Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*: avances de proyecto del cuerpo académico UTSEM-CA-1

Development of personal care and food products using regional fruits and plants as a measure to prevent diseases transmitted by the mosquito *Aedes aegypti*: advances of the academic body project UTSEM-CA-1

HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario†*, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix

Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México. Km 12 Carretera Tejupilco-Amatepec, SN. San Miguel Ixtapan, Tejupilco, México. C.P. 51426

ID 1^{er} Autor: María del Rosario, Hernández-Domínguez / ORC ID: 0000-0001-9073-4718, CVU CONACYT ID: 913844

ID 1^{er} Coautor: Maricela, Rojo-Burgos / ORC ID: 0000-0001-7452-9829, CVU CONACYT ID: 913847

ID 2^{do} Coautor: Félix Astivia-Arellano / ORC ID: 0000-0002-4149-8197, CVU CONACYT ID: 999084

DOI: 10.35429/JOHS.2019.18.6.1.9 Recibido Enero 20, 2019; Aceptado Marzo 24, 2019

Resumen

El objetivo del presente proyecto es desarrollar diversos productos, de uso personal y alimentos, utilizando extractos naturales de plantas de la región, que reduzcan el impacto causado por *Aedes aegypti*. Hasta diciembre de 2018, los avances que se tuvieron constan del desarrollo de un prototipo de parche repelente, dos productos de aplicación cutánea en spray, jabón para manos y un incienso. Las plantas utilizadas son *Ricinnus comunis*, *Artemisia ludoviciana*, *Cymbopogum citratus*, *Cucurbita máxima*, *Coffea arabica* y *Syzygium aromaticum*, después de un acondicionamiento, se obtuvieron extractos utilizando solventes orgánicos; se formularon a diferentes concentraciones y con pruebas de laboratorio (*in vitro*) fue probada su eficacia, midiendo la repelencia en un periodo de tiempo. Se encontró que la mezcla de los aceites esenciales de plantas en formulación apropiada, son aptas para repeler a la especie *Aedes aegypti*, al igual que los repelentes comerciales clasificados como sintéticos. Con este trabajo, se están aprovechando las propiedades repelentes de plantas dando un valor en beneficio a la población aportando una solución a problemas actuales de salud de la región.

Proyecto, Plantas repelentes, *Aedes aegypti*

Abstract

The objective of this project is to develop various personal care and food products using natural extracts of regional plants, which reduce the impact caused by *Aedes aegypti*. As of December 2018, the advances that were made consist of the development of a repellent patch prototype, two cutaneous spray products, hand soap, and an incense. The plants used are *Ricinnus comunis*, *Artemisia ludoviciana*, *Cymbopogum citratus*, *Cucurbita maxima*, *Coffea arabica* and *Syzygium aromaticum*. After conditioning, extracts were obtained using organic solvents. The extracts were formulated at different concentrations, and through *in vitro* laboratory testing, their effectiveness was tested, measuring repellency over a period of time. It was found that the mixture of the plant's essential oils in an appropriate formulation, is apt to repel the species *Aedes aegypti*, like synthetic commercial repellents. With this work, we are taking advantage of the plant's repellent properties, and giving valuable benefit to the population by contributing a solution to the region's current health problems.

Project, Repellent plants, *Aedes aegypti*

Citación: HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix. Nivel de Salud en Trabajadores de la Industria Automotriz, en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Revista de Ciencias de la Salud. 2019. 6-18: 1-9.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mrossy_gb@yahoo.com.mx)
† Investigador contribuyendo como primer Autor

Introducción

La universidad Tecnológica del Sur del Estado de México (UTSEM), se encuentra ubicada en el municipio de Tejupilco, Estado de México, junto con los municipios de Amatepec, Tlatlaya y Luvianos, comprende la región sur del estado; tiene limitancias con los estados de Michoacán y Guerrero (Nuncio-Quiroz *et al*, 2012). En la región se presenta un clima subtropical con temperatura alta (hasta 40 °C), abundante lluvia en verano y tiene condiciones montañosas, todas estas características la hacen un ambiente ideal para el criadero y propagación del mosquito “*Aedes aegypti*”, comúnmente conocido como zancudo o mosquito, así como la transmisión de enfermedades a causa de este vector: dengue, chikungunia y zika; el riesgo a estas enfermedades va de mediano y alto, según la clasificación epidemiológica (Ríos Tovar, 2016; ISEM, 2018).

