



Extracto de *Acacia farnesiana* para el control de larva de *Aedes aegypti* *Acacia farnesiana* extract for the control of *Aedes aegypti* larvae

Juan Antonio Granados-Montelongo ¹
Juan Antonio Núñez-Colima ¹  0000-0002-2961-5768
Issanelly Trujillo-Zacarías ²
Jesús Cano-del Toro ²
Rahuel J. Chan-Chable ^{3,4}  0000-0002-3418-742X
Aimir Hidalgo-de León ³

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México

✉: juanantonio.granados@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de San Pedro Coahuila, San Pedro, Coahuila, México

³ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México

⁴ Servicios Estatales de Salud de Quintana Roo, Departamento de Enfermedades Transmitidas por Vector y Zoonosis, Chetumal, Quintana Roo, México

© Universidad De La Salle Bajío (México)

Palabras clave: mosquito; *Aedes*; control de vectores; larva; dimetilriptamina; control químico; temefos; vector del dengue; *Acacia farnesiana*

Keywords: mosquito; *Aedes*; vector control; larvae; dimethyltryptamine; chemical control; temephos; dengue vector; *Acacia farnesiana*

Recepción: 01 – 03 – 2021 / Aceptación: 12 – 07 – 2021

Resumen

Introducción: *Aedes aegypti* es el principal vector de dengue, chikunguña, fiebre amarilla y zika en el mundo; el control químico es el más utilizado para su prevención, atacando la reproducción del mosquito vector, principalmente mediante la aplicación de insecticidas sintéticos en sus lugares de cría. Sin embargo, el uso de insecticidas sintéticos ha generado resistencia en los mosquitos y diversos problemas ecológicos. Los extractos naturales de plantas con función insecticida son utilizados como alternativa para el control de vectores. El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad larvicida del extracto de vaina de *Acacia farnesiana* contra larvas de cuarto estadio de *Ae. aegypti*.

Método: el estudio fue desarrollado en el Laboratorio del Instituto Tecnológico Superior de San Pedro, Coahuila, y en el ejido Mayran, San Pedro, Coahuila, México. Para la elaboración del extracto se utilizó la metodología propuesta por INIFAP-CENID-RASPA 1997. Los productos extractados se utilizaron en los bioensayos con larvas de cuarto estadio de *Ae. aegypti* durante 168 horas. Se transfirieron grupos de 20 larvas en vasos plásticos con 50 mL de agua, luego se aplicó

1 mL de cada uno de los tratamientos de fruto de *Acacia farnesiana* con concentraciones finales de 15 % (T1), 25 % (T2), 35 % (T3) y 70 % (T4). Para el control químico se utilizó Abate® 1SG (Temefos) al 25 %. Al testigo no se aplicó ningún tratamiento. Para comparar la mortalidad se realizó un análisis de varianza de un factor para cada uno de los estudios (laboratorio y campo) y un análisis de medidas repetidas en el tiempo para la fase de campo. Se desarrolló una prueba de comparación de medias de Tukey. Los análisis se realizaron usando el programa computacional estadístico IBM.SPSS 18, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados: en el laboratorio, el extracto de *A. farnesiana* al 35 % de concentración mostró mayor toxicidad contra las larvas de *Ae. aegypti* obteniendo una mortalidad media de 15.66 (78.3 %), transcurridas las 72 horas después de la aplicación del tratamiento ($P \leq 0.05$). De igual forma, en condiciones de campo, el tratamiento al 35 % resultó ser el más efectivo, alcanzando una media de 19.04 (95.2 %) larvas muertas.

Discusión o Conclusión: el extracto de *A. farnesiana* mostró actividad insecticida contra larvas de *Ae. aegypti*, siendo más efectivo a una concentración de 35 % en condiciones de laboratorio y campo. El efecto larvicida del extracto de *A. farnesiana* puede ser utilizado como una alternativa factible y sustentable para el control *Ae. aegypti* en zonas rurales. Sin embargo, es necesario realizar más estudios para identificar los ingredientes activos y el mecanismo de acción presente en las vainas de *A. farnesiana* para el control de vectores.

Abstract

Introduction: *Aedes aegypti* is the main vector of dengue, chikungunya, yellow fever and Zika in the world, chemical control is the most used for its prevention, attacking the reproduction of the mosquito vector, mainly through the application of synthetic insecticides in their breeding places. However, the use of synthetic insecticides has generated resistance in mosquitoes and several ecological problems. The extracts of natural plants with insecticidal function are used as an alternative for vector control. The objective of the present study was to evaluate the larvicidal activity of the *Acacia farnesiana* pod extract against fourth stage larvae of *Ae. aegypti*.

Method: the study was developed in the Laboratory of the Instituto Tecnológico Superior de San Pedro Coahuila, and in the ejido Mayran, San Pedro, Coahuila Mexico. The extract we prepared according to the methodology proposed by INIFAP-CENID-RASPA 1997. The extracts were used in bioassays with fourth instar larvae of *Ae. aegypti* for 168 hours. Groups of 20 larvae were

transferred into plastic cups with 50 mL of water, then 1 mL of each treatment of *Acacia farnesiana* was applied with final concentrations of 15 % (T1), 25 % (T2), 35 % (T3) and 70 % (T4). For the chemical control Abate® 1SG (Temephos) at 25 % was used. No treatment was applied to the blank. To compare mortality, a one factor analysis of variance was performed for each study (laboratory and field) and an analysis of repeated measures over time for the field phase. A Tukey mean comparison test was developed. The analysis were carried out using the statistical computer program IBM.SPSS 18, with a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: in the laboratory, the extract of *A. farnesiana* at 35% concentration showed greater toxicity against larvae of *Ae. aegypti* obtaining an average mortality of 15.66 (78.3 %) 72 hours after treatment application ($P \leq 0.05$). In the same way, under field conditions, the 35 % treatment turned out to be the most effective, reaching an average of 19.04 (95.2 %) dead larvae.

Discussion or Conclusion: the extract of *A. farnesiana* showed insecticidal activity against *Ae. aegypti* larvae, being more effective at 35 % concentration in laboratory and field conditions. The larvicidal effect of the *A. farnesiana* extract can be used as a feasible and sustainable alternative to control *Ae. aegypti* in rural areas. However, it is necessary to do more studies to identify the active ingredients and the action mechanism present in *A. farnesiana* pods for vector control.

