



# Actividad repelente y tiempo de protección experimental del aceite del endospermo de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) en *Aedes aegypti*

## Experimental repellent activity and weather protection of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) endosperm oil in *Aedes aegypti*

Gisela Otiniano Cerna y Judith Roldán Rodríguez

<sup>1</sup>Tesista, Escuela AP de Microbiología y Parasitología. Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Trujillo. Perú.

<sup>2</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología. UNT.

### RESUMEN

Se determinó la actividad repelente y el tiempo de protección de las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% v/v del aceite del endospermo de *Ricinus communis* en *Aedes aegypti*, bajo condiciones experimentales. Se emplearon especímenes hembras de *Ae. aegypti* cepa Rockefeller (control), una población experimental natural procedente de La Esperanza (Trujillo, Perú) de 3-8 días de edad, en estado de inanición durante tres días y especímenes adultos de conejo, *Oryctolagus cuniculus*. En las orejas, se aplicó 1 mL/22.5cm<sup>2</sup> del aceite a las concentraciones señaladas y se utilizó 50 especímenes por cada concentración, además de los grupos control: positivo (DEET al 20%) y negativo (diluyente: Etanol). La exposición se hizo durante tres minutos a intervalos de 30 min hasta que se produzca la primera picadura. El ensayo se realizó en cuatro repeticiones evaluándose el porcentaje de repelencia y el tiempo de protección. Se encontró que hubo actividad repelente a todas las concentraciones probadas y que el porcentaje de repelencia por la población experimental a la concentración de 100%v/v fue similar al control positivo -DEET ( $p>0.05$ ), con un tiempo de protección  $\geq 180$  minutos. Para la cepa Rockefeller la concentración del 100%v/v tuvo valor similar al DEET no encontrando diferencia significativa ( $P>0.05$ ) con un tiempo de protección de 180minutos. Se concluye que el aceite del endospermo de *R. communis* tuvo actividad repelente en las concentraciones de 25, 50 75 y 100% v/v y mayor actividad repelente para la población natural La Esperanza a concentración del 100%v/v.

**Palabras Claves:** *Aedes aegypti*, aceite, *Ricinus communis*.

### ABSTRACT

The repellent activity and protection time of the concentrations of 25, 50, 75 and 100 % v/v oil endosperm of *Ricinus communis* in *Aedes aegypti*, under experimental conditions were determined. For this, female specimens were used of *Aegypti Rockefeller* strain and a natural population of La Esperanza 3-8 days old and in a state of starvation for 3 days which were exposed to feed *Oryctolagus cuniculus* " rabbit " was applied one in each ear 1mL/22.5cm<sup>2</sup> oil concentrations of 25, 50, 75 and 100 % v/v, 50 specimens were used for each concentration, the control positive group(ethanol) and negative group (20% DEET), the exposure time was for 3 minutes at intervals of 30 minutes until the first bite occurs , the assay was performed in four replicates evaluated the percentage of repellency and protection time. A high percentage of DEET repellency as similar statistical analysis was determined by natural population Esperanza at concentrations of 50, 75 and 100 % v/v concentration latter being found no significant difference between them ( $p > 0.05$ ), with a protection time  $\geq 180$  minutes. For the Rockefeller strain concentration 100% v/v was similar to DEET not found significant difference ( $P>0.05$ ) with a time 180 minutos protection. It is concluded that the oil endosperm *R. communis* have repellent activity at concentrations of 25, 50, 75 and 100% v/v. repellent activity have greater for the natural population Esperanza to concentrations of 100%v/v.

**Keywords:** *Aedes aegypti*, oil, *Ricinus communis*

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha informado que se presentan 50 millones de infecciones por dengue cada año en el mundo y que, al no existir tratamiento, la mejor forma de lograr reducir su incidencia es eliminando sus vectores: *Aedes aegypti*, mediante la aplicación productos químicos, de preferencia en mosquiteros impregnados y como repelentes<sup>1</sup>.

Los repelentes bloquean los receptores del ácido láctico y al ser aplicadas sobre la piel pueden conjugarse con las partes oleosas del manto aéreo debido a la afinidad apolar de su naturaleza química, a la vez el CO<sub>2</sub> y el vapor de agua crean una atmósfera gaseosa necesaria para que estas queden retenidas sobre la piel creando así un efecto desagradable sobre las terminaciones sensitivas de los insectos, así como un bloqueo de la percepción química que utilizan para orientarse, evitando sus picaduras y las enfermedades que ellos ocasionan<sup>1,2,3</sup>.

*Ocimum americanum*, *Vitex negundo* y *Cymbopogon winterianus* son plantas que han demostrado tener propiedades repelentes en *A. aegypti* con un tiempo de protección de 5,5; 3 y 6 horas, respectivamente, así como el extracto etanólico de *Citrus sinensis* que mostró un 100% de repelencia en 150 minutos a concentración de 350ppm contra *Anopheles stephensi*, *A. aegypti* y *Culex quinquefasciatus*<sup>4,5,6,7,8</sup>.

Las semillas de *R. communis*, árbol tropical de hasta 6 m de alto, son elipsoides y jaspeadas, tiene una cubierta dura y quebradiza exterior y otra inferior muy fina de color blanquecino que protege la semilla, cuyo endospermo es blando, compacto y aceitoso que contiene: éster palmítico (1.2%), esteárico (0.7%), araquídico (0.3%), hexadecenoico (0.2%), oleico (3.2%), linoleico (3.4%), linolenico (0.2%), ácido ricinoleico (89.4%) y ácidos dihidroxi esteárico, alcaloides como la ricinina y la toxoalbúmina ricina considerada uno de los venenos más mortíferos naturales cuando se administran por vía intravenosa o inhalada en forma de partículas finas, siendo termosensibles y facilitando su inactivación con calor; al ser calentado a 80 °C durante 10 minutos o a 50°C aproximadamente durante una hora a pH 7.<sup>9,10,11,12,13,14</sup>.

El aceite extraído de las semillas del ricino contiene terpenoides y alcaloides con actividad repelente contra la hormiga negra común, *Acromyrmex lundii*, y las larvas del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, por ello, gracias a sus propiedades repelentes y larvicida, además de su uso en la industria farmacéutica y cosmetológica por su alto porcentaje en ácido ricinoleico y su contenido en vitamina E, han despertado gran interés en la industria<sup>12,14</sup>.