El incremento de contagio de dengue ocasionado por el mosquito transmisor “*Aedes aegypti*”, causa problemas graves de salud entre los habitantes de la región sur del estado, pocos son los casos registrados y por experiencia se sabe que muchos no se reportan al sector salud y no reciben atención médica, pese a las campañas de prevención del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) y de la Organización Panamericana de la Salud; cabe mencionar además, el desequilibrio en la alimentación en la población es también uno de los factores que afectan en el sistema inmune, lo que incrementa la probabilidad de desarrollar alguna enfermedad transmitida por la picadura de mosquitos, constituyendo un problema de salud pública (Espinal *et al*, 2019; Tapia-López *et al*, 2019).

Hay referencias que muchas plantas contienen sustancias químicas que de forma natural son eficaces para matar o repeler a los mosquitos y otros insectos (Ferreira and Moore, 2011). Se menciona, por ejemplo, que la canela contiene un aceite eficaz para matarlos, efecto similar al del DEET (N, N-diethyl-metoluamida) o al picaridin, compuestos químicos que contienen la mayoría de los repelentes comerciales (Fradin, 2019; Diaz, 2016). Otras plantas contienen sustancias como flavonoides, ácidos fenólicos y otros componentes químicos que se atribuye la propiedad de repeler insectos (Giménez Serrano, 2005; Ferreira and Moore, 2011).

Los repelentes no matan al insecto pero si son una buena alternativa de barrera. El DEET ha superado muchas pruebas de toxicidad, aunque hay pruebas que muestran su efecto tóxico desde leves a severos niveles (Nieves E, Fernández J, *et al*. 2010) más si se aplica de forma simultánea con otros productos de uso en la piel (Godoy, Gutiérrez e Hajar, 2016) o el caso del uso en niños (Giménez Serrano, 2005) que no es recomendable a altas concentraciones y por la resistencia que se puede generar (Singh *et al*, 2012; Villavicencio, Pérez y Gordillo, 2010).

Una gran variedad de flora con múltiples utilidades, que otorgan muchos y variados beneficios, además de los predominantes usos medicinal y comestible es encontrada en la región. Una de ellas es su efecto repelente de insectos, dentro de las cuales se encuentran: 1) higuierilla (*Ricinus communis*) en la que se ha identificado al germacreno D, trans -cariofileno, biciclogermacreno y germacreno B como los componentes químicos mayoritarios y que tiene una mortalidad >50% para *Aedes aegypti* (Roldán, Morales y Otiniano, 2014); 2) estafiate (*Artemisia ludoviciana*) se reportó que los extractos probados en macerado e infusión al 5% provocan el 78.6% de mortalidad en larvas (Cazares, 2006; Saeidnia *et al*, 2017); 3) Te limón (*Cymbopogon citratus*) contiene un alto contenido de geraniol, linalol, metilheptona, citronelol, limonenos y diterpenos y de acuerdo a estudios realizados es un repelente de insectos (Ricci *et al*, 2006; Espitia, 2011; Teixeira Pinto *et al*, 2015); 4) la semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*), al contener triterpenos como las cucurbitacinas, es empleado como un insecticida; 5) el grano de café (*Coffea arabica*) contiene diterpenos (principalmente cafestol y kahweol), ceras, ácidos grasos libres, esteroides y tocoferoles, cafeína y otros compuestos, en el tostado se generan otros más, muchos de estos han sido probados como tóxicos para diferentes especies animales (Satho *et al*, 2015; Villarreal-Peña, Baena-Clavijo y Posada-Suárez, 2012; Gotteland y De Pablo, 2007); 6) el clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) contiene eugenol, carvacrol, thymol y cinamaldehído, probados como seguros para la piel y con una buena eficacia como repelente de mosquitos por hasta 225 minutos (Ferreira and Moore, 2011).

