
Efectividad de repelentes comerciales y esencias botánicas contra la picadura de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) en Puerto Vallarta, Jalisco

J. Diego Galaviz-Parada¹, Alberto H. Valdéz-Gómez¹, Luis E. Ruíz-González¹, Cynthia E. Montoya-Martínez^{1,2}, Manuel A. Vargas-Ceballos^{1,2}, Héctor Nolasco-Soria², Olimpia Chong-Carrillo¹, Fernando Vega-Villasante^{1*}

¹Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Av. Universidad de Guadalajara no. 203, Del. Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Av. Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur; La Paz, B.C.S. México; C.P. 23096.

Artículo recibido 17 de mayo de 2021 y aceptado el 16 de junio de 2021

Effectiveness of commercial repellents and botanical essences against the bite of Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) in Puerto Vallarta, Jalisco.

Abstract

The use of repellents is one of the alternatives of protection against mosquito bites that act as vectors of diseases of public health interest. The present study was aimed at evaluating the effectiveness of various repellents in the inhibition of the *Aedes aegypti* bite. The tests were carried out with 20 volunteers in "Arm in cage" systems, using female mosquitoes (F1) obtained in the laboratory, four commercial repellents and four plant essences. The results showed that the most effective commercial repellent was Fly-Out-extreme® with a repellence percentage (PER), of 75% for 5 hours. The product that showed the least protection was VITASKON Ecológico® with a PER of only 14% a in the first hour. In relation to the pure plant essences combined with vanilla essence, it was demonstrated that the essences of lavender (*Lavandula angustifolia*), and clove (*Syzygium aromaticum*), at 20%, mixed with vanilla essence at 5%, obtained from 80 to 90% of protection for 2.5 hours. It is concluded that the use of natural repellents based on vegetable essences, homemade and reduced cost, can effectively replace commercial repellents by demonstrating high percentages of repellency and a long time of protection.

Key words: dengue, inhibition, compound, mosquito.

Resumen

El uso de repelentes es una de las alternativas de protección contra las picaduras de mosquitos que fungen como vectores de enfermedades de interés en salud pública. El presente estudio fue dirigido a evaluar la efectividad de diversos repelentes en la inhibición de la picadura de *Aedes aegypti*. Las pruebas fueron realizadas con 20 voluntarios en sistemas "Arm in cage", utilizando mosquitos hembras (F1), obtenidos en laboratorio, siete repelentes comerciales y cuatro esencias vegetales. Los resultados demostraron que el repelente comercial más efectivo fue Fly-Out-extreme® con un porcentaje de repelencia (PER), del 75% durante 5 horas. El producto que menos protección demostró fue VITASKON Ecológico® con un PER de solo 14% en la primera hora. Con relación a las esencias vegetales puras y combinadas con esencia de vainilla se demostró que las esencias de lavanda (*Lavandula angustifolia*), y clavo (*Syzygium aromaticum*), al 20%, mezcladas con esencia de vainilla

*Autor de correspondencia

Email: fernandovegavillasante@gmail.com

ISSN 2594-0384 (Electrónica)

DOI: <https://doi.org.1033154/rlrn.2021.01.02>

al 5%, obtuvieron del 80 al 90% de protección durante 2.5 horas. Se concluye que la utilización de repelentes naturales a base de esencias vegetales, de fabricación casera y costo reducido, pueden sustituir con efectividad a los repelentes comerciales al demostrar altos porcentajes de repelencia y un tiempo largo de protección.

Palabras claves: dengue, inhibición, compuesto, mosquito.

Introducción

En México la diversidad de culicidos es de aproximadamente 247 especies (Ibáñez-Bernal *et al.*, 1996), entre las que se encuentran especies vectores de diversas enfermedades ocasionadas por virus (Dengue, la fiebre amarilla, Zika “ZIKV”, Chicungunya “CHIKV”, virus del Nilo del Oeste “WNV”), protozoarios (Malaria), y nematodos (Hipertrofia anormal como la filariasis) (Ulloa *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2012; WHO, 2017). Estas especies vectores afectan a un alto número de personas anualmente en las zonas tropicales y subtropicales, por lo que la familia Culicidae (Insecta: Diptera), es de relevancia mundial desde un punto de vista médico y veterinario (Muñoz-Cabrera *et al.*, 2006).