Se ha identificado al germacreno D, *trans*-cariofileno, biciclogermacreno y germacreno B como los componentes químicos mayoritarios de *R. communis* y se ha determinado efectividad: (i) del aceite esencial con una mortalidad >50% para *Ae. Aegypti*, (ii) del extracto acuoso como larvicida (II, III y IV estadio) en *An. arabiensis* y *Cx. Quinquefasciatus*, (iii) del extracto de semillas como insecticida contra *An. stephensi*, *Cx. quinquefasciatus* y *Aedes albopictus* y (iv) del extracto de hojas como repelente probados en telas contra *Anopheles*<sup>15,16,17</sup>.

En los últimos años, los aceites botánicos han sido estudiados con el objetivo de evaluar su actividad repelente aprovechando su baja toxicidad frente a diferentes especies de vectores transmisores de enfermedades, debido a que son fácilmente extraíbles, no producen daños ecológicos, son biodegradables y fácilmente catabolizados en el ambiente, poseen baja o no toxicidad hacia vertebrados y no inducen resistencia<sup>18,19,20,21,22,23,24</sup>. En este contexto, se propuso una investigación que estuvo encaminada a evaluar la actividad repelente de las concentraciones de 25, 50, 75 y 100% v/v de aceite del endospermo de semillas de *R. communis* en *A. aegypti* en condiciones experimentales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material biológico

- 350 Especímenes de *Ae. aegypti* colectados en el Sector Pueblo Libre barrio 2 del Distrito La Esperanza, Provincia Trujillo, Región La Libertad, Perú.
- 350 Especímenes de *Ae. aegypti* Rockefeller, proporcionados por el Instituto Nacional de Salud (INS), Lima-Perú.
- 300g de endospermo de Semillas de *R. communis* recolectados del centro poblado San Roberto, Distrito de Chao, Provincia de Virú, Departamento la Libertad.

### Obtención de adultos de *Ae. aegypti*

Mediante el uso de cucharones y/o goteros de plástico se colectaron larvas de los criaderos naturales del distrito La Esperanza, La Libertad, Perú. Los especímenes colectados fueron llevados al Laboratorio de Artropodología Parasitaria (LABARTP) de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), para su identificación taxonómica<sup>24</sup>; e instalados en el insectario del LABARTP. Las larvas colectadas fueron distribuidas en bandejas (30x24x5cm) identificadas con el nombre de la localidad, conteniendo agua de cloro (agua reposada durante un mínimo de 24 horas); y alimentadas periódicamente con alimento balanceado estéril “purina”. Cuando las larvas pasaron al estadio de pupa, estas se transfirieron a recipientes, de 12x12x5cm con agua de cloro, dentro de jaulas de crianza de 30x30x30cm (las que fueron forradas con tul tupido blanco y que disponían de una manga de 20 cm de diámetro y 30 cm de largo para el manejo interno) hasta que emergieran los adultos, los cuales fueron considerados como progenitores P.

### Obtención de huevos de la primera generación filial (F1)<sup>25</sup>

A partir de los progenitores P, se obtuvieron huevos F1; para ello se les alimentó con una solución glucosada al 10% estéril (como fuente de carbohidratos) que estaban contenidos en frascos de 50 mL de capacidad taponados con algodón; además, a las hembras se les proporcionó como alimento sangre de *Oryctolagus cuniculus* “conejo” para la producción de huevos. Las colonias se mantuvieron a  $26.5 \pm 1.5^\circ$  C,  $60 \pm 10\%$  de humedad relativa y un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, habitual para la especie. En las jaulas se colocaron recipientes de ovoposición de 6x10x5cm que contenían papel de filtro adheridas en las paredes internas como sustrato de ovoposición, al cual se le añadió agua reposada hasta una altura de 2.5 cm; los papeles se mantuvieron de 2 - 4 días dentro del recipiente para que los huevos logren embrionar. Posteriormente los papeles que contenían los huevos fueron secados a temperatura ambiente y luego colocada en bandejas de agua sin cloro para la obtención de adultos que fue utilizado en el bioensayo.

### Obtención de larvas y adultos de *Aedes aegypti* cepa Rockefeller<sup>16</sup>

Los huevos de *Ae. aegypti* cepa Rockefeller proporcionado por el laboratorio de Artropodología fueron instaladas en el insectario dentro de bandejas de porcelana de 30x24x5 cm conteniendo 1200 mL de agua libre de cloro hasta los estadio larvario para luego ser alimentadas con alimento balanceado estéril “purina”, para la obtención del estadio de pupa; las cuales serán transferidas en depósitos pequeños a una jaula de crianza con medidas de 30x30x30 cm hasta que emerjan los adultos, cuáles que serán albergados aproximadamente 100 ejemplares con una proporción de 25 machos para 75 hembras, lo que asegurará una adecuada reproducción y buena producción de huevos, a fin de perpetuar la especie. Los adultos fueron alimentados con una dieta a base de solución azucarada y sangre de *O. cuniculus* y mantenidas a una temperatura de  $27 \pm 2^\circ$  C, para lo cual se utilizará un sistema de calefacción y una humedad de 70-80 %; para la ovoposición se acondicionarán recipientes de plástico de 10x10x5 cm. con agua libre de cloro<sup>33</sup> y alrededor interior papel filtro. El papel conteniendo los huevos será colocado en recipientes acondicionados para su almacenamiento en un lugar seco y fresco, hasta su utilización. Las hembras de *Ae. aegypti* emergidas de las pupas, serán utilizados para la realización de los respectivos bioensayos para determinar la actividad repelente a concentraciones de 25%v/v, 50%v/v, 75%v/v y 100% v/v de aceite de *R. communis*.

### **Obtención del aceite del endospermo de semilla de *Ricinus communis*<sup>13,15</sup>**

Las semillas de *R. communis* fueron recolectadas en las zonas de cultivo del centro poblado San Roberto del distrito de Chao, provincia de Virú, Departamento de La Libertad, se seleccionaron manualmente, eligiéndose las semillas secas y ausentes de magulladura que fueron identificadas en el Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo y posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Ingeniería Química para la extracción del aceite. Antes, las semillas se sumergieron en agua destilada y a ebullición por un período de 30 minutos para desactivar la toxina. Las semillas “desactivadas” se sometieron a un secado al horno una temperatura de 45 °C por un tiempo de 2 horas y luego del proceso de secado de las semillas, se procedió a su descascarillado, el cual se realizó de forma manual con la ayuda de un mortero.