Introducción

El dengue es una enfermedad que se ha convertido en un grave problema de salud pública a nivel mundial (Sugauara *et al.*, 2020). El número de casos de esta enfermedad reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha multiplicado por ocho en los últimos 20 años: en el 2000 se reportaron 505 430 casos, más de 2.4 millones en 2010 y 4.2 millones en 2019 (OMS, 2020). Según los reportes de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la OMS en el continente americano, los contagios de dengue alcanzaron el mayor número registrado en la historia, con más de 2.7 millones de casos, incluyendo 22 127 casos graves y 1 206 muertes reportadas en octubre de 2019 (PAHO/WHO 2019). México posee una incidencia de 205.31 por cada 100 000 habitantes (OMS/OPS, 2020), estimando que existen alrededor de 126 014 024 personas en México, según el censo de población INEGI (2021) se calcula que puede existir una incidencia de 258 719.39 personas en el territorio Mexicano.

El mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus) es considerado el principal vector de enfermedades de orden vírico como el dengue, que han provocado la pérdida de millones de vidas humanas (López-Solís *et al.*, 2020). En México, *Ae. aegypti* es el principal vector del virus del dengue (DENV), Chikunguña (CHIKV) y Zika (ZIKAV) (Mejía-Guevara *et al.*, 2020; Vázquez-Marroquín *et al.*, 2020); además, este vector está asociado con la transmisión del virus de la fiebre amarilla (YFV) (De Guilhem de Lataillade *et al.*, 2020), y Mayaro (MAYV) en otras regiones del mundo (Tidiane Diagne *et al.*, 2020; Nunes Pereira *et al.*, 2020). Por lo que las medidas encaminadas al control de las poblaciones de esta especie son importantes para disminuir el número de contagios de éstas enfermedades en países de mayor incidencia (Silveiral Silvério *et al.*, 2020).

Los insecticidas químicos ocupan el liderazgo en prácticas de control de mosquito, sin embargo a lo largo del tiempo han creado múltiples problemas ecológicos, además desarrollan resistencias fisiológicas en los insectos y provocan desequilibrios ambientales (Fouad *et al.*, 2018). Cabe resaltar el impacto negativo de los plaguicidas convencionales en las fuentes de agua, lo que presenta riesgos para la salud humana y el medio ambiente (Veni *et al.*, 2017). La OMS (2020) propone acciones urgentes para disminuir la resistencia y mantener la efectividad de las intervenciones de control de vectores existentes. Por lo anterior, se han desarrollado múltiples métodos alternativos para el control de vectores, destacando el uso de productos naturales (Raveen *et al.*, 2017). Este tipo de estudios se ha convertido en un campo de exploración emergente debido a que las plantas son una rica fuente de materiales biológicamente activos y son considerados más seguros que los insecticidas químicos (organofosforados y piretroides) (Dey *et al.*, 2020). Los productos de origen vegetal poseen múltiples ventajas (eficacia, ausencia de resistencia y la aceptación entre poblaciones más grandes) sobre los insecticidas químicos (Dey *et al.*, 2020).

Las plantas producen metabolitos secundarios para su protección como respuesta a los ataques de herbívoros o insectos (Sugauara *et al.*, 2020). Las plantas que han sido evaluadas para el control de *Ae. aegypti* son las siguientes: *Parthenium hysterophorus* L. (Hira *et al.*, 2017), *Eucalyptus nitens* Maiden (Álvarez-Costa *et al.*, 2017), *Chrysanthemum sp.* (Ghramh *et al.*, 2018), *Brunfelsia uniflora* D. Don (Sugauara *et al.*, 2020), *Virola calophylla* Warb, *Virola multinervia* Ducke, *Virola pavonis* (A.DC.) A.C.Sm (Da S. Mesquita *et al.*, 2020), *Piper longum* L. (Dey *et al.*, 2020), *Carlina acaulis* L. (Benelli *et al.*, 2019), *Piper betle* L. (Vasanth-Srinivasan *et al.*, 2017) y *Pinus Kesyia* Royle ex Gordon (Govindarajan *et al.*, 2016).

Acacia farnesiana (L.) Willd es una especie que pertenece a la familia *Fabaceae* (GBIF, 2019). Es uno de los árboles más pequeños, y de los más importantes en regiones perturbadas y secas de México, se distribuye principalmente en el suroeste de Estados Unidos hasta Sudamérica, de igual forma se encuentra distribuido en todo el trópico y subtrópico (en los continentes de África, Europa, Asia y Oceanía), en el territorio mexicano se distribuye ampliamente, se ha reportado su presencia en 29 estados (Vibrans, 2009). Los extractos de *A. farnesiana* se han utilizado principalmente para el control de *Vibrio cholerae* Pacini, y la bacteria de la disentería (Ponce-García *et al.*, 2006). Algunos órganos de esta planta son utilizadas para tratar diferentes padecimientos como: tos, encías sangrantes, úlceras, afecciones en la vejiga y dolor de cabeza (Deshmukh *et al.*, 2018).

Las especies del género *Acacia* pueden contener derivados de dimetiltriptamina y glucósidos cianogénicos (prunasina, sambunigina, acacipetalina) en las semillas, hojas y corteza (EFSA, 2012). La dimetiltriptamina se sintetizó por primera vez en 1931 y se comprobó su efecto alucinógeno en 1956, es el más potente de los alucinógenos triptamina, produce alucinaciones, distorsión de la percepción y efectos simpaticomiméticos equivalentes al lysergide (LSD) pero de menor duración, se puede obtener de las semillas y hojas de *Piptadenia peregrina* (L.) Benth (Mimosaceae) (Erhorn, 2007).

Desafortunadamente solo un número limitado de estudios (menos de 20) han evaluado la actividad larvicida de extractos de plantas contra *Ae. aegypti* en lugares donde se almacena agua; como tanques y cuerpos de aguas residuales, elucidando la efectividad de estos extractos en campo (Pavela *et al.*, 2019). Es necesario disminuir el uso de los insecticidas químicos, y promover el uso de extractos vegetales y sus derivados como prácticas sustentables, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el extracto del fruto de *A. farnesiana* para el control de larvas de *Ae. aegypti* en condiciones controladas (laboratorio) y en condiciones de campo.

Método

El estudio fue desarrollado en dos sitios: 1) Laboratorio del Instituto Tecnológico Superior de San Pedro, ubicado en el municipio de San Pedro, al sur oeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102° 58' 58" longitud oeste y 25° 45' 32" latitud norte, a 1 090 msnm; 2) Estudio de campo, implementado en el ejido Mayran, Municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, localizado en las coordenadas 102° 50' 40.99" longitud oeste y 25° 40' 19.99" latitud norte, a

1,100 msnm. El tipo de clima es cálido semiárido (CONABIO, 2017), la temperatura media anual va de los 16 a 18 °C (en el norte) y en la parte sur-este de 20 a 22 °C con una precipitación media anual de 200-300 mm (Inafed, 2010)

Recolección de fruto de *A. farnesiana*

Los frutos maduros se colectaron del suelo durante julio a septiembre de 2020, de árboles en diferentes sectores rurales del municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila: Flores Magón, Patrocinio, San Francisco de Gurza, Mayran y el Nilo.