De forma particular, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), es un mosquito cosmopolita, vector del dengue, enfermedad que se ha constituido como la más impórtate trasmitida por artrópodos en el mundo, dengue hemorrágico y fiebre amarilla (WHO, 2009; Guzmán *et al.*, 2010). La proliferación de esta especie se beneficia debido a que la población humana, de manera directa o indirecta, le proporciona todo tipo de reservorios con agua (agua acumulada charcos, canales de desagüe, albercas, estanques, latas, botellas, floreros y llantas), y con ello las condiciones necesarias para su desarrollo y dispersión (Fernández *et al.*, 2005; Diéguez *et al.*, 2006).

En busca de mitigar la proliferación del mosquito y prevenir los contagios se han utilizado insecticidas de acción residual como el DDT. Sin embargo, esto conllevó a que varias poblaciones de mosquitos adquirieran resistencia a estos insecticidas (OMS, 1983). Por lo anterior, en la actualidad se realizan investigaciones para el uso de controladores biológicos del mosquito como alternativa a los insecticidas (Galaviz-Parada *et al.*, 2016). Además, se recomiendan medidas preventivas para la de defensa contra picaduras, que consisten en eliminar o disminuir los sitios de crianza, el uso de mallas y el uso de repelentes como medidas personales de protección (Uc-Puc *et al.*, 2016).

A pesar de que la efectividad de los repelentes depende de distintos factores, en términos generales permiten disminuir la tasa de transmisión de enfermedades al reducir el contacto entre el humano y el vector (Debboun y Strickman, 2013). Uno de los repelentes eficaces contra la picadura de mosquitos, es el repelente sintético N, N-dimetil-3-metil benzamida (DEET) (McConnell *et al.*, 1994; Frances, 2007). Otro compuesto químico eficaz contra la picadura de mosquitos es el IR3535 (ácido [N-Butil-Nacetil]-aminopropiónico, etilo éster), vendido y registrado como ingrediente activo en América (OMS, 2018; Xue *et al.*, 2007). Además, se conocen a la fecha 344 especies de plantas que poseen sustancias con acción insecticida y que han mostrado un efecto repelente en mosquitos adultos (Novak, 2000; Silva, 2005). En ambos casos (repelentes sintéticos y naturales), existen diferentes presentaciones (spray, vaporizadores, cremas, geles, lociones, pulseras), con diferentes concentraciones del compuesto activo, que en el caso del DEET se han demostrado diferencias en el tiempo de protección con respecto a la concentración (Uc-Puc *et al.*, 2016).

El objetivo de este estudio fue conocer la efectividad de repelencia y el tiempo de protección de repelentes comerciales y cuatro esencias botánicas sobre la picadura de *Ae. aegypti* bajo condiciones controladas de laboratorio.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental (LACUIC), del Centro Universitario de la Costa (CUCosta), de la Universidad de Guadalajara. Localizado en la delegación de Ixtapa, Puerto Vallarta, Jalisco, México, localizado en los 20°42'18.05"N latitud y 105° 13'18.02'O, longitud.

Colecta y obtención de mosquitos

Las cepas de *Ae. aegypti* se colectaron de reservorios artificiales dentro del campus CUCosta, durante la

temporada húmeda (julio-octubre del 2017-2018). Se seleccionaron larvas que se encontraban en los estadios II y III, y se colocaron en contenedores de 1L con agua dechlorada. A su vez, los contenedores se colocaron dentro de jaulas entomológicas (40 x 37 x 70 cm c/u), en las que las larvas completaron su desarrollo hasta alcanzar el estadio adulto.

Para el mantenimiento y reproducción de los mosquitos se siguió el protocolo descrito por el Laboratorio de Salud Pública de Cundinamarca (Colombia). Los mosquitos adultos de *Ae. aegypti*, se alimentaron con una solución miel de maple y solución azucarada artificial (dilución 1:1 con agua potable) (Conde-Osorio, 2002; Galaviz-Parada et al., 2016). En el caso de las hembras, para favorecer la ovoposición, se les proporcionó sangre humana como recurso hematofágico por exposición cutánea durante períodos de 15 min. Para la ovoposición, se utilizaron cajas Petri con almohadillas de algodón humedecidas. Una vez colectados los huevos, se indujeron a la eclosión en un recipiente con 2 L de agua.

