



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA**  
**VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MEDICINA**  
**VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TESIS**

**“EFECTO REPELENTE DEL EXTRACTO OLEOSO DEL NEEM**  
**(*Azadirachta indica* A. Juss.) CONTRA ZANCUDOS EN LECHONES**  
**(*Sus scrofa domestica* L.) EN TUMBES”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MEDICO VETERINARIO**  
**Y ZOOTECNISTA**

**PRESENTADO POR:**

**Br. ANDREA GABRIELA LLANOS GONZALES**  
**EJECUTORA**

**TUMBES-PERÚ**  
**2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TESIS**

**“EFECTO REPELENTE DEL EXTRACTO OLEOSO DEL NEEM  
(*Azadirachta indica* A. Juss.) CONTRA ZANCUDOS EN  
LECHONES (*Sus scrofa domestica* L.) EN TUMBES”**

**PRESENTADO POR:**

---

**Br. ANDREA GABRIELA LLANOS GONZALES  
EJECUTOR**

---

**Dr. HECTOR A. SÁNCHEZ SUAREZ  
ASESOR**

---

**M.Sc. PEDRO G. CALLE ULFE  
CO-ASESOR**

---

**Ing. GLORIA M. OCHOA MOGOLLON  
CO-ASESOR**

**TUMBES-PERÚ  
2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**

**TESIS**

**“EFECTO REPELENTE DEL EXTRACTO OLEOSO DEL NEEM**  
**(*Azadirachta indica* A. Juss.) CONTRA ZANCUDOS EN**  
**LECHONES (*Sus scrofa domestica* L.) EN TUMBES”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MEDICO VETERINARIO**  
**Y ZOOTECNISTA**

**JURADO:**

---

**Dr. PEDRO SAUL CASTILLO CARRILLO**  
**P R E S I D E N T E**

---

**Dr. MIGUEL ANGEL GARRIDO RONDOY**  
**S E C R E T A R I O**

---

**Mg. VICTOR GUZMAN TRIPUL**  
**V O C A L**

**TUMBES-PERÚ**  
**2018**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto a Dios porque está en cada paso de mi vida, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, Socorro y Frank quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento y a la memoria de mi mascota que ha sido de influencia para mi inspiración y velar por la salud y bienestar animal; Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.*

**Andrea Gabriela Llanos Gonzales**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar agradezco a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi padre Frank, mi madre Socorro, mi segunda madre mi abuela Albina, mi tía Beverly y a mis primos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado en el desarrollo de mi tesis.*

*A mi asesor Dr. Ing. Zoo. Héctor Sánchez Suárez y mis jurados por brindarme su apoyo, su tiempo, sus aportes académicos para el desarrollo de ésta tesis y permitirme desarrollarme profesionalmente.*

*A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.*

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Yo Andrea Gabriela Llanos Gonzales, declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración y/o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de mis asesores de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

---

**Br. Andrea Gabriela Llanos Gonzales**

# **ACTA DE REVISION Y SUSTENTACION DE TESIS**

ÍNDICE	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPITULO I	11
INTRODUCCION	11
CAPITULO II	13
MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES	13
MARCO TEORICO	13
ANTECEDENTES	25
CAPITULO III	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
SELECCIÓN DEL LUGAR	29
MATERIALES	29
METODOLOGÍA	30
CAPITULO IV	44
RESULTADOS Y DISCUSION	44
Determinación del rendimiento del aceite de neem	44
Efecto repelente del neem	45
CAPITULO V	58
CONCLUSIONES	58
CAPITULO VI	59
RECOMENDACIONES	59
CAPITULO VII	60
REFERENCIASBIBLIOGRAFICAS	60
CAPITULO VIII	68
ANEXOS	68



## RESUMEN

Tumbes es una zona que por sus condiciones agroecológicas es propicia para la proliferación de zancudos, los cuales inciden negativamente en la salud y proceso productivo de los cerdos. Por ello se gasta en repelentes químicos costosos y perjudiciales para animales, por lo que resulta ser una buena alternativa la utilización de productos botánicos que proporcionen este efecto, como es el caso del neem (*Azadirachta indica*), planta con característica repelente que puede ser utilizada para cerdos. El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar el efecto repelente en el cerdo contra zancudos, del aceite del neem (*Azadirachta indica* A.Juss.) obtenido mediante el método soxhlet, utilizando tres concentraciones de extracto de neem al 1, 2 y 3%, aplicado en lechones por trece días, para determinar el porcentaje de repelencia, porcentaje de protección, índice de repelencia, porcentaje de pérdida de repelencia y porcentaje de picaduras; determinando una alta significancia de los tratamientos entre sí, con adecuado índice de repelencia (0,10 a 0,47), pérdida de repelencia entre (21,41 y 54,34 ), demostrando que el neem tiene efecto repelente contra las picaduras de zancudos y está en función a la dosis empleada.

Palabra clave: Biorepelente, aceite de neem, protección contra zancudos.

## ABSTRACT

Tumbes is an area that due to its agroecological conditions is conducive to the proliferation of mosquitoes, which negatively affect the health and productive process of pigs. Therefore it is spent on expensive and harmful chemical repellents for animals, so it is a good alternative to use botanical products that provide this effect, as is the case of neem (*Azadirachta indica*), a plant with a repellent characteristic that can be used for pigs. The main objective of the present work was to evaluate the repellent effect in the pig against mosquitoes, of the neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss.) Obtained by the soxhlet method, using three concentrations of neem extract at 1, 2 and 3%, applied in piglets for thirteen days, to determine the percentage of repellency, percentage of protection, repellence index, percentage of loss of repellence and percentage of pitting; determining a high significance of the treatments with each other, with an adequate repellence index (0.10 to 0.47), loss of repellency between (21.41 and 54.34), demonstrating that the neem has a repellent effect against stings mosquitoes and is a function of the dose used.

Keyword: Biorepelent, neem oil, protection against mosquitoes.

## **CAPITULO I INTRODUCCION**

En Tumbes existe un atractivo y potencial mercado para la producción de cerdos, esta importante actividad mueve la economía de la población rural de la región, presenta múltiples deficiencias tecnológicas, en cuanto a instalaciones, pero debido a que estas no permiten proteger a los cerdos del ataque de insectos hematófagos que pueden actuar como vectores mecánicos de enfermedades virales, bacterianas, protozoos y así mismo ocasionar problemas dérmicos, generando efectos negativos en la producción de lechones y en la fase de engorde. En nuestra región existe una alta incidencia poblacional de zancudos sobre todo en época de lluvias, con el riesgo de causar daños a las personas por ser vectores de enfermedades como la malaria, así como a los animales de cría.

La alta cantidad de zancudos predispone a los lechones a tener problemas dérmicos generados por la picadura del zancudo por el escozor produce, las cuales a la vez ocasionan miasis e infecciones secundarias oportunistas en las zonas de lesión reportándose en algunos casos la muerte de 150 cerdos a causa de la picadura de zancudos (La República, 2017). Por otro lado, pueden producir anemia en lechones y diversas alteraciones por el estrés que influye en la reducción en la producción porcina.

Existe en el mercado veterinario diferentes tipos de repelentes dirigidos para bovinos, ovinos, caninos y otras especies de cría pero escaso conocimiento de repelente en lechones. Por otro lado no se cuenta con insumos y menos las dosis que permitan determinar el efecto repelente específico para uso tópico focalizado en cerdos, en este contexto se busca reconocer la acción repelente de un producto natural como el neem aplicado en cerdos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES**

#### **2.1 MARCO TEORICO**

##### **2.1.1 Definición de repelente**

Según el portal Definición ABC, se conoce como repelente a aquellos productos cuyo objetivo principal es el de repeler o evitar el acercamiento de insectos tales como mosquitos, moscas, abejas, arañas, polillas y otros se acerquen a la piel para picarla (Lorrén et al., 2016., Stoney, 1996).

La repelencia es la acción de evitar que un insecto en pleno vuelo se pose sobre una persona, animal o planta y este no pueda picar, masticar o chupar. Algunas sustancias naturales o sintéticas poseen esta acción y son llamadas repelentes, aunque estas no matan al insecto son una buena alternativa para evitar que estos causen algún tipo de daño (Roldán et al., 2012).

##### **2.1.2 Pruebas de repelencia:**

Prueba de repelencia se define como la capacidad del material de ensayo para mantener alejados a los mosquitos de aterrizaje con el fin de tomar una comida de sangre exitosa (Egunyomi et al., 2010).

### **2.1.3 Mecanismo de acción de los repelentes en mosquitos**

Cada producto repelente que se utiliza contra los mosquitos tiene diferente grado de eficiencia. El ácido láctico y dióxido de carbono que está presente en el sudor de animales de sangre caliente son sustancias atractivas para los mosquitos. El nivel de CO<sub>2</sub> es detectado por el bulbo olfativo mientras que el olor es relacionado con el huésped que es detectado por el receptor olfativo de las antenas. La conciencia de la fragancia es a través de antenas que contiene los quimiorreceptores (Naseem, Malik Y Munir, 2016).

Durante la prueba con repelente se observa que los mosquitos estaban aterrizando pero no picaban y ese es un comportamiento que se produce normalmente cuando la eficacia de un repelente comienza a decaer (Egunyomi et al., 2010).

Los repelentes perturban la capacidad de los receptores en las antenas de los mosquitos para responder a la sede de estímulos (Davis, 1985).

#### **2.1.4 Principio activo del neem**

Es el Azadiractin, el cual es estructuralmente similar a la hormona de los insectos llamada Ecdisona (hormona de la muda), la cual controla el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a pupa y a adulto o las mudas de crecimiento (Romero, 2003; CATIE, 1986; Navarro et al., 2009).

#### **2.1.5 Usos y propiedades que posee elneem**

Esta planta tiene propiedades insecticidas, controla plagas de campo y almacén; además tiene uso medicinal, forestal y farmacológico. (Navarro et al., 2009; Novo et al. 1997; Celis y Pachón, 2009; Pivaque y Miguel 2018)

Varias partes del árbol de neem han sido utilizadas desde hace siglos en comidas como condimentos, en agricultura como insecticida natural y en la India afirman que posee propiedades farmacológicas como: anticancerígeno, antitrombótico, hipocolesterolemiante, hepatoprotector, antiinflamatorio, analgésico, antimicrobiano, antioxidante, antiespasmódico, antiarrítmico, antihipertensivo, antimalárico, antiamebiano, antitusivo y también se utiliza para forraje, reforestación, leña y muebles , aprobados por la Agencia Estadounidense el protección del Medio Ambiente (Alvarado et al., 2017;Hurtado et al., 2016).

La azadiractina, salannina, melantriol, y nimbina, son los más conocidos y por ahora al menos, parecen ser los más significativos. Estos actúan simultáneamente en tres direcciones contra los insectos dañinos: es repelente, es fagodeterrente y ataca el sistema hormonal del insecto (Saxena, 1994).

#### **2.1.6 Rendimiento Oleoso delneem**

El rendimiento del neem, depende mucho de la calidad del suelo, la cantidad de lluvia y manejo que se le ha dado a la plantación.

- **Semillas**

La semilla se adapta a un modelo elipsoidal con una relación largo-ancho de 2,06. La masa de la semilla es 0,21 g (s = 0,05) y el 62% de lamasa corresponde a la semilla. La extracción con hexano, es el que presentó mayor porcentaje de aceite es 35 a 44%( Antón et al., 2016).

