

Actividad insecticida de seis extractos vegetales sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

Insecticidal activity of six plant extracts on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

Oileth Montero-Contreras¹, Pedro A. Morales Valles^{2✉}, Oriela Pino-Pérez^{3✉}, Mario Cermeli-Lollini², Eutimio González-González¹, Ligia Carolina Rosales Amado²

¹ Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía (UCV-FAGRO). Maracay. Aragua. Venezuela.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA - CENIAP), Protección Vegetal. Maracay, Aragua, Venezuela.

³ Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10. San José de las Lajas. Provincia Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: Se evaluó la actividad insecticida de los extractos etanólicos de seis especies vegetales, neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), malojillo (*Cymbopogon citratus* Stapf.), cariaquito (*Lantana camara* L.), poleo (*Lippia alba* (Mill) N.E.Br.), grapefruit o toronjo (*Citrus paradisi* Macfad.) y pomelo rojo (*Citrus grandis* L.) sobre *Aphis gossypii* Glover en condiciones de laboratorio. Los extractos se obtuvieron por maceración con etanol al 96 % de hojas secas pulverizadas de cada especie y se concentraron a sequedad por rotoevaporación. Se evaluaron para cada extracto las concentraciones de 1000, 750, 500 y 250 ppm, en función de un arreglo estadístico factorial con siete tratamientos (seis extractos y testigo) replicados cuatro veces, para cada una de las concentraciones mencionadas. Se utilizó la técnica de inmersión de hojas de algodón completamente desarrolladas, en cada solución de concentración conocida; posteriormente, se colocaron sobre las hojas 30 áfidos adultos por cada tratamiento. Se registró la mortalidad a las 24, 48 y 72 h. Para las concentraciones de malojillo y neem evaluadas, los porcentajes de mortalidad fueron 100 y 98,1 %, respectivamente, seguidos por poleo (98 %), cariaquito (97 %), grapefruit (95,5 %) y pomelo rojo (94,6 %). Los extractos etanólicos de las seis especies vegetales poseen una alta actividad insecticida sobre adultos de *A. gossypii*, a cada una de las concentraciones aplicadas y tiempos evaluados, lo que sugiere su potencial como alternativa en el manejo de esta plaga.

Palabras Clave: *Aphis gossypii*, *Azadirachta indica*, *Citrus grandis*, *Citrus paradisi*, *Cymbopogon citratus*, *Lantana camara*, *Lippia alba*

ABSTRACT: The insecticidal activity of ethanolic extracts of six plants: *Azadirachta indica* A. Juss., *Cymbopogon citratus* Stapf., *Lantana camara* L., *Lippia alba* (Mill) N.E.Br., *Citrus paradisi* Macfad., and *Citrus grandis* L. were tested in the laboratory for the control of *Aphis gossypii* Glover. The extracts were obtained by maceration with 96 % ethanol of pulverized dried leaves of each plant species and concentrated by rotoevaporation.

✉ Autor para correspondencia: Pedro A. Morales-Valles. E-mail: pmorales@inia.gob.ve

✉ Autor para correspondencia: Oriela Pino-Pérez. E-mail: oriela@censa.edu.cu

Recibido: 29/5/2017

Aceptado: 25/10/2017

Concentration of 1000, 750, 500 and 250 ppm of each plant extract were arranged in a factorial design with seven treatments (six extracts and a control) replicated four times. Well developed cotton leaves were dipped into each concentration and placed in Petri dishes. Thirty adult aphid per leaf were used for each treatment. Mortality was evaluated visually at 24, 48 and 72 hours. Mortality was 100 % for *Cymbopogon*, 98.1 % for *Azadirachta*, 98 % for *Lippia*, 97 % for *Lantana*, 95.5 % for *Citrus paradise*, and 94.6 for *Citrus grandis*. All the extracts at each of the concentrations applied showed high insecticide activity on *Aphis gossypii* at the times evaluated, suggesting their potential as alternatives for management of this pest.