La necesidad de encontrar alternativas para el control de la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, utilizando extractos naturales de frutas y plantas de la región, formulados en proporciones adecuadas, constituye el eje de trabajo del desarrollo de productos repelentes de aplicación cutánea, productos de limpieza, así como productos alimenticios que fortalezcan la nutrición y al sistema inmune, que reduzcan el impacto causado por este insecto como medida de prevención de contagio.

Lo anterior, son también los propósitos del proyecto "Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*", que en 2017 fue propuesto y aprobado en el Programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos con un monto de \$296.000,00 para el cuerpo académico UTSEM-CA-1 Tecnología de Alimentos.

Hasta el mes de abril del año 2019, los avances que se han tenido constan del desarrollo de un prototipo de parche repelente, dos productos de aplicación cutánea en spray, jabón para manos e incienso ambiental, también se han elaborado alimentos pero aún no ha sido probada su eficacia. En los siguientes apartados se describe el proceso de desarrollo década uno de estos.

Metodología

Proceso metodológico del proyecto

Realización de una búsqueda documental y de campo sobre el uso de plantas y frutos utilizados para evitar picaduras de mosquitos o barrera en los hogares, jardín y de uso corporal y alimenticio.

Establecimiento de procesos y formulaciones de productos de uso personal (lociones en spray (repelente), jabón, shampoo, u otros) así como alimentos ricos en nutrientes que favorezcan el sistema inmune.

Comprobación de la efectividad de los productos de uso mediante pruebas piloto en laboratorio.

Determinación de la composición de sustancias químicas activas (que tienen efecto positivo en el sistema inmunológico) de los productos alimenticios.

Formulación de estrategias que permitan la divulgación de los hallazgos de la investigación y la transferencia tecnológica.

Proceso de desarrollo de repelentes de aplicación cutánea

Selección de plantas. Se identificaron las plantas y su disponibilidad en la región, basándose en los compuestos activos presentes y la repelencia a *Aedes Aegypti*. Se seleccionaron: semilla seca de higuera (*Ricinus communis*), hojas de zacate o te limón (*Cymbopogon citratus*), hojas y tallos de estafiate (*Artemisia ludoviciana*), semillas de calabaza (*Cucurbita máxima*), granos maduros de café, y también se adquirió clavo de olor en tiendas de conveniencia. Las plantas y semillas se obtuvieron en seco y se acondicionaron retirando el exceso de polvo y materia extraña.

Pre-tratamiento. Cada una de las muestras de plantas se sumergieron en una solución desinfectante de plata coloidal al 0.35 % y se dejaron en reposo por 10 min. Las partes aéreas de las plantas se trocearon, las semillas se trituraron ligeramente con la ayuda de un mortero con pistilo. Se colocaron en charolas de aluminio con orificios y se introdujeron a un deshidratador eléctrico Marca Polinox por cuatro horas a una temperatura de 60 a 70°C. Al finalizar, se dejaron enfriar por 15 min y se empacaron en bolsas metalizadas al vacío, hasta su uso.

Extracción de aceites. La extracción se realizó utilizando el equipo Soxhlet (Ríos. L, Lopera. G, *et al*, 2006), se pesaron por separado (semillas trituradas de higuera, hojas de té limón, hojas y tallos de estafiate, se colocaron dentro de un cartucho de celulosa e introdujeron en la cámara de extracción, donde se vertió previamente el solvente (éter de petróleo o alcohol etílico y metanol, éste último para café y clavo). Se realizó la extracción por 3 h, con un total de cuatro descargas y antes de la última descarga se retiró el extractor y se vació el excedente de solvente a un rotavapor para su limpieza. Después se colocó el matraz con la muestra en la estufa hasta peso constante y para volatilizar el solvente residual.