El proceso de extracción del aceite se realizó por medio del método Soxhlet en el cual se utilizó como solvente hexano, en una relación masa/volumen de 1:4 por un tiempo de 2 horas y una temperatura entre 85- 86 °C. Se utilizó 300g de endospermo de *R. communis*. Se utilizó un mortero para triturar los endospermos de *R. communis* luego se pesó 50g de muestra que se colocó dentro de bolsas de 10x8cm hechos de gasa los cuales posteriormente fueron colocados en la cámara al interior del extractor se ensambló las partes del equipo el balón, extractor Soxhlet, el adaptador y el refrigerante. Se procedió a calentar el balón conteniendo 200mL de hexano a una temperatura entre 85-86°C; el proceso es cíclico, por lo que se dejó calentado de 2 horas para extraer todos los lípidos de la muestra, pasado este tiempo se recuperó el solvente a medida que se condense en la cámara de extracción. Se enfrió el balón conteniendo el aceite para luego colocarlo en la estufa durante una hora, con la finalidad que el hexano se evapore completamente y se obtengan el aceite, luego de una hora en la estufa se dejó enfriar a temperatura ambiente y se anotó el peso del balón conteniendo el aceite. Para este proceso se utilizó un balón de 250mL, se obtuvo el peso del balón vacío al inicio y final del proceso y se determinó el porcentaje de aceite. El aceite extraído se colocó en frascos ámbar y se refrigeró aproximadamente a 10°C hasta su ensayo.

El porcentaje de Aceite se halló por medio de la siguiente formula:

$$\% \text{ Aceite} = \frac{W_{bf} - W_{bi}}{W} \times 100$$

Donde:  $W_{bi}$  = Peso del balón vacío (peso inicial);  $W_{bf}$  = Peso del balón más la grasa (peso final);  $W$  = Peso de la muestra

### **Preparación de las concentraciones de repelente (etanol) y bioensayo**

Se realizaron diluciones con etanol (98.6%) a las concentraciones de 25%v/v, 50% v/v, 75% v/v y 100% v/v.

#### **• Unidades experimentales**

Se utilizaron 350 *Ae. aegypti*, cepa Rockefeller, 350 *Ae. aegypti*, población natural La Esperanza, de 3 a 6 días de edad sin alimentación sanguínea. Las cuales fueron colocadas en jaulas de 30x30x30 cm (Anexo 11). Se estableció cuatro grupo experimental 25%, 50%, 75% y 100%; dos grupos controles: Positivo con DEET 20 % (C+) utilizando un repelente sintético marca PREMIER FORTE del Laboratorio FARMAINDUSTRIA S.A. con N° de lote 11205842 y Negativo con diluyente etanol al 98.6%(C-). Se utilizó 30 mL de aceite ensayo. Para cada concentración se utilizaron 50 especímenes hembras de *Ae. aegypti* tanto para cepa Rockefeller como para la población natural de la Esperanza; se utilizó ocho *O. cuniculus* “conejo” y el ensayo se realizó en cuatro repeticiones

#### **• Avidez de ingesta sanguínea**

Se determinó colocando 50 hembras de *A. aegypti* en estado de inanición (3días) dentro de una de las jaulas de crianza que contenía a *O. cuniculus* “conejo” de aproximadamente 600g de peso al cual se le dejó expuesta a la picadura las orejas previamente rasuradas. Esta actividad se realizó entre las 18 horas hasta las 20 hs.

#### **• Actividad repelente**

Se utilizó las orejas de *O. cuniculus*, fueron desinfectadas con una solución de etanol al 70% y se procedió dejar libre de pelos la zona a evaluar, el resto de la cabeza fue cubierto por una tela gruesa y el

cuerpo colocado dentro de un recipiente adecuado al tamaño del conejo. 1mL del diluyente(C-) usado en la preparación de la prueba de repelente se aplicó de manera uniforme con una pipeta  $\approx 22.5 \text{ cm}^2$  del área de cada oreja del conejo (7.5x 3cm), después de secar por 2 minutos se introdujo en la jaula y se adiciono 50 especímenes hembra previamente seleccionados, durante 3 minutos a intervalos de 30 minutos por 3.5 horas); del mismo modo se procedió con el control (+)(Anexo 12) y las concentraciones a evaluar. Luego se contó el número de picaduras en las orejas control durante 3 minutos cada 30 minutos<sup>10</sup>. Este ensayo fue realizado en cuatro repeticiones con mosquitos diferentes para cada concentración experimental.

- **Tiempo de protección**

El tiempo de protección, es el tiempo que transcurre desde la aplicación del producto hasta que ocurra la primera picadura<sup>40,41</sup>. Se estimó el tiempo de protección del aceite por cada concentración y al que presentó actividad repelente satisfactorio (tiempo de protección  $\geq 180\text{min}$ )<sup>25,26</sup>.

#### **Cálculo del porcentaje de repelencia (PP)**

Se realizó el recuento de mosquitos que son repelidos en cada uno de los ensayos. El porcentaje de repelencia, fue calculada de acuerdo con la fórmula<sup>26</sup>:

$$PP = \frac{NC - NT}{NC} \times 100$$

Dónde:

Nc= Número de picaduras en el control en determinado período de tiempo; Nt= Número de picaduras en el tratado en el mismo período.

#### **Análisis de datos**

Los resultados obtenidos de la actividad repelente del aceite de *R. communis* en *Ae. aegypti* fueron sometidos al análisis de varianza ANOVA y una prueba de comparación de medias TUKEY programa SPSS VERSION 20.0 con un grado de significancia de 0,05 a fin de determinar las diferencias entre las concentraciones y el grupo control.

## **RESULTADOS**

El porcentaje de repelencia contra las picaduras de *Ae. aegypti* cepa Rockefeller se obtuvo mayor repelencia para la concentraciones del 100%, con un porcentaje de repelencia de 86% (Fig 1) encontrándose diferencias significativas con las demás concentraciones ( $P < 0.05$ ), sin embargo valores similares al control positivo(DEET al 20%) no encontrándose diferencia significativa entre ellos para un tiempo de protección de hasta 180 minutos (Fig. 2)

En relación al Porcentaje de repelencia contra *Ae aegypti* cepa Rockefeller hay incremento a medida que aumenta la concentración del aceite de *R communis* (Fig.3) y disminuye con el aumento del tiempo de protección (Fig. 4).