Posterior a su eclosión a los adultos se les suministró solución de miel de maple y solución azucarada artificial (1:1) (Conde-Osorio, 2002; Galaviz-Parada

et al., 2016).

Repelentes y esencias utilizados

Se utilizaron seis repelentes comerciales, de los cuales tres son repelentes sintéticos (OFF®, Johnson baby loción anti-mosquito®, Flyout Extreme®), y tres cuya composición se basa en mezclas de aceites vegetales (Flyout®, AUYENT® y VITASKOM®), descritos en la tabla 1. También se adquirieron esencias naturales en la Botica Jalisciense® de la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Se incluyeron en el estudio las siguientes: menta (*Mentha piperita*), lavanda (*Lavandula angustifolia*), citronela (*Cymbopogon nardus*), clavo (*Syzygium aromaticum*), y vainilla. Las esencias naturales se consideraron como puras. De estas se realizaron diluciones con alcohol etílico (70%), para obtener concentraciones de 20% de cada una de las esencias. Además, a una parte de cada dilución se añadió esencia de vainilla al 5%, de tal forma que se obtuvieron 8 mezclas que se muestran en la tabla 2.

Pruebas de repelencia

Para las pruebas de repelencia los mosquitos se mantuvieron a temperatura ambiente (25°C ± 28°C), 65% ± 10% de humedad relativa y fotoperíodo 12:12

Tabla 1. Repelentes sintéticos y esencias naturales utilizados en las pruebas de repelencia.

Nombre comercial	Compuestos y concentración
OFF®	DEET= N, N diethyl-toulamide, 15 %
Johnson baby loción anti-mosquito®	IR3535 (butil-acetil-aminopropionato de etilo) 12.5 %
Flyout Extreme®	(IR3535), butil-acetil-aminopropionato de etilo (sin porcentaje).
Flyout®	Mezcla de aceites de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>) 3.05%, lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>) 0.6%, clavo (<i>Eugenia caryophyllata</i>) 0.2%, aceite de ricino, glicerina, agua PEG-40.
AUYENT®	Agua desionizada, alcohol, solubilizante, aceite de ricino (<i>Ricinus communis</i> L.) aceite de lavanda (<i>Lavandula</i> spp. L) aceite de geranio (<i>Geranium</i> spp. L) aceite de citronela (<i>Cymbopogon nardus</i> R) aceite de clavo (<i>Syzygium aromaticum</i> M & P) y glicerina.
VITASKOM®	Agua, alcohol etílico, PEG-40, aceite de castor hidrogenado, aceite de citronela, propilengicol, aceite de geranio, aceite de clavo, metilisotiazolinona iodopropinilbutilcarbamato.

Tabla 2. Esencias naturales utilizadas en las pruebas de repelencia.

Esencias naturales	Mezcla
Menta (<i>Mentha piperita</i>)	20% + alcohol 70
Menta – Vainilla	20% + alcohol 70 + Vainilla 5%
Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>)	20% + alcohol 70
Lavanda – Vainilla	20% + alcohol 70 + Vainilla 5%
Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>)	20% + alcohol 70
Citronela – Vainilla	20% + alcohol 70 + Vainilla 5%
Clavo (<i>Syzygium aromaticum</i>)	20% + alcohol 70
Clavo – Vainilla	20% + alcohol 70 + Vainilla 5%

h (luz: oscuridad). Se utilizaron hembras nulíparas de 4 – 5 días de nacidas, sin alimento azucarado ni recurso hematofágico (Posey y Schreck 1981; WHO, 2009). Se siguió el método establecido por la World Health Organization (WHO) (2009). Se utilizaron tres sistemas Arm in Cage (50 X 30 X 40 cm). En cada sistema se colocaron 60 ± 8 mosquitos hembras. Para los participantes, se eligieron hombres y mujeres de 18 a 40 años, elegidos por no haber padecido dengue. Previo a las pruebas de repelencia los voluntarios se lavaron los antebrazos con jabón neutro (sin olor), enjuagándose con agua corriente y secando al área con toallas de papel.