Formulación del compuesto repelente en spray. Se realizaron formulaciones a prueba y error, hasta obtener una con aroma agradable y duradero. Se realizaron combinaciones de extractos para dos tipos de repelentes, el primero con té limón, estafiate e higuierilla; y, el segundo con té limón, higuierilla y semilla de calabaza.

Pruebas de efectividad y repelencia

- Captura de mosquitos:** la muestra fue tomada de *Aedes aegypti* fue tomada de los alrededores de la UTSEM y de la cabecera municipal de Tejupilco, en diferentes lugares como viviendas, comercios, entre otros, cerca de estanques de agua. Se utilizaron trampas de malla. Una vez recolectados, se llevaron al laboratorio para resguardarlos sin alimentación (en recipientes cerrados con agua limpia) hasta la realización de los ensayos.
- Bioensayo.** Se colocaron igual número de mosquitos en recipientes cerrados y se realizó la prueba: todos los experimentos se realizaron de 5 a 6 de la tarde. En 3 frascos en total con igual número de mosquitos, se introdujeron 2 algodones, uno como vehículo y el otro como muestra del repelente con diferente cantidad en cada frasco, el primer algodón fue impregnado de sangre de pollo para atraer al mosquito. Se contó el total de los atraídos por la sangre y se comparó con el blanco o testigo (basándose en la técnica usada por Moctezuma *et al*, 2014).
- Prueba de tolerancia.** Se hizo una aplicación repetida de la sustancia a probar, en una zona de la piel (anterior del antebrazo); esta prueba se hizo para demostrar la tolerancia a alguna sustancia sobre la que se tiene sospecha clínica (Avilés *et al*, 2013). El repelente se aplicó en diferentes personas (miembros del equipo de trabajo), las cuales fueron observadas durante cada hora en un periodo total de 5 horas haciendo énfasis en los cambios físicos en la piel, duración del olor de cada spray y posibles manchas en la ropa.

Formulación de jabón líquido e incienso ambiental

Como complemento a la formulación de repelentes de aplicación cutánea, se formuló un jabón líquido para manos.

Se realizó una extracción como en los productos anteriores, usando alcohol etílico como solvente para los granos de café sin tostar y tostados, y clavos de olor); se usó una base para jabón formada por texapón al 5%, carboximetilcelulosa (CMC), lauril sulfato de sodio y glicerina; se preparó una mezcla de extractos de aceite de higuierilla, grano de café tostado, café sin tostar y extracto de clavo olor, probando diferentes formulaciones y modos de incorporación de ingredientes.

Un repelente ambiental, en forma de incienso también fue elaborado. Usando un material de soporte (madera molida) e incorporando una mezcla de extractos alcohólicos de café verde y tostado, e higuierilla, usando goma arábica como agente estabilizante.

Proceso de elaboración del parche repelente

El siguiente diagrama es resultado de una búsqueda bibliográfica y de patentes, sobre la repelencia de las plantas estudiadas, para proponer un parche repelente (ver Figura 1).

Figura 1 Metodología de desarrollo de un parche repelente

Fuente: elaboración propia

Resultados

Como resultado de la revisión del estado del arte en el tema se eligieron plantas para trabajar los productos debido a su efecto repelente y la accesibilidad de estos en la región que son: 1) higuierilla (*Ricinus communis*), 2) estafiate (*Artemisia ludoviciana*), 3) té limón (*Cymbopogon citratus*), 4) la semilla de calabaza (*Cucurbita máxima*), café (*Coffea arabica*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), esté ultimo no se cultiva en la región pero se dispone comercialmente.