Respecto de la variación del porcentaje de repelencia contra las picadura de *Ae. aegypti* población natural La Esperanza, se encontró actividad repelente para las concentraciones de 50, 75 y 100% (Fig. 6) no encontrándose diferencias significativa entre ellas ( $P > 0.05$ ), y con un tiempo de protección mayor  $\geq 180$  minutos (Fig. 5). Adicionalmente la concentración del 100% de aceite de *R. communis* tuvo valores de repelencia similares al control positivo (DEET al 20%) no encontrándose diferencia significativa entre ellos ( $p > 0.05$ ) (Fig. 6).

En relación al Porcentaje de repelencia contra *Ae aegypti* población natural La Esperanza incrementa a medida que aumenta la concentración del aceite de *R. communis* (Fig. 7) y disminuyen con el aumento del tiempo de protección (Fig. 8).

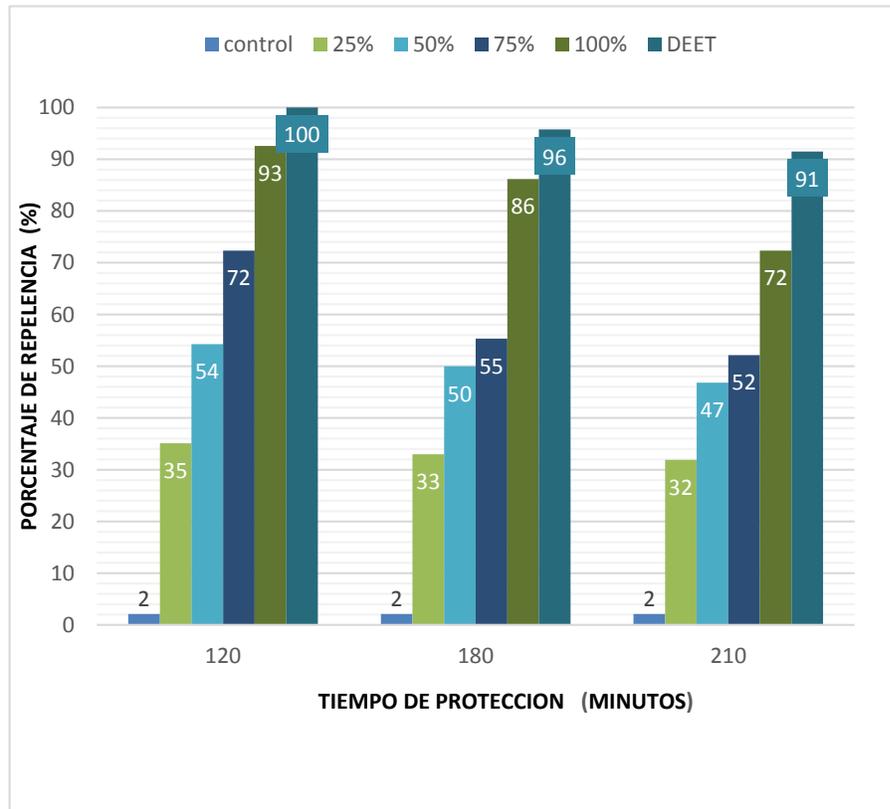


Fig. 1. Porcentaje de Repelencia que brindaron las diferentes concentraciones de aceite de *Ricinus communis* en tres tiempos de Protección contra *Aedes aegypti* cepa Rockefeller (P<0.05)

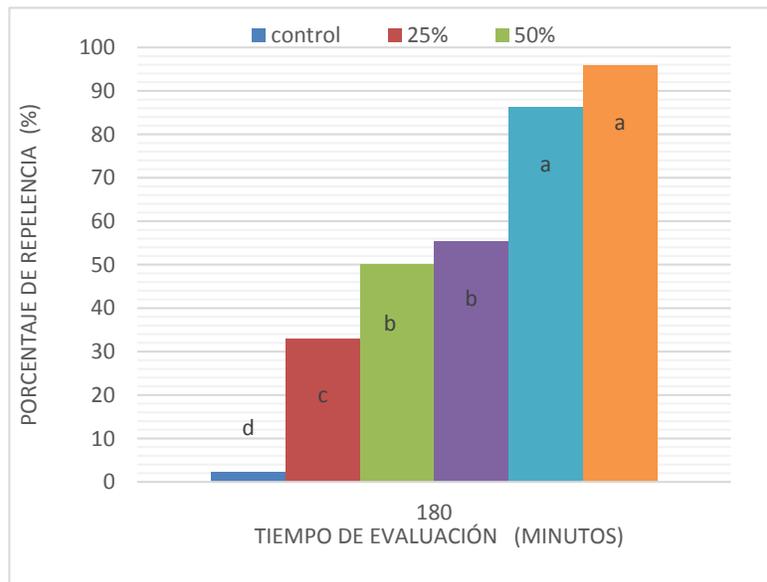


Fig 2. Tiempo de evaluación del porcentaje de repelencia de las concentraciones del aceite de *Ricinus communis* contra *Aedes aegypti* cepa Rockefeller a los 180 minutos (a, b, c, d= representatividad: letras iguales, p<0,05).

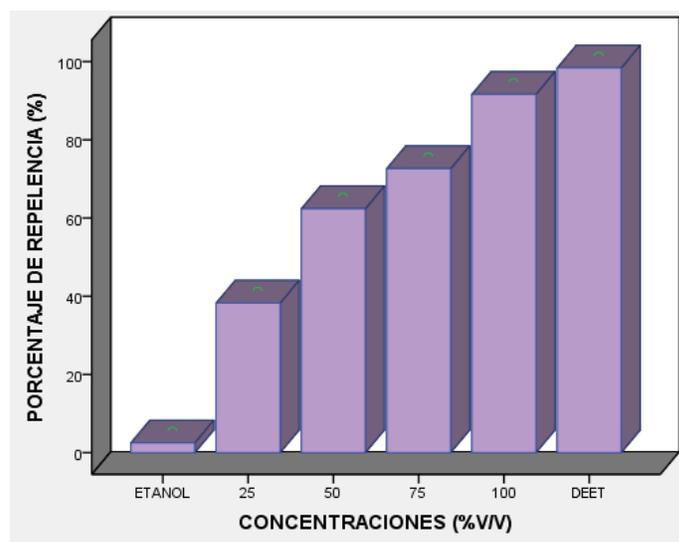


Fig.3. Relación entre el Porcentaje de repelencia contra *Aedes aegypti* cepa Rockefeller y las concentraciones del aceite de *Ricinus communis* ( $p < 0,05$ ).