Elaboración de extracto de fruto de *A. farnesiana*

Las muestras de fruto (vainas y semillas) seco de *A. farnesiana* se lavaron durante 15 minutos con agua corriente (sin tratar) para eliminar impurezas (maleza y tierra), posteriormente se dejaron secar durante tres horas al aire libre y se maceraron en un molino Nixtamal® (Cuerpo Hierro Acabado Estañado Sanbar). Una vez maceradas las muestras se realizó un proceso de tamizado (0.2 mm) para obtener un polvo fino.

La extracción se realizó mediante la metodología propuesta para saturación de compuestos hidrosolubles de INIFAP-CENID-RASPA 1997. Se elaboró una pasta de saturación con base en agua destilada en una relación peso (g) / volumen (agua) (mL), se procedió a la elaboración de pastas de saturación con agua destilada, siendo las concentraciones % peso (g) / volumen (mL). Las muestras de saturación para los compuestos hidrosolubles se dejaron reposar durante 24 horas, para ser extraídas mediante un proceso de filtración al vacío con ayuda de una bomba de vacío de tres caballos de fuerza, utilizando matraz kitasato, embudo bushner y papel filtro de 1.0 micras. Los compuestos extractados, se utilizaron en los bioensayos con el material biológico (larvas de cuarto estadio de *Ae. aegypti*). Los extractos se conservaron bajo refrigeración a 8 °C en recipientes plásticos.

Colecta de individuos

Se colectaron huevos, larvas y pupas de *Ae. aegypti* directamente de los charcos de agua, contenedores artificiales y superficies donde se pudiera acumular agua. Posteriormente, se situaron en una bandeja de plástico para su desarrollo en el laboratorio. Una vez desarrolladas las pupas, los mosquitos adultos se colectaron e introdujeron en una jaula entomológica para continuar con la

cría de *Ae. aegypti* con la finalidad de disponer de individuos para futuros estudios, los adultos machos fueron alimentados con agua con azúcar y las hembras con sangre de un ave de corral común.

Desarrollo del experimento

Se seleccionaron larvas de cuarto estadio y se concentraron en una bandeja con agua corriente. Subsiguientemente se transfirieron grupos de 20 larvas en vasos plásticos (100 mL) con 50 mL de agua, luego se aplicó 1 mL de cada uno de los extractos de *A. farnesiana* con concentraciones finales de 15 % (T1 = 150 mg mL⁻¹ de fruto de *A. farnesiana* en agua), 25 % (T2 = 250 mg mL⁻¹ de fruto de *A. farnesiana* en agua), 35 % (T3 = 350 mg mL⁻¹ de fruto de *A. farnesiana* en agua) y 70 % (T4 = 700 mg mL⁻¹ de fruto de *A. farnesiana* en agua). Para el control químico se utilizó Abate® 1SG (Temefos) con una concentración al 25 % (peso/volumen). Al testigo control no se le aplicó ninguno de los tratamientos anteriormente mencionados (tabla 1)

Tabla 1. Tratamientos de extractos de *Acacia farnesiana* en conjunto con sus concentraciones.
Table 1. *Acacia farnesiana* extracts treatments in conjunction with their concentrations.

Tratamiento	Porcentaje (%)	Concentración
T1	15	150 mg mL ⁻¹
T2	25	250 mg mL ⁻¹
T3	35	350 mg mL ⁻¹
T4	70	700 mg mL ⁻¹
Control químico (Abate® 1SG (Temefos))	25	25 % (peso/volumen)
Control testigo	0	No aplica

El experimento en condiciones controladas se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de San Pedro, se utilizaron cuatro repeticiones con 20 individuos para los tratamientos T1, T2, T3), el estudio fue desarrollado a una temperatura constante de 28 °C, con iluminación de 60 Watts y humedad constante (ambiental). Teniendo una duración de 72 horas. La evaluación se realizó una vez concluido este periodo de tiempo. El mismo procedimiento fue desarrollado para la fase de campo, además de los tratamientos antes mencionados se utilizó una concentración mayor que fue T4 (700 mg mL⁻¹), utilizando tres repeticiones, esta fase fue desarrollada en el ejido Mayran, municipio de San Pedro de las Colonias.

Análisis de datos

Se estableció un diseño completamente al azar, donde se aleatorizaron cada uno de los tratamientos. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de un factor (tratamiento) para cada uno de los estudios (laboratorio y campo) para comparar la mortalidad de *Ae. aegypti* en cada uno de los tratamientos una vez terminado el experimento y observar cual era el mejor tratamiento. Para el estudio en campo de manera análoga se implementó un análisis de medidas repetidas en el tiempo para observar la mortalidad en las larvas de *A. aegypti*. Para cada uno de los análisis se desarrolló una prueba de comparación de medias de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron usando el programa computacional estadístico IBM.SPSS 18, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados

Estudio de laboratorio

Los cuatro tratamientos de extracto de fruto de *A. farnesiana*, el control químico y el control testigo fueron estadísticamente diferentes ($F = 29.95$, g.l. = 4, 8; $P = 0.000$) (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza de un factor de los diferentes tratamientos de extracto de *A. farnesiana*, control químico y control testigo, para el control de *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio.

Table 2. One factor Analysis of variance of the different treatments of extract of *A. farnesiana*, chemical control and blank, for the control of *Ae. aegypti* under laboratory conditions.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10726.66a	6	1787.77	20.23	.000
Intersección	15041.66	1	15041.66	170.28	.000
Tratamiento	10583.33	4	2645.83	29.95	.000
Repetición	143.33	2	71.66	.811	.478
Error	706.66	8	88.33		
Total	26475.0	15			
Total corregida	11433.33	14			

a. R cuadrado = .938 (R cuadrado corregida = .892)

El tratamiento que inhibió el desarrollo de la mayor cantidad de larvas de *Ae. aegypti* después de 72 horas fue el T3 con una concentración al 35 % de fruto de *A. farnesiana*, con una media de $\bar{x} = 15.66$ larvas muertas (78.3 %). El control químico fue estadísticamente igual a los tratamientos de fruto de *A. farnesiana* al 15 y 25 %, con una media de $\bar{x} = 3$ (15 %) (control químico), $\bar{x} = 5.33$ (26.65 %) (T1) y $\bar{x} = 7.66$ (38.3 %) (T2) larvas muertas respectivamente. Por último, el testigo control con ninguna larva muerta, en la fig. 1 se puede observar el porcentaje de mortalidad media de las larvas.

