLA 2. Porcentaje media de *C. caligata* que sobrevivieron después de 24 h expuestos a concentraciones letales (CL₅₀ y CL₈₀) de cuatro aceites vegetales estimados para *O. praelonga*. / Average percentage of *C. caligata* that survived after 24 h exposed to lethal concentrations (LC₅₀ and LC₈₀) of four plant oils estimated for *O. praelonga*.

Aceite vegetal	Número de vivos (%)		gl	t	P
	CL ₅₀	CL ₈₀			
Algodón	87,09 ± 13,80	74,16 ± 10,10	57	1,19	0,24
Dendé	85,24 ± 5,01	69,05 ± 11,45	52	1,31	0,19
Soja desgomado	86,67 ± 23,09	74,24 ± 5,17	56	1,02	0,31
Coco	80,00 ± 26,45	76,30 ± 10,91	57	0,38	0,70

Diferencias entre las CL₅₀ y CL₈₀ dentro de cada aceite vegetal fueron analizadas por el test *t* ($p < 0,05$).

confirma su selectividad a este enemigo natural. Las larvas de crisopas se caracterizan por ser relativamente tolerantes a pesticidas de origen sintético (40,41,-42) y natural (43). Por otro lado, también se demostró la inocuidad de un aceite mineral y un compuesto derivado de aceite de neen *Azadirachta indica* (Meliaceae) a *C. cubana* (44). Así, los aceites vegetales se suman a otros productos naturales que presentan selectividad a enemigos naturales y son promisorios en programas de manejo integrado.

Los resultados de este estudio revelan que los aceites vegetales representan una alternativa para el control de la cochinilla *O. praelonga*. Se destacan los aceites de algodón, dendé y soja desgomado por su toxicidad, repelencia, selectividad a su enemigo natural y facilidad de acceso en el mercado.

REFERENCIAS

1. Mascarin GM, Guarín-Molina JH, Arthurs SP, Humber RA, de Andrade Moral R, Demétrio CGB, et al. Data on morphological features of

- mycosis induced by *Colletotrichum nymphaeae* and *Lecanicillium longisporum* on citrus *Orthezia* scale. *Data Br.* 2016;8:49-51.
2. Bevenga SR, Gravena S, Silva JL da, Araujo Junior N, Amorim LCS. Manejo prático da cochonilha *Orthezia* em pomares de citros. *Citrus Res Technol.* 2011;32(1):39-52.
 3. Costa MG, Barbosa JC, Yamamoto PT. Probability distribution of *Othrezia praelonga* Douglas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) in Citrus. *Neotrop Entomol.* 2006;35(3):395-401.
 4. Guirado N, Sakai E, Ambrosano EJ. Avaliação do efeito do óleo extraído de sementes de *Azadirachta indica* no controle da cochonilha *Orthezia* em laranjeira pera. *Rev Agric.* 2001;76(3):401-409.
 5. Blasco J, Cubero S, Moltó E. Quality evaluation of citrus fruits. In: *Computer vision technology for food quality evaluation.* Elsevier; 2016. p. 305-325.
 6. Neves AD, De Lara Haddad M, Zério NG, Parra JRP. Exigências térmicas e estimativas do número de gerações de *Orthezia* dos citros criadas em limoeiro-cravo. *Pesqui Agropecu Bras.* 2010;45(8):791-796.
 7. Kondo T, Peronti AL, Kozár F, Szita É. The citrus *Orthezia*, *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Ortheziidae), a potential invasive species. In: *Potential invasive pests of agricultural crops.* Wallingford: CABI; 2013. p. 301-319.
 8. Diaz R, Romero S, Roda A, Mannion C, Overholt WA. Diversity of arthropods associated with *Mikania* spp. and *Chromolaena odorata* (Asterales: Asteraceae: Eupatorieae) in Florida. *Florida Entomol.* 2015;98(1):389-393.
 9. Fernandes OA, Carneiro TR, Campos AP de, Oliveira TT de, Ferreira M da C. Dispersão de *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Hemiptera: Ortheziidae) causada por equipamentos de pulverização em pomar de citros. *Rev Bras Frutic.* 2007;29(2):249-253.
 10. Rodrigues JCV, Childers CC. Óleos no manejo de pragas e doenças em citros. *Laranja.* 2002;23(1):77-100.
 11. Cesnik R, Ferraz JMG. Biología e controle biológico de *Orthezia praelonga*. *Manejo Integr Plagas y Agroecol.* 2003;(70):90-96.
 12. Felipe MR, Garbim LF, Coelho JHC, Ximenes NL, Sanchez AL, Yamamoto PT. Controle químico da cochonilha *Orthezia* em citros. *Laranja.* 2005;26(2):251-264.
 13. Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, et al. *Entomologia Agrícola.* Piracicaba: FEALQ; 2002. 920 p.
 14. Cordeiro EMG, de Moura ILT, Fadini MAM, Guedes RNC. Beyond selectivity: Are behavioral avoidance and hormesis likely causes of pyrethroid-induced outbreaks of the southern red mite *Oligonychus ilicis*? *Chemosphere.* 2013;93(6):1111-1116.
 15. Guedes RNC, Cutler GC. Insecticide-induced hormesis and arthropod pest management. *Pest Manag Sci.* 2014;70(5):690-697.
 16. Zhan Y, Fan S, Zhang M, Zalom F. Modelling the effect of pyrethroid use intensity on mite population density for walnuts. *Pest Manag Sci.* 2015;71(1):159-164.
 17. Khuhro NH, Biondi A, Desneux N, Zhang L, Zhang Y, Chen H. Trade-off between flight activity and life-history components in *Chrysoperla sinica*. *BioControl.* 2014;59(2):219-227.
 18. Rugno GR, Zanardi OZ, Bajonero Cuervo J, de Moraes MR, Yamamoto PT. Impact of insect growth regulators on the predator *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ecotoxicology.* 2016;25(5):940-949.
 19. Dorni C, Sharma P, Saikia G, Longvah T. Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India. *Food Chem.* 2018;238:9-15.
 20. Parry WH, Rose R. The rôle of fatty acids and soaps in aphid control on conifers. *Zeitschrift für Angew Entomol.* 1983;96(1-5):16-23.
 21. Sims SR, Balusu RR, Ngumbi EN, Appel AG. Topical and vapor toxicity of saturated fatty acids to the german cockroach

