

Extracto hidro-etanólico de *Thunbergia alata* (Lamiales, Acanthaceae) como alternativa para el control larval de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae)

Extract hydro-ethanolic of *Thunbergia alata* (Lamiales, Acanthaceae) as an alternative for the larval control of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae)

Andrea Marulanda-Osorio^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3516-9837>

Luisa Gómez-Chabala² <https://orcid.org/0000-0003-4422-1342>

Wilber Gómez-Vargas³ <https://orcid.org/0000-0001-9790-7415>

Guillermo Rúa-Urbe⁴ <https://orcid.org/0000-0002-9802-0194>

¹Universidad CES, Facultad de Ciencias y Biotecnología. Medellín, Colombia.

²Grupo de Investigación en Ciencias Farmacéuticas ICIF-CES. Medellín, Colombia.

³Universidad CES, Instituto Colombiano de Medicina Tropical. Medellín, Colombia.

⁴Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina, Antioquia, Colombia.

*Autor para la correspondencia: marulanda.andrea@uces.edu.co

RESUMEN

Introducción: *Aedes aegypti* es el principal vector de enfermedades como el dengue, Zika y chikungunya, las cuales representan un grave problema de salud pública en países de Asia y América Latina. A pesar de los diferentes esfuerzos realizados para el control del vector, en las últimas décadas *Ae. aegypti* ha ampliado su distribución geográfica, y ocasionado continuas epidemias, por lo que se hace necesario desarrollar nuevas medidas de control que ayuden a mitigar esta problemática.

Objetivo: Evaluar, bajo condiciones controladas de laboratorio, la actividad larvicida de un extracto hidro-etanólico de *Thunbergia alata* en el control de *Ae. aegypti*.

Métodos: Empleando la técnica de percolación, se realizó la extracción de flores de la planta. Posteriormente, siguiendo la guía para evaluar larvicidas propuesto por la Organización Mundial de la Salud, se evaluaron diferentes concentraciones de extractos crudos de *T. alata* sobre larvas de tercer y cuarto estadio de *Ae. aegypti*.

Resultados: Se observó que los extractos crudos de *T. alata* presentaron un efecto letal en larvas de *Ae. aegypti*. En particular, se observó que el extracto hidro-etanólico de flores, en proporción 50etOH:50H₂O, generó LC₅₀, 90 y 99 del 8.35, 12.43 y 18.18%, respectivamente.

Conclusión: El extracto de flores de *T. alata* en una proporción 50etOH:50H₂O presentan notable actividad contra larvas de vector *Ae. aegypti*.

Palabras clave: arbovirus; plantas invasoras; control biológico.

ABSTRACT

Introduction: *Aedes aegypti* is the main vector of diseases such as dengue, Zika and chikungunya, which represent a serious public health problem in Asian and Latin American countries. Despite the various efforts made to control the vector, in recent decades *Ae. aegypti* has expanded its geographical distribution, causing

continuous epidemics, so it is necessary to develop new control measures that help mitigate this problem.

Objective: To evaluate, under controlled laboratory conditions, the larvicidal activity of plant hydro-ethanolic extract of *T. alata* in the control of *Ae. aegypti*.

Methods: Using the percolation technique, the extraction of flowers from the plant was carried out. Subsequently, following the guide to evaluate larvicides proposed by the World Health Organization, different concentrations of crude extracts of *T. alata* were evaluated on third and fourth instar larvae of *Ae. aegypti*.

Results: It was observed that the crude extracts of *T. alata* had a lethal effect on *Ae. aegypti*. It was observed that the hydro-ethanolic extract of flowers, in a 50etOH:50H₂O ratio, generated LC₅₀, 90 and 99 of 8.35, 12.43 and 18.18%, respectively.

Conclusion: The flower extract of *T. alata* in a ratio of 50etOH:50H₂O shows notable activity against Ae vector larvae *Ae. aegypti*.

Keywords: arbovirus; invasive plants; biologic control.

