

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



**EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DE DOS
CONCENTRACIONES DEL EXTRACTO DE NEEM
(*Azadirachta indica*) EN MOSCAS HEMATÓFAGAS DE
BOVINOS, ADMINISTRADO POR VÍA TÓPICA**

DULCE MARIAM MORALES LUCHA

Médica Veterinaria

GUATEMALA, MAYO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DE DOS
CONCENTRACIONES DEL EXTRACTO DE NEEM (*Azadirachta
indica*) EN MOSCAS HEMATÓFAGAS DE BOVINOS,
ADMINISTRADO POR VÍA TÓPICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
POR**

DULCE MARIAM MORALES LUCHA

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV	Br. Yasmin Adalí Sian Gamboa
VOCAL V	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

M.A. DORA ELENA CHANG DE JO

M.Sc. FREDY ROLANDO GONZÁLEZ GUERRERO

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DE DOS CONCENTRACIONES DEL EXTRACTO DE NEEM (*Azadirachta indica*) EN MOSCAS HEMATÓFAGAS DE BOVINOS, ADMINISTRADO POR VÍA TÓPICA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES:

Guedner Amed Morales López y Gloria Evelia Lucha† por brindarme siempre su apoyo y amor incondicional. Por demostrarme que con trabajo constante y paciencia se logra alcanzar las metas de la vida.

MI HERMANO:

Jhonnathan Alexander Morales Lucha por ser un pilar, una guía en mi vida, por decirme que tuviera fé en mí misma, de siempre mantener la cabeza en alto y que no dudar de mis decisiones.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Por apoyarme y nunca cuestionar mis decisiones, por tenerme paciencia y decirme que yo sabía lo que hacía y que todo lo hiciera a mi tiempo.

A MI HERMANO:

Por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional, y a decirme que me dejara de cosas y siguiera trabajando. En especial, por su apoyo en la realización práctica de esta investigación.

A MIS ASESORES:

Dra. Dora Elena Chang, por apoyarme con el tema y ayudarme con su amplio conocimiento en plantas medicinales y en la realización de esta investigación; y al Dr. Fredy Rolando González Guerrero por su tiempo y conocimientos.

A LAS CHICAS SUPERPODEROSAS:

Verónica y Diana, que nos volvimos el grupo que todo lo puede. El grupo de mujeres que quieren demasiado, el grupo de apoyo, el grupo de hermanas, el grupo internacional, el grupo de debate, el grupo de trabajo. Un grupo formado por personas tan diferentes que crearon una hermosa armonía.

A LAS MUJERONAS DE FISIO:

Brenda García y Marlen López, por brindarme su amistad incondicional, por compartir sus amplios conocimientos, por hacerme ver la vida desde

otro punto de vista. Por ayudarme con la papelería de mi tesis, presionarme y guiarme con trámites.

**A LA DOCTORA Y
MENTORA:**

Mónica Solórzano ya que el tema de esta tesis nació gracias a una práctica que ella llevó a cabo en su cátedra de fisiología. Por ser una inspiración, por brindarme su amistad, por enriquecer mi mente, por abrirme puertas y darme una oportunidad; por darme su confianza.

**A LA DOCTORA Y
AMIGA:**

Carmen Orellana que recibió el sol de muchas horas ayudándome en la aspersión de los bovinos, así también a decirme que había escrito tonterías en mi discusión. Gracias por ese bullying positivo.

**A LOS
CATEDRÁTICOS DE
LA FMVZ:**

Por compartir sus conocimientos y por servirme de ejemplo acerca de cómo ser un profesional exitoso, con consciencia, ética y principios. Y disfrutar de esta hermosa carrera.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
3.1	Objetivo general.....	4
3.2	Objetivos específicos.....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1	Moscas hematófagas en el ganado bovino.....	5
4.1.1	<i>Stomoxys calcitrans</i>	5
4.1.1.1	Sinónimos.....	6
4.1.1.2	Distribución.....	6
4.1.1.3	Descripción.....	6
4.1.1.3.1	Adultos.....	6
4.1.1.4	Ciclo de vida.....	7
4.1.1.5	Biología.....	7
4.1.1.6	Importancia económica.....	8
4.1.1.7	Monitoreo de <i>Stomoxys calcitrans</i>	9
4.1.2	<i>Haematobia irritans</i>	9
4.1.2.1	Sinónimos.....	9
4.1.2.2	Distribución.....	10
4.1.2.3	Descripción.....	10
4.1.2.3.1	Adultos.....	10
4.1.2.4	Ciclo de vida.....	10
4.1.2.5	Biología.....	11
4.1.2.6	Importancia económica.....	12
4.1.2.7	Monitoreo de <i>Haematobia irritans</i>	13
4.2	Control de las moscas en el ganado.....	13
4.3	Resistencia a los mosquicidas y repelentes químicos.....	15
4.4	Contaminación ambiental por productos químicos.....	16

4.5	Repelente.....	17
4.6	Repelentes naturales.....	19
4.7	Neem.....	20
4.7.1	Taxonomía.....	21
4.7.2	Distribución.....	21
4.7.3	Propiedades de Neem.....	22
4.7.3.1	Azadirachtina.....	22
4.7.3.2	Otros metabolitos de Neem.....	23
4.7.4	Mecanismos de acción.....	24
4.8	Neem como repelente.....	25
4.9	Resistencia al Neem.....	26
4.10	Antecedentes.....	27
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
5.1	Materiales.....	28
5.1.1	Recursos humanos.....	28
5.1.2	Recursos materiales.....	28
5.1.3	Recursos biológicos.....	28
5.1.4	Lugar de estudio.....	28
5.2	Metodología.....	21
5.2.1	Grupos de estudio.....	29
5.2.2	Cálculo de las concentraciones de Neem.....	29
5.2.2.1	Concentración de Neem al 5%.....	29
5.2.2.2	Concentración de Neem al 10%.....	30
5.2.3	Colecta y tipificación de las moscas hematófagas.....	30
5.2.4	Aplicación de tratamientos.....	31
5.2.5	Evaluación del efecto repelente por medio del conteo de moscas hematófagas.....	31
5.2.6	Frecuencia de evaluación de la presencia de moscas.....	31
5.2.7	Efectos adversos.....	32
5.2.8	Determinación del efecto residual.....	32

5.2.9	Análisis estadístico.....	32
5.2.9.1	Estadística descriptiva.....	32
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
VII.	CONCLUSIONES.....	40
VIII.	RECOMENDACIONES.....	41
IX.	RESUMEN.....	42
	SUMMARY.....	43
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
XI.	ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1

Conteo de moscas de cada tratamiento y en diferentes tiempos.....33

Cuadro 2

Diferencia entre el número de mosca antes de aplicados los
tratamientos y después de aplicados.....34

Cuadro 3

Efectos adversos grupo control.....36

Cuadro 4

Efectos adversos del extracto de Neem al 5%.....36

Cuadro 5

Efectos adversos del extracto de Neem al 10%.....37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1

Variabilidad de la reducción de moscas a través de las diferentes lecturas.....35

Figura 2

Comportamiento de la reducción de moscas en los diferentes tiempos de lectura de cada tratamiento.....35

I. INTRODUCCIÓN

La infestación por moscas hematófagas es uno de los problemas más graves en el ganado bovino, si bien no ocasionan la muerte del animal, pero afecta negativamente a la salud del hato; causando intenso estrés por las constantes picaduras, anemia, retraso en el crecimiento, reducción de la ganancia de peso y producción de leche, transmiten enfermedades como Piroplasmosis y Anaplasmosis, por lo tanto, provocan pérdidas económicas a los productores.

Existe una gran gama de productos químicos para el control de moscas en los bovinos, pero esto implica una gran inversión económica y se han desarrollado poblaciones de moscas resistentes a dichos productos químicos por el uso constante, excesivo y algunas veces inadecuado de los mismos. Otro factor negativo del uso de productos químicos es que muchos de ellos tienen una mediana y alta toxicidad, así como provocan contaminación y daño al ambiente.