Para evaluar los repelentes comerciales, se aplicaron 2 mL del repelente en la región descubierta del antebrazo derecho, área que comprendía la totalidad del antebrazo hasta la muñeca y mano (que fueron protegidos con un guante de nitrilo), y que representaba un área total de piel de 10 a 15 cm² aproximadamente. Como testigo negativo se aplicaron 2 ml de alcohol (70%), en antebrazo izquierdo de cada voluntario. En el caso del ensayo con las esencias naturales, solo se aplicó 1 mL de cada mezcla y se utilizó como testigo positivo el repelente comercial OFF (DEET al 20%), de la familia Johnson ® y como testigo negativo alcohol (70%).

Una vez aplicado el tratamiento, el antebrazo se introdujo en el sistema Arm in Cage, inmediatamente después de aplicado el repelente o alcohol y se mantuvo dentro durante 1 minuto. Para determinar la duración de la acción repelente (tiempo de protección), los voluntarios reintrodujeron los antebrazos (sin una nueva aplicación de esencia, repelente o alcohol), cada 60 minutos hasta completar un total de cinco repeticiones, que correspondió a 300 minutos, en el horario de 9:30 a las 14:30 h. Todas las pruebas se realizaron por quintuplicado.

Para determinar la efectividad de repelencia, se calculó el porcentaje de protección (PP), con la fórmula: $PP = N_c - N_t \times 100 / N_c$. Donde N_c es el número de picaduras en antebrazo control en determinado período de tiempo y N_t el número de picaduras en el antebrazo tratado con repelente en el mismo periodo (Rutledge, 1985; Rueda *et al.*, 1998; Frances *et al.*, 2007; Rajkumar y Jebanesan, 2005).

Análisis de estadístico

Se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0.05$), y homocedasticidad de Barlett ($\alpha =$

0.05), de los datos. En los casos en que se cumplió con los supuestos estadísticos se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA), para comparar el número de picaduras entre repelentes y entre esencias de forma independiente, por cada tiempo de muestreo. Cuando no se cumplió con los supuestos de normalidad u homocedasticidad se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En caso de encontrarse diferencias significativas ($P < 0.05$), se aplicó la prueba de Tukey *a posteriori*. Lo anterior se realizó en el programa estadístico Statistica 8.

Resultados

Resultados de repelentes comerciales

Los resultados del porcentaje de protección de repelentes comerciales se muestran en la tabla 3. Se puede observar que las marcas Auyent ®, Baby Johnson ® (IR3535), Fly-Out-extreme ® (IR3535), y OFF (DEET), mostraron un porcentaje de protección superior al 60% a 180 minutos posterior a su aplicación. Por su parte el Vitascon® presentó menos protección, con solo el 14 % de repelencia en los primeros 60 minutos. Se encontraron diferencias significativas entre los repelentes antes mencionados con el control negativo y Vitaskon ($P < 0.05$), a las 3 horas posterior a su aplicación.

A partir de las 4 horas de la aplicación, los porcentajes de protección comenzaron a disminuir, hasta ofrecer una protección menor al 50% en todos los casos, con excepción del Auyent. El mismo mostró la protección de mayor duración con un porcentaje de protección del 51% a las 5 horas de la aplicación.

Resultados de esencias naturales

Los resultados del efecto de esencias vegetales como repelentes en la inhibición de la picadura de *Aedes aegypti* se presenta en la tabla 4. Al primer minuto todas las esencias presentaron porcentaje de protección similar al control positivo con DEET (100%), con excepción de la mezcla citronela-vainilla (81%), y diferente a lo registrado en el control negativo (alcohol), con apenas 4%.

En la primera hora se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), entre el DEET, las mezclas de lavanda-vainilla, clavo y clavo-vainilla en contraste con el alcohol (12%), y la esencia de citronela (5%). Sin embargo, a las dos horas después de la aplicación, el porcentaje de protección

Tabla 3. Porcentajes de protección de siete repelentes sintéticos y repelentes naturales sobre la picadura de *Aedes aegypti*. Superíndices con letras diferentes exhiben diferencias significativas entre repelentes.