Key words: *Aphis gossypii*, *Azadirachta indica*, *Citrus grandis*, *Citrus paradisi*, *Cymbopogon citratus*, *Lantana camara*, *Lippia alba*

Los áfidos constituyen una de las plagas más importantes de las plantas cultivadas en el mundo, no solo por el daño directo que causan al succionar savia, sino por la transmisión de virus (1,2). Estos insectos transmiten más del 60 % de los virus de plantas y las especies involucradas pueden variar estacional y localmente (2,3). Los daños directos suelen ser por succión, extraen carbohidratos y aminoácidos del floema de la planta, provocan amarillamiento, deformaciones y caída anticipada de las hojas, además de la disminución del crecimiento y el ennegrecimiento de los órganos de las plantas debido al desarrollo de hongos saprofitos, conocidos como fumaginas, sobre la solución azucarada (melado) excretada por los áfidos (3,4). Estos insectos conforman un difícil complejo de especies que son polífagas y anholocíclicas (3,5).

Los áfidos de la especie *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) son de tamaño y color variables, en dependencia del hospedante (3). Es quizás la especie de mayor importancia en Venezuela junto a *Myzus persicae* Sulzer (6). Afecta numerosas plantas pertenecientes a variadas familias y es una de las especies presente durante todo el año; en época seca se encuentra en hortalizas, principalmente cucurbitáceas y, en época de lluvia, principalmente en algodónero, plantas ornamentales o frutales (3,5,7).

Durante años, la aplicación de plaguicidas sintéticos en la agricultura fue la táctica más

utilizada para el control de insectos, por la rapidez con que estos actúan, su eficacia, fácil obtención, transporte y su largo periodo de acción, debido a su estabilidad química. Sin embargo, su uso prolongado generó resistencia a numerosos plaguicidas sintéticos, especialmente a insecticidas organofosforados y piretroides (7,8).

El uso de medios biológicos y naturales constituye una alternativa de gran valor para manejar plagas en la agricultura, pues ofrecen la posibilidad de sustituir los plaguicidas sintéticos por medios menos agresivos y de menor impacto ambiental en los agroecosistemas (7,9).

Se señalaron numerosas plantas por su acción contra diversas plagas (invertebrados, microorganismos) y demostraron ser letales a los insectos a través de diferentes modos de acción sobre la fisiología de estos organismos (10,11). Sin embargo, la variabilidad en la composición química de los extractos vegetales, por diferentes factores genéticos y edafoclimáticos, hace necesario corroborar la actividad biológica de los extractos obtenidos a partir de las plantas desarrolladas en las condiciones en que se prevé su aplicación práctica. Por otra parte, algunas de estas plantas no fueron completamente investigadas para el manejo de las poblaciones de *A. gossypii* en Venezuela; entre ellas, neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), malojillo (*Cymbopogon citratus* Stapf), cariaquito (*Lantana camara* L.), poleo (*Lippia alba* (Mill) N.E.Br.), grapefruit o

toronjo (*Citrus paradisi* Macfad.) y pomelo rojo (*Citrus grandis* L.).

Debido al potencial plaguicida que presentan las plantas señaladas, el objetivo de este estudio fue determinar, en condiciones de laboratorio, el efecto de los extractos etanólicos de estas seis especies vegetales sobre *A. gossypii*.

El ensayo se realizó en los laboratorios de Bacteriología y Entomología del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Maracay, Venezuela.

Los individuos de la especie *A. gossypii* se colectaron en el campo experimental del CENIAP para el establecimiento de la cría de laboratorio. La colonia se mantuvo sobre plantas de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en jaulas cubiertas con organdí y a temperatura y humedad relativa promedio de $34\pm 1^\circ\text{C}$ y $56\pm 2\%$, respectivamente.

El material vegetal provino de las instalaciones de la Universidad Central de Venezuela, Núcleo Maracay y del CENIAP. Se colectaron hojas bien desarrolladas, libres de manchas y perforaciones por insectos de las siguientes especies vegetales: *A. indica*, *C. citratus*, *L. camara*, *L. alba*, *C. paradisi* y *C. grandis*. Las hojas se secaron a la sombra en umbráculo (7 días, 40°C y 36 % de humedad relativa), se trituraron y después se pulverizaron en un homogenizador (12).

Posteriormente, se colocaron 500 g de cada polvo en frascos de 4 l de capacidad, se agregaron 3,5 l de etanol (96 %) y se maceraron durante siete días en un lugar fresco y protegido de la luz (cubriendo el frasco con bolsas negras). El extracto obtenido se filtró a través de cuatro capas de gasa y se rotoevaporó hasta sequedad a 45°C y 100 rpm (rotoevaporador Yamato RE200). Los residuos secos se conservaron en frascos estériles de color ámbar a 5°C para su uso posterior.