El Neem tiene una larga lista de propiedades que se le atribuyen, una de ellas es la de ser repelente. Si bien la planta es originaria de Asia meridional, ya se encuentra disponible en el territorio de Guatemala, por lo cual su obtención es accesible. En Guatemala no hay ningún estudio específico sobre este efecto para el control de moscas, sin embargo, Puac, 2015, reportó el efecto repelente en moscas.

Siendo el extracto de Neem un producto extraído de las hojas de la planta, el cual en los estudios realizados no ha generado resistencia, no es tóxico para el humano ni para el animal y no deja residuos en leche, al contrario de los productos químicos (Mulla & Su, 1999).

En este estudio se evalúa una alternativa natural, como es el extracto de Neem (*Azadirachta indica*) como repelente de moscas, en busca de una opción efectiva, sin toxicidad y amigable para el ambiente.

II. HIPÓTESIS

El extracto de Neem (*Azadirachta indica*) al 10% administrado por vía tópica, presenta mayor efecto repelente y mayor efecto residual contra moscas hematófagas de bovinos.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Evaluar una alternativa natural con efecto repelente en moscas hematófagas de bovinos.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto repelente del extracto de Neem en moscas hematófagas administrado por vía tópica en bovinos.
- Determinar el efecto residual del extracto de Neem como repelente en moscas hematófagas administrado por vía tópica en bovinos.
- Determinar la presencia de efectos adversos en la aplicación tópica del extracto de Neem contra mosca hematófaga en bovinos.
- Comparar el efecto repelente de dos concentraciones de extracto de Neem en moscas hematófagas administrado por vía tópica en bovinos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Moscas hematófagas en el ganado bovino

La importancia de los insectos plaga en la producción pecuaria radica en que son vectores y transmisores de muchas enfermedades para el hombre y animales, ya sea en forma mecánica o dentro de ellos. Las moscas son uno de los principales problemas. El complejo de especies de moscas; formado por la mosca doméstica *Musca domestica* (Linnaeus), mosca de establo *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus), y mosca del cuerno *Haematobia irritans* (Linnaeus), constituye un serio problema zoonosario en el ganado, áreas de pastoreo e instalaciones pecuarias (Martínez, Pérez, Sosa & Martínez, 2015).

Los principales perjuicios de las moscas en los establos son: reducción de la producción de leche, menores ganancias de peso del ganado de carne, contaminación de productos pecuarios con excrementos y partes de insectos, transmisión de enfermedades, incrementos en costos de producción derivado de su combate y molestias en general debido a su presencia (Martínez et al., 2015).

4.1.1. *Stomoxys calcitrans*

Es una mosca de importancia mundial tanto en medicina humana como en medicina veterinaria. La mosca de establo como es su nombre común, son hematófagas obligadas, y principalmente atacan ganado y caballos. En la ausencia de estos huéspedes, pueden morder a personas y perros. Consecuentemente, la mosca del establo tiene un impacto económico. Las moscas de este tipo son sinantrópicas, es decir que explotan los hábitats y fuentes de comida creadas por el humano, ejemplo de ello la agricultura (Kaufman & Weeks, 2015; Junquera, 2016).

4.1.1.1. Sinónimos

De acuerdo con el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), los siguientes sinónimos han sido usados para *Stomoxys calcitrans*:

Conops calcitrans Linnaeus, 1758

Musca occidentalis Walker, 1853

Stomoxis dira Robineau-Desvoidy, 1830

Stomoxis inimica Robineau-Desvoidy, 1830

Stomoxys cybira Walker, 1849

Stomoxys parasita Fabricius, 1781

(ITIS, 2016)

4.1.1.2. Distribución

Hay 18 especies conocidas del género *Stomoxys*. De las cuales sólo *Stomoxys calcitrans* está presente en todo el mundo y es la única especie que es sinantrópica (Kaufman & Weeks, 2015).

4.1.1.3. Descripción

4.1.1.3.1. Adultos

Las moscas adultas alcanzan 5 a 7 mm de largo. Se parecen a las moscas domésticas, pero ambas especies se pueden diferenciar por la examinación del abdomen y de las piezas bucales. La mosca del establo adulta tiene 7 puntos circulares en un patrón de ajedrez en el abdomen y la mosca doméstica tiene un abdomen sin patrón. La mosca del establo tiene piezas bucales largas tipo bayoneta, proyectadas hacia adelante en la cabeza llamada probóscide para perforar la piel y alimentarse de sangre, mientras que la mosca doméstica tiene

piezas bucales esponjosas para alimentarse de líquidos (Kaufman & Weeks, 2015; Junquera, 2016; Gerry, Peterson & Mullens, 2007).

4.1.1.4. Ciclo de vida

La mosca del establo se cría en materia orgánica húmeda en descomposición. La hembra adulta vive de 4 a 8 semanas en el laboratorio, pero vive de 7 a 10 días en el campo, y durante este tiempo ella oviposita muchas veces. Cada oviposición puede contener de 60-130 huevos, los cuales son puestos en pequeños grupos con un sustrato suficiente. Cada mosca hembra puede poner 800 huevos durante su vida, cada grupo requiere una succión de sangre por separado. Los huevos eclosionan entre 12 y 24 horas en larvas de primer estadio, las cuales se alimentan y maduran a través de 3 estadios en 12 a 13 días a una temperatura óptima de 27°C en el sitio de crianza. El tercer estadio larvario se transforma en pupa. Los adultos se desarrollan dentro de la pupa y emergen de esta. El promedio del ciclo de vida de la mosca del establo en el campo es de 12 a 20 días, dependiendo de las condiciones ambientales, pero usualmente es alrededor de los 28 días. Los adultos pueden volar entre 1 hora después de emerger, y estará listo para aparearse 3 ó 5 días después. Una vez después de aparearse, la hembra empezará a poner huevos de 5 a 8 días después (Kaufman & Weeks, 2015).

4.1.1.5. Biología

Las moscas de establo requieren consumo de una o dos veces por día de sangre, tanto hembras como machos a diferencia de otros insectos en que solamente la hembra se alimenta de sangre para proveer proteína y formar los huevos; y en donde el macho sobrevive de azúcar nada más. Son especialmente activas a temperaturas de 20°-27°C. Prefieren alimentarse de las partes bajas del cuerpo del ganado, así como de las patas, especialmente las delanteras (Gerry et

al., 2007; Kaufman & Weeks, 2015). La presencia de numerosas moscas en la región de las patas, junto con el comportamiento de pisotear y el apretamiento del ganado en grupos apretados, es diagnóstico para este tipo de mosca (Gerry et al., 2007).

Las moscas de establo son diurnas, se alimentan de su huésped en las primeras horas de la mañana y en las últimas horas de la tarde en un clima cálido y al medio día en climas frescos o más fríos. Cuando se alimentan, las moscas del establo pueden llenarse completamente en cinco minutos e irse sin molestias. Después de comer y en períodos de calor durante el día, descansan debajo de la vegetación, cercas y otras estructuras que se encuentren cerca del huésped. La mosca del establo se encuentra activa durante todo el año, pero posee picos de población dependiendo de la condición climática del lugar (Kaufman & Weeks, 2015).

4.1.1.6. Importancia económica

Las moscas del establo atacan a personas, mascotas y animales de la agricultura alrededor del mundo, para alimentarse de su sangre. La mordedura de esta mosca es bastante dolorosa y las moscas son bastante persistentes; usualmente ignoran los golpes fuertes, el pisoteo y otras tácticas que el animal usa para evitar ser mordido por estas (Kaufman & Weeks, 2015).

Al contrario de muchas otras mordeduras de insectos que se alimentan de sangre, en humanos el lugar de la mordedura no aparece irritada y rara vez termina en reacciones alérgicas (Kaufman & Weeks, 2015).