Tiempo (min)	OFF	Baby-Jhonson	Fly-out	Vitaskon	Fly-out-EXT	Auyent	Control
1	100	100	100	100	100	100	95
60	100 ^a	90 ^a	100 ^a	14 ^b	100 ^a	100 ^a	10 ^b
120	70 ^a	92 ^a	40 ^{ab}	10 ^b	70 ^a	80 ^a	14 ^b
180	69 ^a	89 ^a	46 ^{ab}	14 ^b	69 ^a	77 ^a	15 ^b
240	56 ^{ab}	63 ^a	34 ^{ab}	1 ^b	78 ^a	63 ^a	15 ^b
300	33 ^{ab}	21 ^{ab}	45 ^{ab}	1 ^b	39 ^{ab}	51 ^a	1 ^b

Tabla 4. Porcentaje de protección de esencias vegetales como repelentes en la inhibición de la picadura de *Aedes aegypti*. Superíndices con letras diferentes exhiben diferencias significativas entre repelentes.

Tiempo (min)	Control+ Deet	Menta	Menta Vainilla	Lavanda	Lavanda Vainilla	Citronela	Citronela Vainilla	Clavo	Clavo Vainilla	Control - (Alcohol)
1	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	81 ^a	100 ^a	100 ^a	4 ^b
60	100 ^a	15 ^{ab}	42 ^{ab}	74 ^{ab}	100 ^a	5 ^b	31 ^{ab}	100 ^a	100 ^a	12 ^b
120	89 ^a	33 ^{ab}	40 ^{ab}	21 ^{ab}	89 ^a	25 ^{ab}	48 ^{ab}	51 ^{ab}	81 ^a	0 ^b

disminuyó en la mayoría de los casos por debajo del 50 % y la esencia de clavo bajó a 51%. Por su parte, el DEET (control positivo), y las esencias de lavanda-vainilla y clavo-vainilla presentaron la mayor protección (89, 89 y 81 % respectivamente), y diferencias significativas ($P < 0.05$), contra el alcohol.

Discusión

Las enfermedades del dengue (DEN), chikungunya (CHIK), y ahora Zika (ZICKV), son enfermedades transmitidas por el mosquito *Ae. aegypti* denominado vector en varias etapas de transmisión en varios países, siendo esta enfermedad endémica (DEN), de brote epidémica (CHIK), y actualmente emergente (ZIKV), dando cuenta al aumento creciente de números de casos, afecciones crónicas por alteraciones por discapacidad y muertes junto con la amenaza de un aumento creciente de trastornos congénitos (Kantor, 2016; Fauci y Morens 2016; Rowland, 2016).

Con base en esta problemática, una técnica para la protección es la aplicación de repelentes sintéticos contra la picadura de mosquitos (Kweka et al., 2008; Kitau et al., 2014). Lo et al. (2018), mencionan que en la actualidad ha aumentado un 62% el uso de repelentes naturales a nivel mundial. Sin embargo se siguen utilizando los repelentes sintéticos. El DEET es el más utilizado (64%), seguido por Picaridina

(18%), y finalmente el IR3535 (3%).

Nuestros resultados demostraron que los repelentes con IR3535 (Johnson Baby loción anti-mosquito® y Flyout Extreme®), son eficaces frente a *Ae. aegypti*, con una duración de protección de 5 horas. Este compuesto en sus diferentes presentaciones (lociones, cremas, geles y aerosoles), no presenta un perfil ecotoxicológico, aunque puede afectar al medio ambiente (WHO, 2000). Por su parte, el repelente OFF, a base de DEET protegió más del 80% hasta los 120 minutos. Msangi et al. (2018), aplicaron tres concentraciones de dos repelentes sintéticos comerciales, DEET (15%, n-n dietil-benzamida), y TRIG (20%, N-N metil toulamida). El compuesto TRIG, a la concentración de 1.25 g, repelió el 100% en hembras de *Ae. aegypti*, y la concentración de 0.75 g de DEET, repelió el 100%. En nuestros resultados el DEET demostró un PP del 100% a la primera hora de aplicación, comenzando a disminuir ya en la segunda hora. Lo anterior demuestra que el DEET, sigue teniendo efecto repelente y protege contra la picadura de hembras de *Ae. aegypti* (Cilek et al., 2004; WHO, 2018). Sin embargo, a pesar de que puede considerarse como un repelente eficaz, Tuetun et al. (2005), mencionan que hay registros de que el repelente DEET, provoca efectos alérgicos y neurotóxicos, por lo que ha disminuido su consumo y la falta de aceptación por parte de los consumidores.