Los extractos vegetales se formularon en acetona al 1 %, empleando Tween 20 como agente tensoactivo. Las diluciones se realizaron a partir de una solución madre con una

concentración de 10 % de cada extracto y se evaluaron las concentraciones 1000, 750, 500 y 250 ppm.

Se utilizó la técnica de inmersión de las hojas de algodón, completamente desarrolladas, en cada solución de concentración conocida, cada hoja se impregnó por 10 segundos; posteriormente, se colocaron sobre las hojas 30 áfidos adultos que provenían de las colonias de laboratorio. Las hojas se ubicaron en placas Petri y para mantener su turgencia se colocó, en el peciolo, un algodón impregnado con agua destilada. Las condiciones de temperatura y humedad relativa promedio en el laboratorio fueron de $28\pm 1^\circ\text{C}$ y $70\pm 2\%$, respectivamente.

El diseño estadístico utilizado fue un arreglo factorial completamente al azar ($7\times 4\times 3$), con siete tratamientos (seis extractos y un testigo), cuatro concentraciones por cada extracto y cuatro repeticiones de una hoja con 30 áfidos en cada una. Se realizó el recuento de mortalidad y supervivencia de los áfidos presentes en cada hoja a las 24, 48 y 72 h después de aplicado el tratamiento.

Para el análisis estadístico se comprobaron los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia. Los datos se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos con el programa SAS (Statistical Analysis System).

A las 72 h todos los extractos evaluados causaron valores de mortalidades superiores y diferentes, estadísticamente, de la obtenida en el tratamiento testigo (Fig. 1). La mortalidad provocada por los extractos fue alta, donde el malojillo provocó 100 % de muertes en los especímenes de *A. gossypii* expuestos al tratamiento y el resto de los extractos exhibieron valores de mortalidad entre 98,1 y 94,6 %.

En la Tabla 1 se muestran los promedios de mortalidad acumulada de los áfidos en función del tiempo de evaluación. El efecto insecticida de los productos aplicados se manifestó desde las 24 h; a este tiempo, el porcentaje mayor se observó para malojillo (96,5 %), seguido de

poleo, neem, cariaquito, grapefruit y pomelo rojo. De modo general, se evidenció una tendencia al aumento de la mortalidad en el tiempo para cada extracto independientemente de su concentración; en el caso de malojillo, a 250 ppm la mortalidad varió gradualmente hasta alcanzar el 100 % a las 72 horas y a 1000 ppm todos los insectos tratados murieron a las 24 h.

Los porcentajes de mortalidad promedio, en función de las diferentes concentraciones de los

extractos etanólicos, se encontraron en un rango cercano al 100 % (Fig. 2), lo que demuestra la alta actividad insecticida de los extractos sobre adultos de *A. gossypii*. A la concentración de 1000 ppm se obtuvieron los mayores valores de mortalidad de cada extracto vegetal, y el porcentaje menor fue a la concentración de 250 ppm del extracto de pomelo rojo. El extracto de malojillo provocó un efecto letal sobre todos los insectos tratados a las cuatro concentraciones evaluadas.