Como resultado de la molesta mosca de establo, los animales manifiestan comportamiento de evasión como pisoteo y golpes fuertes con la cola. Consecuentemente, el animal se estresa y pasa menos tiempo alimentándose.

Porcinos, ganado, y caballos todos manifiestan una ganancia de peso retardada debido a la intensa alimentación de la mosca. Investigaciones recientes indican que a los Estados Unidos la mosca del establo le cuesta \$2.2 billones al año (Kaufman & Weeks, 2015).

La mosca del establo es un vector potencial de enfermedades zoonóticas. Tienen la habilidad de transmitir los patógenos que causan enfermedades como ántrax, anemia infecciosa equina, y anaplasmosis. Las heridas que deja la mordedura de la mosca pueden infectarse por patógenos oportunistas (Kaufman & Weeks, 2015).

4.1.1.7. Monitoreo de *Stomoxys calcitrans*

El monitoreo de la mosca del establo incluye tres formas básicas: conteo de moscas en el animal, evaluar la frecuencia de comportamiento repelente contra moscas del animal y la utilización de trampas para conteo de moscas (Gerry et al., 2007).

4.1.2. *Haematobia irritans*

Llamada comúnmente mosca de los cuernos, es una de las plagas con mayor importancia económica en el ganado a nivel mundial. Es ectoparásito hematófago obligado, se alimenta casi exclusivamente del ganado bovino (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

4.1.2.1. Sinónimos

Conops irritans Linnaeus, 1758

Haematobia cornicola Williston, 1889

Haematobia serrata Robineau-Desvoidy, 1830

Lyperosia meridionalis Bezzi, 1911

Lyperosia rufifrons Bezzi, 1911

(ITIS, 2016)

4.1.2.2. Distribución

La mosca de los cuernos fue introducida a América Del Norte desde Francia en 1887. Esta peste se encuentra ahora a lo largo de América, así como en Europa, Asia y en las regiones no tropicales de África (Fitzpatrick & Kaufman, 2014; Junquera, 2015).

4.1.2.3. Descripción

4.1.2.3.1. Adultos

La mosca de los cuernos adulta tiene el cuerpo café-gris o negro y son brillosos, y tiene alas que se superponen ligeramente que se mantienen planas sobre el abdomen. El cuerpo es de 3.5 a 5 mm de largo, o es de la mitad del tamaño de una mosca común de casa (*Musca domestica* Linnaeus). La cabeza tiene una antena pequeña de color café rojizo que apunta hacia abajo. El tórax tiene dos líneas paralelas en la superficie dorsal, justo detrás de la cabeza. Tanto macho y hembra de la mosca de los cuernos tiene piezas bucales para succionar para poder alimentarse de sangre exclusivamente (Fitzpatrick & Kaufman, 2014; Junquera, 2015).

4.1.2.4. Ciclo de vida

El estiércol de vaca es el hábitat que la larva requiere para su desarrollo, y los adultos se alimentan del Ganado bovino, las hembras dejan al huésped solo para poner sus huevos en estiércol fresco. Los huevos eclosionan entre uno y dos

días después de ser ovipositados. Las larvas se alimentan del estiércol fresco, se desarrolla en 3 estadios en 4 u 8 días antes de llegar al tamaño de maduración de 6.5 a 7.5 mm. La pupa normalmente requiere de seis a ocho días para una maduración completa. El tiempo necesario para completar el ciclo de vida de la mosca de los cuernos es entre 10 a 20 días, dependiendo de la temperatura y del aire (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

Cuando los adultos emergen de la pupa, toma aproximadamente 3 días en completar la maduración de los órganos reproductores. La mosca adulta empieza a aparearse de los 3 a 5 días después de emerger, y las hembras adultas empiezan a poner huevos de 3 a 8 días después de emerger. La mosca de los cuernos hembra oviposita un promedio de 78 huevos durante su vida adulta y aproximadamente de 6 a 7 días, pero puede poner hasta 100-200 huevos. El macho y la hembra de las moscas de los cuernos se alimentan solamente de sangre durante su vida adulta, al contrario de otras moscas hematófagas (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

4.1.2.5. Biología

Las moscas de los cuernos adultas pasan casi todo el tiempo sobre el hospedador, normalmente mirando hacia abajo. Sus lugares preferidos son el lomo, los flancos, la panza, y la base de los cuernos; aunque típicamente se dice que prefieren estar en el lomo cuando hay frío y en el abdomen durante los períodos cálidos del día. Tanto las hembras como los machos chupan sangre intermitentemente durante las 24 horas del día. Se alejan del hospedador casi exclusivamente para poner huevos. El máximo poblacional se da en primavera y verano. La duración de la temporada depende de las condiciones climáticas. Abundan especialmente con tiempo cálido y húmedo (Junquera, 2015; Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

Se conoce que se pueden alimentar de caballos, perros, cerdos y en algunas ocasiones de humanos. Sin embargo, tienen una asociación muy bien documentada con el ganado bovino y típicamente se mantienen sobre el ganado bovino o cerca de él durante todo su ciclo de vida (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

4.1.2.6. Importancia económica

La mosca de los cuernos es considerada una de las plagas económicamente más devastadora en la industria del ganado bovino en Estados Unidos. Causa pérdidas anuales entre US\$700 millones y \$1 billón, mientras que en adición se gasta anualmente US\$60 millones en insecticidas para el control de la infestación (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

Debido al comportamiento alimenticio de la mosca de los cuernos y a la cantidad de moscas presentes en los animales, el ganado gasta gran cantidad de energía defendiéndose. Esto conlleva a un elevado ritmo cardiaco y respiratorio, reduciendo el tiempo de pastoreo, reduciendo la eficacia de alimentación y reduciendo la producción de leche en vacas, lo que puede llevar al decrecimiento de la ganancia de peso. La alimentación intensa de las moscas de los cuernos también puede provocar un daño severo de la piel del ganado, lo que dará como resultado una mala calidad de cuero (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

Las moscas de los cuernos son reportadas en grandes números en el ganado bovino, con miles de moscas sobre un solo animal. El promedio de alimento de la mosca de los cuernos es de solamente 1.5 mg, ó 10 µL de sangre; cada mosca toma de 24 a 38 mg de sangre por día. Por lo tanto, la gran cantidad de moscas infestando a un animal, así como la cantidad de veces que se alimente cada mosca, puede resultar en una pérdida sustancial de sangre (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

4.1.2.7. Monitoreo de *Haemotobia irritans*

Para el caso de las moscas hematófagas (que se alimentan de sangre), especialmente para la mosca de los cuernos, debido a que los adultos rara vez abandonan al huésped, el uso de métodos como el de trampas de pegamento es poco efectivo. De esta forma es recomendable realizar un análisis visual para determinar índices de abundancia relativa para estimar el número aproximado de moscas por animal (Salas, Larraín & Morales, 2010).

4.2. Control de las moscas en el ganado

La sanidad es el aspecto más importante en el control de las moscas. Los lugares de crianza de las moscas incluyen estiércol húmedo, paja, alimento en descomposición, o cualquier combinación de las mencionadas. El uso de viruta o aserrín como cama puede reducir la población de moscas. Si se retrasa la limpieza de los cobertizos, esto crea un ambiente propicio para el desarrollo de grandes poblaciones de moscas. Por lo tanto, material en descomposición que se tenga de cama para los animales, así como el estiércol debe ser removido frecuentemente y apuñado, se abona, se cubre con plástico negro o se esparce en una capa delgada para que se seque. La agitación de pozos y la remoción de material sólido flotando o adherido a los lados de las lagunas u otras instalaciones que resguarden estiércol, quitará sitios en donde la mosca puede eclosionar. Malezas y arbustos deben ser recortados alrededor de las instalaciones y cercas (Wolfgang, 2000).