Repelente con higuera, estafiate y té limón

Con los aceites extraídos se realizaron las combinaciones necesarias para conseguir una formulación repelente del mosquito *Aedes aegypti*. En la tabla 1 se muestra la formulación con una mayor durabilidad en el aroma (a criterio del equipo de trabajo) y agradable al olfato según sus compuestos bioactivos. Esta formulación se probó en un ensayo teniendo un testigo (sin repelente), una porción de 0.3 ml y otra de 0.5 ml de la mezcla, utilizando un algodón impregnado con sangre, donde se roció el repelente formulado.

En el bioensayo se encontró que, en el frasco 1 marcado como testigo (sin repelente), los mosquitos se acercaron al algodón con sangre sin obstáculos; en el frasco 2 con 0.3 ml y en el 3 con 0.5 ml de la misma formulación (tabla 1) los mosquitos se alejaron del algodón con sangre, estos se anclaron en las partes más alejadas del algodón con mezcla repelente. La muestra con 0.5 ml de repelente consiguió alejar al 95% de los mosquitos en el frasco. En las pruebas de tolerancia no se presentó ningún tipo de irritación en la piel.

Compuesto	Porcentaje utilizado
Alcohol etílico	9.10%
Fijador	15.15%
Aceite de higuera	30.30%
Aceite de estafiate	30.30%
Aceite de té limón	15.15%

Tabla 1 Formulación del compuesto bioactivo repelente
Fuente: elaboración propia.

Figura 2 Bioensayo y repelencia
Fuente: fotografía de los autores

Repelente con higuera, té limón y semilla de calabaza

Se realizaron 3 formulaciones del spray repelente (identificándolas como #1 con 9% de cada aceite, #2 con 4.5 % de c/u aceites y #3 4.5% de extracto de té limón, 13.6% de semilla de calabaza y 9% de higuera), realizando pruebas de duración y efectividad para elegir la mejor formulación (figura 2). Se observó separación de los aceites debido a la composición de las mezclas en las formulaciones #2 y #3, la formulación #1 permaneció estable. Se observó que el tiempo o duración del efecto de las muestras fue variable, la formulación que más prevaleció fue la #3, duró 5 horas; la formulación #2, 2 horas; y la #1, 4 horas.

Con estas formulaciones se realizó un ensayo utilizando frascos de vidrio (con 15 mosquitos en cada frasco), se introdujo un algodón impregnado con muestra, como se indica en la tabla 2.

Figura 3 Prueba de tolerancia del repelente de aplicación cutánea
Fuente: fotografía de los autores

En la tabla 2 se muestra la cantidad de mosquitos que se acercaron en la prueba.

Muestras	Numero de mosquitos atraídos en 5 minutos
Testigo (con agua)	5
Con sangre	4
Con repelente #1	0
Con repelente #2	3
Con repelente # 3	1
NOTA: Núm. De mosquitos= cantidad de mosquitos que se acercaron a la muestra en cierto tiempo	

Tabla 2 Distribución del bioensayo en el repelente en spray formulado con extractos de higuera, té limón y semilla de calabaza
Fuente: elaboración propia

El repelente uno (#1) fue el que cumplió con las características de un repelente comercial (por la duración del efecto, no causó alteraciones en la piel y no dejó manchas en la ropa), además de su nivel de repelencia al lograr que ningún mosquito de la especie *Aedes aegypti* se halla acercado a la muestra. Fue necesario el uso de *Dimeticona Copoliol* (fijador) para la unión de los aceites.

Jabón líquido para manos

Después de hacer varias formulaciones, se seleccionó una mezcla de 4% de extracto de higuerilla, 3% de café tostado, 2% de café verde y 1% de clavo de olor. Para reforzar el aroma del jabón se utilizó esencia citral, y colorantes amarillo 5 y azul 1 para proporcionar color. En las pruebas de repelencia se obtuvo un 50% de eficacia, esto era de suponerse debido al enjuague que se tiene después del lavado. Una observación en este producto es que las personas que lo probaron (con consentimiento informado) comentaron que “las manos quedaban muy suaves”.