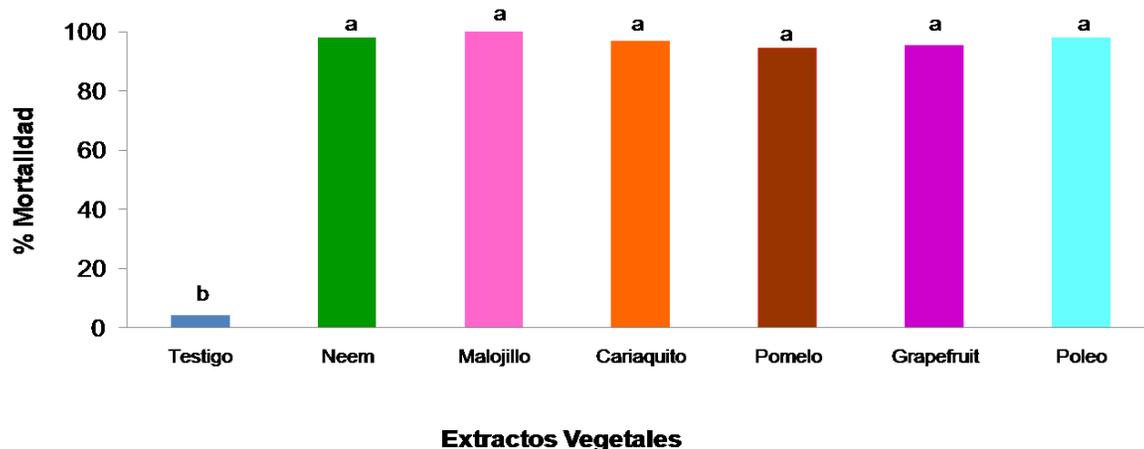


FIGURA 1. Porcentaje de mortalidad promedio provocado por los extractos etanólicos de seis especies botánicas sobre adultos de *Aphis gossypii*. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal Wallis All-Pairwise Comparisons Test). / *Percentage of average mortality caused by the ethanolic extracts of six botanical species on adults of Aphis gossypii*

TABLA 1. Porcentaje de mortalidad de adultos de *A. gossypii* producido por los extractos etanólicos de seis especies vegetales, en función del tiempo de evaluación. / *Mortality percentage of A. gossypii adults produced by the ethanolic extracts of six plant species at each evaluation time*

Tiempo de evaluación (h)	Mortalidad (%)						
	Malojillo	Neem	Poleo	Cariaquito	Grapefruit	Pomelo	Testigo
24	96,5a	76,3a	90,0a	74,0a	73,8a	77,9a	0a
48	99,6ab	92,1a	96,3a	90,3a	89,2a	88,7a	2,5a
72	100,0b	98,1a	98,0a	97,0a	95,5a	94,6a	1,6a

Promedios en las columnas seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente al 95 % (Prueba de All-Pairwise Comparisons Test $p=0,05$) Prueba de Kruskal Wallis al 0,05 %.

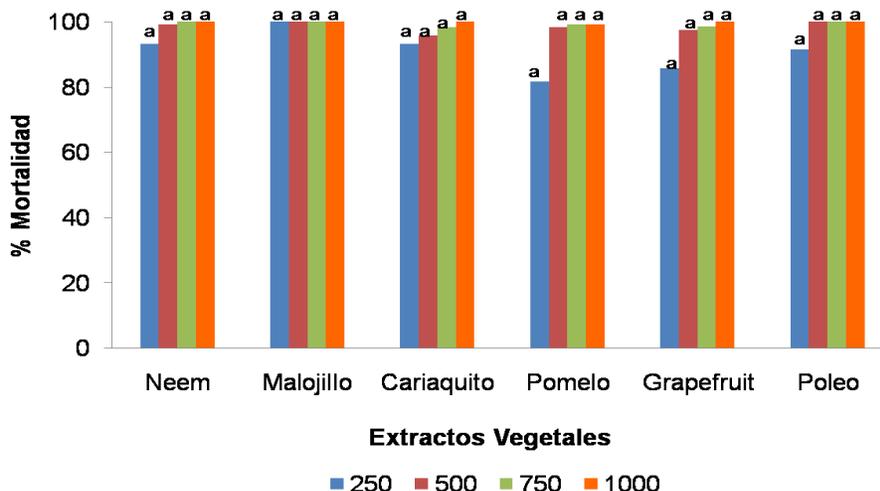


FIGURA 2. Porcentaje de mortalidad promedio observada en adultos de *Aphis gossypii* en función de las concentraciones de los extractos etanólicos de seis especies botánicas. Barras con letras minúsculas similares se corresponden con tratamientos que no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal Wallis All-Pairwise Comparisons Test). / Percentage of average mortality observed in adults of *Aphis gossypii* in each of the concentrations of the ethanolic extracts of six botanical species

El efecto del malojillo (*C. citratus*) sobre diversas especies de áfidos se informó anteriormente; el aceite esencial de esta planta provocó efecto repelente/deterrente sobre *Brevicoryne brassicae* L. y *Diuraphis noxia* Kurdj. (8,13,14) y un extracto en acetona causó una mortalidad significativa en ninfas de *Aphis craccivora* C.L.Koch y la inhibición de su reproducción (7). Un número menor de hembras ápteras de *A. gossypii* fueron atraídas a discos de hojas de algodón tratadas con el aceite esencial de *C. citratus*, en relación con el control; el tratamiento también disminuyó la producción de ninfas (porcentaje de reducción 100 %) (15). La acción insecticida sobre adultos de *A. gossypii* del extracto etanólico estudiado amplía las posibilidades de aplicación del malojillo en el manejo de diferentes estados de este insecto.