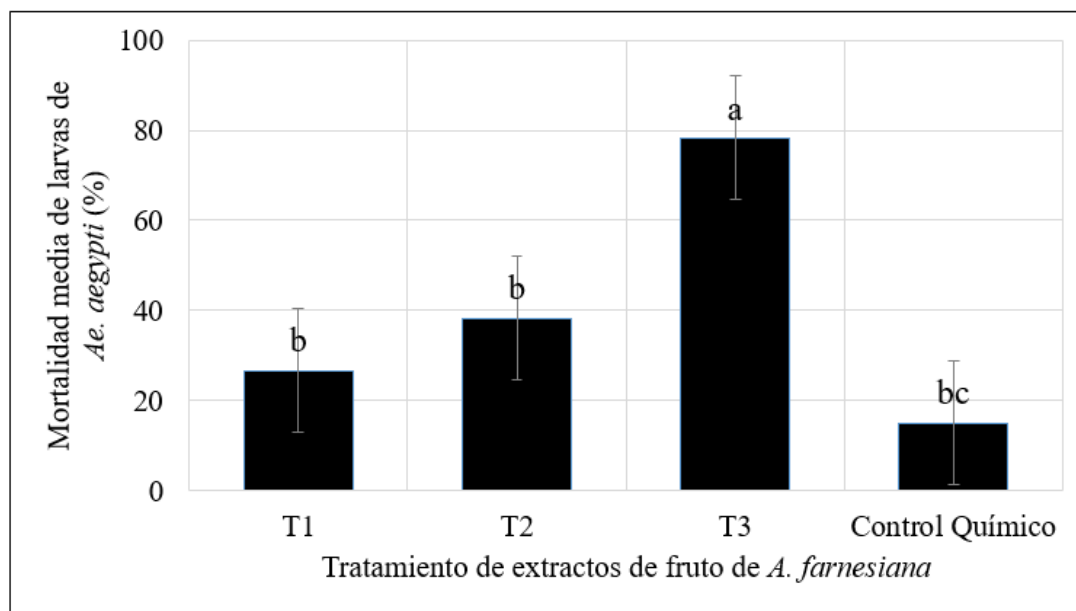


Fig. 1. Porcentaje de mortalidad media de larvas de *Ae. aegypti* por tratamientos de extracto de fruto de *A. farnesiana* en condiciones de laboratorio del Instituto Tecnológico Superior de San Pedro.

^z Medias con la misma letra dentro de la figura no difieren estadísticamente (Tukey ≤ 0.05).

Fig. 1. Average percentage mortality of larvae of *Ae. aegypti* by treatments of *A. farnesiana* fruit under laboratory conditions of the Instituto Tecnológico Superior de San Pedro.

^z Means with the same letter within the figure do not differ statistically (Tukey ≤ 0.05).

Estudio de campo

Al igual que en condiciones de laboratorio, los cuatro tratamientos de extracto de fruto de *A. farnesiana*, el control químico y el control testigo fueron estadísticamente diferentes ($F = 12.40$, g.l. = 5, 10; $P = 0.001$) (tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza de un factor de los diferentes tratamientos de extracto de *A. farnesiana*, tratamiento químico y testigo, para el control de *Ae. aegypti* en condiciones de campo en el ejido Mayran municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.

Table 3. One factor Analysis of variance of the different treatments of extract of *A. farnesiana*, chemical control and blank, for the control of *Ae. Aegypti* in field conditions in the ejido Mayran, municipality of San Pedro de las Colonias, Coahuila, Mexico.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	485.22 ^a	7	69.31	9.38	.001
Intersección	2266.88	1	2266.88	306.79	.000
Repetición	26.77	2	13.38	1.81	.213
Tratamiento	458.44	5	91.68	12.40	.001
Error	73.88	10	7.38		
Total	2826.00	18			
Total corregida	559.11	17			

a. R cuadrado = .868 (R cuadrado corregida = .775)

Los tratamientos con mayor efectividad fueron el T3 con concentración de 35 % y el T5 (control químico), presentando una media de $\bar{x} = 19.04$ larvas muertas (95.2 %) y $\bar{x} = 18.04$ larvas muertas (90.24 %) respectivamente. Los tratamientos T1, T2 y T4, reportaron una media de $\bar{x} = 15.09$ (75.45 %), $\bar{x} = 14.81$ (74 %) y $\bar{x} = 11.38$ (56.9 %) larvas muertas, equitativamente. Por último, el control testigo reportó una media de $\bar{x} = 4.57$ (22.85 %) larvas muertas (fig. 2). En la tabla 4 se muestran el avance en la mortalidad medias \pm el error estándar de cada tratamiento cada 24 horas.

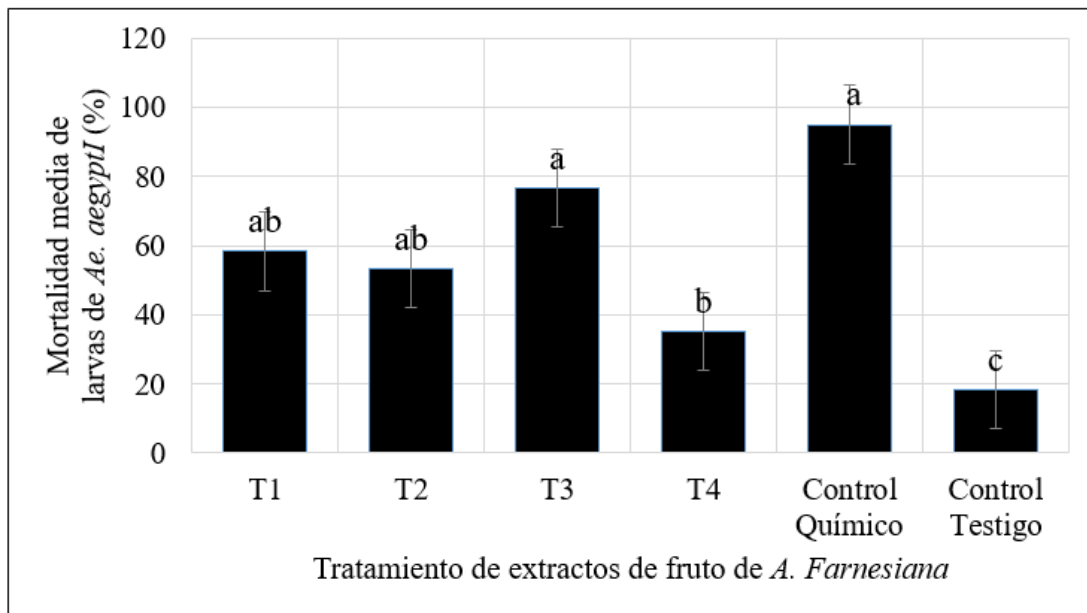


Fig. 2. Porcentaje de mortalidad media de larvas de *Ae. aegypti* por tratamientos de extracto de fruto de *A. farnesiana* en condiciones de campo en el ejido Mayran, municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

^zMedias con la misma letra dentro de la figura no difieren estadísticamente (Tukey ≤ 0.05).