En la presente investigación el repelente con DEET

(OFF®), demostró un mayor PP a la primera hora, en cambio el que contenía IR3535 (Baby Johnson®), mantuvo un PP de 90% durante mayor tiempo. Lo anterior coincide con lo reportado por Cilek *et al.* (2004), quienes evaluaron el DEET e IR3535 al 20% contra la picadura de *Ae. aegypti* y *Culex quinquefasciatus* y registraron una protección similar en ambos casos, de 90 a 170 minutos contra la picadura de *Ae. aegypti* y de 3.5 a 6 horas contra la de *Cx. quinquefasciatus*.

En nuestros resultados encontramos que los repelentes comerciales Fly-out® y Auyent® (ambos a base de esencias naturales), protegieron entre 2 y 3 horas posteriores a su aplicación. Lo anterior sugiere que es posible obtener una protección con el uso de esencias naturales. Anteriormente, aceites de esencias como la citronela (*Cymbopogon nardus*), y el clavo (*Syzygium aromaticum*), tienen un efecto repelente sobre las especies de mosquitos (Trongtokit *et al.*, 2005; Phasomkusolsil y Soonwera, 2010; Agrela *et al.*, 2013). Por lo tanto, extractos a base de alcohol y fuentes naturales son recomendados para la repelencia y usos farmacológicos (Chaieb *et al.*, 2007; Mandal *et al.*, 2011).

Agrela *et al.* (2013), compararon el repelente DEET (7.1%), *versus* extracto alcohólico de clavo de olor *Syzygium aromaticum*, sobre la picadura de dos cepas de *Ae. aegypti* (Rockefeller y Distrito Federal). Sus resultados demuestran que al aumentar la concentración de la esencia de clavo (a través de una mayor maceración), la protección fue de 70 y 80% por 90 minutos, mientras que el repelente DEET, obtuvo entre el 100 y 80% de protección a los mismos tiempos.

Nuestros resultados demuestran que el uso de la esencia de clavo y la de lavanda fueron las que mayor PP de protección demostró durante el mayor tiempo (Tabla 4). Este efecto fue potenciado al agregar extracto de vainilla a la mezcla. Aparentemente, no existe una razón clara sobre el efecto del incremento de la repelencia de diversas esencias vegetales cuando les es agregada la esencia de vainilla. Sin embargo, se han ofrecido algunas explicaciones que pueden tomarse como fundamento. Khan *et al.* (1975), y Tawatsin *et al.* (2001), demostraron que la aplicación y mezcla de vainilla líquida a repelentes sintéticos comerciales y repelentes botánicos, incrementan el tiempo de protección, ya que esta sustancia ayuda en la reducción de la tasa de evaporación de los repelentes en la piel. Pérez-Silva

et al. (2006), encontraron que las propiedades químicas de mayor importancia de la vaina de la vainilla son derivadas de la presencia de la vainillina (p-hidroxibenzaldehído, ácido vainílico y el ácido p-hidroxibenzoico), estos compuestos se mezclan con los metabolitos secundarios, dando mayor durabilidad a las esencias de plantas. En ese sentido, Curtis y Williams (1994), comentan que la vainilla se utiliza en la mayoría de fragancias, como ingrediente base y ralentiza el proceso de la evaporación, dando lugar a que las fragancias duren más.

Conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren la posibilidad de sustituir los repelentes sintéticos por los fabricados con esencias extraídas de plantas. La utilización de extractos vegetales puede ser una alternativa menos tóxica y con un costo menor en comparación con los repelentes sintéticos de marcas reconocidas, los cuales tienen un precio elevado para la población de escasos recursos y por lo tanto no representan una alternativa viable. La producción de repelentes naturales podría ser una alternativa efectiva. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones que involucren variables en la reducción de evaporación y las tasas del efecto del producto, en diferentes condiciones abióticas y que permitan determinar la eficacia de los repelentes en diferentes escenarios.