#### **2.1.7 Propiedades físicas y químicas del aceite de neem**

Las propiedades físicas del aceite prensado al frío tienen una densidad 20°C/agua 20°C ( $\pm 0,0001$ ) 0,9332 Índice de refracción ( $\pm 0,0001$ ) 1,4559.El Punto de ebullición ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) 159 – 161, la viscosidad ( $\pm 0,1$  cp.) 51,3 La densidad del aceite de neem, es menor a la densidad del agua, lo cual es



característico en los aceites vegetales, el índice de refracción, el punto de ebullición y la viscosidad (Esparza et al., 2010).

Propiedades químicas del aceite prensado al frío, propiedad de acidez (mg KOH/g muestra) 8,86 índice de saponificación (mg KOH /g muestra) 169,33 Índice de peróxidos (meq O<sub>2</sub>/Kg muestra) 3,74 impurezas insolubles (%) 0,69. (Castro y Diaz-Madrigal, 1998).

El aceite de neem también contiene esteroides (campesterol, beta-sitosterol, estigmasterol) y un amplio abanico de triterpenoides entre los que se encuentra la *azadiractina* que es el más conocido y estudiado (Vega, 2010).

La *Azadirachtina* contenida en el aceite de neem varía de 300 a 2500 ppm dependiendo de la tecnología usada en la extracción y la calidad de las semillas, La mezcla en hexano que obtuvieron en el aparato Soxhlet durante 8 h, estos compuestos se investigaron como repelentes contra *A. stephensi* utilizando conejillos de indias (*Cavia porcellus*) y de acuerdo con procedimientos estándar. Se determinó cada 10 minutos durante un período de 1 h. (shooshtari et al., 2013; Giraldo, 2002).

### 2.1.8 Zancudos en la región

- ***aegypti***, El *A. aegypti* es una especie antropofílica, es decir, para alimentarse prefiere al hombre o animales de sangre caliente entre otras especies. Tiene hábitos domiciliarios y peri domiciliarios. En esencia un mosquito urbano.

Lo más característico de su aspecto es la presencia de bandas blancas en sus patas y un dibujo en forma de lira en la cara dorsal del tórax (Alvarado et al., 2016).

- **Mosquito *Anopheles***, Un mosquito que se encuentra en los 5 continentes, por lo que también se adapta a todo tipo de climas, aunque prefiere las zonas más templadas, tropicales y subtropicales. Existen más de 400 especies de los mosquitos *Anopheles*.

Las hembras del mosquito *Anopheles* pueden vivir hasta un mes. Son diferenciados al observar su postura de reposo. Su abdomen tiene una forma más empinada (Astaiza et al., 1998).

**Mosquito común**, Es el mosquito que encontramos en las zonas urbanas. Básicamente el que más fastidia por sus

picotazos y zumbidos, sobre todo en noches de verano y quien chupa nuestra sangre es el mosquito hembra y es su saliva la que evita que se coagule la sangre y provoca hinchazón (Grandess, 1982).

#### **2.1.9 El Sentido del olfato de los Insectos voladores**

A pesar de que no poseen una nariz para captar los olores, los insectos voladores utilizan las antenas localizadas en la cabeza para percibir y comunicarse, las antenas poseen células en forma de filamento o de placa con las que sienten el tacto, el sonido, la temperatura, la humedad, el olfato y el gusto.

Los mosquitos antropofílicos localizan a sus víctimas mediante el calor corporal y el dióxido de carbono emanado por ellos. Cuando se acerca a un hospedador, los repelentes obstruyen el sensor (los sentidos) del insecto y confunde al insecto, éste no pueda aterrizar y picar exitosamente. Los repelentes vuelven inapetentes a los mosquitos al alterar sus receptores olfativos (Olaya y Méndez, 2003).

Cuando se aplica el repelente, los solventes en la fórmula se evaporan y dejan el ingrediente activo sobre la piel. El repelente es efectivo mientras la sustancia activa se evapora lentamente y forme una barrera de olor sobre la piel (Castro y Diaz-Madrigal 1998).

Su olor interfiere con el mecanismo que atrae a los mosquitos y demás insectos voladores a la piel humana, aunque todavía existen estudios para esclarecer si los repelentes encubren los atractivos o si molestan el sentido del olfato del insecto(Jiménez, 2005).

#### **2.1.10 Comportamiento del zancudo**

La presencia de mosquitos está ligada a su ciclo de vida, la hembra adulta vuelve al agua para poner cada lote de huevos según hábitos de reproducción la mayoría de los mosquitos se moverán a sólo unos metros de distancia de su lugar de cría original (Morán, 2018).

#### **2.1.11 Lechón**

La primera definición de un lechón es la de la cría recién nacida de un cerdo que aún se amamanta de su madre para obtener leche en las primeras dos a cuatro semanas de vida. (Cadillo 2006).

#### **2.1.12 . Anemia en lechones**

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2007), Lambayeque, informó que estos animales murieron a causa de las picaduras de zancudos que proliferaron por las lluvias, son 150 cerdos

que se han perdido, estos animales presentaron una alergia con fiebre, inapetencia, depresión, decaimiento y finalmente murieron.

### **2.1.13 Picaduras de insectos en cerdos**

Estas lesiones multifocales, rojas, discretas y ligeramente elevadas se denominan pápulas y por lo general se asocian a las picaduras de insectos (figura 1).

Los zancudos y otros insectos pueden transmitir la enfermedad entre las poblaciones porcinas, también pueden causar una molestia a los cerdos y convertirlo en una preocupación de bienestar (Frances et al., 2005).



**Figura 1:** Picadura de zancudos en lechones de la Facultad de Ciencias Agrarias.

### **2.1.14. Enfermedades de los cerdos transmitidos por los mosquitos**

Los mosquitos se han convertido en el grupo más importante de insectos conocidos por su importancia para la salud, ya que

actúan como vectores de muchas enfermedades tropicales, con grado de antropofagia en diferentes especies huésped, la fidelidad de mosquitos es atraída a la misma especie hospedadora (humanos o cerdos) que producen enfermedades como subtropicales, la encefalitis japonesa y malaria (Russell et al., 2016; Hubalek y Haluzka, 1999).

Los mosquitos pueden causar grandes pérdidas económicas a los criadores de cerdos ya que causan Irritación, puede causar lesiones en la piel o reacciones de tipo alérgico en cerdos, manchas a las canales, también pueden irritar cerdas lactantes que resultan en un aumento de superposiciones y causar muerte a los lechones (Vargas, 2005).

#### Encefalitis japonesa B (E J)

Es más común en las áreas de cultivo de arroz, donde *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes spp*, *Anopheles spp* y *Culex spp*, transmiten el virus de las aves, cerdos y seres humanos. Los mosquitos también pueden transmitirlo de los cerdos a los seres humanos. (Chin, 2001; Duong et al., 2017).

Los cerdos en Japón y Taiwán son víctimas de la enfermedad así como amplificadores de la infección en la naturaleza, las bajas estacionales naturales facilitan la transmisión, las

marranas resisten a la infección durante la gestación, de modo que las pérdidas debidas a lechigadas anormales resultantes de la infección con EJ son reducidas (Martínez y Juanes, 2006).

Los lechones neonatos son totalmente susceptibles a la infección por vectores artrópodos (Spickler et al., 2011).

Aunque la infección por EJ en lechones es subclínica, las viremias son suficientemente elevadas para que el *Culex tritaeniorhynchus*, cuente con una fuente plena de sangre que contiene virus (Copyright, 1998).

#### **2.1.15. Efecto económico de la picadura de insectos en cerdos**

Las picaduras de los mosquitos causan pérdidas económicas, la Irritación causada por la picadura de moscas y mosquitos que pican en los cerdos pueden causar lesiones en la piel o reacciones de tipo alérgico en cerdos (Jayce, 2012).

#### **2.1.16 Diferencias entre un repelente natural y sintético.**

En evaluaciones botánicas encontramos plantas que actúan como agentes repelentes. En numerosas partes del mundo se utilizan repelentes a base de plantas que no presentan peligros de toxicidad para los animales domésticos y los seres humanos y pueden biodegradarse fácilmente (Angulo et al., 2004; Hurtado

et al., 2016).

Un repelente natural extraído de plantas no presenta peligro de toxicidad para los animales domésticos y los seres humanos y pueden biodegradarse fácilmente (Angulo et al., 2004).

- **Repelente natural**

- Es de baja toxicidad.
- No modifica el factor solar del producto.
- Es un poco más complicada la obtención de los ingredientes activos.
- Depende de tiempos de cosecha del clima y procedencia.
- Cuida la salud de quien lo usa y proyecta un beneficio adicional de protección a la piel.

- **Repelente sintético**

- Es de toxicidad muy alta.
- El factor de protección solar se puede ver disminuido en un tercio.
- Es más fácil la obtención de productos químicos de síntesis.
- Todos los productos son factibles de ser fabricados en cualquier parte del mundo sin mayor requerimiento (Angulo et al., 2004).



## 2.2 ANTECEDENTES

El neem es una especie vegetal importante con múltiples propiedades y usos de sus componentes, se conoce que el 72 al 90% es la actividad insecticida y repelente, debida a la Azadirachtina que se encuentra en hojas, semilla, corteza, raíz, fruto y flor tiene como agente activo. Su contenido varía por causas genéticas, ambientales, etapa fenológica, humedad relativa, temperatura, manejo de material vegetal, exposición a la luz, secado, método de extracción y almacenamiento (Morán 2018; Figueroa, 1997; Alvarado et al., 2016; Romero, 2003).

La Azadirachtina provoca efecto repelente en insectos e inhibe su alimentación, se plantea la hipótesis de que provoca disuasión alimentaria (o gustativa) y que posiblemente afecta los niveles sensoriales del insecto y además rompe el ciclo vital de los insectos. Su estructura se asemeja a la ecdysona, hormona de los insectos que controla el proceso de metamorfosis (Angulo et al., 2004; Delgado, 2012; Shooshtari et al., 2013).

Muchos aceites esenciales de origen vegetal se reconoce que tienen posesiones de repulsión de insectos como el aceite de citronela, aceite de hierba de limón, romero, eneldo, eucalipto,

lavanda, soja, crisantemo, clavo de olor, de ricino, alcanfor, geranio, neem, gálbano, menta pimienta, el aceite esencial de cedro y albahaca (Naseem, Malik y Munir, 2016).

Los aceites y extractos de neem que tienen concentración de Azadirachtina podrían ser los precursores de una nueva generación de productos insecticidas, fungicidas, acaricidas y protectores ya que varios estudios demuestran que el neem posee metabolitos de interés farmacológico y que es efectivo contra larvas de mosquitos, además indican que posee efecto repelente en insectos voladores, esteriliza huevecillos, el crecimiento y fertilidad (Lorrén, 2016; Torralba, 1995).

La extracción del aceite de neem se realiza con diferentes tipos de disolventes tales como etanol, metanol, hexano, éter de petróleo, cloroformo, entre otros productos, dependiendo de la polaridad de los fitoquímicos (Naseem, Malik Y Munir, 2016).

Se probó extractos acuosos de semillas de Neem en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus*, obteniendo concentraciones al 4,4%; 4,6% y 5,5% que inhibían el crecimiento larval y pupal en un 50%, transmisores de encefalitis, fiebre del Nilo Occidental y filarías (Martínez et al., 2016).