Fig. 2. Average percentage mortality of larvae of *Ae. aegypti* by treatments of *A. farnesiana* fruit extract under field conditions in the ejido Mayran, municipality of San Pedro de las Colonias, Coahuila.

^zMeans with the same letter within the figure do not differ statistically (Tukey ≤ 0.05).

Tabla 4. Mortalidad de larvas cada 24 horas \pm el error estándar de cada uno de los tratamientos de fruto de *A. farnesiana*, control químico y control testigo en condiciones de campo en el ejido Mayran, municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Table 4. Larvae mortality after 24 h \pm standard error of each of the *A. farnesiana* fruit treatments, chemical control and blank under field conditions in the ejido Mayran, municipality of San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Horas	T1	T2	T3	T4	Control químico	Control Testigo
24	11.00 \pm 2.64	11.66 \pm 7.23	12.66 \pm 4.61	3.66 \pm 1.52	14.332.08	0.66 \pm 1.15
48	11.66 \pm 4.16	10.66 \pm 3.21	15.33 \pm 3.21	7.00 \pm 2.64	19.00 \pm 1.73	3.66 \pm 1.52
72	14.33 \pm 2.08	13.33 \pm 6.11	18.33 \pm 2.88	10.00 \pm 1.00	20.00 \pm 0.00	4.33 \pm 0.57
96	16.66 \pm 1.15	13.33 \pm 6.11	20.00 \pm 0.00	12.66 \pm 1.52	20.00 \pm 0.00	5.33 \pm 1.52
120	16.66 \pm 1.15	17.00 \pm 6.1	20.00 \pm 0.00	14.33 \pm 1.52	20.00 \pm 0.00	5.33 \pm 1.52
144	17 \pm 1.73	17.66 \pm 4.04	20.00 \pm 0.00	15.33 \pm 2.08	20.00 \pm 0.00	6.00 \pm 1.73
168	18.33 \pm 2.08	20 \pm 0.00	20.00 \pm 0.00	16.66 \pm 3.51	20.00 \pm 0.00	6.66 \pm 2.88

El análisis de medidas repetidas en el tiempo muestra que hay diferencia entre cada uno de los días en cada tratamiento ($F = 26.07$, g.l. = 6,72, $P < 0.00$), pero no en la interacción ($F = 1.17$, g.l. = 30,72, $P > 0.00$) (fig. 3).

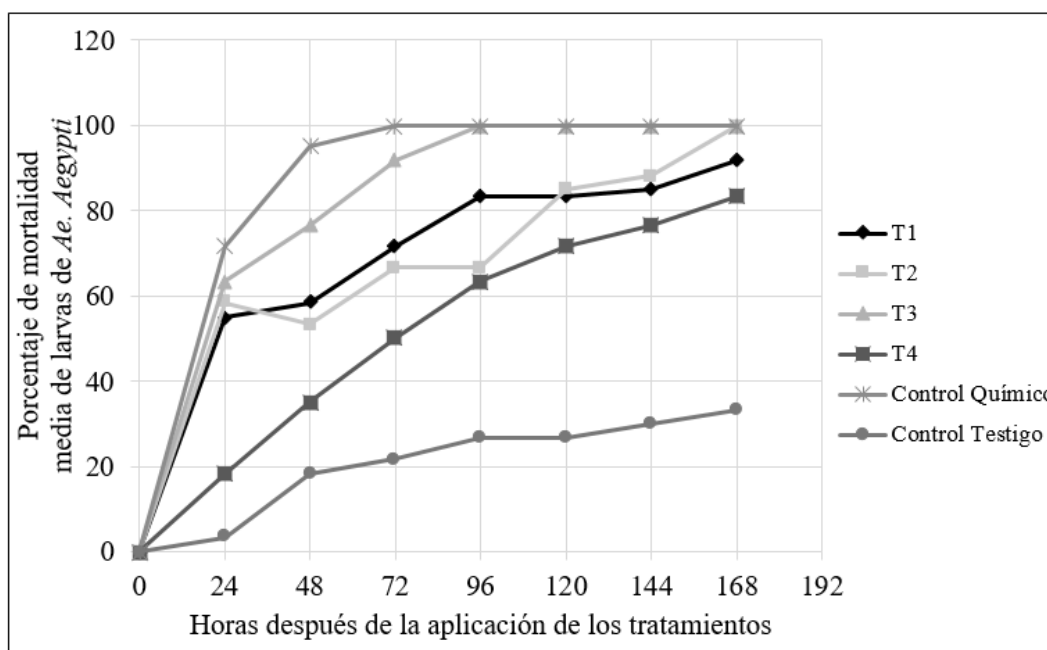


Fig. 3. Porcentaje diario acumulado de mortalidad media evaluada cada 24 horas de larvas de *Ae. aegypti* por tratamiento de extracto de fruto de *A. farnesiana* en condiciones de campo en el ejido Mayran, municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Fig. 3. Accumulate daily percentage evaluated every 24 h of larvae of *Ae. aegypti* by treatment of *A. farnesiana* fruit in the ejido Mayran, municipality of San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Discusión y conclusiones

La forma más eficaz de controlar el dengue consiste en impedir la reproducción del insecto vector mediante el uso de larvicidas, la eliminación de sus hábitat larvales y la educación a la población (Corbel *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2020). En México el control de *Ae. aegypti* se ha llevado a cabo principalmente con el uso de insecticidas químicos (adulticidas y larvicidas) (Villegas-Ramírez *et al.*, 2020), los más usados son los piretroides: cipermetrina, deltametrina, ciflutrina y bifentrina al 64 %, los organosforados: temefos, malatión y clorpirifós al 18 %, y carbamatos como el bendiocarb al 18 % (López-Solís *et al.*, 2020). Sin embargo, se ha observado resistencia en *Ae. aegypti* en México principalmente a los piretroides (Saavedra-Rodríguez *et al.*, 2007; Ponce-García *et al.*, 2009; Aponte *et al.*, 2013; López-Solís *et al.*, 2020) y a los organosforados y carbamatos (López-Solís *et al.*, 2020; Villegas-Ramírez *et al.*, 2020). En los últimos años, estudios se han centrado en el uso de diversos productos vegetales como larvicidas contra *Ae. aegypti* (De Souza Wuilida *et al.*, 2019; Silveiral Silvério *et al.*, 2020).

En el presente trabajo se observó que el extracto acuoso del fruto de *A. farnesiana* tiene diferentes grados de toxicidad sobre las larvas de *Ae. aegypti* en laboratorio y en condiciones de campo. El tratamiento T3 de fruto de *A. farnesiana* fue estadísticamente igual al control químico Abate® 1SG (temefos) como se puede observar en la fig. 2. Vasantha-Srinivasan *et al.* (2017) presentaron el mismo comportamiento para el extracto de *Piper betle* L. y su control químico (temefos), donde la concentración de extracto utilizado de *P. betle* (1.5 mg) fue estadísticamente igual al control químico. El porcentaje de mortalidad de *Ae. Aegypti* en el estudio de Dey *et al.* (2020) es proporcional (conforme aumenta la concentración, aumenta la tasa de mortalidad) lo que difiere con el presente estudio ya que el tratamiento con la concentración al 70 % (T4) fue inferior al T3 (35 %).