Recibido: 10/05/2023

Aceptado: 18/07/2023

Introducción

Arbovirosis como dengue, chikungunya, Zika y fiebre amarilla representan un importante problema de salud pública en diferentes países de América Latina y Asia.⁽¹⁾ Se ha indicado que aspectos como la globalización, el cambio climático, la urbanización no planificada y la falta de continuidad en los programas de control,

han conllevado a un aumento significativo en la transmisión de enfermedades como el dengue.⁽²⁾

Considerando que no existe una vacuna para prevenir estas enfermedades, las principales estrategias se encuentran dirigidas al control del vector, siendo *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (Linneus, 1762) el de mayor relevancia a nivel mundial.⁽³⁾ Este mosquito se cría en aguas claras, contenidas en recipientes como tanques, canecas, floreros y llantas entre otros, ubicados al interior o exterior del domicilio,⁽⁴⁾ por lo que se ha considerado que *Ae. aegypti* exhibe un marcado comportamiento sinantrópico.⁽⁴⁾

Con base en lo anterior, una de las principales estrategias para el control vectorial se centra en la reducción de la población de estados inmaduros del vector, mediante el uso de larvicidas, de organismos biocontroladores y la eliminación de los hábitats de cría. Este último incluye un adecuado saneamiento ambiental, garantizando un buen acueducto, red alcantarillada y una buena recolección y disposición de los residuos sólidos. Además, para un manejo integrado del vector, también es importante considerar la movilización social y la participación comunitaria, que, mediante acciones pedagógicas, buscan impactar conductas o prácticas culturales que propician la propagación del vector.⁽⁴⁾

En particular, para el control larval de *Ae. aegypti* se han empleado tradicionalmente insecticidas como el Temephos, con resultados satisfactorios,⁽⁴⁾ pero en la actualidad existen algunos reportes de resistencia a este insecticida.^(5,6,7)

Otra medida empleada para la reducción larval ha sido el control biológico con insectos como *Toxorhynchites rutilus*,⁽⁶⁾ y hongos de los géneros *Pycnoporus*, *Pestalotiopsis*, *Culicinomyces*, *Cochliobolus* y *Aspergillus*.⁽⁷⁾

Con base en las limitaciones del control químico y biológico, surgen los extractos de plantas como una alternativa que proporciona menor riesgo ambiental y que es de bajo costo, y por tanto con mayor sostenibilidad.⁽⁸⁾

Por otra parte, una de las plantas invasoras que ha causado grandes daños ecosistémicos en Colombia, en específico en los bosques de la región centro-norte del país, es *Thunbergia alata* (Lamiales: Acanthaceae) (Bojer ex Sims, 1825), la cual

es nativa de la costa este de África. Esta planta fue introducida como ornamental en el siglo XIX en las Indias Occidentales, y a partir de allí se ha propagado a todas las regiones tropicales del mundo.⁽⁹⁾

La planta *T. alata* es una planta trepadora, más conocida como ojo de poeta, ojo morado y ojo de buey.⁽¹⁰⁾ Su parte aérea posee hojas simples y opuestas, con margen dentada y un pecíolo alado, mientras que sus flores son solitarias, tiene dos brácteas basales de color verde, una corola tubular generalmente anaranjada con vistos negros (existen algunas variaciones de color blanco o amarillo) con 5 lóbulos. El fruto de la planta es una capsula globosa, rostrada y de color café con tonalidades.^(10,11) Esta planta se ha caracterizado por presentar compuestos químicos como flavonoides, iridoides y fenoles,^(12,13) los cuales podrían ser de gran utilidad en el control larval de mosquitos como *Ae. aegypti*. No obstante, hasta la fecha no existen trabajos que reporten esta actividad larvicida.

Considerando tanto la gran abundancia de la planta invasora *T. alata* en algunas regiones de Colombia y, por tanto, el grave problema ecológico que ocasiona, y teniendo en cuenta los componentes químicos promisorios que posee la planta frente a el control de mosquitos, en el presente estudio se propuso evaluar la actividad larvicida de un extracto hidro-etanólico de las flores de *T. alata* en el control de *Ae. aegypti*.