El control biológico puede lograrse a través de enemigos naturales de la mosca. Escarabajos y ácaros devoran a los huevos y larvas de la mosca. Avispas parásitas atacan a las pupas de las moscas; pueden ser compradas para aumentar la población naturalmente de estas. El uso de insecticidas de acción prolongada a inicios del verano reduce los depredadores de la mosca, así como a

la mosca misma. Las poblaciones de mosca se recuperan más rápido de las dosis de pesticida que sus depredadores, y una vez que se hayan usado grandes cantidades de insecticida, el control biológico será menos efectivo. La población parasitaria puede ser conservada utilizando un fumigador de acción corta. Los sprays con residuos de acción prolongada deben evitarse y usarse solo si es necesario, si en el programa de manejo de mosca está incluido el control biológico (Wolfgang, 2000).

El control químico a través del uso de insecticidas puede ser una parte integral del programa de control completo. Hay muchas opciones con los insecticidas, esto incluye: fumigación ambiental, cebos, larvicidas, sprays residuales pour-on's, y sprays para el animal. Fumigación de acción corta y cebos son compatibles con los métodos de control naturales. Larvicidas para el tratamiento directo del estiércol, o liberados de manera sostenida son muy perjudiciales para insectos benéficos. El tratamiento en las superficies de las instalaciones con sprays residuales fue muy popular, pero dio lugar al incremento de resistencia. Pour-on's o sprays aplicado en el animal son todavía muy populares y son a menudo muy efectivos. Los aretes son útiles en el control de la mosca de la cara y la de los cuernos en pastura. Si el arete no se remueve en el tiempo indicado incrementa la probabilidad de crear resistencia en las moscas. Los pour-on's pueden ser muy efectivos, pero deben aplicarse cada dos semanas. Las permetrininas pueden también ser efectivas, pero causan resistencia de no usarse adecuadamente (Wolfgang, 2000; Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

El programa de control más efectivo en relación costo beneficio generalmente incluye un enfoque integrado. La combinación del manejo biológico, y control químico es en todo caso el enfoque más razonable y más rentable (Wolfgang, 2000).

Los repelentes de insectos pueden también ser utilizados para proveer un alivio tanto a animales como a humanos. Por ejemplo, los repelentes naturales (Kaufman & Weeks, 2015).

4.3. Resistencia a los mosquicidas y repelentes químicos

Para la realización de un control químico eficiente, se debe tener en cuenta el estado de desarrollo de las moscas al cual va dirigido el control, pues existen en el mercado insecticidas larvicidas y adulticidas. El desconocimiento de esto que parece tan simple es muy común entre agricultores y técnicos, favoreciendo la aparición de poblaciones de moscas resistentes a diversas moléculas de insecticidas por el hecho de utilizar insecticidas adulticidas para controlar larvas o viceversa. La decisión para realizar un control químico debe utilizar como información base, la obtenida a través de los monitoreos visuales y a través de trampas (Salas et al., 2010).

El uso inadecuado de los mosquicidas en la fase adulta debido al uso excesivo (un sólo mosquicida aplicado durante mucho tiempo y con una frecuencia alta de tratamientos al año), aunado a la utilización de dosis bajas o altas, favorece el desarrollo y emergencia de resistencia en las moscas (Soberantes & Núñez, 2012).

Aunque la tecnología de insecticidas ha sido dirigida hacia el control de la mosca, la resistencia a muchos de los insecticidas ha sido reportada y demostrada a través de muchos mecanismos, incluyendo la insensibilidad de los sitios de destino y a través de la desintoxicación metabólica de insecticidas. Por lo tanto, el uso de un manejo integrado que utilice varios métodos, permitirá a los ganaderos una reducción más efectiva de la mosca adulta y larvas. Una rotación de químicos con diferentes principios activos y diferentes técnicas de aplicación es la mejor manera de manejar a las moscas (Fitzpatrick & Kaufman, 2014).

La mejor manera de prevenir la resistencia en las moscas es haciendo un uso estratégico e integral de los mosquicidas (adulticidas y larvicidas), aplicándolos sólo cuando se justifique de acuerdo al umbral económico productivo en cada región y especie productiva, rotando los principios activos y familias químicas de los mosquicidas, además de aplicar las dosis recomendadas por la vía indicada por el laboratorio productor (Soberanes & Núñez, 2012).

El uso indiscriminado de productos químicos (fertilizantes e insecticidas), ocasionan un descenso de las poblaciones de organismos benéficos (descomponedores, depredadores, parasitoides, entre otros) y reducen los servicios ambientales para el productor ganadero (Zuluaga, Giraldo & Chará, 2011).

4.4. Contaminación ambiental por productos químicos

Los químicos de la agricultura se refieren a una gran variedad de productos químicos usados en agricultura, como los pesticidas (incluyendo insecticidas, herbicidas y fungicidas), así como fertilizantes sintéticos, hormonas y antibióticos. Los granjeros rocían los químicos sobre la comida cosechada para los animales con la finalidad de matar insectos, roedores y malezas, o para cualquier otro organismo que se coma el alimento destinado para el ganado. También aplican sustancias directamente en la piel del animal, pelaje o plumas para combatir infestaciones de insectos (Food empowerment Project, 2016).

Los granjeros de Estados Unidos usan 750 millones de libras de 20,000 diferentes químicos agrícolas cada año, y los que se usan para matar insectos y malezas que amenazan a las cosechas terminan envenenando a los ecosistemas naturales. Además, algunas malezas e insectos han desarrollado resistencia a los compuestos usados conforme los años, los químicos han continuado creando

pesticidas más poderosos y tóxicos para el ambiente (Food empowerment Project, 2016).

Los residuos de los químicos son encontrados en todos los niveles de la cadena alimenticia, y a lo largo del proceso de bioacumulación se concentra más, mientras más arriba de la cadena vemos, más concentración de toxinas hay. Esto quiere decir, en un sistema que abarca todo el espectro desde microorganismos hasta los humanos, las personas que consumen productos animales obtienen la dosis más alta de toxinas (Food empowerment Project, 2016).

Al utilizar los insecticidas sintéticos convencionales se llega a la preocupación de la toxicidad para los mamíferos incluyendo al ganado, peces, aves, y para organismos benéficos; envenenamiento humano, especialmente en los países en vías de desarrollo; efectos adversos en el ambiente, causando contaminación de suelos, agua y aire; resurgimiento de poblaciones de insectos plaga ya que los insecticidas convencionales causan resistencia fisiológica; el alto costo del desarrollo de nuevos insecticidas sintéticos, lo que conlleva a que países en vías de desarrollo no tengan a su alcance los nuevos productos para el control de plagas (Mulla & Su, 1999).

4.5. Repelente

Los repelentes son sustancias químicas, sintéticas o naturales, que ahuyentan o evitan que un insecto o ácaro (moscas, garrapatas, pulgas, mosquitos, zancudos, piojos, etc.) u otro bicho indeseado se acerque al hospedador (perros, gatos, bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, aves, etc.) que naturalmente le atrae porque allí encuentra su alimento o el lugar donde depositar sus huevos (el caso de las moscas causantes de miasis y gusaneras) (Junquera, 2015).

Los primeros usos de los repelentes se remontan a la antigüedad. Herodoto es el primero en describir el uso de sustancias de olor fuerte como repelentes entre los habitantes del antiguo Egipto. Plinio describe el empleo de diversos tipos de aceites esenciales, como alcanfor, clavo, bergamota, geranio, lavanda y canela, entre los romanos. En la Europa del siglo XVI se emplearon el cáñamo, el extracto de ajo, el aceite de oliva y de poleo y el jugo de tomate crudo como repelentes. En la zona del Caribe era famoso el aceite de coco. Uno de los mejor conocidos es el aceite esencial de limón (citronella), que aún se emplea en la actualidad. En España se comercializan algunos repelentes basados en extractos naturales y aceites esenciales (Giménez, 2006; Daza & Florez, 2016).