El extracto acuoso de semillas de neem causó la muerte de ninfas de *A. gossypii* y redujo su periodo de sobrevivencia y fecundidad; los porcentajes de mortalidad de las ninfas variaron entre 60-100 %, en correspondencia con la concentración (16). La

azadiractina provocó 80,65 % de reducción en la producción de ninfas de *A. gossypii* (15). En experimentos de campo en plantaciones de berenjena, las poblaciones de esta especie se redujeron en el 78 % tras la aplicación de NeemAzal, y la eficacia del aceite de neem y del extracto acuoso de la semilla estuvo en un rango del 49 % al 59 % (17). Este áfido fue controlado en quimbombó (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) por el tratamiento de semillas con el aceite de neem (20 ml. kg⁻¹) (18). El presente estudio demuestra que al utilizar los compuestos derivados del árbol del neem cultivado en Venezuela, el extracto etanólico de esta planta evaluado tiene potencialidades para ser utilizado en el manejo de las poblaciones locales del áfido.

Chandel *et al.* (19) evaluaron productos de ocho especies vegetales sobre el áfido de la col; el extracto alcohólico de las hojas de *L. camara* causó 79,4 % de mortalidad de *B. brassicae*, después de 72 h de su aplicación en campo. Extractos etanólicos de hojas y raíces de *L. camara* disminuyeron significativamente las poblaciones de *A. gossypii* en parcelas de

quimbombó asperjadas con esos productos, en comparación con las parcelas no tratadas; el efecto observado se asoció con las propiedades antialimentarias de la planta (20). La mortalidad observada en los insectos tratados en el presente estudio evidenció que los metabolitos presentes en el extracto etanólico de cariaquito pueden ocasionar efectos tóxicos letales y, además, sobre la conducta del áfido.

Sustancias extraídas de *L. alba* evidenciaron su efecto antialimentario e inhibidor del crecimiento sobre insectos que afectan diferentes cultivos (21), así como su toxicidad y repelencia a plagas de productos almacenados (22); a partir de estos resultados, se añade la acción del extracto etanólico sobre *A. gossypii*.

Estudios previos informaron que el extracto hexánico de la corteza de *Citrus sinensis* es tóxico a las ninfas de *A. gossypii* (LC₅₀=162,89 ppm y LC₉₀=595,40 ppm) y, aplicado a la superficie de dietas de hojas, exhibió fuerte efecto antialimentario sobre este áfido (7). En la literatura consultada no se encontraron precedentes del efecto de *C. paradisi* y *C. grandis* sobre este insecto; los resultados en este estudio amplían el conocimiento existente sobre el género *Citrus* como fuente de insecticidas botánicos.

Las plantas son una rica fuente de compuestos bioactivos y los estudios de actividad biológica, a nivel de laboratorio, constituyen la base de la identificación de los candidatos más promisorios para el desarrollo de agentes destinados al manejo de plagas ambientalmente amigables. Los extractos etanólicos de malojillo, neem, poleo, cariaquito, grapefruit y pomelo rojo poseen una alta actividad insecticida sobre adultos de *A. gossypii* en cada una de las concentraciones aplicadas y tiempos evaluados, lo que indica su potencial como alternativa en el manejo de esta plaga, principalmente en cultivos orgánicos. Estudios posteriores permitirán demostrar la efectividad en campo de insecticidas botánicos basados en estos extractos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue ejecutada en el marco del Proyecto “Producción de controladores biológicos e implementación de tácticas agroecológicas para el manejo de plagas”, con financiamiento del Convenio de Cooperación Integral Cuba-Venezuela.