Agradecimientos

Se agradece al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología), la beca de posgrado otorgada al primer autor del manuscrito; a los voluntarios que participaron en las pruebas, estudiantes y profesores del CuCosta-UdeG y Escuela Preparatoria Regional de Puerto Vallarta, Módulo Ixtapa.

Referencias

- Agrela, I. F., Palacios, K., Herrera, F. 2013. Efecto repelente de un extracto alcohólico de *Syzygium aromaticum* (*Eugenia caryophyllata* L. Myrtaceae) contra *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1792) sobre piel humana. Avances en Ciencias de la Salud, 2(2): 13 – 19.
- Cilek, J.E., Petersen, J.L., Hallmon, C.F. 2004. Comparative efficacy of ir3535 and Deet as repellents against adult *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. Journal of the American Mosquito Control Association, 20(3): 299 – 304.
- Curtis T., Williams, D.G. 1994. Aromatic materials: I-Aroma

- chemicals. In: Introduction to Perfumery. Ellis Harwood, UK, 140 –213.
- Debboun, M., Strickman, D. 2013. Insect repellents and associated personal protection for a reduction in human disease. *Medical and Veterinary Entomology*, 27:1 – 9.
- Diéguez, F.I., Avelar, C., Zacarías, P.R., Salazar, Q.R. 2006. Contribución al estudio de la familia Culicidae de Guatemala: relación y distribución geográfica de las principales especies en la región norte. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 58 (1): 30 – 35.
- Fernández, W., Iannacone, J., Rodríguez, E., Salazar, N., Valderrama, B., Morales, A.M. 2005. Comportamiento poblacional de larvas de *Aedes aegypti* para estimar los casos de dengue en Yurimaguas, Perú, 2000-2004. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 22 (3): 175 – 182.
- Frances, S.P. 2007. Efficacy and safety of repellents containing deet, En: Debon M, Frances SP, Strickman D. (Eds.), *Insect repellents principles, methods and uses*, CRP Press, Boca Raton, FL.
- Guzmán, M.G., Hal-Stead, S.B., Artsob, H., Buchy, P., Farrar, J., Gubler, D.J., Hunsperger, E., Kroeger, A., Margolis, H.S., Martínez, E., Nathan, M.B., Pelegrino, J.L., Simmons, C., Yoksan, S., Peeling, R.W. 2010. Dengue: a continuing global threat. *Nature Reviews Microbiology*, 8: S7 – S16.
- Ibáñez-Bernal, S., Strickman, D., Martínez-Campos, C. 1996. Culicidae (Diptera), pp. 591-602. En: Llorente-Bousquets, J., García-Aldrete, A. N., González-Soriano, E. (Eds.) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México, México 660 pp.
- Khan, A.A., Maibach, H.I., Skidmore, D.L. 1975. Addition of vanillin to mosquito repellents to increase protection time. *Mosquito News*, 35: 223 – 225.
- Kumar, S., Wahab, N., Warikoo, R. 2011. Bioefficacy of Mentha piperita essential oil against dengue fever mosquito *Aedes aegypti* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2: 85 – 88.
- Lo, W.L., Mok, K.L., Yu Pui Ming, S.D. 2018. Which insect repellents should we choose? Implications from results of local market survey and review of current guidelines. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*, 25 (5): 272 – 280.
- McConnell, R., Henao, S., Nieto, Ó., Rosenstock, L., Trape, A.Z., Wesseling, C. 1994. *Plaguicidas. Epidemiología Ambiental: Un Proyecto para América Latina y el Caribe* (Finkelman J, Corey G, Calderon R, eds). Mexico City, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 153 – 210.
- Msangi, S., Kweka, E., Mahande, A. 2018. Repellent Activity of TRIG (N-N Diethyl Benzamide) against Man-Biting Mosquitoes. *Journal of Tropical Medicine*, ID 9037616.
- Novak, R. 2000. The use of plant extracts as repellents for mosquitoes and biting flies. The abstract book of the 87th Annual Meeting of the Amer. Mosq. Contr. Assoc. New Jersey. 44 p.
- O' Farrill, H. 2004. *Las plagas del hogar y el jardín*. Ed. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez- Departamento de Protección de Cultivos.