A pesar de la falta de proporcionalidad en el comportamiento de los resultados, se pudo observar similitud con lo reportado por Vinayaka *et al.* (2010) donde alcanzaron tasas de mortalidad de 72.3 % con hojas de *Capsicum frutescens* L. de igual manera en el estudio de Mesquita *et al.* (2020) reportaron porcentajes de mortalidad muy similares en *Virola calophylla* Warb, *V. multinervia* Ducke, *V. pavonis* (A.DC.) A.C.Sm con concentraciones que van desde 125 a 250 mg mL⁻¹. En el trabajo de Govindarajan *et al.* (2016) con *Pinus kesiya* Royle ex Gordon se lograron porcentajes de mortalidad que van desde 24 % hasta el 97.3 % muy similares a lo obtenido en el presente estudio. Dey *et al.* (2020) reportaron que el mejor extracto para combatir la larva de

Ae. aegypti fue de tipo acuoso con *Piper longum* L., obteniendo porcentajes similares, por encima del 50 % de mortalidad en las primeras 24 horas. Aunado a lo anterior, se han reportado estudios realizados con raíz de *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth causando un 54 % de mortalidad en larvas de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Fernández-Salas *et al.*, 2011).

El estudio de campo presentó el mismo comportamiento que el experimento de laboratorio, sin embargo una de las limitantes es el control de las variables bióticas o abióticas, posiblemente esta sea la razón por la cual son pocos los estudios de extractos de plantas que se validan en campo (Pavela *et al.*, 2019). El presente estudio difiere con lo reportado por Hira *et al.* (2017) ya que en su estudio se alcanzó un 100 % de mortalidad en las larvas de *Ae. aegypti* en un tiempo de 30 min con el extracto de hojas de *Parthenium hysterophorus* L., de la misma manera Benelli *et al.* (2019) lograron alcanzar una tasa de mortalidad del 100 % una vez transcurridas las 48 horas.

Los estudios de campo realizados por Aarthi y Murugan (2010) con *Ocimum basilicum* Linn, Suresh *et al.* (2015) con *Phyllanthus niruri* L., Subramaniam *et al.* (2017) con *Chenopodium ambrosioides* Bert., Panneerselvam *et al.*, (2016, 3) con hoja de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn y Kamalakannan *et al.* (2011) con las hojas de *Calypha indica* (Euphorbiaceae) y *Achyranthes aspera* (Amarantaceae) reportan un 100 % de mortalidad a las 72 horas, lo que difiere con el presente estudio debido a que se alcanzó un 100 % de mortalidad a las 96 horas para el tratamiento T3 = 350 mg mL⁻¹ de fruto de *A. farnesiana* (fig. 3). Sin embargo, no todos los extractos de plantas tienen un efecto significativo en el control de la larva de *Ae. aegypti*, Benelli *et al.* (2018) reportaron que los extractos de *Cuminum cyminum* L. y *Pimpinella anisum* L. no tienen un efecto larvicida en el control de *Ae. aegypti*.

El presente estudio demuestra que el extracto obtenido del fruto de *A. farnesiana* tiene potencial insecticida contra larvas de *Ae. aegypti*, siendo más efectivo a una concentración de 35 %, en condiciones de laboratorio y campo. El efecto larvicida de los componentes activos presentes en el extracto de *A. farnesiana* puede ser utilizado como una alternativa ecológicamente viable, sustentable y de bajo costo para el control de *Ae. aegypti*, principalmente en zonas rurales donde los habitantes pueden coleccionar los frutos de *A. farnesiana* y producir su propio insecticida orgánico, ya que esta especie se encuentra presente en la mayor parte de la república mexicana. Además, por ser un producto natural, minimizaría el uso de insumos químicos y el impacto que pueden causar estos productos al medio ambiente, así como a la salud humana. Sin embargo, es necesario realizar

más estudios que permitan identificar el o los ingredientes activos presentes en el fruto de *A. farnesiana* y que actúan sobre *Ae. aegypti*.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto Tecnológico Superior de San Pedro y al Departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su apoyo en la realización de este proyecto de investigación.

Referencias

- Aarthi, N., y Murugan, K. (2010). Larvicidal and repellent activity of *Vetiveria zizanioides* L, *Ocimum basilicum* Linn and the microbial pesticide spinosad against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). *Journal of Biopesticides*, 3(1 special issue), 199–204.
- Álvarez-Costa, A. A., Naspi, V. C., Lucia, A., y Masuh, H. M. (2017). Repellent and Larvicidal Activity of the Essential Oil From *Eucalyptus nitens* Against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 54(3), 670–676. <https://doi.org/10.1093/jme/tjw222>
- Aponte, H. A., Penilla, R. P., Dzul-Manzanilla, F., Che-Mendoza, A., López, A. D., Solis, F., Manrique-Saide, P., Ranson, H., Lenhart, A., McCall, P. J., y Rodríguez, A. D. (2013). The pyrethroid resistance status and mechanisms in *Aedes aegypti* from the Guerrero state, Mexico. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 107(2), 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.07.005>
- Benelli, G., Pavela, R., Petrelli, R., Cappellacci, L., Canale, A., Senthil-Nathan, S., y Maggi, F. (2018). Not just popular spices! Essential oils from *Cuminum cyminum* and *Pimpinella anisum* are toxic to insect pests and vectors without affecting non-target invertebrates. *Industrial Crops and Products*, 124(July), 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.048>
- Benelli, G., Pavela, R., Petrelli, R., Nzekoue, F. K., Cappellacci, L., Lupidi, G., Quassinti, L., Bramucci, M., Sut, S., Dall'Acqua, S., Canale, A., y Maggi, F. (2019). Carlina oxide from *Carlina acaulis* root essential oil acts as a potent mosquito larvicide. *Industrial Crops and Products*, 137(April), 356–366. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.037>
- CONABIO. (2017). *La biodiversidad en Coahuila*. CONABIO.