Métodos

Colecta del material vegetal

Las flores de *T. alata* se recolectaron en el casco urbano del municipio La Ceja (Antioquia, Colombia), en las coordenadas 6°1'30" LN y 75°25'32" LO. La recolección de las flores se efectuó en las primeras horas del día (entre las 5:00 y las 6:00 am). En ese momento del día las plantas suelen presentar una mayor concentración de metabolitos secundarios.⁽¹⁴⁾ Las flores se secaron a una temperatura constante de 25 +/- 2°C. Para mantener un entorno controlado, se usó

una humedad ambiente del 85 +/- 10 %. Tras un proceso de secado de 24 horas, las flores fueron trituradas mecánicamente hasta obtener un polvo fino. Luego, este polvo fue almacenado por separado en recipientes de vidrio a una temperatura constante de 25 +/- 2°C y en condiciones de humedad ambiente (85 +/- 10%) durante siete días.

Obtención de extractos y marcha fitoquímica

Los extractos vegetales se prepararon a partir de 82,47 g obtenidos de las flores secas y trituradas. Este material se sometió a la técnica de percolación la cual consiste en cubrir el material vegetal con el solvente para realizar la extracción hasta agotamiento. Tanto la obtención de los extractos como el análisis de los componentes químicos se realizaron en el Laboratorio de Ciencias 3 de la Universidad CES y en el Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica (CECIF) (Medellín, Colombia).

Se realizó una extracción hidro-etanólica en las proporciones 70etOH:30H₂O y 50etOH:50H₂O. Posteriormente, cada extracto fue filtrado y concentrado a presión reducida en un rotaevaporador, el extracto obtenido fue almacenado en botellas de vidrio por un periodo de 10 días en un lugar oscuro a temperatura y humedad ambiente para evitar su degradación.⁽¹⁵⁾

Con los extractos preparados y siguiendo los protocolos propuestos por Krishna Ram y otros⁽¹¹⁾ se realizó un análisis fitoquímico con el fin de caracterizar e identificar la presencia de algunos compuestos químicos como fenoles, flavonoides, alcaloides y saponinas. Posteriormente, para determinar el extracto hidro-etanólico con mayor potencial como larvicida, se realizó un análisis infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) de los extractos obtenidos a partir de flores, lo cual permitió establecer los grupos funcionales y comparar los cambios estructurales entre ellos. Después de los análisis químicos y valorar la solubilidad de los extractos, se seleccionó el extracto hidro-etanólico 50etOH:50H₂O para realizar los bioensayos de actividad larvicida.

Bioensayos de actividad larvicida

Para evaluar el efecto de larvicidas en condiciones de laboratorio se realizaron bioensayos siguiendo el protocolo de la Organización Mundial de la Salud.⁽³⁾ Del extracto seleccionado por el análisis infrarrojo, se evaluaron las concentraciones 2.5, 5, 7, 8, 10, 12.5 y 20 % (v/v). Cada una de estas concentraciones fue evaluada hasta siete veces.

Para los bioensayos se usaron larvas F2 de *Ae. aegypti*, obtenidas a partir de huevos colectados mediante ovitrampas ubicadas en barrios con alta transmisión de dengue en Medellín. Las colonias de mosquitos fueron mantenidas siguiendo el protocolo del *Manual for Mosquito Rearing and Experimental Techniques*.⁽¹⁶⁾ Se comprobó por medio de observación que las larvas empleadas en los bioensayos se encontraban en una condición adecuada, es decir, sin anomalías o parásitos evidentes.

Se emplearon vasos de 6 oz a los cuales se les adicionó el extracto hidro-etanólico para obtener concentraciones de 2.5, 5, 7, 8, 12.5 y 20 % (v/v) ajustando un volumen hasta 100 mL agua. Posteriormente, se adicionaron 25 larvas de *Ae. aegypti* de tercer y cuarto estadio, para un total 175 larvas por concentración. Asimismo, cada una de las concentraciones evaluadas usaron agua declorada como control negativo.

Transcurridas 24 horas de exposición, se registraron los individuos muertos y se calculó el porcentaje de mortalidad para cada concentración y el control. Aquellas larvas que no mostraron un comportamiento normal fueron consideradas moribundas y se registraron como muertas. Las concentraciones letales fueron calculadas en el *software Statgraphics* con el modelo Probit-Log.⁽¹⁷⁾

Los bioensayos se realizaron bajo condiciones controladas de temperatura (26 +/- 2°C) y fotoperiodo (12:12 L:O) en el Laboratorio de Entomología Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia (Colombia).