El neem funciona como insecticida natural compitiendo ventajosamente con los insecticidas sintéticos, ya que algunos insectos han desarrollado resistencia a estos últimos, es utilizado para el control de plagas de cultivos, así como en el control de algunos ectoparásitos del ganado doméstico, como la “mosca de los establos” (*Stomoxys calcitrans*), que afecta a los bovinos y equinos, y la “mosca de los cuernos” (*Haematobia irritans*) que parasita a los bovinos (Boito et al., 2018; Bordonos et al., 2018; Morán, 2018).

El neem contiene compuestos que emiten un olor peculiar que hace que se produzca un efecto repelente contra insectos (Lorrén, 2016).

Se realizó una prueba repelente contra el mosquito *Anopheles* con extractos de aceite de Neem preparado con etanol y hexano, este trabajo demostró que la *A. indica* tienen actividad repelente en diferentes disolventes contra *Anopheles stephensi* esto justifica su uso etnobotánico como repelentes. Las plantas se pueden usar solos o combinados para una protección eficaz contra los mosquitos utilizados en *Cavia porcellus* (Shooshtari et al., 2013).

Estudios realizados en Cuba determinaron que el árbol del Neem posee mayor potencialidad como insecticida, en

comparación con otra flora tales como: Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), Crisantemo (*Chrysanthemum cinense* Sabine), Flor de muerto (*Tagetes erecta* L.), entre otras (Bravo et al., 2011; Beltrán et al., 2018; Regnault-Roger, 2012; Gruber, 1992; Deza et al., 2007)

El repelente más usado para mosquitos en humanos y animales es el N, N-dietil-3-Metilbenzamida (DEET) efectivo pero con residuos tóxicos, es por eso que se investigan repelentes de origen vegetal como reemplazo de estos (Olaya y Méndez, 2003).

A diferencia de repelentes químicos el neem no tiene ningún efecto secundario y sus propiedades anti-inflamatorias son un buen complemento como repelente natural (Alvarado et al., 2016).

A través de la aplicación de rociado de extracto de neem como repelente para el mosquito *Aedes aegypti* en la fuente de alimentación en ratones, se llegó a controlar más de 400 especies de insectos, también fue utilizado en varios trabajos de repelencia contra mosquitos para humanos (Alvarado et al., 2016; Elespuru, 2007; Suárez y Ramírez, 2018; Beltrán, 2018).

## **CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. SELECCIÓN DEL LUGAR**

La fase de campo del presente trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, cuya ubicación geográfica en coordenadas UTM es la siguiente: 0555034 E y 9602934 N (Datum WGS 84) y altitud de 5 msnm. Lugar en el cual existe una cantidad considerable de zancudos.

### **3.2. MATERIALES**

#### **3.2.1. Materiales de estudio**

Extracto oleoso de semilla de neem.

#### **3.2.2. Materiales, equipos de laboratorio**

Equipo soxhlet, balones de extracción, balanza analítica, papel filtro, cuchara dosificadora, vasos de precipitación, aspersores y corrales experimentales.

#### **3.2.3. Materiales de laboratorio**

Frascos de dilución de 300ml, tapa rosca, matraces, micro pipetas 100 a 1000 ml, pipetas de 5ml y 10ml, placas Petri, pro-pipetas, puntas para micro pipetas 100 – 1000  $\mu$ l, termómetro y tubos de ensayo de 160 x 10 mm.

#### **3.2.4. Medios o reactivos.**

**Reactivos.** Alcohol, glicerina, Agua destilada y hexano.

### **3.3. METODOLOGÍA**

#### **3.3.1. Preparación del extracto**

Extracción del aceite de neem, mediante el proceso soxhlet, utilizando como solvente el hexano, para la extracción extracto etéreo (Malca y Aarón, 2017).

#### **3.3.2. Fase de laboratorio**

La semilla fue recogida del árbol que se encuentra en la FCA (figura 2a), se dejaron secar 15 días al ambiente para proceder a separar la semilla de la cascara (figura 2b y 2c), se realizó la molienda en molino casero de tornillo sin fin, pesando entre 5 a 10 g de muestra (figura 2d) para extracción por el método soxhlet (figura 2e y 2f) (Malca y Aarón, 2017).

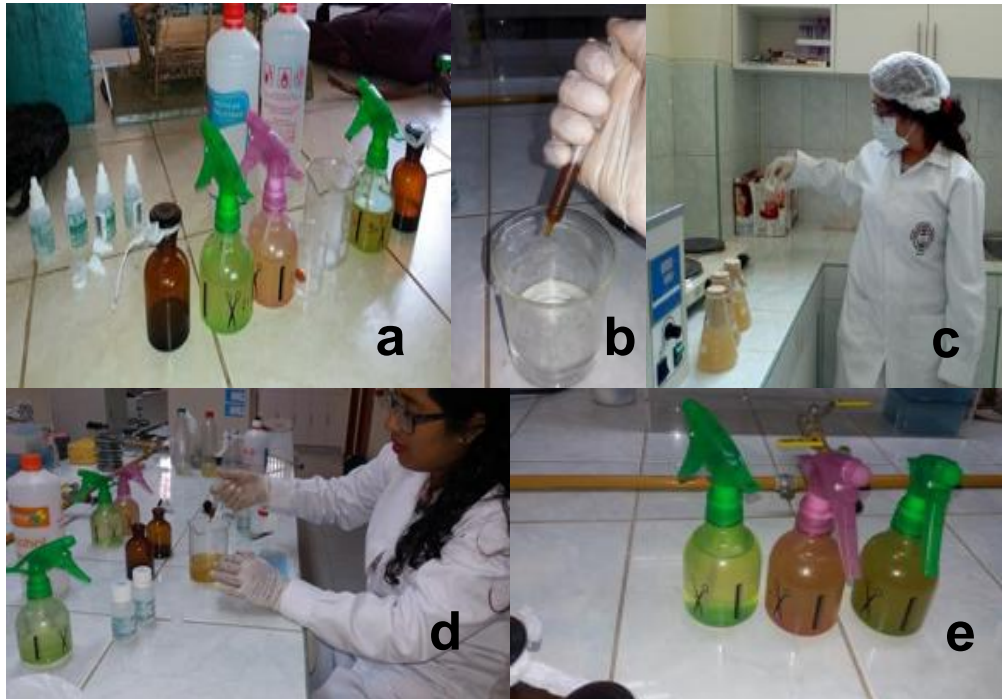


**Figura 2:** Extracción del aceite del neem método soxhlet; a) semilla, b) semilla seleccionada, c) semilla sin cascara, d) peso de semilla, e) equipo soxhlet, f) balón del soxhlet.

### 3.3.3. Preparación de las dosis repelentes

Con el aceite extraído se procedió a preparar las soluciones de aceite de Neem al 1, 2 y 3%; con alcohol, glicerina (figura 3a).

En la figura 3b, 3c y 3d ,preparación del repelente y sus dosis, Se mezcló el extracto oleoso como repelente, con las soluciones de 70% de alcohol (96%) y 30 % de glicerol líquido como base del repelente a los cuales se agregó 1, 2 y 3% del extracto oleoso de neem (figura 3e). (Olaya y Méndez, 2003).



**Figura 3:** Preparación de soluciones repelente con aceite de neem (1 %, 2% y 3%), a) material para soluciones, b) dosificación del aceite, c) y d) mezclas, f) presentación de la solución

#### 3.3.4. Fase de campo

Se compraron semovientes lechones con pesos aproximados de 10 a 20 kg de peso vivo, provenientes de las mismas camadas, de aspecto saludable, libre de parásitos y deformaciones congénitas (figura 4a).

#### 3.3.5. Acondicionamiento de instalaciones para lechones

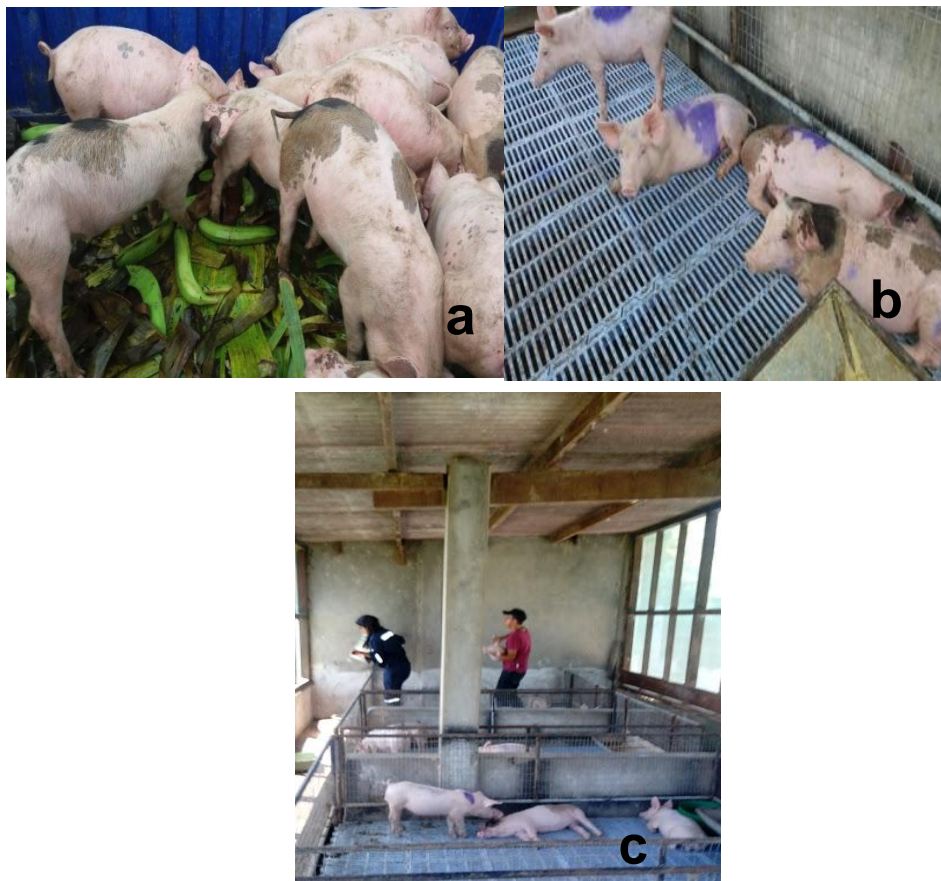
En la figura 4b se realizó el mantenimiento y preparación de instalaciones (corral para lechones), mediante actividades de reparación, desinfección y fumigación de pisos, techos y paredes, con separaciones de 3 m<sup>2</sup>x 1 m de altura, con



techo de eternit y malla metálica.

Para los diferentes tratamientos y sus repeticiones se utilizaron jaulas de evaluación las cuales son de malla metálica de 1 metro cuadrado de área y 0.5 m de altura.

Al iniciar la fase experimental se aplicó cal a los pisos, se limpiaron y desinfectaron el lugar de trabajo, así como los comederos y bebederos accesibles.



**Figura 4:**a) Traslado de lechones b) instalación, c) manejo de lechones

### **3.3.6. Prueba de repelencia:**

La prueba consistió en aplicar los repelentes mediante aspersión en los cerdos (figura 5a), inicialmente se separaron de forma homogénea 4 animales por tratamiento en jaulas separadas, de los cuales diariamente se escogía uno para cada tratamiento y se exponía a las picaduras de zancudo.