Repelente ambiental tipo incienso

Se elaboró un incienso en forma de cono, con aroma a café, de un peso de 5g. Con una combustión de aproximadamente 45 minutos y aroma por al menos dos horas. Mostrando una repelencia elevada de mosquitos (este proyecto está en proceso de registro de modelo de utilidad).

Parche repelente de mosquitos

El parche repelente será un producto pequeño (con una longitud de 3cm y un ancho máximo de 2cm), flexible, delgado (de 1 mm de grosor), de textura suave, parecido a una banda adhesiva; su diseño es con forma de hoja, para hacerlo llamativo y distintivo a la vista de las personas evocando el origen natural de sus componentes. Las sustancias activas (extractos de té limón, higuerilla y estafiate) se encontrarán entre una doble capa de material polimérico, poseerá un adhesivo que lo mantendrá firme, y además, tendrá un recubrimiento contra el agua. Al frotar el parche, empezará la liberación de los compuestos activos de los extractos de plantas. Como el proceso de liberación es lento, el parche puede tener una duración de 48 horas, pero si se incrementa la temperatura corporal su efecto se reduce a 24 horas.

Esta es la descripción del prototipo que actualmente se encuentra en proceso de registro ante Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, por lo cual se reserva la información detallada del producto.

Cabe mencionar que con el proyecto “Parche repelente” se participó en el Programa “Premio a Jóvenes Inventores e Innovadores del Estado de México 2017” en la categoría de Farmacéutica, tras una evaluación rigurosa por científicos destacados del Estado de México, el proyecto resultó en un primer lugar, recibiendo un reconocimiento y premio en efectivo por \$50 mil pesos durante la edición de la Feria de Ciencias e Ingenierías del Estado de México (FECIEM) el 25 de septiembre de 2017, a cargo del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) en las instalaciones del Centro de Exposiciones y Convenciones de Toluca, del 24 al 28 de septiembre.

Conclusiones

Algunas plantas utilizadas tanto para el repelente como para el parche son tomadas como maleza a excepción del té limón y la semilla de calabaza; el café es cultivado en el municipio de Amatepec, y el clavo está disponible comercialmente, plantas pueden ser encontradas fácilmente en la región sur del Estado de México. Con este proyecto se está dando un valor agregado y se rescatando conocimientos herbolarios mexicanos; se están aprovechando sus propiedades repelentes en beneficio a la población y aportando una solución a problemas actuales de salud.

Se concluye que la mezcla de los aceites esenciales de plantas en una combinación o formulación apropiada, son aptas para repeler a las hembras de la especie *Aedes aegypti*, al igual que los repelentes comerciales que generalmente son clasificados como repelentes sintéticos al tener como principio activo el componente químico DEET, al sustituir este componente por los aceites esenciales de las plantas se está creando un repelente natural. Es importante tener conocimiento sobre cuáles pueden ser los efectos toxicológicos de los recursos naturales utilizados como repelentes a largo plazo, por lo que se seguirá trabajando en las pruebas para demostrar su no toxicidad. Así mismo se seguirán realizando los productos planteados en este proyecto del Cuerpo Académico UTSEM-CA-1 Tecnología de Alimentos.

Agradecimiento

Se agradece el financiamiento del Programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2017 para el desarrollo del proyecto de PRODEP.

Se agradece el apoyo y asesoría del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) para el desarrollo del proyecto "Desarrollo de un parche a partir de extractos de tres plantas (*Ricinus communis*, *Artemisia ludoviciana* y *Cymbopogon citratus*) con propiedades repelentes al mosquito *Aedes aegypti* para la prevención del dengue, en la región Sur del Estado de México".