- Odaló, J., Omolo, M., Malebo, H., Angira, J., Njeru, P., Ndiege, I., Hassanali, A. 2005. Repellency of essential oils of some plants from the Kenyan coast against *Anopheles gambiae*. *Acta Tropical*, 95: 210 – 218.
- Organización Mundial de la Salud. Repelentes IR3535 frente a la picadura de mosquitos. 2018 [Fecha de acceso 18-diciembre 2018].
- Organización Mundial de la Salud. Enfermedad por el virus Zika. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus> (acceso 10 Septiembre del 2018).
- Pérez-Silva, A., Odoux, E., Brat, P., Ribeyre, F., Rodríguez-Jiménez, G., Robles-Olvera, V., García-Alvarado, M.A., Günata, Z. 2006. GC-MS and GC-olfactometry analysis of aroma compounds in a representative organic aroma extract from cured vanilla (*Vanilla planifolia* G. Jack.) beans. *Food Chemistry*, 99: 728–735.
- Phasomkusolsil, S., Soonwera, M. 2010. Insect repellent activity of medicinal plants oils against *Aedes aegypti*, *Anopheles minimus* and *Culex quinquefasciatus* based on protection time and biting rate. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 41: 831 – 840.
- Rajkumar, S., Jebanesan, A. 2005. Repellency of volatile oils from *Moschosma polystachyum* and *Solunum xanthocarpum* against filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say. *Tropical Biomedicine*, 22: 139 – 142.
- Rueda, L.M., Rutledge, L.C., Gupta, R.K. 1998. Effect of skin abrasions on the efficacy of the repellent deet against *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 14: 178 – 182.
- Rutledge, L.C. 1985. Mathematical models of the effectiveness and persistence of mosquito repellents. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1: 56 – 62.
- Silva, G., Orrego, O., Hepp, R., Tapia, M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Strophilus zeamais* en maíz almacenado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40: 11 – 17.
- Tawatsin, A., Wratten, S.D., Scott, R.R., Thavara, U., Techadamrongsin, Y. 2001. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *Journal of Vector Ecology*, 26: 76 – 82.
- Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., Apiwathnasorn, C. 2005. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research*, 19: 303 – 309.
- Tuetun, B., Choochote, W., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Riyong, D., Pitasawat, B. 2005. Repellent properties of celery, *Apium graveolens* L., compared with commercial repellents, against mosquitoes under laboratory and field conditions. *Tropical Medicine & International Health*, 10 (11): 1190 – 1198.
- Uc-Puc, V., Herrera-Bojórquez, J., Carmona-Carballo, C., Chémendoza, A., Medina-Barreiro, A., Chablé-Santos, J., Arredondo-Jiménez, J.I., Flores-Suárez, A.E., Manrique-Saide, P. 2016. Effectiveness of commercial repellents against *Aedes aegypti* (L.) in Yucatán, México. *Salud Pública México*, 58: 472 – 475.
- World Health Organization. 2001. Report of the fourth WHOPES working group meeting. Geneva: WHO HQ. 2000.
- World Health Organization. 1983. Expert Committee on Vector Biology and Control. Integrated anti- Vector fight. Pp. 11 – 12.
- World Health Organization. 2000. Review of IR3535; KBR3023; (RS)-methoprene 20% EC; pyriproxyfen 0.5% GR; and lambda-cyhalothrin 2.5% CS. World Health Organization, Geneva.
- World Health Organization. 2009. Dengue Guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. Capítulo 1: 1 – 18.
- Xue, R.D., Ali, A., Day, J.F. 2007. Commercially available insect

- repellents and criteria for their use, In: Debboun M., Frances S.P., Strickman D. (Eds.), *Insect repellents principles, methods and uses*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yang, P., Ma, Y. 2005. Repellent effect of plant essential oils against *Aedes albopictus*. *Journal of Vector Ecology*, 30(2): 231 – 234.