Para seleccionar los lechones en condiciones semejantes de las mismas camadas, se pesaron y ordenaron los 16 lechones en forma ascendente, formando cuatro grupos en función la ubicación de peso, de mayor a menor, formando 4 estratos y seleccionando un animal de cada estrato para cada tratamiento (figura 5b).

Para la evaluación se colocó 1 lechón de cada tratamiento en cada jaula móvil (jaula de evaluación) de un metro cuadrado de área y 0,5 m de altura, expuesto en el exterior y separados 4 m entre ellos, se realizaron 4 tratamientos con 4 repeticiones.

De los métodos de ensayo disponibles para probar repelentes de mosquitos en campo, se empleó el de la Organización Mundial de la Salud (2009), debido a que es

uno de los más empleados para cuantificar la protección y la duración del efecto de formulaciones repelentes.

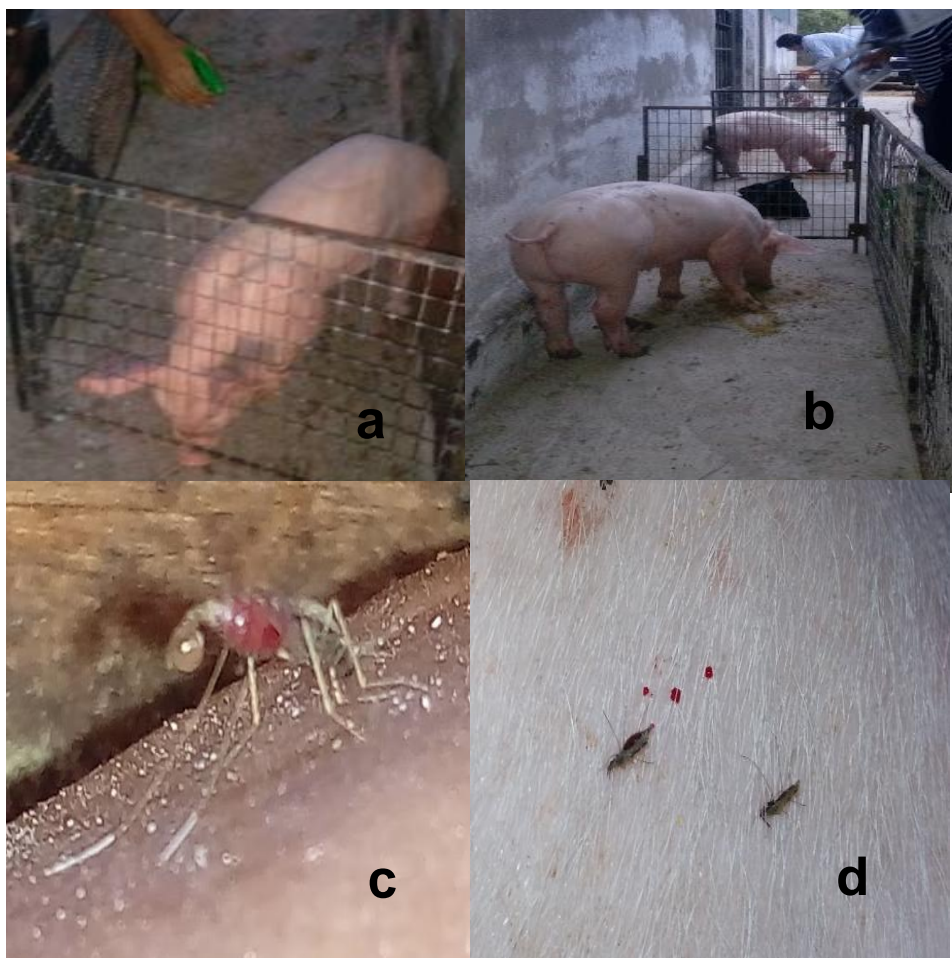
Se registraron las variables, en función a las picaduras de zancudos sobre los lechones ubicados uno en cada jaula de evaluación.

Los lechones recibieron los siguientes tratamientos: extracto oleoso extraído de las semillas de neem, en concentraciones de 1, 2 y 3%, aplicados por aspersion en toda la superficie de la piel del lechón, al control no se le aplicó el extracto oleoso de neem (0%), se consideró evaluar todo el cuerpo expuesto (Santamaría et al., 2012).

El día anterior de iniciar la prueba, los lechones se lavaron con un jabón sin fragancia y abundante agua fría. Antes de iniciar la prueba se colocó un lechón en cada jaula de un metro cuadrado de área y luego se les aplicó el repelente a los lechones según el tratamiento.

La duración de cada prueba que se realizó fue desde las 6:00 y las 8:45 am, periodo de mayor actividad de picadura de los zancudos en el área de estudio (tabla 1).

Para la cuenta y recolección de los zancudos se utilizaron 4 aspiradores manuales uno por tratamiento, donde se aspiraban los zancudos que pican al lechón (zancudo con abdomen dilatado de color rojo) (figura 5c y 5d), reforzando el conteo con fotos continuas durante los momentos en la cual pican (Santamaría et al., 2012).



**Figura 5:** Manejo del experimento, a) aplicación del repelente b) lechones en evaluación) y d) zancudo picando

Después de aplicado el repelente a los lechones en jaulas independientes, se procedió a evaluar cada uno de los

cuatro tratamientos en forma paralela se repitió el experimento por 13 días (cuatro días consecutivos por semana) correspondiente a las repeticiones (Santamaría, et al.2012).

En las jaulas individuales, se evaluó los lechones de cada tratamiento por 4 veces por 15 minutos cada vez, con un lapso de tiempo de 30 minutos de retiro del lechón a su respectivo corral donde estaban protegidos con mallas entre evaluaciones. La primera evaluación fue a las 6:15 am. Se registró el número de los zancudos recogidos, dentro de cada periodo de observación y los tiempos respectivos, la siguiente evaluación fue a las 7:00 am por 15 minutos y retirarlos por 30 minutos más, la siguiente fue de 7:45 y la última a las 8:30 am, se evaluó las diferentes dosis al mismo tiempo y se promediaron los datos en cada replica. La fracción de tiempo de retiro fue para evitar el excesivo número de picaduras. Además se considera picadura al zancudo con abdomen dilatado de color rojo (Santamaría et al., 2012).

Los tratamientos y la posición de los lechones en jaulas, se rotaron en cada repetición y fueron asignados aleatoriamente. Para evitar una posible Interferencia del tratamiento con repelente sobre el control, la distancia entre

las jaulas fue de 4 m.

Los zancudos recolectados se llevaron al laboratorio, donde fueron contados.

1. Se midió la repelencia considerando:

- Los mosquitos piquen y llenen su abdomen desangre

**3.1.1. Eficacia del repelente.** Se determinó

mediante el cálculo de los indicadores para mosquitos que seposen y piquen.

### 3.3.7. Repelencia

#### — Porcentaje de repelencia

Determinado por la comparación, entre los zancudos que pican del tratamiento comparado con los que pican del total.

Fórmula en cada período de prueba y para cada dosis se calcula como:

**% PRp = Porcentaje de repelencia para mosquitos que pican**

$$\% \text{ PRp} = [(N_{cp} - N_{tp}) / (N_{cp} + N_{tp})] \times 100\%$$

N<sub>cp</sub>= N° de mosquitos que pican sin extracto

N<sub>tp</sub>= N° de mosquitos que pican con extracto (Olaya y Méndez, 2003).

- **Índice de Repelencia (IR)** se utilizó la siguiente fórmula adaptada de Mazzoneto & Vendramim (2003) Modificado por Sanabria y Ramírez (2013).

$$IR = 2G / (G + P)$$

Dónde: IR: índice de repelencia. G: porcentaje de insectos en el tratamiento. P: porcentaje de insectos en el testigo absoluto.

IR = 1, tratamiento neutro. IR > 1, tratamiento atrayente.

IR < 1, tratamiento repelente.

- **Porcentaje de duración o porcentaje de reducción de la repelencia.** Se determinó mediante el cálculo de los indicadores para mosquitos que piquen:

Picaduras encontradas: la cuantificación de las picaduras encontradas en los lechones.

$$PP = N_t / N_c \times 100$$

Donde N<sub>c</sub>=número de picaduras en el lechón control en determinado período de tiempo, N<sub>t</sub>=número de picaduras en el lechón tratado en el mismo período (según Rueda et al., 1998 y Frances & Wirtz 2005,

modificado, Santamaría et. al., 2012).

Determinado por la comparación, entre los zancudos que pican del tratamiento, con los que pican en el testigo.

#### — **Picaduras**

Se midió con el conteo directo de las ronchas dejadas por los mosquitos, las picaduras son las ronchas que producen picazón y que aparecen después de que el mosquito usa su aparato bucal para perforar la piel y alimentarse de sangre, una picadura de mosquito produce hinchazón, dolor e irritación en una gran zona. Este tipo de reacción, más frecuente en niños, se conoce como «síndrome de Skeeter» (Delgado y Villegas 2006).

#### — **Eficacia del repelente.(Porcentaje de protección)**

Considerado también como porcentaje de duración o porcentaje de protección, se determinó mediante el cálculo de los indicadores mosquitos que pican:

Proporcionada por el repelente en cada período de prueba y para cada dosis se calcula como:

$$1 - (T / C) = (C - T) / C$$



Donde T es el número de mosquitos recogidos del lechón con tratamiento y C es el número de mosquitos recogidos a partir del lechón sin tratamiento.

### 3.3.8. Análisis estadístico

Realizado mediante análisis de varianza y prueba de Duncan.

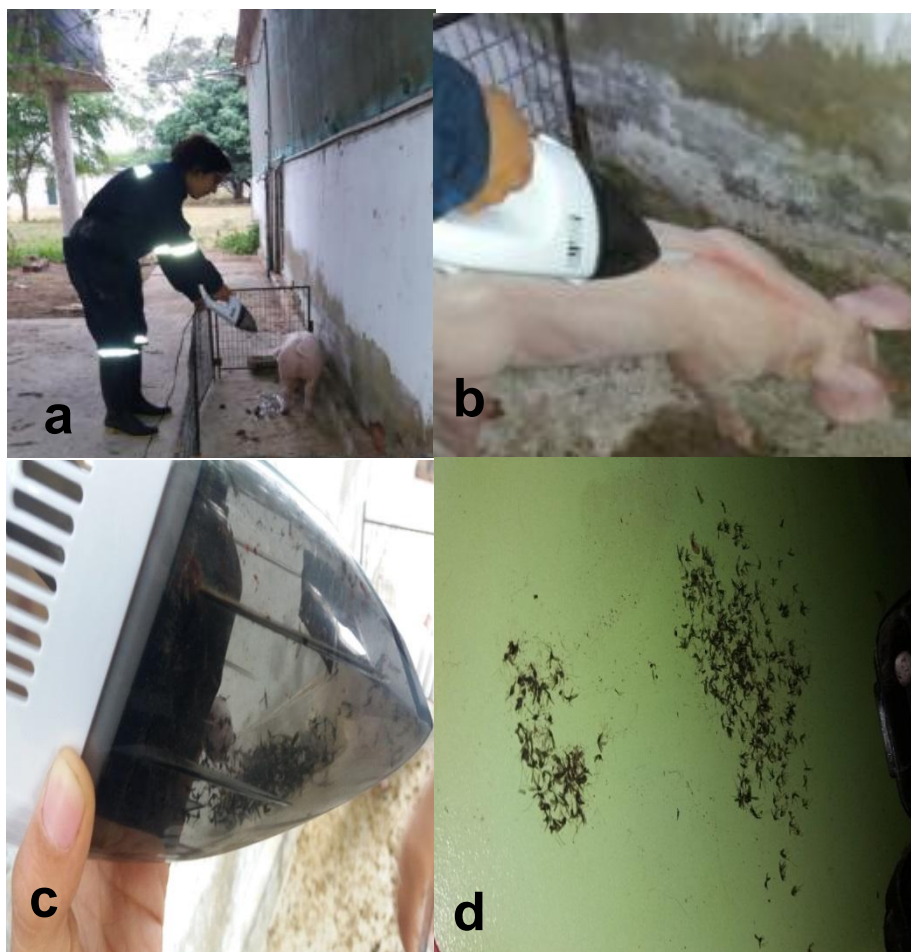
**Tabla1:** Tratamientos del experimento