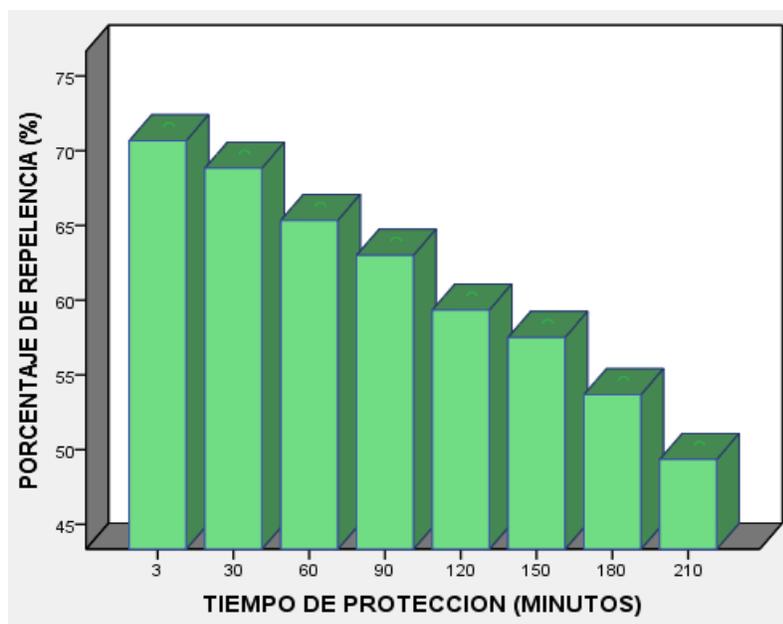


Fig 4. Relación entre el porcentaje de repelencia contra *Aedes aegypti* cepa Rockefeller y el tiempo de protección utilizado para la evaluación de las concentraciones del aceite de *Ricinus communis* ( $p < 0,05$ ).

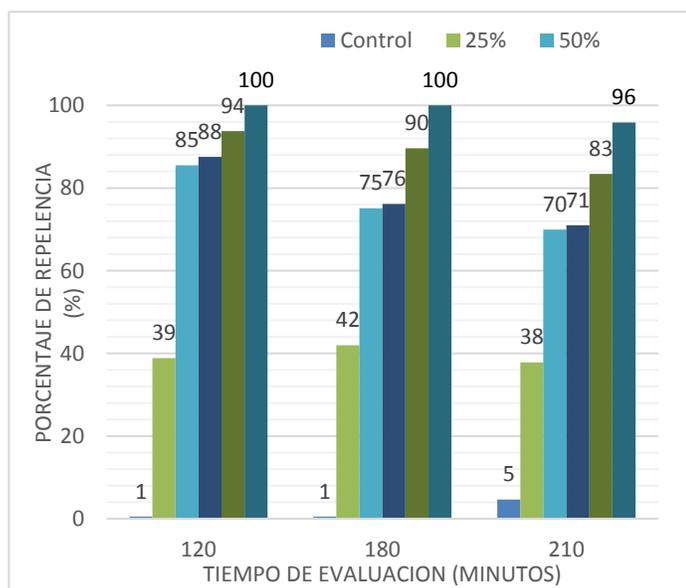


Fig. 5. Porcentaje de Repelencia que brindaron las diferentes concentraciones de aceite de *Ricinus communis* en tres tiempos de protección contra la *Aedes aegypti* población natural La Esperanza (p<0,05).

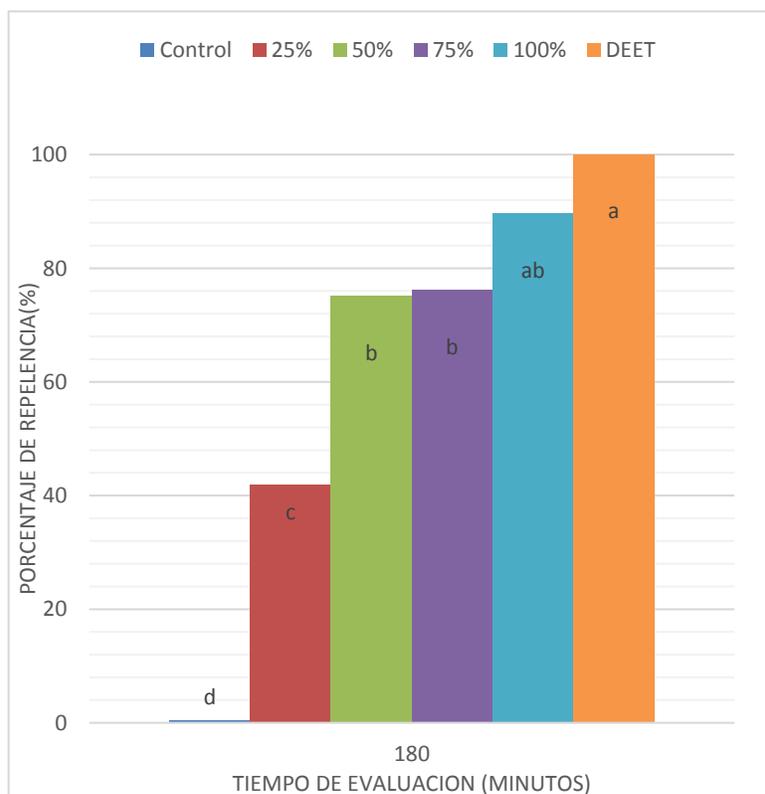


Fig. 6. Tiempo de evaluación del porcentaje de repelencia de las concentraciones del aceite de *Ricinus communis* contra *Aedes aegypti* población natural La Esperanza a los 180 minutos (a, b, c, d= representatividad: letras iguales, p<0,05).