<https://www.cbd.int/doc/nbsap/study/mx-study-coahuila-p1-es.pdf>, Fecha de acceso: 07 de Junio de 2021

- Corbel, V., Duchon, S., Zaim, M., y Hougard, J. M. (2004). Dinotefuran: A potential neonicotinoid insecticide against resistant mosquitoes. *Journal of Medical Entomology*, 41(4), 712–717. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.712>
- Da S. Mesquita, R., De Oliveira, A. C., Sá, I. S. C., Sales, M. L. F., Bastos, L. M., Koolen, H. H. F., Tadei, W. P., M.A., D. S. F., y Nunomura, R. C. S. (2020). Essential Oils from Leaves of *Virola calophylla*, *Virola multinervia*, and *Virola pavonis* (Myristicaceae): Chemical Composition and Larvicidal Activity against *Aedes aegypti*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(3), 453–463. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1777212>
- De Guilhem de Lataillade, L., Vazeille, M., Obadia, T., Madec, Y., Mousson, L., Kamgang, B., Chen, C.-H., Failloux, A.-B., y Yen, P.S. (2020). Risk of yellow fever virus transmission in the Asia-Pacific region. *Nature Communications*, 11(1), 5801. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19625-9>
- De Souza Wuillda, A. C. J., Campos Martins, R. C., y das Neves Costa, F. (2019). Larvicidal activity of secondary plant metabolites in *Aedes aegypti* control: An overview of the previous 6 years. *Natural Product Communications*, 14(7). <https://doi.org/10.1177/1934578X19862893>
- Deshmukh, S., Shrivastava, B., y Bhajipale, N. (2018). A Review on Acacia species of therapeutics importance. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Science Archive*, 6(4), 24–34.
- Dey, P., Goyary, D., Chattopadhyay, P., Kishor, S., Karmakar, S., y Verma, A. (2020). Evaluation of larvicidal activity of *Piper longum* leaf against the dengue vector, *Aedes aegypti*, malarial vector, *Anopheles stephensi* and filariasis vector, *Culex quinquefasciatus*. *South African Journal of Botany*, 132, 482–490. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.06.016>
- EFSA. (2012). Compendium of botanicals reported to contain naturally occurring substances of possible concern for human health when used in food and food supplements. In *Scientific Report of European Food Safety Authority*, 10(5). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2663>
- Erhorn, S. (2007). *Dimethyltryptamine*. In Elsevier Inc. (Ed.) xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference (1-4). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008055232-3.62227-5>

- Fernández-Salas, A., Alonso-Díaz, M. A., Acosta-Rodríguez, R., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., y Rodríguez-Vivas, R. I. (2011). In vitro acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 175(1–2), 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.09.016>
- Fouad, H., Hongjie, L., Hosni, D., Wei, J., Abbas, G., Ga'al, H., y Jianchu, M. (2018). Controlling *Aedes albopictus* and *Culex pipiens pallens* using silver nanoparticles synthesized from aqueous extract of *Cassia fistula* fruit pulp and its mode of action. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 46(3), 558–567. <https://doi.org/10.1080/21691401.2017.1329739>
- García, S., Alarcón, G., Rodríguez, C., y Heredia, N. (2006). Extracts of *Acacia farnesiana* and *Artemisia ludoviciana* inhibit growth, enterotoxin production and adhesion of *Vibrio cholerae*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(7), 669–674. <https://doi.org/10.1007/s11274-005-9087-z>
- GBIF Secretariat. (2019). *Acacia farnesiana* (L.) Willd. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2979257>. Fecha de consulta 30 de enero de 2021.
- Ghramh, H. A., Al-Ghamdi, K. M., Mahyoub, J. A., y Ibrahim, E. H. (2018). *Chrysanthemum* extract and extract prepared silver nanoparticles as biocides to control *Aedes aegypti* (L.), the vector of dengue fever. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(1), 205–210. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.12.001>
- Govindarajan, M., Rajeswary, M., y Benelli, G. (2016). Chemical composition, toxicity and non-target effects of *Pinus kesiya* essential oil: An eco-friendly and novel larvicide against malaria, dengue and *lymphatic filariasis* mosquito vectors. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.03.007>
- Hira, A., Zia Butt, B., y Ejaz Vehra, S. (2017). Evaluation of larvicidal activity of *Parthenium hysterophorus* against *Aedes aegypti*. *International Journal of Mosquito Research*, 4(2), 01–04.
- Inafed. (2010). *Coahuila-San Pedro*. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05033a.html>, Fecha de acceso: 07 de Junio de 2021
- INEGI. (2021). Censo Población y Vivienda 2020. Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>. Fecha de consulta: 29 de Enero de 2021.
- Kamalakaran, S., Murugan, K., y Barnard, D. R. (2011). Toxicity of *Acalypha indica*

- (*Euphorbiaceae*) and *Achyranthes aspera* (*Amaranthaceae*) leaf extracts to *Aedes aegypti* (*Diptera: Culicidae*). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(1), 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.11.011>
- López-Solís, A. D., Castillo-Vera, A., Cisneros, J., Solís-Santoyo, F., Penilla-Navarro, R. P., Black IV, W. C., Torres-Estrada, J. L., y Rodríguez, A. D. (2020). Resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (*Diptera: Culicidae*) de Tapachula, Chiapas, México. *Salud Pública de México*, 62(4, jul-ago), 439. <https://doi.org/10.21149/10131>
- Mejía-Guevara, M. D., Correa-Morales, F., González-Acosta, C., Dávalos-Becerril, E., Peralta-Rodríguez, J. L., Martínez-Gaona, A., Hernández-Nava, M., Ramírez-Huicochea, C., Rosas-Trinidad, L., Carmona-Pérez, M., Salazar-Bueyes, V., Tapia-Olarte, F., y Moreno-García, M. (2020). El mosquito del dengue en la Ciudad de México. Invasión incipiente de *Aedes aegypti* y sus potenciales riesgos. *Gaceta Médica de México*, 156(5), 388–395. <https://doi.org/10.24875/GMM.20000009>
- Nunes Pereira, T., Duarte Carvalho, F., Faria De Mendonça, S., Neves Rocha, M., y Andrade Moreira, L. (2020). Vector competence of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* mosquitoes for Mayaro virus. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(4), e0007518. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007518>
- OMS (2020) *Insecticide resistance*. Organización Mundial de la Salud. http://www.who.int/malaria/areas/vector_control/insecticide_resistance/en/ Fecha de consulta: 11 de enero de 2021
- OMS/OPS. (2020). Actualización Epidemiológica Dengue. <https://www.paho.org/sites/default/files/2020-02/2020-feb-7-phe-actualizacion-epi-dengue.pdf>. Fecha de consulta 29 de enero de 2021.
- PAHO/WHO. (2019, November 11). Dengue in the Americas reaches highest number of cases recorded. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15593:dengue-in-the-americas-reaches-highest-number-of-cases-recorded&Itemid=1926&lang=es. Fecha de consulta: 11 de enero de 2021
- Panneerselvam, C., Murugan, K., Roni, M., Aziz, A. T., Suresh, U., Rajaganesh, R., Madhiyazhagan, P., Subramaniam, J., Dinesh, D., Nicoletti, M., Higuchi, A., Alarfaj, A. A., Munusamy, M. A., Kumar, S., Desneux, N., y Benelli, G. (2016). Fern-synthesized