FACTOR	NIVELES DE EXTRACTO	SIMBOLO	TRATAMIENTO	TIEMPO
Tratamientos	0 %	T0	EON. (00%).	1) 6:15 am 2) 7:00 am 3) 7:45 am 4) 8:30 am
	1%	T1	EON.(1%).	1) 6:15 am 2) 7:00 am 3) 7:45 am 4) 8:30 am
	2%	T2	EON.(2%).	1) 6:15 am 2) 7:00 am 3) 7:45 am 4) 8:30 am
	3%	T3	EON.(3%).	1) 6:15 am 2) 7:00 am 3) 7:45 am 4) 8:30 am

Esquema de los tratamientos en estudio y sus claves EON (extracto oleoso del Neem).

### 3.3.9. Recolección de datos

Se realizaron directamente en el lechón, según los tratamientos en estudio, evaluándose el comportamiento repelente en la intemperie en las horas propuesta después de aplicar el repelente, 1, 2 y 3% de aceite de neem (figura 6a y 6b).



**Figura 6:** Recolección de zancudos: a) y b) aspirado de zancudos, c) y d) conteo de zancudos

Los datos se tomaron individualmente para cada unidad experimental (figura 6c y 6d), considerando la repetición y las fechas, se emplearon registros para la toma de datos según la variable, cantidad de zancudos que se posan y pican sobre el animal, durante tres horas después de aplicado una vez por día. Tener presente que se realizó la evaluación por día y para cada tratamiento 4 veces el experimento.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. Determinación del rendimiento del aceite de neem

El promedio en porcentaje obtenido de aceite de neem extraído mediante el método soxhlet fue de 43,25 (tabla 2), éste es considerado uno de los mejores según (Pérez et al., 2009) lo cual por lo general tiene rendimiento semejante a los obtenidos 40%, pero se pueden obtener mayores rendimientos como los producidos con maquinaria industrial y procesos físico químicos con rendimiento de hasta 76,07 % y para obtener pellets por extrusado y prensado un 63,77 %. (Malca y Aarón 2017; Angulo et al., 2004; Delgado, 2012) se compara también con los bajos rendimientos obtenidos mediante extracción por presión 12% según (Martínez et al., 2016) ,mediante métodos caseros usando como solvente gasolina natural con rendimientos semejantes a los obtenidos en el experimento (Arias et al., 2009; Naseem, Malik y Munir, 2016), para todos los casos donde se empleen solventes orgánicos, la extracción tiene mejores rendimientos y los más bajos rendimientos fueron obtenidos por método por arrastre de vapor según (Arias et al., 2009; Morán 2018; Figueroa, 1997; Alvarado et al., 2016).

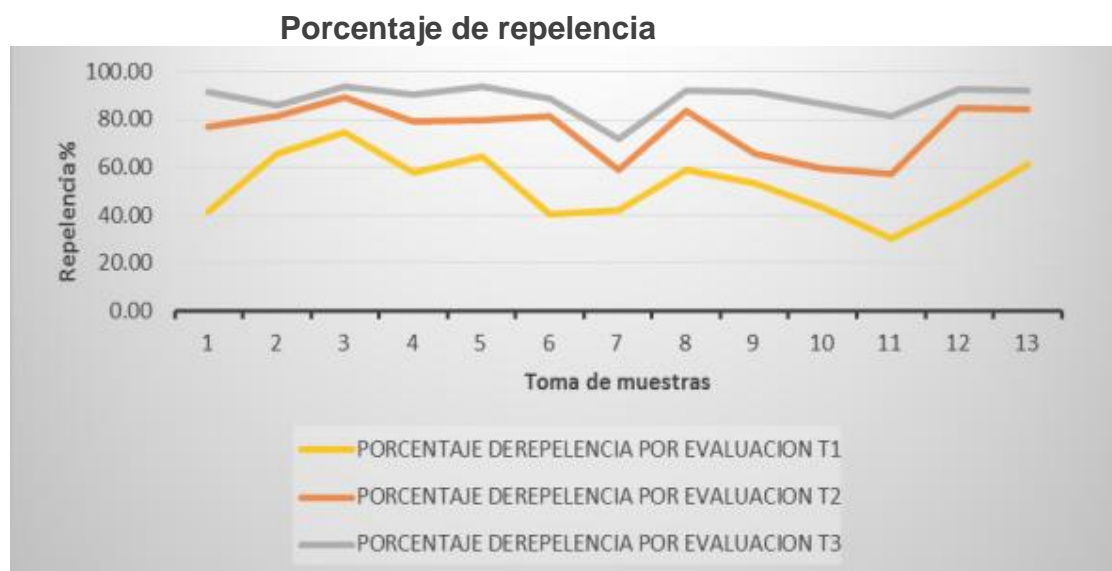
**Tabla 2:** Rendimiento de aceite del neem por el método soxhlet

Cantidad de muestra cantidad de aceite porcentaje de aceite		
Peso inicial g.	peso final g.	rendimiento %
5,4	2,0	42
6,1	2,5	44
5	2,1	42
4,9	2,2	45
		43,25

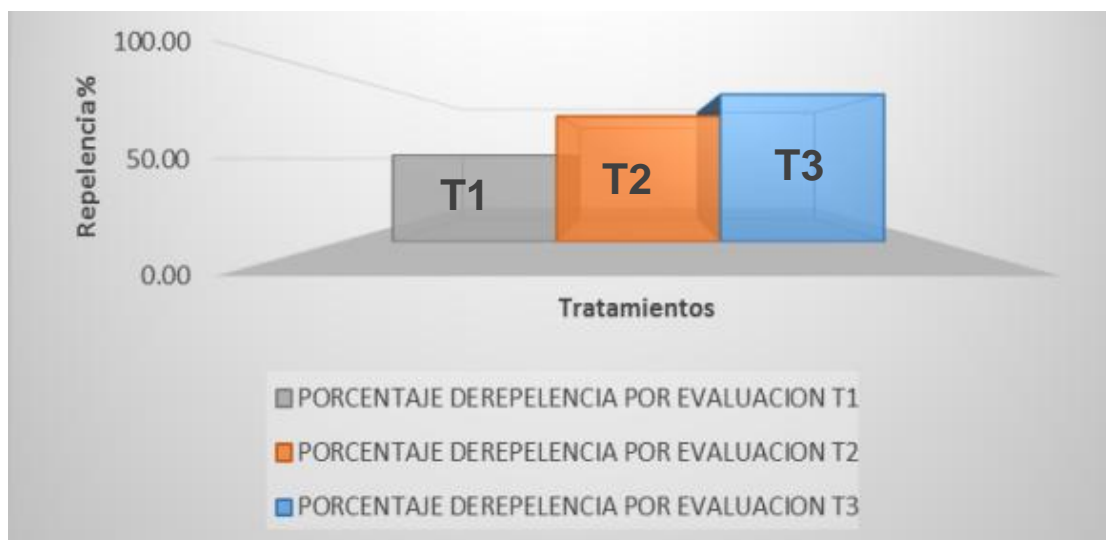
### 5.1. Efecto repelente del neem

#### — Porcentaje de Repelencia

El porcentaje de repelencia, relaciona el número de insectos que se posan y pican en un tratamiento, en función a la cantidad de insectos en total.



#### Promedio de % repelencia



**Figura 7:** Comparación de porcentaje de repelencia entre tratamientos, promedio de repelencia.

En la figura 7, se observa la cantidad promedio de repelencia contra zancudo según las dosis de tratamiento, donde se puede observar que el tratamiento T3 presentó el mayor porcentaje de repelencia 88,74% seguido del T2 con 75,66% y finalmente el T1 con 52,27% promedio repelencia.

Al realizar el análisis de varianza de la repelencia se observó significancia entre los tratamientos y al comparar entre ellos podemos apreciar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, Según la tabla 3.

**Tabla 3:** Comparación de repelencia contra zancudos según tratamiento

DUNCAN		
<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	<i>signif</i>
T1	52.27297	a
T2	75.66444	b
T3	88.73918	c

ANVA ( \*\* Alta significancia)

Podemos observar efectos repelentes del neem del experimento, estos fueron semejantes a los obtenidos con Neem oílal 2,50% de concentración y obteniendo 94, 12% de repelencia, 1,25% de concentración con repelencia 70,59% y concentración de 0,63% con 56,86 % de repelencia (Cuelgue y Yang 2008; Lorrén, 2016; Torralba, 1995).

También se puede precisar que la repelencia, está ligada a la dosis empleada, comparada con trabajos de repelentes aplicados en seres humanos, existe diferencia entre tratamientos de repelencia según (Alvarado et al, 2016), la diferencia también es semejante al efecto significativo y que llega hasta la mortandad del insecto, hallado por Suarez y Ramírez (1997), se encuentran menos efectos repelente dependiendo del tipo de insecto hallando repelencia de (54 a 75% en concentración de 10 % con extracto etanolito), incluso Novo et al. (1997) manifiesta que los productos botánicos no tienen efecto relevante contra el zancudo.

Se considera al aceite de neem como un producto botánico bioactivo, su efecto mejora en consorcio con otros productos botánicos. Shukla y Padma (2018). Menciona que el aceite de neem mezclado con otros componentes botánicos puede mejorar su repelencia llegando hasta 93%, llamándola sinergia, En el laboratorio, concentraciones de 2 y 5% de aceite de neem en aceite de coco probado contra *Phlebotomus orientalis* (vector de *leishmaniasis visceral*) brindaron 96,28% (95% IC = 95,60–96,97) de protección hasta un tiempo promedio de 7h y 20min y 98,26 % (95% CI = 93,46-104,07) protección hasta 9h (Kebede et al., 2010).