Resultados

Análisis fitoquímico

El análisis fitoquímico indicó que los extractos de flores de *T. alata* presentan los metabolitos secundarios, tanto en el extracto de 70etOH:30 H₂O, como en el extracto 50etOH:50H₂O entre los cuales se destacaron compuestos fenólicos, flavonoides y saponinas (tabla 1), los cuales han demostrado gran actividad larvicida.

Tabla 1 - Marcha fitoquímica de los extractos obtenidos de las flores de *T. alata*

Fitoquímicos	Extracto flores 70etOH:30H ₂ O	Extracto flores 50etOH:50H ₂ O
Alcaloides	-	-
Fenoles	+	+
Flavonoides	+	+
Saponinas	+	+

Leyenda: +: presencia; -: ausencia.

Mediante la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier se evidenció que las señales entre los diferentes extractos evaluados no mostraron cambios estructurales, debido a que en ningún caso desaparecen, ni aparecen grupos funcionales. Adicionalmente, este análisis ayudó a verificar los grupos funcionales que se asocian con las moléculas de los extractos que fueron identificadas previamente en la marcha fitoquímica.

Una vez analizadas las propiedades químicas de los extractos, sus grupos funcionales (fig. 1) y su solubilidad en agua, se eligió el extracto hidro-etanólico de flores en proporción 50etOH:50H₂O para realizar los ensayos de actividad larvicida, por ser el más soluble en agua; todo esto con el objetivo de reducir la dependencia de solventes orgánicos, específicamente el etanol, se adoptó un enfoque basado en la selección de un extracto con alta solubilidad en agua como criterio para llevar

a cabo un ensayo de actividad larvica, en consonancia con los principios de la química verde.

Este enfoque se sustenta en la búsqueda de alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente, minimizando el uso de solventes orgánicos volátiles y potencialmente perjudiciales. La elección de un extracto con alta solubilidad en agua permite utilizar este disolvente ampliamente disponible y seguro para llevar a cabo las pruebas de actividad larvica.

Al utilizar este enfoque, se promueve el concepto de química verde, que se centra en el diseño de procesos y productos químicos más eficientes y menos tóxicos. La selección de un extracto con alta solubilidad en agua representa un paso significativo hacia la reducción de la huella ambiental y el fomento de prácticas más sostenibles en la investigación y desarrollo de soluciones para el control larval, en este caso, del *Aedes aegypti*.

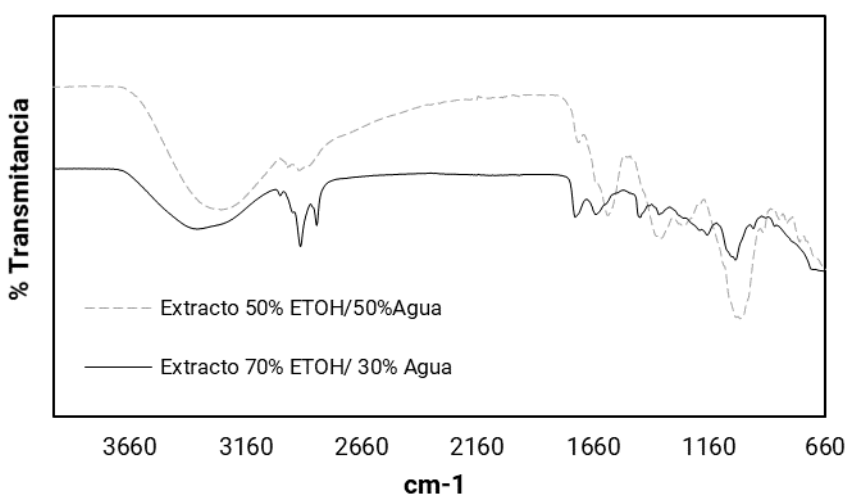


Fig. 1 – Espectros obtenidos mediante la técnica de la transformada de Fourier (FTIR) de los extractos hidro-etanólicos 50% ETOH/50% agua (línea discontinua) y 70% ETOH/30% agua (línea continua).

Bioensayos de actividad larvicida

De acuerdo con los resultados anteriores, el extracto hidro-etanólico de flores evaluado (50etOH:50H₂O) presentó un efecto positivo sobre la mortalidad de larvas de *Ae. aegypti* a las 24 horas posexposición, y se observó que dicho efecto fue dosis-dependiente (tabla 2). Los datos obtenidos se ajustan a el modelo de regresión Probit, donde el valor p es menor a 0,05, lo que significa que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables, con un nivel de confianza del 95,0 %.