Referencias

- Aviles, M., Flores, R., y Charcas, A. (2013). *Estudio del efecto repelente y biocida de un extracto oleoso obtenido a partir de especies silvestres contra Aedes aegypti insecto hematófago transmisor del dengue*, Sucre 2012. Revista ciencia, tecnología e innovación-Bolivia 7(8):465-470. Disponible desde: http://www.usfx.bo/nueva/Dicyt/RevistaCienciaTecnolog%C3%ADaeInnovaci%C3%B3n/7_R evCienciaTecnologiaeInnovacionVol7_n8/Revi sta%20Vol.%207%20Nro.%208_articulo_03.pdf.
- Cazares, J.H. (2006). *Actividad en Drosophila melanogaster y Sitophilus zeamais (Insecta) de aceites esenciales de plantas usadas para combatir insectos en Hidalgo*. Tesis Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Actividad%20en%20dr osophila.pdf>
- Diaz, J.H. (2016). *Chemical and Plant-Based Insect Repellents: Efficacy, Safety, and Toxicity*. Wilderness & Environmental Medicine 27(1); 153:163. Recuperate of [https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(15\)00434-2/fulltext](https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(15)00434-2/fulltext)
- Espinal, M.A., Andrus, J.K., Jauregui, B., Waterman, S.H. Morens, D.M., Santos, J.I., Hosrtick, O., Francis, A.L. y Olson, D. (2019). *Arbovirosis emergentes y reemergentes transmitidas por Aedes en la Región de las Américas: implicaciones en materia de políticas de salud*. Am J Public Health. 43;1:8. Recuperado de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/50939/v43eAPHA22019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espitia, C.R.Y. (2011). *Evaluación de la actividad repelente e insecticida de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra Tribolium castaneum Hernst (Coleoptera:Tenebrionidae)*. Tesis Magister en Toxicología, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4264/1/05598931.2011.pdf>
- Ferreira, M.M. and Moore, S.J. (2011). *Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing*. Malaria J. v. 10 (suppl 1); 2011. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3059459/>
- Fradin, M.S. (2019). *6-Insect Protection*. Travel Medicine (Forth Edition). Pages 43-52. Disponible desde: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323546966000069>
- Giménez Serrano, S. (2005). *Repelentes de insectos: Revisión*. Farmacia Profesional. 19(6):48-53. Disponible en: www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-repelentes-insectos-13076259
- Giménez Serrano, S. (2005). *Repelentes de insectos: Revisión*. Farmacia Profesional. 19(6):48-53. Disponible en: www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-repelentes-insectos-13076259
- Godoy, N. Gutiérrez, E.L. e Hijar, G. (2016). *¿Son efectivos los repelentes contra mosquitos para prevenir enfermedades transmitidas por vectores?* Acta Medica Peruana. 33(4):346-347. Disponible en: www.redalyc.org/pdf/966/96650072019.pdf

Gotteland, M. y De Pablo, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Rev Chil Nutr* 34(2); 105:115. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>

Instituto de Salud del Estado de México (2018). Dengue, Chikungunia y Zika. Secretaría de Salud, Estado de México Recuperado de http://salud.edomex.gob.mx/isem/tp_v_denguez ikach

Moctezuma M., S.F., Rojas V., C.V, Torres N., O.U y Valencia Z., K.A. (2014). *La Citronella Cymbopogon nardus funciona como perfume anti-mosquitos. Congreso Estudiantil de Investigación del SI 2014. Proyecto CIN2014A10213*. Universidad del Valle de México, Campus Hispano. 8 págs.

Nieves, E., Fernández, J., Lias, J., Rondón, M., Briceño, B. (2010). *Actividad repelente de aceites esenciales contra las picaduras de Lutzomyia migonei (Diptera: Psychodidae)*. *Rev. Biol.Trop*, 58 (4): 1549-1560. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_ar ttext&pid=S0034-77442010000400038

Nuncio-Quiroz, A.K., Santana-Juárez, M.G., Gómez-Álvarez, M.A. y Medina-Torres, E. (2012). *Distribución espacial del vector Aedes aegypti del dengue clásico y su relación con características físico-geográficas en la Jurisdicción Sanitaria Tejupilco, Estado de México: 2000-2005*. *Lujan* 4(4): 77-110. Disponible en: <http://www.gesigproeg.com.ar/documentos/revi sta-geosig/2012/Investigacion/04-NUNCIO-ETAL-GEOSIG4-2012.pdf>