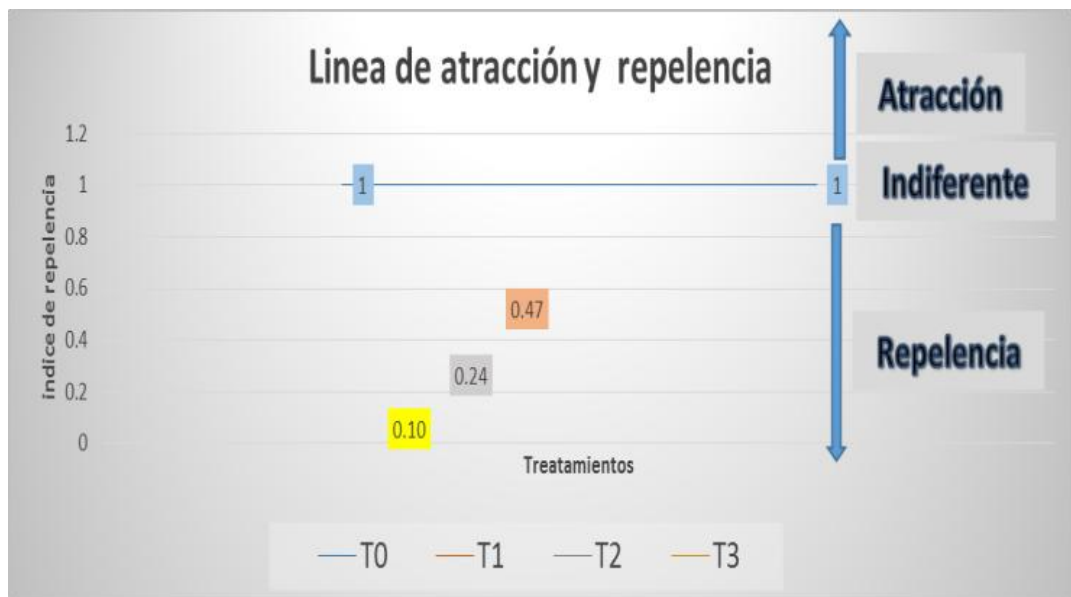
Se puede mencionar que el uso de extracto acuoso del neem, también produce repelencia, utilizado v/v (al 5%) (Viglianco et al., 2016).

#### — **Índice de Repelencia (IR)**

Uno de los indicadores que permiten mensurar la viabilidad de la repelencia, los índices de repelencia fueron de 0,47; 0,24 y 0,10 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente (figura 8), lo cual demuestra la acción repelente por ser menores a uno, donde se menciona que si es mayor a uno tiene atracción, si es uno, es indiferente y menores de uno son repelentes siendo el mejor el más cercano al cero según Mazzoneto y



Vendramim (2003) modificado por Sanabria y Ramírez (2013).

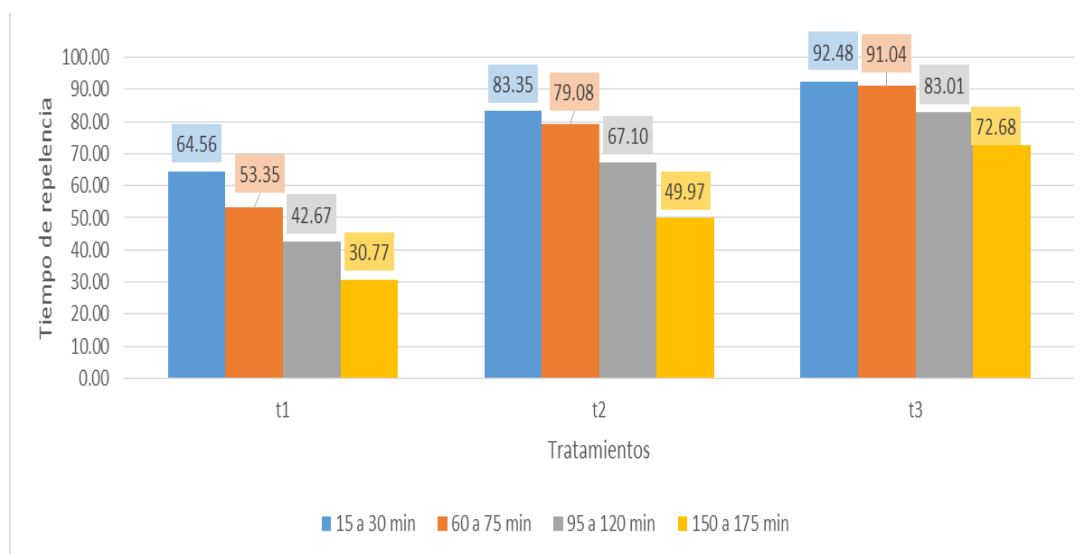


**Figura 8:** Comparación del índice de repelencia de los tratamientos.

— **Porcentaje de duración (porcentaje de reducción de la repelencia)**

El porcentaje de reducción de la repelencia, relaciona la pérdida del efecto repelente en función al tiempo.

## REPELENCIA SEGUN LA HORA DE APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

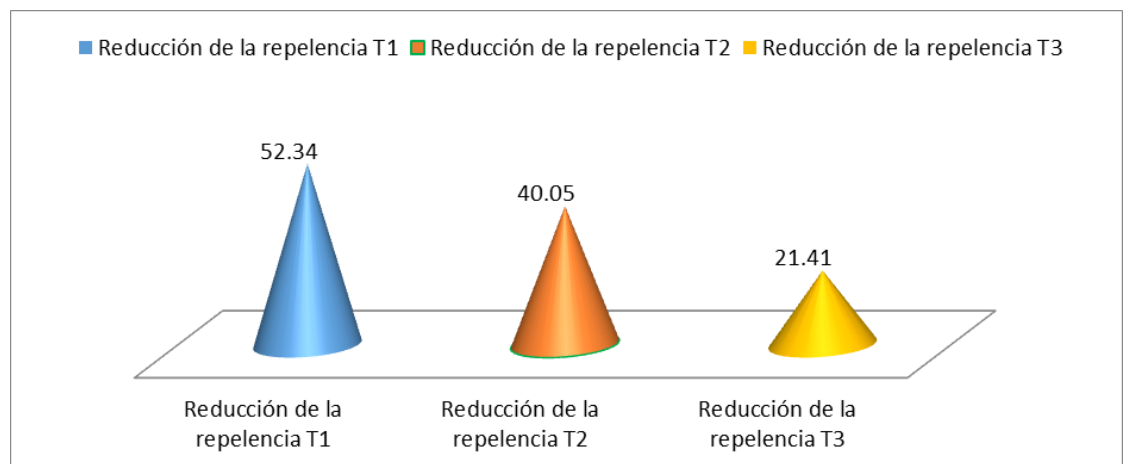


**Figura 9:** Comparación de la disminución porcentual del efecto repelente según tratamiento.

En la figura 9 se aprecia cómo va disminuyendo la repelencia en función al tiempo de aplicación T1 de 64,56% a 30,77%, T2 de 83,35% a 49,97% y el T3 de 92,48% a 71,68%, al ser comparado como dosis podemos apreciar que en cualquier dosis aplicada se da la disminución de repelencia.

La mayoría de autores consideran las primeras tres horas como apropiadas para evaluar la acción repelente así tenemos que los resultados obtenidos fueron semejantes a los resultados por Mandal (2011).Martínez et al., 2016, quien obtuvo la mayor repelencia a las tres horas con 72,68%, valor semejante a la dosis de T3 del experimento.las dosis también modifican este tiempo, en el empleo aceites de neem contra *Cx. quinquefasciatus* en concentraciones del 50 y 100% (v/v),

respectivamente, obtuvieron repelencia dentro de los 120 min y 180 min con un tiempo de protección de hasta 240 min, al combinarlo con la acción de *Eucalyptus* y *A. indica* Aceite de semilla, tuvo repelencia de 100%.(Bravo et al., 2011; Beltrán et al., 2018; Regnault-Roger, 2012; Gruber, 1992; Deza et al., 2007).



**Figura 10:** Porcentaje de la reducción de la repelencia total en 3 horas.

En la figura 10 podemos observar cómo va disminuyendo la repelencia a las tres horas, según los tratamientos del experimento, de las cuales disminuyó en mayor porcentaje fue T1 52,34%, T2 40,05 y quien tuvo la menor reducción es el T3 con 21,41, estos resultados coinciden con la duración de la repelencia que va disminuyendo en el tiempo entre 1,5 a 17% en la primera hora, hasta 21,5 a 52% a las tres horas, donde a menor dosis el porcentaje de disminución es mayor. (Viglianco et al., (2016). Comparando con la disminución del efecto

repelente con compuestos botánicos semejantes disminuyen de 8% de repelencia en una hora hasta 10% a la tercera hora, menores a los obtenidos en el experimento y con sustancias sinérgicas puede llegar a mantenerse la repelencia sin disminución por tres horas (Tabassum 2018). El 2% de aceite de neem mezclado en aceite de coco, en humanos brindó una protección completa durante 12 h contra las picaduras de todas las especies de anofelinos, El neem puede tener un efecto repelente para otros insectos hasta 244 horas (Alvarado et al., 2018) el cual está muy por encima de los encontrados en el experimento.

El extracto etanólico de la hoja de aroma (*Ocimum gratissimum*) y la hoja de neem (*Azadirachta indica*) sobre los mosquitos *Culex* adultos tiene una protección de 80 minutos a una concentración de 20% muy baja a lo obtenido (Ruiz, 2013).

#### — **Determinación de las picaduras por tratamiento**

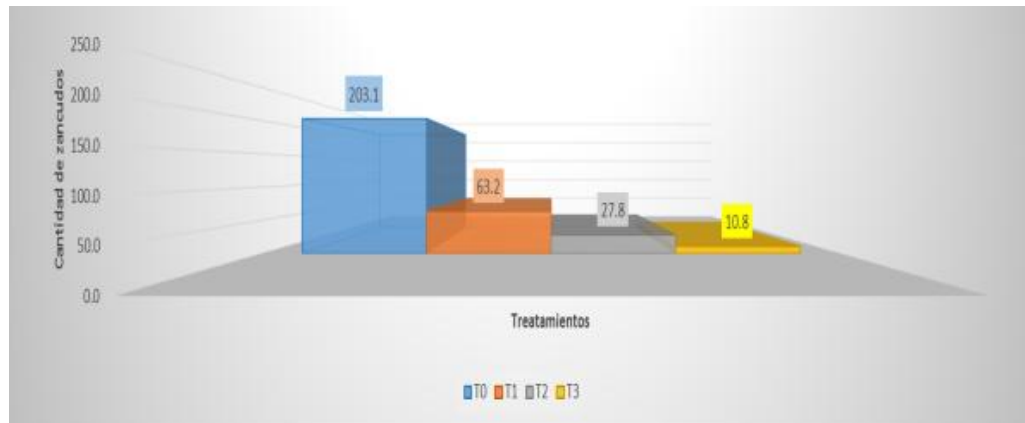
En la figura 11 se muestra los porcentajes de picadura donde se aprecia una gran diferencia entre los tratamientos con repelente comparados con el testigo, podemos observar que el porcentaje de picaduras del T0 fue de 66,6, el T1 con 20,7, T2 con 9,1% y T3 fue de 3,6%, También se observó la cantidad

promedio de picaduras de zancudo durante el experimento, según tratamiento, se observó que el T0 sin dosis de repelente (testigo), en el cual se contaron mayor cantidad de picaduras de zancudos,(203,1 picaduras/día)por el contrario el tratamiento que presentaron la menor cantidad de picaduras de zancudos fue elT3 (3% de aceite de neem) con 10,8 picaduras/día el tratamiento elT2 ( 2 %) y T1 (1 %) presentaron picaduras promedio/día de 63,2 y 27,8 picaduras/día respectivamente. demostrando el efecto repelente del neem.