La ecuación de la regresión lineal en escala probit está dada por:

$$\frac{\text{Muertos}}{\text{Expuestos}} = -2,62322 + 0,314253 * \text{Dosis mL}$$

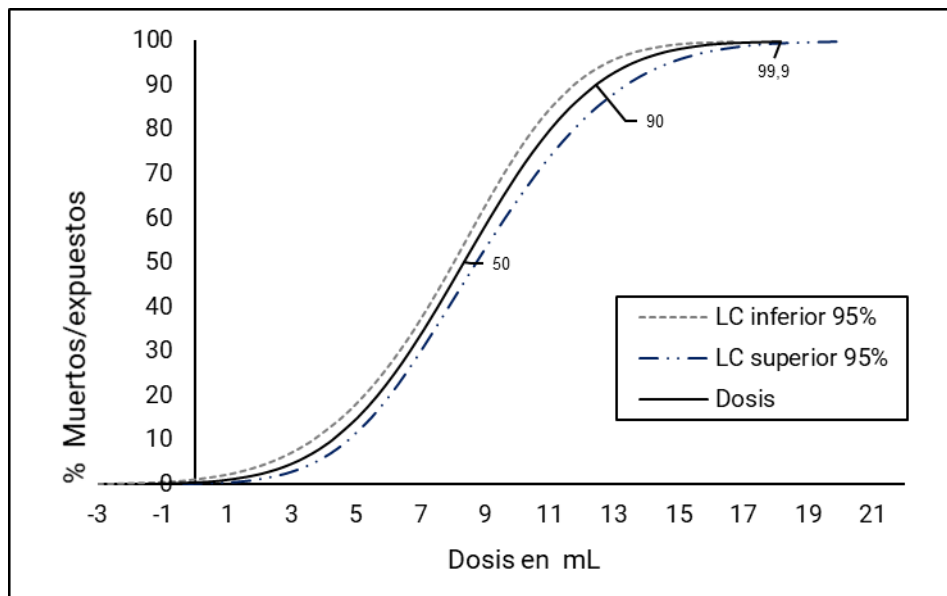
Donde R² es igual a 90,06 % lo que indica que la dosis en mL y la mortalidad (muertos/ expuestos) se ajustan al modelo probit. Es importante destacar que la pendiente del modelo de regresión lineal es 0,31 y que el grafico está en escala de probabilidad. Además, en la razón de verosimilitud se tiene un valor de ji al cuadrado $p < 0,0001$, lo que indica que el modelo probit es significativo.

Tabla 2 - Efecto del extracto de flores *T. alata* en la mortalidad de larvas *Ae. aegypti*

Concentración (%)	Vivos	Muertos	% mortalidad
0 (control)	175	0	0,00
2,5	164	11	6,29
5	156	19	10,86
7	129	46	26,29

8	89	86	49,14
10	49	126	72,00
12,5	29	146	83,43
20	0	175	100,00

Adicionalmente, con base en el modelo probit, se determinaron las CL 50, 90 y 99,9 del anterior extracto hidro-etanólico, las cuales correspondieron respectivamente a 8,35, 12,43 y 18,18 % (fig. 2). Se observó diferencia estadísticamente significativa entre las CL calculadas.



Leyenda: La línea negra representa la dosis necesaria para eliminar las larvas en distintas concentraciones, mientras que las líneas discontinuas indican el rango de concentración del extracto en el que tiene efecto en distintas cantidades.

Fig. 2 – Porcentaje de mortalidad (muertos/expuestos) larval de *Ae. Aegypti* del extracto hidro-etanólico de flores 50et0h:50H2O.