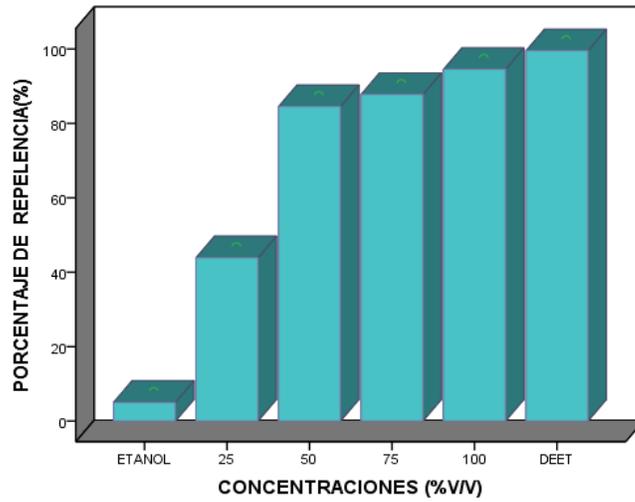


Fig.7. Relación entre el Porcentaje de repelencia contra *Aedes aegypti* población natural La Esperanza y las concentraciones del aceite de *Ricinus communis* ( $p < 0,05$ ).

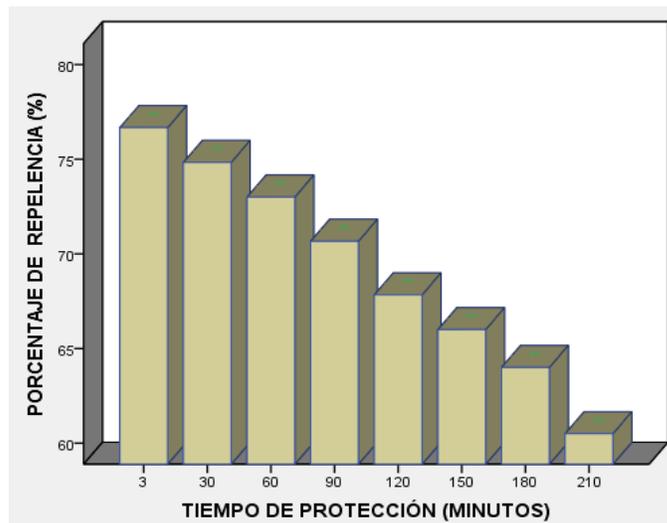


Fig 8. Relación entre el porcentaje de repelencia contra *Aedes aegypti* población natural La Esperanza y el tiempo de protección utilizado para la evaluación de las concentraciones del aceite de *Ricinus communis* ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

La mayor actividad repelente del aceite del endospermo de *R. communis* obtenido en este trabajo contra las picaduras de *Ae. aegypti* se obtuvo para población natural La Esperanza con un tiempo de protección mayor e igual a los 180 minutos para la concentración del 50, 75 y 100% (Fig 5), adicional a esto la concentración del 100% obtuvo valores similares al repelente sintético DEET ( $p > 0.05$ ), no encontrándose diferencia estadística significativa entre ellos. Estos resultados son similares a los reportados por Sai et al<sup>26</sup>, mostraron que *R. communis* tiene actividad repelente para un tiempo de protección de 4 horas contra mosquitos. Según lo propuesto por Nieves et al<sup>25</sup>, para seleccionar una concentración que sea considerada como repelente, es necesario un tiempo de protección mayor o igual a los 180 minutos. Sin embargo, existe una leve tendencia a la disminución de la actividad repelente con el aumento del tiempo de exposición, este hecho puede ser atribuido a la alta volatilidad de los metabolitos presentes en los aceites.

Los resultados obtenidos en diversos estudios de la actividad insecticida de diferentes partes de la planta de *R. communis* están respaldados por diversas publicaciones<sup>15,27</sup>, como el obtenido a partir de hojas y evaluó su actividad insecticida en *Plodia interpunctella* a tres concentraciones de las cuales la concentración del 15% logro la mortalidad de todas las larvas y actuó en un tiempo adecuado cuando la población de la plaga fue moderada. Ramos et al<sup>47</sup> determinó la actividad insecticida e insectistática contra *Spodoptera frugiperda*, con mejor tratamiento para el extractos acuosos de semilla seguido por el de hoja a nivel de la concentración de viabilidad larval cincuenta (CVL50) con  $7.40 \times 10^3$  mg/mL<sup>-1</sup> y  $2.55 \times 10^3$  mg/mL<sup>-1</sup> respectivamente.

Según Upsani et al.<sup>27</sup> el efecto insecticida del extracto de *R. communis* no se atribuye únicamente a un compuesto activo si no a una mezcla de compuestos y a la proporción en que estos se encuentran en el extracto, o también está directamente relacionado con el origen del material vegetal o variedad utilizada así como las condiciones climáticas y edáficas bajo las cuales se desarrollan las plantas.

Estudios realizados para determinar la actividad repelente de *R. communis* han sido reportados contra *Apion* sp “picudo del ejote”, *Conotrachelus* sp “picudo de la guayaba”, utilizando macerado acuoso de toda la planta al 10% y un producto comercial VIORAM (aceite de higerilla); asimismo, se obtuvo repelencia contra *Acromyrmex lundii* “hormiga negra común” a partir de extractos acetónicos y acuosos<sup>13,14,15</sup>. Sus propiedades repelente contra insectos también han sido reportados cuando se evaluaron la repelencia de extractos hidroetanolicos de las hojas y semillas de *R. communis* contra *Scyphophorus acupunctatus* obteniendo mayor repelencia en las hojas<sup>26,27</sup>.

Se han identificado moléculas repelentes en la planta de *R. communis* como flavonoides: quercetina, quercitrina y rutina en extracto hidroetanólico de las hojas; a su vez la quercetina aislado de extractos acuosos de hojas tiene efecto insecticida, ovicida y disuasor de la ovoposición frente a *Callosobruchus chinensis* L. “gorgojo chino del frijol” reportado por Upasani et al.<sup>28,29,30</sup>.