#### PORCENTAJE DE PICADURA DE ZANCUDOS PROMEDIO



## NÚMERO DE PICADURA DE ZANCUDOS PROMEDIO



**Figura 11:** Porcentaje y numero de picadura de zancudo en 3 horas.

En la tabla 4 se evidencia la diferencia significativa estadística de los tratamientos con repelente frente al testigo sin repelente.

**Tabla 4:** Comparación de picaduras de zancudos según tratamiento

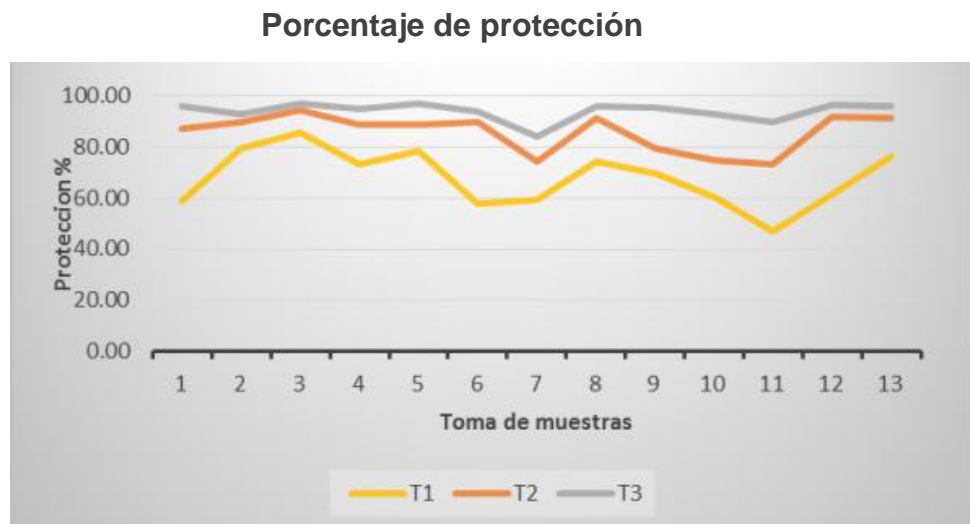
DUNCAN		
<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	<i>significancia</i>
T0	365.538462	a
T1	113.815385	b
T2	49.9846154	b
T3	19.5230769	b

Lo que permitió determinar que las picaduras está en función inversa a la repelencia (Cuelgue y Yang 2008) lo cual también depende de la dosis empleada (Alvarado et al, 2016; Kebede et al., 2010; Viglianco et al., 2016).

— **Porcentaje de protección o eficiencia del repelente.**

**(Porcentaje de protección)**

El porcentaje de protección también se le conoce como porcentaje eficiencia y porcentaje de duración, donde relaciona el número de insectos que se posan y pican en un tratamiento, en función a la cantidad de insectos que se posan y pican en el testigo.



**Promedio de % protección**



**Figura 12:** Comparación de protección entre tratamientos, promedio de repelencia.

En la figura 8y tabla 4, se observa la cantidad promedio de protección contra zancudo según las dosis de tratamiento, donde se puede observar que el tratamiento T3 presento el mayor porcentaje de repelencia 93,92% seguido del T2 con 85,71% y finalmente el T1 con 67,78% promedio protección.

Al realizar el análisis de varianza de la repelencia se observó significancia entre los tratamientos y al comparar entre ellos podemos apreciar que existe diferencias significativas entre los tratamientos, Según la tabla 5.

**Tabla 5:** Comparación de Protección contra zancudos según tratamiento

DUNCAN		
<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	<i>signifi</i>
T1	67.7889861	a
T2	85.7080233	b
T3	93.9238698	c

ANVA ( \* Significancia)

Las variaciones son analizados de forma semejantes a la repelencia ya que los autores coinciden entre los resultados de repelencia y proteccion, concluyendo primero que el neem tiene efecto de proteccion y que la dosis utilizada determinan una mayor o menor proteccion.

Los valores obtenidos fueron semejantes a experimento donde se utilizó *A. indica* en aceite de semilla y proporcionó una



protección del 90,26% y 88,83%, (Mandal, 2011; Sharma, et. al., 1993), podemos observar efectos protector y efecto de según dosis (Cuelgue y Yang 2008), también existe diferencia entre tratamientos según dosis (Alvarado et al, 2016), la sinergia entre neem con otros productos botánicos mejoran el efecto de protección.(Kebede et al., 2010; Viglianco et al.,2016).

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. Las tres soluciones empleadas como repelentes contra zancudos tuvieron efecto significativo y se determinó que la mejor dosis de repelencia se obtuvo con el tratamiento utilizando 3% de aceite de neem correspondiente a 88,74%,
2. Se determinó los índices de repelencia, donde uno significa indiferencia, mayores a uno atracción y menores a uno repelencia, los tres tratamientos tuvieron índices aceptables los cuales fueron de 0,10 a 0,47 de repelencia.
3. El tratamiento T3 fue el que presentó la menor disminución repelente en las primeras tres horas de evaluación (21,41%).
4. La cantidad de zancudos que pican en el T0 (365 en promedio), tienen un margen diferencial muy amplio comparado con el T3 de 19,5 en promedio.
5. Se concluyó que el tratamiento T3 fue el más eficiente correspondiente a 93,92%.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

El neem es biodegradable, no es tóxico ni para las personas, ni para los animales y es muy efectivo ya que no crea resistencia en insectos, puede ser utilizado como controladores de otros insectos por su poder repelente e insecticida, diferentes a los zancudos como las moscas que es un gran problema en las grajas porcinas. El empleo de neem a mayores dosis y con la mezcla con otros productos botánicos aceitosos puede mejorar la viabilidad y el tiempo de la repelencia. Se puede determinar también métodos alternativos menos costosos y fáciles para la extracción del neem como el extracto acuoso, que pueden ser utilizadas en las granjas porcinas.

## CAPITULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, A., Levy, N., Rosales, G., Karina, X., Machado, O., & Raquel, H. (2016). *Evaluación in vivo de la actividad repelente de semillas Azadirachta indica A. Juss (NEEM) contra Aedes aegypti vector de importancia en Salud Pública laboratorio de entomología Médica-MINSA Julio-Diciembre 2015* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Antón Yacila, R., Campos Álvarez, F., Guevara Alarcón, S., Guillén Flores, A., Ipanaqué Atarama, M., & León Cruz, R. (2016). Diseño de la línea de producción de tres bioinsecticidas a base de la semilla, cáscara y residuos del grano en la extracción del aceite del árbol *Azadirachta indica*.
- Angulo Escalante, M. A., Carrillo Fasio, A., Cháidez Quiroz, C., García Estrada, R. S., Gardea Béjar, A. A., Partida López, J. I., y Vélez de la Rocha, R. (2004). Contenido de Azadiractina A en semillas de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) colectadas en Sinaloa, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*.
- Alvarado, A., Levy, N., Rosales, G., Karina, X., Machado, O., & Raquel, H. (2016). *Evaluación in vivo de la actividad repelente de semillas azadirachta indica A. Juss (NEEM) contra aedes aegypti vector de importancia en Salud Pública laboratorio de entomología Médica-MINSA Julio-Diciembre 2015* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Arias, D., Vázquez, G., Montañez, L., Álvarez, R., & Pérez, V. (2009). Determinación del Azadiractina de los aceites esenciales del árbol de Neem (*Azadirachta Indica*). *Revista Ingeniería UC*, 16(3),

- Astaiza, V., Murillo, B., & Fajardo, O. (1988). Biología de *Anopheles* (*Kerteszia*) *neivai* H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) en la costa Pacífica de Colombia: II. Fluctuación de la población adulta. *Revista de saúde pública*, 22, 101-108.
- Astaiza, V., Murillo, B., & Fajardo, O. (1988). Biología de *Anopheles* (*Kerteszia*) *neivai* H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) en la costa Pacífica de Colombia: II. Fluctuación de la población adulta. *Revista de saúde pública*, 22, 101-108.
- Beltrán Ruiz, M. Á. (2018). Interacción entre el extracto de *Azadirachta indica* y el hongo *Metarhiziumanisopliae* para el control biológico de *Anopheles albimanus* un vector de la malaria.
- Boito, J. P., Da Silva, A. S., dos Reis, J. H., Santos, D. S., Gebert, R. R., Biazus, A. H., Baretta, D. (2018). Efecto insecticida y repelente del aceite de canela sobre moscas asociadas con el ganado. *Revista MVZ Córdoba*, 23(2), 6628-6636.
- Bravo, L., y Escalante, D. (2011). Insecticides from neem. Series 387. 110-135. University of Washington.
- Castro Gutiérrez, C. R., & Díaz-Madrugal, P. (1998). Pruebas de laboratorio para medir el efecto repelente del NEEM (*Azadirachta indica*) contra adultos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Proy. Grad. Fac. Microbiol. Univ. Costa Rica*. (Links), 36,45-46.
- Celis, Á., Mendoza, C. F., & Pachón, M. E. (2009). Uso de Extractos Vegetales en el Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades y Arvenses: revisión. *Temas agrarios*, 14(1), 5-16.
- Copyright © 1998 Asociación de Salud Animal de los Estados Unidos, P.O. Box K227 Richmond, Virginia 2328. Enfermedades Exóticas de los Animales Transferido a CD-ROM por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.
- Cuelgue Chio, E., y Yang, E.-C. (2008). Comunicación corta: un

- bioensayo para repelentes naturales de insectos. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 11, 225–227.  
<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2008.08.002>
- Davis, EE, (1985). Insectos: conceptos de su modo de acción en relación con los mecanismos sensoriales potenciales de mosquitos (*Diptera: Culicidae*). *J. Med. Entomol.* 30, 179-183.
- Chin, J. (Ed.). (2001). *El control de las enfermedades transmisibles* (Vol. 581). Pan American Health Org.
- Duong, V., Choeung, R., Gorman, C., Laurent, D., Crabol, Y., Mey, C., Dussart, P. (2017). Aislamiento y secuencias de genoma completo de cepas del genotipo I del virus de la encefalitis japonesa de pacientes humanos, mosquitos y cerdos de Camboya. *The Journal of General Virology*, 98 (9), 2287–2296. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000892>
- Daza, M., Paulina, L., Flórez, V., & Andrea, N. (2006). *Diseño de un repelente para insectos voladores con base en productos naturales* (Bachelor's thesis, Ingeniería de Procesos).
- Delgado Barreto et al. (2012). Propiedades entomótóxicas de los extractos vegetales de *Azadiractha indica*, *Piper auritum* y *Petiveria alliacea* para el control de *Spodoptera exigua* Hubner. *Chapingo Serie Horticultura*, Vol 18(1), pág. 55-69.
- Delgado Cañas, M. O., & Villegas Aguilar, P. E. (2016). *Conocimientos, actitudes y prácticas sobre la prevención de enfermedades transmitidas por el zancudo Aedes Aegypti y su relación con el nivel educativo y la ocupación de la población residente en la Colonia San Bartolo I 7a etapa, del Municipio de Ilopango, Departamento de San Salvador, en el periodo de Febrero-Agosto de 2015* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Esparza-Díaz, G., López-Collado, J., Villanueva-Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., Otero-Colina, G., & Camacho-Díaz, E. (2010). Concentración de azadiractina, efectividad insecticida