Discusión

Los extractos vegetales con actividad larvicida o insecticidas botánicos han sido empleados en numerosos lugares del mundo, esta práctica es llevada a cabo de forma tradicional para el manejo de mosquitos vectores.⁽¹⁸⁾ En el presente trabajo se evidenció que el extracto hidro-etanólico (50etOH:50H₂O) de flores de *T. alata*, una planta altamente invasora, podría ser usada como control larvicida para el vector *Ae. aegypti*. Dicha actividad biológica se podría atribuir a la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides y fenoles los cuales, de acuerdo con la literatura,⁽¹⁹⁾ han demostrado tener propiedades larvicidas. Igualmente, dicho efecto larvicida se ha reportado para alcaloides, taninos, quinonas, entre otros.⁽²⁰⁾

Adicionalmente, otro metabolito observado en el extracto hidro-etanólico de flores fue las saponinas. Este compuesto es conocido por su toxicidad en mosquitos.⁽²¹⁾ Estudios realizados por Jawale⁽¹⁹⁾ han demostrado que las saponinas aisladas poseen actividad larvicida contra *Ae. aegypti*.

Se ha indicado que el mecanismo de acción de todos estos compuestos derivados de las plantas, con propiedades larvicidas es por contacto o ingestión, provocando envenenamiento, daño de los diferentes sistemas y finalmente la muerte.⁽²¹⁾

Nuestros resultados con el espectro infrarrojo fueron similares a los reportados por otros investigadores. En particular, se observó que en los extractos hidro-etanólicos de flores de *T. alata* existe la presencia de una banda ancha en el rango de 3265-3270 cm⁻¹, correspondiente a un grupo OH de fenoles y flavonoides. Esta misma señal fue reportada por Kokila y otros⁽²¹⁾ en un extracto de flores y ramas de la especie *Thunbergia mysorensis* (Lamiales: Acanthaceae), donde observó una longitud de onda de 3207 y 3335 cm⁻¹. Además, en nuestro estudio se reportó que el pico de 2927 cm⁻¹ se asocia con la presencia de un enlace C – H. Este mismo estiramiento se evidenció en los resultados de Kokila y otros⁽²¹⁾ con un rango de 2912 – 2929 cm⁻¹. Por otra parte, es posible que el pico de 1723 cm⁻¹ estimado en el presente estudio puede estar asociado con el estiramiento de la banda del carbonilo éster (C=O), lo cual coincide con lo reportado por Hssaini y otros⁽²²⁾ en el rango de 1775 – 1725 cm⁻¹ para la planta del higo.

Con respecto al pico de 1596 - 1597 cm^{-1} , se observó que se asocia con un doble enlace carbono carbono ($\text{C} = \text{C}$) de un compuesto aromático. Dicha señal también fue reportada por Pai y otros⁽²³⁾ para *Th. grandiflora* con una señal de 1630 cm^{-1} . En cuanto al espectro de 1362 - 1366 cm^{-1} , este se relacionó un anillo de fenol, compuesto que también fue reportado en por Phoung y otros⁽²⁴⁾ en un análisis realizado a *Peristrophe bivalvis*, planta de la familia Acanthaceae.

Finalmente, el pico de 1276 cm^{-1} se relacionó con un estiramiento por tensión del enlace C-O,⁽²⁵⁾ mientras que el pico 1024 - 1025 cm^{-1} correspondió al enlace C - O - C, el cual también fue descrito por Le y otros para el pico de 1082 cm^{-1} .

Hasta la fecha en la literatura no se disponía de reportes sobre la actividad larvicida de *T. alata* sobre el vector *Ae. aegypti*. No obstante, se ha identificado que posee actividad insecticida significativa contra larvas de *Spodoptera frugiperda*, proyectándose como una planta promisoriosa para el manejo de este insecto plaga.⁽²⁶⁾

En el presente estudio, se observó que el extracto hidro-etanólico (50etOH:50H₂O) de flores de *T. alata* mostró una menor efectividad en comparación con otros larvicidas de extractos vegetales. Después de 24 horas de exposición de las larvas de *Ae. aegypti*, se registraron valores de CL50 = 8,35 y CL90 = 12,43 %, lo cual indica que el extracto tiene actividad larvicida. Sin embargo, se han reportado otros extractos vegetales con larvicidas más potentes, como el extracto de acetato de etilo de una planta perteneciente al orden Sapindales y a la familia Rutacea, *Chloroxylon swietenia*, donde se obtuvieron valores de CL50 = 0,01 y CL90 = 0,02 % después de 24 horas de exposición.⁽²⁷⁾ Esto sugiere que el extracto de *T. alata* requiere concentraciones más altas para alcanzar dosis letales similares.