Según los resultados se obtuvo actividad repelente del aceite extraído del endospermo de *R. communis*, lo cual indica que presenta sustancias químicas que producen cierto rechazo frente a los mosquito de *Ae. aegypti*, esto se debería a la presencia de moléculas como el ácido linoleico, oleico contenidos en el aceite<sup>13,15,16</sup> y se han indicado en la muerte y repelencia de cucarachas; asimismo las lectinas que se han detectado principalmente en los cotiledones y endospermo de *R. communis* constituyendo entre el 2 y 10% del total de sus proteínas según Bencomo y Álvarez et al.<sup>28</sup>; todos estos moléculas son capaces de irritar el sentido del olfato y perder la orientación hacia su huésped, lo cual indica que esto estaría sucediendo con los mosquitos de *Ae. aegypti* sin embargo son necesarios futuros estudios para identificar su papel y los diversos mecanismos fisiológicos con el insecto involucrados en la atracción hacia el hospedador<sup>12,13</sup>.

Las lectinas son un grupo heterogéneo de proteínas agrupadas por su habilidad de reconocer y unirse a carbohidratos con una alta especificidad; se ha reportada su acción insecticida frente a la mosca domestica; así como capaz de evitar el desarrollo de plagas en diferentes plantaciones<sup>28,29,30</sup>.

La repelencia producida por el DEET es debido al bloqueo de receptores del ácido láctico lo que produce la interferencia del vuelo de los mosquitos lo que resulta en la pérdida del hospedero. El ácido láctico está presente en el olor y sudor de animales de sangre caliente, que es atractivo para las hembra de *Ae. aegypti*; en estudio de comportamiento del ácido láctico este es esencial para las picaduras de este mosquito, pero por si solo es ligeramente atractivo para este, lo que indica un sinergismo con otros componentes del olor humano<sup>30</sup>.

El mecanismo de acción de los repelentes botánicos no se conoce con exactitud, pero podría estar actuando por una acción mixta de un efecto desagradable sobre las terminaciones sensitivas de los insectos y por un bloqueo de la percepción química que utilizan para orientarse, Dickens et al.<sup>2</sup> mostraron que *Citronela* interactúa con dos vías moleculares distintas para mediar la repelencia: el co-receptor olfativo y el canal TRPA1 en *Anopheles gambiae* y *Drosophila melanogaster*. El mecanismo de acción del Icaridin derivado de la pimienta se basa en interferencia en los receptores específicos de los insectos<sup>57</sup>.

La actividad repelente sobre *Ae. aegypti* cepa Rockefeller mostró una protección de repelencia del 86% a los 180 minutos, porcentaje menor al proporcionado por la población natural La Esperanza, esto podría deberse a que la cepa Rockefeller ha sido conservada en ambiente donde puede haber estado en contacto con sustancias químicas lo cual podría haber influido en algún tipo de resistencia o cambio genético que interfiera en la actividad repelente del aceite de *R. communis*. Múltiples son los factores que influyen en la actividad repelente, entre ellos la especie de insecto, resistencia, densidad y los mecanismos bioquímicos involucrados en la atracción hacia el hospedador; además, de los factores propios del aceite y del ambiente<sup>25,26</sup>.

El mayor porcentajes de repelencia por la cepa Rockefeller fue obtenido por la concentración del 100% porcentaje similares proporcionado por repelente sintético DEET, no mostrando diferencia significativa entre ellos ( $p > 0.05$ ), sin embargo mostraron diferencias significativas con las demás concentraciones.

Para el proceso de extracción del aceite del endospermo de *R. communis* se utilizó el Método Soxhlet el disolvente adecuado para este proceso fue el hexano, consideración hecha no solamente por la calidad del producto obtenido, sino también por sus características físicas que presenta el producto al final de la extracción. La temperatura optima utilizada fue entre 85-86°C, con un goteo constante de 70 – 80 gotas por minuto, cabe señalar que a temperaturas menores de 85°C, es insuficiente para realizar la condensación del disolvente y a temperatura de 86°C, el proceso se agiliza, sin embargo la calidad del producto se ve afectada debido a la oxidación que sufre por la elevada temperatura, corriendo además riesgo debido a las propiedades del solvente<sup>44</sup>. Para las semillas de *R. communis* se obtuvo un 42% de aceites.

Se utilizó etanol como diluyente en la preparación de las diluciones para obtener las diferentes concentraciones ensayo, por su afinidad polar que presenta con las moléculas activas sobre insectos además de los practico para prepararse y ser aplicado, practica aprobada por las Normas Internacionales para el Manejo Ecológico y Orgánico de plagas en la Producción Vegetal y Procesamiento de Subproductos Agrícolas<sup>29,30,31</sup>.

Según Parra et al<sup>4</sup> los repelentes además de ser usados en su estado natural han sido muy comúnmente incorporados en lociones, cremas, pastas u otras preparaciones, ya sea para facilitar su aplicación o para garantizar un efecto más duradero. Característica que permitiría enfocar el uso del aceite de *R. communis* por sus propiedades cosméticas al contener en su composición el ácido ricinoleico, importante materia prima industrial para numerosos productos por sus propiedades cicatrizante, antiprurítico, antiinflamatoria, hidratantes, antioxidantes, antibacteriano y antifúngico.

Poco son los estudios del aceite de *R. communis* como repelente frente a las picaduras de *Ae aegypti*, y dada la importancia principal de enfermedades tropicales como dengue es fundamental el uso de repelentes de origen botánico por sus características de ser seguros para el uso humano y el medio ambiente así mismo de las propiedades que posee para ser usado en la industria cosmética. Para finalizar, es importante destacar el papel del *R. communis* como modelo para estudios de actividad repelente.