- y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44(7), 821-833
- Egunyomi, A., Gbadamosi, I.T. and Osiname K.O. (2010). Comparative effectiveness of ethnobotanical mosquito repellents used in Ibadan, Nigeria. Department of Botany & Microbiology, University of Ibadan, Nigeria.
- Figuroa, Adalberto (1997). *Ciencia al día: El árbol milagroso, sirve para todo*. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. [Online]. Citada septiembre 6, 2006]. Recuperado de: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/mayo97/boletin37/neem.html>
- Jayce Morgan. (2012) .El control de insectos que pican en cerdos. Departament of primary industries
- Jiménez L. (2005). Desarrollo de un Bioinsecticida a partir de la *Azadiractina* presente en el aceite de neem (*Azadirachta indica*). Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.
- Giraldo, F. y col. (2002).Determinación de *Azadirachtina* por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) en semillas de árbol de neem (*A. Indica*) cultivadas en Colombia. *Vitae*, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Vol. ´ 9 No 1, Universidad de Antioquia, Medellín – Colombia. Pp.59–63
- Grandes, A. E. (1982). *Taxonomía y biología de los mosquitos del área salmantina (Diptera, Culicidae)*. Editorial CSIC-CSIC Press.
- Gruber, A. (1992). Biología y ecología del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. *Revista Ceiba*, Vol 33(8), pág. 250-256.
- Hubalek Z. y Halouzka J, (1999). Fiebre del Nilo Occidental - una enfermedad viral transmitida por mosquitos reemergentes en Europa. *Enfermedades infecciosas*.
- Hurtado, E. A., Loor, J. D. B., Chávez, F. G. A., Ordoñez, M. V. M., &

- Álvarez, L. G. (2016). Evaluación del extracto acuoso de semilla de neem (*Azadirachta indica*) como garrapaticida en bovino. *Revista Espamciencia*, 6(2).
- Lorrén Delgado, F., Ramírez Calderón, P., Ramírez Suárez, T., Regalado Bobadilla, K., & Saldarriaga Cedano, J. C. (2016). Diseño de una línea de producción para la elaboración de repelente natural a base de aceite de Neem.
- Mandal, Shyamapada. 2011. "Encabezado del documento: Actividad repelente del aceite de semilla de eucalipto y azadirachta indica contra el mosquito filarial *Culex Quinquesciatus* Say (Diptera: Culicidae) en la India." *Revista Asia Pacífico de Biomedicina Tropical* 1 (Suplemento): S109–12. doi: 10.1016 / S2221-1691 (11) 60135-4
- Malca, C., & Aarón, W. (2017). Obtención de Aceite de Semillas de Neem (*Azadirachta indica*), Mediante el Metodo de Prensado en Frio para Determinar su Concentración en Azadiractina. Y Hidalgo León, M. C. (2002).
- Martínez, M., Parra, J., Vera, M. A., & Vera, A. (2016). Parámetros de calidad del Aceite de las Semillas de *Azadirachta indica* (neem). *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 47, 70-74., Estrella Rivadeneira, C. R. (2017). *Impregnación de aceite de Neem (Azadirachta indica) en soporte textil para combatir la mosca de la fruta Anastrepha striata* (Bachelor's thesis, Quito, 2017).
- Martínez, M. A., & de Juanes Pardo, J. R. (2006). Viajes internacionales y enfermedades inmunoprevenibles. *Vacunas*, 7(2), 72-85
- Morán, C. (2018). Uso de bioinsecticida a base de neem *Azadirachta indica* para el manejo de saltahoja en agroecosistema de caña de azúcar, Guayas, Ecuador. *Manglar*, 14(1), 73-83.
- Navarro R., Lara S. y Bórquez Félix. (2009) .El neem: un insecticida fabricado por la naturaleza. Artículo de la universidad de



- Colombia. Recuperado de: [www.envio.org.ni/articulo/877](http://www.envio.org.ni/articulo/877)
- Naseem, S., Malik, M. F., & Munir, T. (2016). Mosquito managementa review. *Journal of Entomology and Zoology Etudies*. Departamento de Zoología, Universidad de Gujrat, Pakistán.
- Novo, R. J., Viglianco, A., & Nassetta, M. (1997). Actividad repelente de diferentes extractos vegetales sobre *Tribolium castaneum* (Herbst). *Agriscientia*, 14.
- Olaya, J.M., Méndez, j. (2003). Guía de plantas y productos medicinales. Bogotá Colombia. Convenio Andrés Bello.
- Organización Mundial de la Salud. (2009). Directrices para las pruebas de eficacia de los repelentes de mosquitos para la piel humana.
- Pérez, C., González, L., Colón, A., Morello, C., Mujica, V., & Martínez, A. (2009). Evaluación comparativa de los rendimientos obtenidos mediante el proceso de extracción en aceites vegetales a partir de semillas oleaginosas. In *Anales de la Universidad Metropolitana* (Vol. 9, No. 2, pp. 181-206). Universidad Metropolitana,
- Pivaque, García, and Miguel Ángel. (2018) "Identificación y control de insectos plagas en el cultivo de maíz criollo en la comuna Sancan.". con buena eficiencia pero no se han realizado estudio para determinar el efecto repelente para zancudos en cerdos por lo que importante conocer este efecto
- Kebede, Y., Gebre-Michael, T., y Balkew, M. (2010). Laboratorio y evaluación de campo de los aceites de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) y Chinaberry (*Melia azedarach* L.) como repelentes contra *Phlebotomus orientalis* y *P. bergeroti* (Diptera: Psychodidae) en Etiopía. *Acta Tropica*, 113, 145-150. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.10.009>
- Regnault-Roger, C. (2012). Trends for commercialization of biocontrol agent (biopesticide) products. In *Plant defence: biological control* (pp. 139-160). Springer, Dordrecht.

- Romero. C. (2003). Evaluación de la extracción de la semilla de neem. Trabajo de Ascenso para optar al título de Profesor Agregado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela
- Rodríguez, J. (2002). El árbol de neem y sus usos en animales. Veterinaria Organización Málaga, España. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Sistema de Información Científica. Médico Veterinario Zootecnista.
- Russell, T. L., Beebe, N. W., Bugoro, H., Apairamo, A., Cooper, R. D., Collins, F. H., & Burkot, T. R. (2016). Determinants of host feeding success by *Anopheles farauti*. *Malaria journal*, 15(1), 152.
- Sanabria, S. R., & Ramírez, M. (2013). Evaluación del efecto insecticida y repelente del polvo de *Chenopodium ambrosioides* sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (coleoptera, bruchidae) en semillas de poroto (*Vigna unguiculata*). *Investigación Agraria*, 11(1), 36-39.
- Sharma, V. P., Ansari, M. A., & Razdan, R. K. (1993). Mosquito repellent action of neem (*Azadirachta indica*) oil. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 9(3), 359-360.
- Santamaría, E., Cabrera, O. L., Zipa, Y., y Pardo, R. H. (2012). Eficacia en campo de un repelente a base de para-mentano-3, 8-diol y aceite de limonaria contra *Culicoides pachymerus* (Diptera: Ceratopogonidae) en Colombia. *Biomédica*, 32(3), 457-460.
- Shooshtari, M. B., Kashani, H. H., Heidari, S., & Ghal, R. (2013). Comparative mosquito repellent efficacy of alcoholic extracts and essential oils of different plants against *Anopheles Stephensi*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7(6), 310-314.

- Shukla, Dhara, Samudrika Wijayapala, and Padma S. Vankar.(2018)"Effective mosquito repellent from plant based formulation."
- Suárez, Ramírez, Treicy Fabiola, and Ingrid Pamela Ramírez Calderón.(2018)"Obtención y propuesta de producción por lotes de un repelente natural a base de aceite de neem."
- Spickler, A. R., Roth, J. A., Galyon, J., Lofstedt, J., &Lenardón, M. V. (2011). Enfermedades emergentes y exóticas de los animales. CFSPH Iowa State University
- Stoney, C. (1996). Aceite de neem un insecticida ecológico y fitofortificantes ecológicos. Ecotenda, Argentina. Med. Vet. Entomo
- Tabassum, S., Sharadha, R., Siddappa, M. R., &Abbulu, K. (2018). A research on mosquito repellent and larvicidal activity of NEMCAM (*Azadirachta indica* and *Cinnamomumcamphora*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 2234-2238.
- Torralba, A. (1995). Control y Biología de insectos en animales. AGROTERRA.Recuperado de: [http://scriptusnaturae.8m.com/II\\_ento/insectos.htm](http://scriptusnaturae.8m.com/II_ento/insectos.htm)
- Vargas, M. (2005). El mosquito, un enemigo peligroso en animales. Ed.Universidad de Costa Rica. Pág. 264.
- Vega-Jarquín, C. (2016). Identificación de metabolitos bioactivos de Neem (*Azadirachta indica* Adr. Juss.). *La Calera*, 14(23), 60-66. Vega-Jarquín, C. (2016). Identificación de metabolitos bioactivos de Neem (*Azadirachta indica* Adr. Juss.). *La Calera*, 14(23), 60-66.
- Viglianco, A. I., Novo, R. J., Cragolini, C. I., &Nassetta, M. (2006). Actividad biológica de extractos crudos de *Larrea divaricata*Cav. y *Capparisatamisquea*Kuntze sobre *Sitophilusoryzae* (L.). *Agriscientia*, 23(2), 83-89.

**CAPITULO VIII**  
**ANEXOS**

Tabla 6: comparación porcentual de repelencia contra zancudos según tratamiento

PORCENTAJE DE REPELENCIA POR EVALUACION			
	T1	T2	T3
1	41.54	76.92	91.67
2	65.85	81.33	86.30
3	74.59	89.22	93.87
4	58.00	79.55	90.36
5	64.71	80.00	93.85
6	40.43	81.65	88.57
7	42.31	59.14	72.09
8	59.19	83.68	92.20
9	53.45	65.58	91.40
10	43.20	59.56	86.63
11	30.53	57.63	81.46
12	44.36	85.19	92.98
13	61.41	84.19	92.23
Promedio	52.27	75.66	88.74

Tabla 7: comparación porcentual de protección contra zancudos según tratamiento

PORCENTAJE DE PROTECCION POR EVALUACION			
	T1	T2	T3
1	58.70	86.96	95.65
2	79.41	89.71	92.65
3	85.44	94.30	96.84
4	73.42	88.61	94.94
5	78.57	88.89	96.83
6	57.58	89.90	93.94
7	59.46	74.32	83.78
8	74.37	91.12	95.94
9	69.66	79.21	95.51
10	60.33	74.66	92.84
11	46.77	73.12	89.78
12	61.45	92.00	96.36
13	76.09	91.41	95.96
promedio	67.79	85.71	93.92

Tabla 8: Comparación de repelencia contra zancudos según tratamiento

ANVA

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	13	679.5486	52.27297	164.6119705
T2	13	983.6378	75.66444	122.8494926
T3	13	1153.609	88.73918	37.76855531

ANVA ( \*\* Alta significancia)

Tabla 9: Comparación de protección contra zancudos según tratamiento

ANVA

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	13	881.256819	67.7889861	125.349358
T2	13	1114.2043	85.7080233	56.7788324
T3	13	1221.01031	93.9238698	13.3609547

ANVA ( \* Significancia)

Tabla 10: Comparación de picaduras de zancudos según tratamiento

RESUMEN ANVA

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	15	5483.07692	365.538462	418386.338
T1	15	1707.23077	113.815385	40381.9288
T2	15	749.769231	49.9846154	7940.1574
T3	15	292.846154	19.5230769	1184.31293