El presente estudio cobra relevancia, debido a que se analizó el papel de una planta invasora en el control de un mosquito de gran importancia en salud pública, con lo cual se busca ofrecer alternativas ecológicamente saludables para limitar la dispersión de *T. alata* y a la vez controlar al mosquito *Ae. aegypti*. Se propone hacer el análisis de actividad larvicida frente a otros vectores como el *Anopheles albimanus*, *Aedes albopictus* y el *Culex quinquefasciatus*.

Para mejorar el potencial de *T. alata* en el control vectorial, se propone realizar ensayos de toxicidad para verificar su seguridad y con esto realizar estudios futuros que podrían incluir el uso de perlas o emulsiones que permitan propiciar la lenta liberación de los metabolitos con propiedad larvicida, para ello se usarían recipientes de icopor con agua dechlorada siguiendo las recomendaciones de control larval que propone la OMS. Estos nuevos compuestos podrían conllevar a que *T. alata* exhiba una notoria actividad en el control del mosquito *Ae. aegypti*.

Referencias bibliográficas

1. Santos LLM, de Aquino EC, Fernandes SM, Ternes YMF, Feres VCD. Dengue, chikungunya, and Zika virus infections in Latin America and the Caribbean: a systematic review. Rev Panam Salud Pública. 2023;47:e34. DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.34>
2. Bhatt S., *et al.*, The global distribution and burden of dengue. Nature, 2013. 496(7446): 504-7
3. World Health Organization. Dengue: Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control: New Edition. Geneva; 2009 [acceso 06/06/2023]. PMID: 23762963. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23762963>
4. Cuartas DE, Martínez G, Caicedo DM, Garcés J, Ariza-Araujo Y, Peña M, Mendéz F. Distribución espacial de criaderos positivos y potenciales de *Aedes aegypti*. Biomédica. 2017;37(Supl. 2):59-66. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3471>
5. Quezada-Yaguachi W, Rodriguez A, Solís-Santoyo F, López-Solís A, Black IV W, Saavedra-Rodriguez K, *et al.* Comparison of Insecticide Resistance and Its Enzyme Mechanisms among *Aedes aegypti* Collected with Three Methods in a Dengue-Endemic City in Southern Mexico. Advances in Entomology. 2022;10:252-66. DOI: <https://doi.org/10.4236/ae.2022.103018>

6. Galavíz JD, Vega F, Cupul FG, Navarrete JL, Ruiz LE, Vargas MA, *et al.* Control químico y biológico de larvas de *Aedes aegypti* en la costa norte de Jalisco, México. Rev cubana Med Trop. 2016 [acceso 13/10/2022];68(2):111-24. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedtro/cmt-2016/cmt162a.pdf>
7. Gómez W, Zapata G. Vector Control Strategies. En: Puerta H, Manrique P, editores. Mosquito Research-Recent Advances in Pathogen Interactions, Immunity, and Vector Control Strategies. London: IntechOpen; 2022 [acceso 13/10/2022]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/online-first/81929>
8. Agrela IF, Hidalgo Y, Herrera F. Efecto larvívica de extractos metanólicos obtenidos de semillas y hojas de *Persea americana* (Laurales: Lauraceae) (aguacate) sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Bol. Mal. Salud Amb. 2014;54(2):199-207.
9. Sierra JA, Gaviria B, Navarro R, Castaño M, Sánchez D, Marín D, *et al.* Historia, vida y poderes de una especie invasora: estrategia para su control y manejo. Rionegro: Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente; Cornare;2019.
10. Cárdenas D, Baptiste MP, Castaño N. Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 2017.
11. Ram M, Alam A, Sangeeta K. Preliminary phytochemical analysis of different extracts of *Ruellia patula*, *Luffa aegyptiaca* and *Thunbergia alata*. JCPR. 2015 [acceso 13/10/2022];7(10):315-20. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283417312_Preliminary_phytochemical_analysis_of_different_extracts_of_Ruellia_patula_Luffa_aegyptiaca_and_Thunbergia_alatan
12. Barrera D, Corredor L. Posconflicto y aprovechamiento de plantas invasoras para el control de cultivos agrícolas en el departamento del Tolima. Rev Invest Uamérica 2019 [acceso 13/10/2022];12(1):75-86. Disponible en: <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/285>
13. Charles A, Ramani A. Chemosystematics of Genus *Thunbergia* (A -Mini Review). JCPRME. 2016 [acceso 13/10/2022];5-11. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/305073163_CHEMOSYSTEMATICS_OF_GENUS_THUNBERGIA_A_MINI_REVIEW