REFERENCIAS

1. Pinheiro PF, Queiroz VT de, Rondelli VM, Costa AV, Marcelino T de P, Pratisoli D. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. *Ciênc E Agrotecnologia*. 2013;37: 138–44.
2. Hu D-W, Zhang S, Luo J-Y, Lü L-M, Cui J-J, Zhang X. An example of host plant expansion of host-specialized *Aphis gossypii* Glover in the field. *PLOS ONE*. 2017 ; 12(5):e0177981.
3. Wang L, Zhang S, Luo J-Y, Wang C-Y, Lv L-M, Zhu X-Z, et al. Identification of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) biotypes from different host plants in North China. Desneux N, editor. *PLoS ONE*. 2016;11(1):e0146345.
4. Delfino M, Monelos H, Peri P, Buffa L. Áfidos (Hemiptera: Aphidae) de interés económico en la provincia de Santa Cruz. *Rev RIA*. 2007;36(1):147–54.
5. Liu X-D, Xu T-T, Lei H-X. Refuges and host shift pathways of host-specialized aphids *Aphis gossypii*. *Sci Rep*. 2017;7:2008.
6. Cermeli M. Los áfidos de importancia agrícola en Venezuela y algunas observaciones sobre ellos. *Agron Trop*. 1970;20(1):15–61.
7. Bagavan A, Kamaraj C, Abdul Rahuman A, Elango G, Abdur Zahir A, Pandiyan G. Evaluation of larvicidal and nymphicidal potential of plant extracts against *Anopheles subpictus* Grassi, *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Aphis gossypii* Glover. *Parasitol Res*. 2009;104:1109–1117.

8. Ricci M, Padín S, Ringuelet J, Kahan A. Utilización de aceite esencial de Lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) como repelente de *Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo. Agric Téc. 2006;66:256–63.
9. Birgücü AK, Satar S, Karaca İ. Effects of some plant extracts on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and *Bemisia tabaci* (Gennadius) Takahashi (Hemiptera: Aleyrodidae). Asian J Agric Food Sci. 2015;03(02 April):149–54.
10. Özger Ş, Pohl D, Karaca İ. The use of neem extracts as bioinsecticide. Turk J Biol Control. 2013;4(2):165–78.
11. Ogendo JO, Deng AL, Birech RJ, Bett PK. Plant-Based products as control agents of stored-product insect pests in the tropics. In: Progress in Food Preservation [Internet]. Wiley-Blackwell; 2012. p. 581–601. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/9781119962045.ch27>
12. Marcano D, Hasegawa M. Fitoquímica Orgánica. 2nd ed. Caracas; 2002. 602 p.
13. Ricci EM, Padín SB, Kahan AE, Ré S. Efecto repelente de los aceites esenciales de laurel y lemongrass sobre *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) en repollo. Bol Sanid Veg Plagas. 2002;28(2):207–12.
14. Lima R, Cardoso M das G, Moraes J, Vieira S, Melo B, Filgueiras C. Composição dos óleos essenciais de Anis-estrelado *Illicium verum* L. e de Capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Avaliação do Efeito Repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). BioAssay. 2008;3(8):1–6.
15. Andrade LH de, Oliveira JV de, Lima IM de M, Santana MF de, Breda MO. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. Rev Ciênc Agrônômica. 2013;44:628–34.
16. dos Santos TM, Costa NP, Torres AL, Boiça Júnior AL. Effect of neem extract on the cotton aphid. Pesqui Agropecuária Bras. 2004;39:1071–6.
17. El Shafie H, Basedow T. The efficacy of different neem preparations for the control of insects damaging potatoes and eggplants in the Sudan. Crop Prot. 2003;22:1015–1021.
18. Gandhi P, Gunasekaran K, Sa T. Neem oil as a potential seed dresser for managing Homopterous sucking pests of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). J Pest Sci. 2006;79:103–111.
19. Chandel BS, Gupta R, Sachan N, Dubey A. Aphidicidal activity of certain naturally occurring indigenous plant extract against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* Linn. Indian J Entomol. 2007;69(2):122–6.
20. Baidoo PK, Adu E, Peprah S. The role of ethanolic extracts of leaves and roots of *Lantana camara* (L.) in the management of pests of Okra *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Adv Entomol. 2017;5:99–108.
21. Tripathi AK. Feeding deterrent and growth inhibitory effect of *Lippia alba* oil towards crop insect pests. J Med Aromat Plant Sci. 2002;24(2):486–488.
22. Peixoto M, Bacci L, Blank A, Araujo A, Alves P, Silva J, et al. Toxicity and repellency of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and their major monoterpenes against stored grain insects. Ind Crops Prod. 2015;71:31–36.