Ricci, M., Badín, S., Ringuelet, J. y Kahan, A. (2006). *Utilización de aceite esencial de Lemongrass (Cymbopogon citratus Stapf) como repelente de Diuraphis noxia Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo*. *Agric. Téc.* 66(3):256-263. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_ar ttext&pid=S0365-28072006000300004

Ríos Tovar, L. (2016). *Dengue, Zika y Chicungunya*. Conferencia impartida el 24 de enero de 2016 en la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México. Instituto de Salud del Estado de México (ISEM).

Ríos. L, Lopera. J, Caicedo. R, et at. (2006). *Extracción y caracterización de aceite de cardamomo (Elettaria cardamomum)*; *Dyna*, 74 (151), 47-52. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/496/49615106.pdf>

Roldán, J.R., Morales, R.R., y Otiniano, G.C. (2015). *Efecto repelente del aceite del endospermo de Ricinus communis (Euphorbiaceae) en Culex quinquefasciatus (Diptera: Culiciidae), bajo condiciones experimentales*. *REBIOL* 2015; 31(1):82-90. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol /article/download/880/809>

Saeidnia, S., Asti, J., Manayi, A., Gohani, A.R., Nezhadali, A., Larí, J. and Kurepaz-Mahmoodabadi, M. (2017). *Bioactive sesquiterpene lactone from Artemisia santolina*. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 16(6):570-577. Atvailable at: www.redalyc.org/articulo.oa?id=85653615005

Satho, T., Dieng, H., Ahmad, M. H. I., Ellias, S.B., Hassan, A.A., Abang, F., Ghani, I.A., miake, F., Ahmad, H., Fukumitsu, Y., Zuharah, W.F., Majid, A. H. A., Kassim, N.F.A., Hashim, N.A., Ajibola, O. O., Al-Khay.yat, F.A. and Nolasco-Hipolito, C. (2015). *Coffe and its waste repel gravid Aedes albopictus females and inhibit the development of their embryos*. *Parasit Vectors*. 8;272. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PM C4436121/>

Singh R., I. & Singh R., A. (2012). *Efficacy of essential oils of aromatic plants as larvicide for the management of filarial vector Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae) with special reference to Foeniculum vulgare*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2 (3): 184-189. Available at: [http://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60044-9](http://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60044-9).

Tapia-López, E., Bardach, A., Ciaponi, A., Alcaraz, A., García-Perdomo, H.A., Ruvinsky, S. y Belizán, M. (2019). *Experiencias, barreras y facilitadores en la implementación de intervenciones de control del Aedes aegypti en América Latina y Caribe: studio cualitativo*. *Cad. Saúde Pública*. 35(5); 1:14. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/csp/v35n5/1678-4464-csp-35-05-e00092618.pdf>

Teixeira Pinto, Z., Fernández Sánchez, F., Ramos, A., Fernández, A.C., Pinto Ferreira, E., Escalona, A.J.C. and Carvalho Quiroz, M.M. (2015). *Chemical composition and insecticidal activity of Cymbopogon citratus essential oil from Cuba and Brazil against housefly*. Braz. J. Vet. Parasitol. Jaboticabal 24(1):36-44. Atvaliable at: www.redalyc.org/articulo.09?id=397841495004

Villarreal-Peña, D., Baena-Clavijo, L.M. y Posada-Suárez, H.E. (2012). *Análisis de lípidos y ácidos grasos en café verde de líneas avanzadas de Coffea arabica cultivadas en Colombia*. Conicafé. 63(1); 19:40. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/2.Analisis.pdf>

Villavicencio, N, M., Pérez, E. B., Gordillo, M. A. (2010). *Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México*. Polibotánica, núm. 30, pp. 193-238. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682010000200012