14. Botero, H. Plantas medicinales: pasado y presente. Medellín: CORANTIOQUIA; 2011.
15. Amariles S, García C, Parra G. Actividad insecticida de extractos vegetales sobre larvas de *Aedes aegypti*, Diptera: Culicidae. CES Med. 2013;27(2):193-203.
16. Gerberg EJ. Manual for Mosquito Rearing and Experimental Techniques. American Mosquito Control Association (AMCA);1970. Bulletin no. 5. 112 p.
17. Leyva M, Marquetti MC, Tacoronte JE, Scull R, Tiomno O, et al. Actividad larvicida de aceites esenciales de plantas contra *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Biomed. 2009 [acceso 13/10/2022];20(1):5-13. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2009/bio091b.pdf>
18. Aguirre OA, Duarte I, Álvarez JC, Jiménez J. Actividad larvicida de extractos vegetales de la familia Asteraceae y modelación matemática para su uso en el control de poblaciones de *Aedes aegypti*. Actual Biol. 2018 [acceso 13/10/2022];40(108):5-16. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/333119>
19. Jawale C. Larvicidal Activity of Some Saponin Containing Plants Against the Dengue Vector *Aedes aegypti*. TBR. 2014;3(1):1-11.
20. Sarwar M. The Killer Chemicals for Control of Agriculture Insect Pests: The Botanical Insecticides. International Journal of Chemical and Biomolecular Science. 2015;1(3):123-8.
21. Kokila NR, Mahesh B, Roopa KP, Daruka Prasad B, Raj K, Manjula SN, et al. *Thunbergia mysorensis* mediated nano silver oxide for enhanced antibacterial, antioxidant, anticancer potential and in vitro hemolysis evaluation. J Mol Struct. 2022;1255(132455):1-12.
22. Hssaini L, Razouk R, Bouslihim Y. Rapid Prediction of Fig Phenolic Acids and Flavonoids Using Mid-Infrared Spectroscopy Combined with Partial Least Square Regression. Front Plant Sci. 2022;13(782159):1-16.

23. Pai S, Kini SM, Narasimhan MK, Pugazhendhi A, Selvaraj R. Structural characterization and adsorptive ability of green synthesized Fe₃O₄ nanoparticles to remove Acid blue 113 dye. *Surf Interfaces*. 2021;23(100947):1-9.
24. Phuong H, Le Duy N, Dao Tin Q, Huynh Tra TT Tran, Viet Nguyen. Extracción y purificación de antocianinas de *Peristrophe bivalvis* (L.) Merr. hoja (Acanthaceae) utilizando sistemas acuosos de dos fases, *Natural Product Research*. 2021;37(1):154-8, DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1952203>
25. Pavia DL, Lampman GM, Kriz GS, Vyvyan JR. *Introduction to spectroscopy*. Fifth edition. Stamford, CT: Cengage Learning; 2015.
26. Jaramillo G, Palacio M, Holguín C. *Memorias & Resúmenes Congreso Colombiano de Entomología, 42° Congreso SOCOLEN*. Medellín: Sociedad Colombiana de Entomología – SOCOLEN; 2015.
27. Jayaraman M, Senthilkumar A, Venkatesalu V. Evaluation of some aromatic plant extracts for mosquito larvicidal potential against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*, and *Anopheles stephensi*. *Parasitol Res*. 2015;114(4):1511-8.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Luisa Gómez-Chabala y Wilber Gómez-Vargas.

Curación de datos: Andrea Marulanda-Osorio y Luisa Gómez-Chabala.

Análisis formal: Andrea Marulanda-Osorio y Luisa Gómez-Chabala.

Investigación: Luisa Gómez-Chabala y Wilber Gómez-Vargas.

Metodología: Luisa Gómez-Chabala y Wilber Gómez-Vargas.

Redacción – borrador original: Andrea Marulanda-Osorio.

Redacción – revisión y edición: Luisa Gómez-Chabala, Wilber Gómez-Vargas, Guillermo Rúa-Uribe.