- (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol.* 2014;107(2):758-763.
22. Bernklau EJ, Hibbard BE, Bjostad LB. Toxic and behavioural effects of free fatty acids on western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae. *J Appl Entomol.* 2016;140(10):725-735.
23. Oliveira NNFC, Galvão AS, Amaral EA, Santos AWO, Sena-Filho JG, Oliveira EE, et al. Toxicity of vegetable oils to the coconut mite *Aceria guerreronis* and selectivity against the predator *Neoseiulus baraki*. *Exp Appl Acarol.* 2017;72(1):23-34.
24. Teodoro AV, Sousa Silva M de J, Sena Filho JG, Oliveira E, Galvão A, Silva S. Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and side effects on *Typhlodromus ornatus* (Acari: Phytoseiidae). *Syst Appl Acarol.* 2017;22(7):1037-1047.
25. Ivanova EP, Nguyen SH, Guo Y, Baulin VA, Webb HK, Truong VK, et al. Bactericidal activity of self-assembled palmitic and stearic fatty acid crystals on highly ordered pyrolytic graphite. *Acta Biomater.* 2017;59:148-157.
26. Suresh A, Praveenkumar R, Thangaraj R, Oscar FL, Baldev E, Dhanasekaran D, et al. Microalgal fatty acid methyl ester a new source of bioactive compounds with antimicrobial activity. *Asian Pacific J Trop Dis.* 2014;4:979-S984.
27. Freitas GS de. Eficiência de óleos brutos vegetais no controle de *Aceria guerreronis* e sua compatibilidade com *Typhlodromus (Anthoseius) ornatus* (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae). (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Maranhão; 2016.
28. Kumral NA, Çobanoglu S, Yalcin C. Acaricidal, repellent and oviposition deterrent activities of *Datura stramonium* L. against adult *Tetranychus urticae* (Koch). *J Pest Sci* (2004). 2010;83(2):173-180.
29. Robertson JL, Russell RM, Preisler HK, Savin NE. *Bioassays with arthropods.* 2nd ed. New York: CRC Press; 2007. 199 p.
30. SAS S, Guide U. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA; 2013.
31. Ramsewak RS, Nair MG, Murugesan S, Mattson WJ, Zasada J. Insecticidal fatty acids and triglycerides from *Dirca palustris*. *J Agric Food Chem.* 2001;49(12):5852-5856.
32. Ramos-lopez MA, González-chávez MM, Cárdenas-ortega NC. Activity of the main fatty acid components of the hexane leaf extract of *Ricinus communis* against *Spodoptera frugiperda*. *African J Biotechnol.* 2012;11(18):4274-4278.
33. Kannathasan K, Senthilkumar A, Venkatesalu V, Chandrasekaran M. Larvicidal activity of fatty acid methyl esters of *Vitex* species against *Culex quinquefasciatus*. *Parasitol Res.* 2008;103(4):999-1001.
34. Rahuman AA, Venkatesan P, Gopalakrishnan G. Mosquito larvicidal activity of oleic and linoleic acids isolated from *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schrad. *Parasitol Res.* 2008;103(6):1383-1390.
35. Dani FR, Cannoni S, Turillazzi S, David Morgan E. Ant repellent effect of the sternal gland secretion of *Polistes dominulus* (Christ) and *P. sulcifer* (Zimmermann). (Hymenoptera: Vespidae). *J Chem Ecol.* 1996;22(1):37-48.
36. Yao M, Rosenfeld J, Attridge S, Sidhu S, Aksenov V, Rollo CD. The ancient chemistry of avoiding risks of predation and disease. *Evol Biol.* 2009;36(3):267-281.
37. Bánsági T, Taylor AF. Ester hydrolysis: Conditions for acid autocatalysis and a kinetic switch. *Tetrahedron.* 2017;73(33):5018-5022.
38. Marten E, Müller RJ, Deckwer WD. Studies on the enzymatic hydrolysis of polyesters - I. Low molecular mass model esters and aliphatic polyesters. *Polym Degrad Stab.* 2003;80(3):485-501.
39. Bazzini P, Wermuth CG. Substituents Groups. In: *The practice of medicinal chemistry.* 2008. p. 431-463.
40. Rugno GR, Zanardi OZ, Yamamoto PT. Are the pupae and eggs of the lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) tolerant to insecticides? *J Econ Entomol.* 2015;108(6):2630-2639.
41. Ono ÉK, Zanardi OZ, Aguiar Santos KF, Yamamoto PT. Susceptibility of *Ceraeochrysa*

- cubana larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. *Chemosphere*. 2017;168:49-57.
42. Torres A de F, Gerardo AC, Santa-Cecilia CLV, Moscardini VF. Selectivity of seven insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Rev Colomb Entomol*. 2013;39(1):34-39.
43. Aggarwal N, Brar DS. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory con. *J Pest Sci* (2004). 2006;79(4):201-207.
44. Schuster DJ, Stansly PA. Response of two lacewing species to biorational and broad-spectrum insecticides. *Phytoparasitica*. 2000;28(4):297-304.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.