Para ser repelente, una sustancia debe alcanzar al parásito que se aproxima antes de que este tome contacto con la víctima. Esto exige inevitablemente que debe ser volátil, es decir, aplicada sobre el hospedador, debe evaporarse lo suficiente del cuerpo del hospedador (o de un collar, orejera, etc. puesto sobre el hospedador) como para formar una nube alrededor del mismo que, percibida por el parásito, hace que éste no se acerque al hospedador (Junquera, 2015).

La necesidad de ser volátil implica inevitablemente que con el tiempo desaparezca del cuerpo del hospedador (o de la matriz portadora en un collar, etc.) es decir, se evapora completamente, y deje de proteger al hospedador. Esto significa que, por naturaleza, un producto líquido tendrá un efecto residual corto, o sea, el periodo de protección no será muy largo, de hecho, rara vez supera las 24 horas, a lo más unos pocos días, pues el repelente se evapora del todo. Pero si el repelente está incluido en una matriz que lo libera lentamente (p.ej, en un collar para mascotas, una orejera para el ganado), el efecto repelente puede prolongarse durante días, semanas o meses, según el caso (Junquera, 2015).

La historia moderna de los repelentes químicos sintetizados en laboratorio comienza después de la Segunda Guerra Mundial en Estados Unidos, donde se

sintetiza el DEET (N, N-dietil-3-metilbenzamida) y se inicia su empleo a gran escala a partir de 1954. El DEET, tiene un amplio espectro de actividad y ha sido considerado el estándar en el grupo de los repelentes con el que deben compararse todos aquellos productos que quieren introducirse en este mercado (Giménez, 2006; Daza & Florez, 2016).

Con respecto al uso de repelentes en animales, la escasa residualidad de los repelentes puede bastar para proteger un animal individual durante unas horas. Pero el uso de repelentes casi nunca resulta una solución económica en la ganadería: habría que tratar el ganado cada dos o tres días durante los meses de alta incidencia del parásito, con el trabajo y costo que eso implica (Junquera, 2015).

4.6. Repelentes naturales

La mayoría de las plantas contienen compuestos que son usados para prevenir el ataque de insectos fitófagos. Estos químicos entran en diversas categorías, incluyendo repelentes, disuasorios nutritivos o alimenticios, toxinas, y reguladores del crecimiento. La mayoría puede agruparse en cinco categorías químicas: (1) compuestos de nitrógeno (principalmente alcaloides), (2) terpenoides, (3) compuestos fenólicos, (4) inhibidores de la proteinasa, y (5) reguladores del crecimiento. Aunque la función principal de estos compuestos es la defensa contra los insectos fitófagos, muchos de ellos son efectivos contra mosquitos y otros Díptera, especialmente esos componentes volátiles que son liberados como consecuencia del metabolismo del herbívoro. El hecho de que varios de estos compuestos son repelentes para insectos hematófagos podría ser un vestigio evolutivo de un ancestro que se alimentaba de plantas, muchos de estos compuestos evolucionaron como repelentes de insectos fitófagos y la respuesta a compuestos potencialmente tóxicos es bien conservada en el linaje de Díptera (moscas verdaderas). Los insectos detectan olores, cuando ese olor volátil

se une con un receptor de olor, las proteínas se desplazan en dendritas ciliadas de neuronas receptoras especializadas de olores, que están expuestas al ambiente externo, comúnmente en la antena o en los palpos maxilares del insecto, y algunas neuronas receptoras de olor, como la OR83b la cual es importante en la olfacción y bloqueo por el repelente sintético DEET, son altamente conservados en las especies de insectos. Las plantas producen sustancias “volátiles de hoja verde” cuando las hojas son dañadas con el fin de disuadir a los herbívoros, y muchos autores han demostrado la fuerte respuesta de los receptores de olor de los mosquitos a esta clase de compuestos volátiles, incluyendo al acetato de geranilo y citronela, 6-metil-5- hepteno-2-uno y geranilacetona. Curiosamente, los mismos receptores de olor que responden al DEET también responden al eucalipto tuyona y al linalool en *Culex quinquefasciatus*. En *Anopheles gambiae*, el receptor OR83b de DEET es estimulado por citronela, pero también es modulado por el canal de cationes TRPA1. Sin embargo, es más probable que muchos volátiles de las plantas sean disuasorios o repelentes porque tienen un vapor con una alta toxicidad para los insectos (Ferreira & Moore, 2011).

4.7. Neem

Neem, o *Azadirachta indica*, es de la familia Meliaceae, una familia de las dicotiledóneas mayormente representadas por árboles y arbustos. Miembros de las Meliaceae tienden a tener madera de alta calidad. La familia incluye cerca de 50 géneros y 550 especies, ambos tropical y subtropical, con muchos de ellos apreciados por su madera, frutas comestibles, y cualidades ornamentales. *A. indica* tiene hojas espinadas, tiene semillas sin alas, y puede llegar a tener una altura de 30 metros (The McGraw-Hill Companies, 2000; Saxena, 2003; Cruz & Sánchez, 2004).

4.7.1. Taxonomía

Reino	Plantae – plantas, Planta, Vegetal,
Subreino	Viridiplantae
Superdivision	Embryophyta
Division	Tracheophyta
Subdivision	Spermatophytina
Class	Magnoliopsida
Superorder	Rosanae
Order	Sapindales
Family	Meliaceae
Genus	<i>Azadirachta</i> A. Juss.
Species	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss. – neem

(ITIS, 2016)

4.7.2. Distribución

El Neem es una planta cuyo origen exacto es incierto, la mayoría coincide en que es originario de zonas secas de la montaña de Siwalik de la India y Birmania, ubicados en la región tropical del Suroeste asiático (Cruz & Sánchez, 2004).

En la actualidad se encuentra distribuido en más de 78 países, en el continente Asiático, Africano, Oceanía, Centro y Sur América (Cruz & Sánchez, 2004).

En América se encuentra en países como Trinidad y Tobago, Jamaica, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Surinam, Guyana, Barbados, Cuba, República Dominicana, Haití, Guatemala, Nicaragua, Honduras, Bolivia, Ecuador, Argentina, Brasil y México (Cruz & Sánchez, 2004).

4.7.3. Propiedades del Neem

Contiene más de 30 metabolitos insecticidas. Muchos químicos han sido aislados del extracto de Neem, incluyendo azadirachtina, nimbina, meliantriol, salannina, epoxyazadiradionq, deacetylsalannina, nimbidina, deacetylazarachtina, salannol (The McGraw-Hill Companies, 2000; Certis, 2014; Cruz & Sánchez, 2004; Mulla & Su, 1999; Sarker, 2014).

4.7.3.1. Azadirachtina

Azadirachtina, C₃₅H₄₄O₁₆, es el más interesante desde el punto de vista de la agricultura. Se encuentra concentrado en las hojas y semillas, actúa como un regulador del crecimiento de los insectos. La azadirachtina es estructuralmente similar a la hormona de los insectos llamada ecdysonas, las cuales son esteroides que interfieren con la muda (la pérdida periódica y secreción de un nuevo exoesqueleto) y la metamorfosis. Este mecanismo de acción es diferente de la mayoría de insecticidas que se encuentran en el mercado, los cuales actúan interfiriendo con el sistema nervioso central del insecto. Adicionalmente azadirachtina ha sido probada que disuade a los insectos de que se alimenten de plantas, esto lo hace clasificar como un antialimenticio. El Servicio de Investigación Agrícola (ARS), la casa principal de división de investigación de los Estados Unidos del departamento de (USDA), fue determinante para aprobar a la azadirachtina para uso como pesticida. Azadirachtina está ahora registrada en los Estados Unidos como un pesticida de uso general con una toxicidad clase IV (relativamente no tóxica). Al tratarse de una molécula orgánica, cae en la clase química de compuestos llamados tetranotriterpenoides (The McGraw-Hill Companies, 2000; Mulla & Su, 1999).