## CONCLUSIONES

- El aceite del endospermo de *Ricinus communis* tiene actividad repelente en las concentraciones de 25, 50, 75 y 100%v/v.
- La mayor actividad repelente se tuvo para la población natural La Esperanza para la concentración del 100%v/v con un tiempo de protección de 180 minutos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Patel K, Gupta A, Oswal J. A review on: Mosquito repellent methods. IJPCBS. 2012; 2(3): 310-317.
2. Dickens C, Bohbot D. Mini review: Mode of action of mosquito repellents. Pestic Biochem Physiol. 2013.
3. Morales J, Castillo J, Luna I. Aceite esencial del fruto del noni *Morinda citrifolia*: Rubiaceae, como larvicida del mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Tecnociencia. 2010; 12(1): 53-60.
4. Parra G, García C, Cotes J. Actividad insecticida de extractos vegetales sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) vector del dengue en Colombia. CES Med. 2007;21(1):47-54.
5. Ayala-Sulca Y, Ibarra-Juarez L, Grieco P, Achee N, Mercado-Hernandez R, Fernandez-Salas I. Respuesta conductual de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) frente a adulticidas piretroides de uso frecuente en salud pública. Peru Med Exp. 2008;25(1):26-34.
6. Leyva M, Castex M, Montada D, Quintana F, Lezcano D, Marquetti M et al. Actividad repelente de formulaciones del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake (Myrtales: Myrtaceae) en mosquitos. Anales de Biología. 2012;34:47-56.
7. Okumu O, Emmanuel T, Mbeyela E, Gerry K, Moore J. Limitation of using synthetic human odours to test mosquito repellents. Malar J. 2009; 8:150.
8. Miot A, Btistella R, Batista K, Volpato E, Augusto T, Madeira G et al. Comparative study of the topical effectiveness of the Andiroba oil *Carapa guianensis* and DEET 50% as repellent for *Aedes* sp. Inst Med Trop S Paulo. 2004;46(5):253-256.
9. Kazembe C, Chaibva M. Mosquito Repellency of Whole Extracts and Volatile oils of *Ocimum americanum*, *Jatropha curcas* and *Citrus limón*. Bull Environ Pharmacol. 2012; 1(8): 65-71.
10. Jitendra J, Ashish G. *Ricinus communis* L. A Phytopharmacological review. Inst J Pharm Sci. 2012;4(4):25-29.
11. Goytia-Jimenez A, Gallegos-Goytia H, Nuñez-Colin A. Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuierilla *Ricinus communis* L. de Chiapas. Chapingo serie ciencias y del ambiente. 2011;17(1):41-48.
12. Manpreet R, Hitesh D, Bharat P, Shivani S. *Ricinus communis* L. A Review. Int J PharmTech. 2012; 4(4): 1707-1711.
13. Caffarini P, Carrizo P, Pelicano A, Roggero P, Pacheco J. Efecto de extractos acetónicos y acuosos de *Ricinus communis* ricino, *Melia azedarach* paraíso y *Trichillia glauca* trichillia, sobre la hormiga negra común *Acromyrmex lundii*. IDESIA. 2008;26(1):59-64.
14. Collavino M, Pelicano A, Giménez R. Actividad insecticida de *Ricinus communis* L. sobre *Plodia interpunctella* Hbn Lepidoptera: Phycitinae. FCA UNCuyo. 2006;38(1):3-18.
15. Satti A, Eltayeb E, Mahmoud K. Preliminary studies on phytochemical Constituents and mosquito larvicidal activities of *Ricinus communis* L. IJBPAS. 2013; 2(3): 538-551.
16. Abdalla E, Khitma E, Faysal A. Larvicidal, adult emergence inhibition and oviposition deterrent effects of foliage extract from *Ricinus communis* L. against *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus* in Sudan. Tropical Biomedicine.2009; 26(2):130-139.
17. Shyamapada M. Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. Asian Pac J of Trop Med. 2010;3(8):605-609.
18. Misra G, Pavlostathis S. Biodegradation kinetics of monoterpenes in liquid and in soil-slurry system. Microbiol Biotechnol. 1997; 47: 572-577.
19. Ramírez N, Mora D, Ávila L, Rojas B, Usubillaga A, Sesgnini S, Carmona J. Composición química y actividad larvicida del aceite esencial de *Annona cherimola* Mill. de los Andes venezolanos contra el mosquito *Aedes aegypti* L. Fac Farm. 2011;53(2):2-6.

20. Bobadilla M, Zavala F, Sisniegas M, Zavaleta G, Mostacero J, Taramona L. Evaluación larvica de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus «guanábana» sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae). Rev Perú Biol. 2005; 12(1): 145-152.
21. Yang Y, Lee H, Lee K, Ahn J. Repellency of aromatic medicinal plant extracts and a steam distillate to *Aedes aegypti*. J Am Mosq Control Assoc. 2004; 20 (2): 146-149.
22. Lucía A, Gonzalez P, Seccacini E, Licastro S, Zerba E, Masuh H. Larvicidal Effect of *Eucalyptus grandis* essential oil and turpentine and their major components on *Aedes aegypti*. J Am Mosq Control Assoc. 2007; 23(3): 299-303.
23. Salam E, Vahid D, Faried M, Abdel H, Abdel M. Effects of sub-lethal concentrations of synthetic insecticides and *Callitris glaucophylla* extracts on the development of *Aedes aegypti*. J Vector Ecol. 2005; 30(2).
24. Lee S. Mosquito larvicidal activity of aromatic medicinal plant oils against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. J Am Mosq Control Assoc. 2006; 22(2): 292-295.
25. Nieves E, Fernández J, Lias J, Rondón M, Briceño B. Actividad repelente de aceites esenciales contra las picaduras de *Lutzomyia migonei* (Diptera: Psychodidae). Int J Biol Trop. 2010; 58 (4): 1549-1560.
26. Sai B, Saravanan T, Ragavi M, Kviya G, Anushree A, Arul D et al. Screening of Local Plants for Their Repellent Activity against Mosquitoes (Diptera: Culicidae). J Mosquito Res. 2013; 3(14): 97-104.
27. Upasani M, Kotkar M, Mendki S y Maheshwari L. Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L. foliage flavonoids Pest Man Sci. 2003;59: 1349-1354.
28. Álvarez D, De la Fuente L, Villarrubia O, Mendéz De San Pedro C, Ortiz E. Actividad biológica de *Ricinus communis* sobre mosca doméstica *Musca domestica*. Med Trop. 1996; 48(3):1561-3054.
29. Rajkumar S, Jebanesan A. Repellency of volatile oils from *Moschosma polystachyum* and *Solunum xanthocarpum* against filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say. Trop Biomed. 2005; 22: 139-142.
30. Geier M, Sass H, Boeckh J. A search for components in human body odour that attract females of *Aedes aegypti* In: Olfaction in Mosquito-Host Interactions. Ciba Foundation Symposium.1996:132–148.
31. Ferreira M y Moore S. Plant-based insect Repellents: a Review of their efficacy, development and testing. Malar J. 2011; 10(1): 11.