- nanoparticles in the fight against malaria: LC/MS analysis of *Pteridium aquilinum* leaf extract and biosynthesis of silver nanoparticles with high mosquitocidal and antiplasmodial activity. *Parasitology Research*, 115(3), 997–1013. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4828-x>
- Pavela, R., Maggi, F., Iannarelli, R., y Benelli, G. (2019). Plant extracts for developing mosquito larvicides: From laboratory to the field, with insights on the modes of action. *Acta Tropica*, 193(January), 236–271. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.01.019>
- Penella, J. (2016, July). Dengue y dengue grave. Oms. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Fecha de consulta: 11 de enero de 2021.
- Ponce-García, G. P., Flores, A. E., Fernández-Salas, I., Saavedra-Rodríguez, K., Reyes-Solis, G., Lozano-Fuentes, S., Guillermo Bond, J., Casas-Martínez, M., Ramsey, J. M., García-Rejón, J., Domínguez-Galera, M., Ranson, H., Hemingway, J., Eisen, L., y Black, W. C. (2009). Recent Rapid Rise of a Permethrin Knock Down Resistance Allele in *Aedes aegypti* in México. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 3(10), e531. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000531>
- Raveen, R., Ahmed, F., Pandeewari, M., Tennyson, S., Arivoli, S., y Jayakumar, M. (2017). Laboratory evaluation of a few plant extracts for their ovicidal, larvicidal and pupicidal activity against medically important human dengue, chikungunya and Zika virus vector, *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 (Diptera: Culicidae). *International Journal of Mosquito Research*, 4(4), 17–28.
- Rodrigues, M. A., Martins, V. E., y Morais, S. M. (2020). Larvicidal efficacy of plant extracts and isolated compounds from Annonaceae and Piperaceae against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 13(9), 384. <https://doi.org/10.4103/1995-7645.290583>
- Saavedra-Rodríguez, K., Urdaneta-Marquez, L., Rajatileka, S., Moulton, M., Flores, A. E. ‡, Fernandez- Salas, I., Bisset§, J., Rodriguez§, M., Mccall†, P. J., Donnelly, M. J., Ranson†, H., Hemingway, J. †, y Black IV, W. C. (2007). A mutation in the voltage-gated sodium channel gene associated with pyrethroid resistance in Latin American *Aedes aegypti*. *Insect Molecular Biology*, 16(October), 785–798.
- Silveiral Silvério, M. R., Salmen Espindola, L., Peoporine Lopes, N., y Vieira, P. C. (2020). Plant Natural Products for the Control of *Aedes aegypti*: The Main Vector of Important Arboviruses. *Molecules*, 25(15), 3484. <https://doi.org/10.3390/molecules25153484>

- Subramaniam, J., Murugan, K., Jebanesan, A., Pontheckan, P., Dinesh, D., Nicoletti, M., Wei, H., Higuchi, A., Kumar, S., Canale, A., y Benelli, G. (2017). Do *Chenopodium ambrosioides*-Synthesized Silver Nanoparticles Impact *Oryzias melastigma* Predation Against *Aedes albopictus* Larvae?. *Journal of Cluster Science*, 28(1), 413–436. <https://doi.org/10.1007/s10876-016-1113-9>
- Sugauara, E. Y. Y., Sugauara, E., Sugauara, R. R., Bortolucci, W. de C., Fernandez, C. M. M., Gonçalves, J. E., Colauto, N. B., Gazim, Z. C., y Linde, G. A. (2020). Larvicidal activity of *Brunfelsia uniflora* extracts on *Aedes aegypti* larvae. *Natural Product Research*, 0(0), 1–7. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1844685>
- Suresh, U., Murugan, K., Benelli, G., Nicoletti, M., Barnard, D. R., Panneerselvam, C., Kumar, P. M., Subramaniam, J., Dinesh, D., y Chandramohan, B. (2015). Tackling the growing threat of dengue: *Phyllanthus niruri*-mediated synthesis of silver nanoparticles and their mosquitocidal properties against the dengue vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 114(4), 1551–1562. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4339-9>
- Tidiane Diagne, C., Bengue, M., Choumet, V., Hamel, R., Pompon, J., y Missé, D. (2020). Mayaro Virus Pathogenesis and Transmission Mechanisms. *Pathogens*, 9(9), 738. <https://doi.org/10.3390/pathogens9090738>
- Vasanth-Srinivasan, P., Senthil-Nathan, S., Ponsankar, A., Thanigaivel, A., Edwin, E.-S., Selin-Rani, S., Chellappandian, M., Pradeepa, V., Lija-Escaline, J., Kalaivani, K., Hunter, W. B., Duraipandiyam, V., y Al-Dhabi, N. A. (2017). Comparative analysis of mosquito (*Diptera: Culicidae: Aedes aegypti* Liston) responses to the insecticide Temephos and plant derived essential oil derived from *Piper betle* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 139(November 2016), 439–446. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.01.026>
- Vázquez-Marroquín, R., Duarte-Andrade, M., Hernández-Triana, L. M., Ortega-Morales, A. I., y Chan-Chable, R. J. (2020). New records of mosquito species (Diptera: Culicidae) in La Comarca Lagunera, Durango, Mexico. *Nova Scientia*, 12(25), 1–19. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2651>
- Veni, T., Pushpanathan, T., y Mohanraj, J. (2017). Larvicidal and ovicidal activity of *Terminalia chebula* Retz. (Family: Combretaceae) medicinal plant extracts against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Journal of Parasitic Diseases*, 41(3), 693–702. <https://doi.org/10.1007/s12639-016-0869-z>

- Vibrans, H. (2009, August). *Mimosaceae* = Leguminosae en parte *Acacia farnesiana* (L.) Willd. Huizache. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/mimosaceae/acacia-farnesiana/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 29 de enero de 2021.
- Villegas-Ramírez, H. M., Torres-Zapata, R., Rebollar-Téllez, E., Rodríguez-Sánchez, I. P., Gómez-Govea, A., y Ponce-García, G. (2020). Determinación de dosis respuesta y razón de resistencia en larva de *Aedes aegypti* L,1762 (culicidae) a insecticidas piretroides y organofosforados. *Fisiología, toxicología y biología molecular*, 1762, 431–436.
- Vinayaka K.S, Prashith Kekuda, T. ., Rakshitha, M. ., Ramya, M., Shruthi, J., Nagashree, G. y Anitha, B. (2010). Scholars Research Library Potent insecticidal activity of fruits and leaves of *Capsicum frutescens* (L.) var. *longa* (Solanaceae). *Scholars Research Library*, 2(4), 172–176. www.scholarsresearchlibrary.com