Como cualquier otro producto natural, la degradación bajo condiciones de campo es mucho más rápida que en el laboratorio por los efectos de la luz

ultravioleta (UV), temperatura, pH, y actividad microbiana. Bajo condiciones de campo el efecto residual de los pesticidas de Neem fue de 4-8 días (Mulla & Su, 1999).

4.7.3.2. Otros metabolitos del Neem

- Compuestos fenólicos de la corteza: (ácido gálico, Antiinflamatoria y inmunomoduladora, galocatequina, epicatequina, atequina y epigalocatequina) Gedunina Vasodilatadora, antimalaria (tres veces más activa que la cloroquina) y antifúngica.
- Mahmoodina: Antimicrobiana.
- Margósico: ácido desinfectante de infecciones cutáneas y antimalaria.
- Meliantriol: Repelente de insectos plaga.
- Naheedina: Antimicrobiana.
- Nimbidina: Antibacteriana, antiulcerogénica, analgésica, antiarrítmica, antidiabética, antifúngica, antiinflamatoria y para el tratamiento de la psoriasis.
- Nimbidina: Antihistamínica.
- Nimbidinato de sodio: Antiinflamatoria y diurética.
- Nimbidol: Antituberculosa, antiprotozoica y antipirética.
- Nimbina: Antiinflamatoria, antipirética, antihistamínica y antifúngica.
- Nimbinato de sodio: Diurética, espermicida y antiartrítica.
- Nimbinina: Antiinflamatoria.
- Nimbolida: Antitumoral.

- Nimboloide: Antimalaria (inhibición de Plasmodium falciparum)
- Polisacáridos de la corteza: Antitumoral, interferón-inductora y antiinflamatoria.
- Quercetina: Antiprotozoica (incluso antimalaria), antifúngica.
- Salanina: Repelente de insectos plaga (Herbal de Chiapas, sf; Neem herbal products, 2011).

4.7.4. Mecanismos de acción

Los productos del Neem son capaces de producir múltiples efectos en los insectos, tales como antialimentación, regulación del crecimiento, supresión fecundativa y esterilización, repelencia o atracción a la oviposición, y cambios en la salud biológica (Mulla & Su, 1999).

- Antialimentario: El mecanismo de inhibición de la alimentación puede ser por un bloqueo de la entrada desde los quimiorreceptores que normalmente responden a estímulos de alimento, que puede ser reversible aumentando los estímulos de alimento, o estimulación de las células disuasivas específicas o agrandar el espectro de los receptores, o por ambos mecanismos (Mulla & Su, 1999).
- Reguladores del crecimiento: Los efectos reguladores son de interés teórico y práctico. Tratamientos en insectos por ingestión oral, o aplicación tópica de los metabolitos del Neem, causaron inhibición del crecimiento de la larva, malformación, y mortalidad. Estos efectos han sido observados en Orthoptera, Hemíptera, Lepidoptera y Díptera (Mulla & Su, 1999).
- Supresión de fecundación y esterilización: azadirachtina puede modificar el ecdysteroide, la cual es una hormona que regula la vitalogénesis. La

conducta sexual de hembras y machos se ve afectada por la azadirachtina (Mulla & Su, 1999).

- Repelencia a la oviposición: Los lugares de oviposición son tratados con productos del Neem, se observa repelencia a la oviposición, o inhibición de la misma (Mulla & Su, 1999).
- Cambios en la salud biológica: Influye la reducción del tiempo de vida, alta mortandad, pérdida de la habilidad para volar, mala absorción de nutrientes, inmunodepresión, inhibición enzimática y interrupción de los ritmos biológicos (Mulla & Su, 1999).

4.8. Neem como repelente

El Neem es abiertamente anunciado como una alternativa natural al DEET, y ha sido probado como repelente contra artrópodos de importancia médica, con una variedad de resultados. Varios estudios de campo de la India han demostrado una eficacia muy alta de las preparaciones a base de Neem, contrastando con los hallazgos de otros investigadores que dice que el Neem tiene una eficacia intermedia. Sin embargo, estos resultados contrastantes tal vez se deban a metodologías diferentes, y a los solventes usados para hacer el repelente. La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (EPA siglas en inglés) ha aprobado al Neem para usarlo como un repelente tópico. Tiene toxicidad dérmica baja, pero puede causar irritación de la piel, como dermatitis cuando se usa sin diluir (Ferreira & Moore, 2011).

Las propiedades insecticidas de *A. indica* fueron reconocidas por los nativos americanos, que lo utilizaron como un repelente contra garrapatas. Neem también fue utilizado como un insecticida por los locales en Sudán, pero las investigaciones de dicho árbol no tomaron vuelo hasta 1959 cuando el Dr. Heinrich Schmitterer, un científico alemán entrenado en entomología y en plantas

patológicas, condujo una investigación en un enjambre de langostas. Se observó que A. indica se encontraba dentro de las pocas plantas que no fue destruida por la plaga. Mucha de la investigación realizada por el Dr. Schmutterer y hallazgos de otros científicos han indicado que A. indica es efectiva en contra de un amplio rango de insectos, incluyendo los órdenes siguientes: Lepidóptera (polillas y mariposas), Díptera (moscas verdaderas), Coleoptera (escarabajos), Hymenoptera (abejas, hormigas y avispas), Homóptera (cigarras, pulgones, moscas blancas), Orthoptera (saltamontes, langostas, y grillos), and Heteróptera (chinchas). Investigaciones modernas han revelado que el extracto de Neem puede inhibir la oviposición en ácaros, disuadir a los herbívoros, inhibir el crecimiento de los insectos, y actuar como un astringente efectivo, un agente antimicrobiano, purificador, y desintoxicador (The McGraw-Hill Companies, 2000).

La distribución y aprovechamiento del árbol de Neem como insecticida, representa una alternativa factible de uso para el control de plagas agrícolas, principalmente en comunidades rurales de bajo nivel tecnológico. El Neem puede proporcionar una fuente barata de manejo integrado de plagas (MIP) para agricultores, materia prima para microempresas rurales o para el desarrollo de industrias. El neem no es tóxico al humano, no contamina el ambiente y es de fácil elaboración y aplicación a través de procesos rústicos. Además, puede sustituir ventajosamente a los plaguicidas químicos, los cuales son ecológicamente inaceptables debido a su alto riesgo para la salud, producen resistencia en los insectos e incrementan los costos de producción (Cruz & Sánchez, 2004).

4.9. Resistencia al Neem

No hay ningún reporte de casos de resistencia a los productos del Neem. Esto podría ser porque posee varios principios activos con diferente mecanismo de acción. Desarrollar un alto grado de resistencia contra químicos o productos

que poseen numerosos mecanismos de acción puede resultar difícil (Mulla & Su, 1999).

4.10. Antecedentes

En Guatemala no se han realizado estudios del extracto de neem como repelente contra moscas hematófagas en bovinos.

En el estudio de Soto (2014), indica que el aceite de Neem (*Azadirachta indica*) presentó el 100% de efecto ixodicida in vitro sobre las garrapatas *Boophilus sp.* en las concentraciones de 1% y 1.5%, y 83.33% en la concentración al 0.8%.

Así también indica que el aceite de Neem (*Azadirachta indica*) inhibió el 100% la oviposición in vitro sobre garrapatas *Boophilus sp.* en las concentraciones de 1% y 1.5%, y un 83.33% en la concentración de 0.8%; obteniéndose en esta última, una oviposición menor en comparación con el grupo control.

En el estudio de Puac (2015) indica que la solución extracto de Neem al 10% aplicada de forma pour on a lo largo del dorso mantuvo alejadas a las moscas que sirven como transportador de los huevos hacia el huésped. Indica que presentó un efecto repelente para los transportadores foréticos de los huevos de mosca.

El estudio de Sharma y Dhiman (1993), indica que el aceite de neem mostró 100% de protección contra mordeduras de la mosca de la arena (*Phlebotomus*) hembra utilizando una concentración de 2% y 5%.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Recursos humanos

- 1 Investigadora.
- 2 Asesores.
- Colaboradores.

5.1.2. Recursos materiales

- 3 bombas fumigadoras.
- Botas de hule.
- litros de Extracto de Neem.
- Cámara fotográfica.

5.1.3. Recursos biológicos

- 21 Bovinos.
- Moscas presentes en el ganado bovino de la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.1.4. Lugar de estudio

- Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.2. Metodología

5.2.1. Grupos de estudio

Diseño de bloques al azar. Se realizaron 3 grupos de estudio, conformado cada grupo por 7 bovinos de diferentes edades, sexo y raza. Los bovinos se dividieron al azar. El grupo 1 fue el control; el grupo 2 fue el grupo con el tratamiento de aspersión con extracto de Neem al 5%, el grupo 3 el grupo con el tratamiento de aspersión con extracto de Neem al 10%.

5.2.2. Cálculo de las concentraciones de Neem

El extracto de Neem se obtuvo al 100%, se adquirió de una empresa distribuidora.

5.2.2.1. Concentración de Neem al 5%

5 ml Neem--100ml de agua= **50 ml de extracto de Neem por litro de agua**

X 1,000ml de agua

Se utilizaron 4 litros de la solución para asperjar a los bovinos de menor tamaño:

50 ml Neem---1,000ml de agua= **200 ml de extracto de Neem en 4 litros de agua.**

X 4,000ml de agua

Se utilizaron 6 litros de la solución para asperjar a los bovinos de mayor tamaño:

50 ml Neem--1,000 ml de agua= **300 ml de extracto de Neem en 6 litros de agua.**

X 6,000 ml de agua

5.2.2.2. Concentración de Neem al 10%

10 ml Neem--100 ml de agua = **100 ml de extracto de Neem por litro de agua**

X 1,000 ml de agua

Se utilizaron 4 litros de la solución para asperjar a los bovinos de menor tamaño:

100 ml Neem--1,000 ml de agua= **400 ml de extracto de Neem en 4 litros de agua.**

X 4,000ml de agua

Se utilizaron 6 litros de la solución para asperjar a los bovinos de mayor tamaño:

100 ml Neem--1,000 ml de agua= **600 ml de extracto de Neem en 6 litros de agua.**

X 6,000 ml de agua

5.2.3. Colecta y tipificación de las moscas hematófagas

Antes del conteo inicial de las moscas se colectó una muestra significativa de moscas, esto se realizó con redes de 12", para insectos voladores. Y se tipificaron posteriormente.

5.2.4. Aplicación de tratamientos

Con una bomba fumigadora se asperjó a los bovinos del grupo 1 con agua, el grupo 2 con el Extracto de Neem al 5% y el grupo 3 con el Extracto de Neem al 10%; se utilizó 4 litros de solución para los bovinos más pequeños y 6 litros máximos para los de mayor tamaño.

5.2.5. Evaluación del efecto repelente por medio del conteo de moscas hematófagas

Los bovinos se fotografiaron del lado izquierdo. Se realizó recuento visual de moscas adultas sobre la superficie corporal. Para llevar a cabo dicho recuento se realizó un trazo de líneas divisorias del animal por regiones corporales: Región 1: Cuello, escápula, brazo, antebrazo, carpo, metacarpo, falange. Región 2: Dorso, área costal, área abdominal. Región 3: Sacro, pierna, tarso, metatarso, falange (Lima, Prado & Perri, 2002) (Anexo 1).

El proceso de conteo se llevó a cabo antes de aplicados los tratamientos, así como también cada vez que se evaluó la presencia de moscas.

5.2.6. Frecuencia de evaluación de la presencia de moscas

Se evaluó la infestación de moscas después de 1 hora, 3 horas, 6 horas y 24 horas. No se realizó las evaluaciones a los 3, 5, 7, 9, 11,13 y 15 días después de aplicado el tratamiento; ya que aumentó el número de moscas a las 24 horas (Anexo 2, 3 y 4).

5.2.7. Efectos adversos

Se determinó la presencia de efectos adversos, después del conteo de moscas, sobre la superficie corporal. Se observó la manifestación de efectos adversos, basándonos en la aparición de los siguientes signos: irritación de la mucosa ocular, irritación de la mucosa nasal, irritación de la mucosa oral, lagrimeo, eritema, alopecia, otros (Anexo 5, 6 y 7).

5.2.8. Determinación del efecto residual

Se estableció como el tiempo que transcurre desde que se administró el extracto de Neem hasta el día que el conteo de moscas sea igual o mayor al número de moscas que se presentaron antes de aplicados los tratamientos.

5.2.9. Análisis estadístico

5.2.9.1 Estadística descriptiva

Para realizar la comparación del efecto repelente de las dos concentraciones utilizadas, se empleó un Análisis de Varianza (ANOVA), análisis univariado para medidas repetidas, el cual se llevó a cabo con el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 22.0®.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las moscas recolectadas y tipificadas al microscopio se encontró tanto *Haemotobia irritans* como *Stomoxys calcitrans*.

Cuadro 1 Conteo de moscas de cada tratamiento y en diferentes tiempos

Grupo	Bovino	Antes	1 hora	3 horas	6 horas	24 horas
Control	1	58	14	20	1	14
	2	30	7	4	3	19
	3	4	0	2	1	3
	4	35	30	30	28	34
	5	16	43	38	14	13
	6	11	17	15	10	22
	7	6	41	46	39	38
Neem 5%	1	52	14	13	21	3
	2	8	1	3	5	7
	3	10	0	3	0	0
	4	27	7	11	18	37
	5	13	12	15	14	19
	6	14	4	10	9	57
	7	33	20	21	19	36
Neem 10%	1	6	2	0	0	5
	2	2	1	0	2	4
	3	4	4	0	0	0
	4	18	63	58	52	46
	5	105	34	37	49	78
	6	36	5	15	23	86
	7	37	17	20	31	46

Fuente: Elaboración propia ,2018

Cuadro 2 Diferencia entre el número de mosca antes de aplicados los tratamientos y después de aplicados

Grupo	Antes-1 hora	Antes-3 horas	Antes-6 horas	Antes-1 día
Control	44	38	57	44
	23	26	27	11
	4	2	3	1
	5	5	7	1
	-27	-22	2	3
	-6	-4	1	-11
	-35	-40	-33	-32
Neem 5%	38	39	31	49
	7	5	3	1
	10	7	10	10
	20	16	9	-10
	1	-2	-1	-6
	10	4	5	-43
	13	12	14	-3
Neem 10%	4	6	6	1
	1	2	0	-2
	0	4	4	4
	-45	-40	-34	-28
	71	68	56	27
	31	21	13	-50
	20	17	6	-9

Fuente: Elaboración propia ,2018

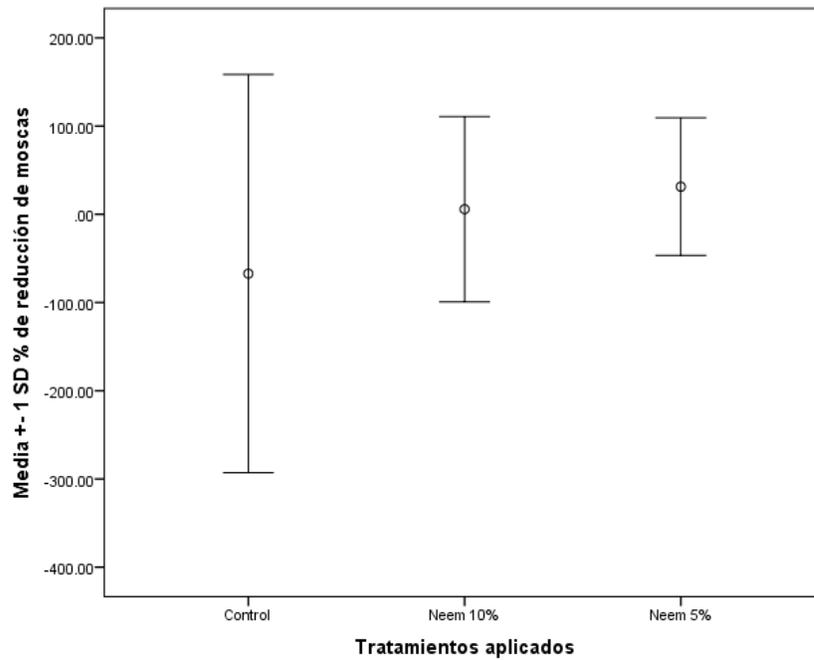


Figura 1 Variabilidad de la reducción de moscas a través de las diferentes lecturas

Fuente: Elaboración propia ,2018

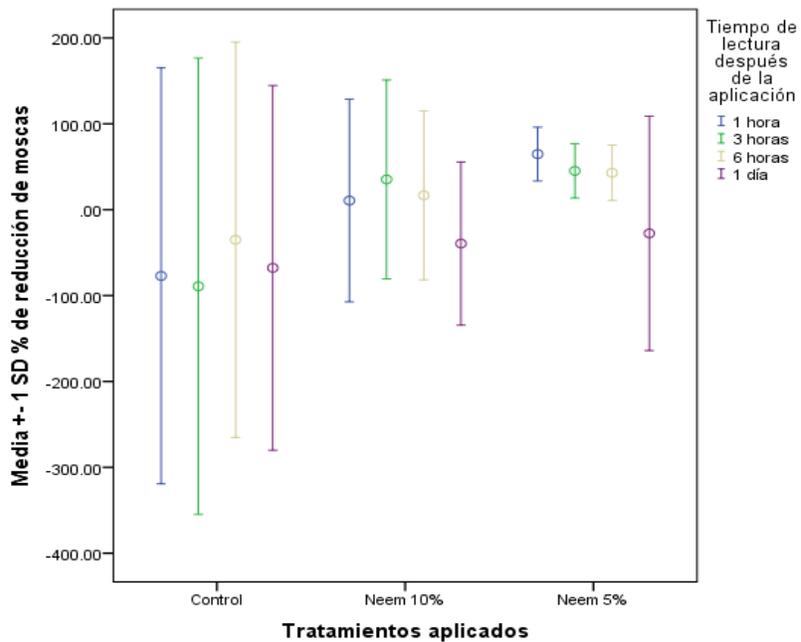


Figura 2 Comportamiento de la reducción de moscas en los diferentes tiempos de lectura de cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia ,2018

Cuadro 3 Efectos adversos grupo control

Efecto Adverso	1 h	3 hrs	6 hrs	24 hrs
Irritación de mucosas (ocular, nasal, oral)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Lagrimo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Enrojecimiento de piel	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Alopecia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Otros	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente Elaboración propia ,2018

Cuadro 4 Efectos adversos del extracto de Neem al 5%

Efecto Adverso	1 h	3 hrs	6 hrs	24 hrs
Irritación de mucosas (ocular, nasal, oral)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Lagrimo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Enrojecimiento de piel	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Alopecia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Otros	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: Elaboración propia ,2018

Cuadro 5 Efectos adversos del extracto de Neem al 10%

Efecto Adverso	1 h	3 hrs	6 hrs	24 hrs
Irritación de mucosas (ocular, nasal, oral)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Lagrimo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Enrojecimiento de piel	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Alopecia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Otros	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: Elaboración propia ,2018

Los resultados que se obtuvieron entre la diferencia del número de moscas antes y en cada tiempo de medición fueron: en los grupos tratados con Neem al 5% y 10%, después de 1 y 3 horas, hubo una disminución notable, a las 6 horas una reducción menos marcada y a las 24 horas aumentó la cantidad. Esto indica que hubo diferencia entre el valor inicial de moscas y que el efecto repelente se perdió en relación al tiempo post exposición al Extracto de Neem. En el grupo Control, se presentaron números negativos, en mayor cantidad, después de 1, 3, 6 y 24 horas, que indican que hubo más moscas en relación al conteo inicial (Cuadro 2 y Figura 1).

Los resultados obtenidos después de 1, 3, 6 horas, expresan que los Extractos de Neem presentaron leve efecto repelente, ya que las medias fueron datos positivos, lo cual indica que disminuyó el número de moscas en comparación al grupo Control. A las 24 horas después de los tratamientos no hubo

efecto repelente en los grupos tratados con Neem en comparación al Control, ya que todas las medias se volvieron negativas (Anexo 10 y Figura 2).

Hallazgos de otros científicos establecen que el Neem es efectivo contra un amplio rango de insectos, incluyendo al orden Díptera (moscas verdaderas) (The McGraw-Hill Companies, 2000). El análisis de varianza para medidas repetidas ($p=0.455$) y el traslape de los intervalos de confianza en todos los casos confirman la no diferencia entre los tratamientos (Anexo 8 y 9).

Aunque el efecto repelente obtenido fue leve, se reporta que el extracto de Neem tiene varios compuestos que le confieren efecto repelente como Azadirachtina, Meliantriol y la Salanina (Herbal de Chiapas, sf; Neem herbal products, 2011).

El extracto de Neem 5% fue el de mayor efecto repelente en relación con el grupo de Neem 10%; lo cual fue un resultado no esperado. En la mayoría de los casos la mayor concentración de un extracto presenta mayor efecto, pero esto no ocurrió; los factores que pudieron haber afectado en la variabilidad de los resultados pueden ser el viento, los rayos UV y que la mayor concentración de Neem presentó mayor olor y sabor, por lo que algunos bovinos se lamieron entre ellos removiendo parte del producto; como lo indica la literatura, la hoja del Neem en bovinos tiene una palatabilidad media (Neem Foundation, 2014; Sarker, 2014) El lamido no se presentó en el grupo control ni en el grupo de Neem 5%.

Como cualquier otro producto natural, la degradación bajo condiciones de campo es mucho más rápida que en el laboratorio por los efectos de la luz ultravioleta (UV), temperatura, pH, y actividad microbiana. (Mulla & Su, 1999) Los repelentes que son a base de agua, tienen una duración muy corta, según lo reportado por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México (2016), reportando un tiempo de 45 minutos.

Todo lo anterior fundamenta el hecho del leve efecto repelente que se presentó y el poco tiempo de su duración, ya que era una dilución en agua. El mejor resultado de reducción se obtuvo a la hora post aplicación del extracto de Neem al 5%, como se observa en la cuadro 5, en el caso del extracto de Neem al 10% el mejor efecto se presentó a las tres horas; pero esto no es significativo, ya que otros factores afectaron, como el viento, debido a que cada grupo de bovinos se encontraban en diferentes lugares y hubo fluctuación del viento en cada tiempo de conteo, y el viento aleja a las moscas.

A pesar de la no diferencia entre tratamientos (basados en la herramienta de análisis utilizada), es evidente que hay una reducción del número de moscas después de aplicar los extractos de Neem, siendo el tratamiento de Neem 5% el de mayor efecto, ya que la media de reducción fue de 31.345 en comparación con la media de 5.773 del tratamiento de Neem 10%, el extracto de Neem al 5% tuvo un mejor desempeño repelente a lo largo del tiempo que el Neem 10%, fue más constante (Anexo 9).

Después de 1, 3, 6 y 24 horas de aplicados los Extractos de Neem tanto al 5% como al 10%, no se presentaron efectos adversos; para ello se evaluó la presencia de irritación de mucosas (oral, nasal, oral), lagrimeo, enrojecimiento de piel, alopecias como reportan Benavides, et. al. (2001) y Estrada, et. al. (2008), que los extractos y otros productos derivados del Neem no son tóxicos (Cuadro 5 y 6). En el estudio de De león, (2013) se demostró la falta de toxicidad del Neem, en la cual se aplicó infusión de Neem tópicamente en conejos y la mortalidad fue del 0%.

VII. CONCLUSIONES

- Las moscas de bovinos encontradas fueron *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans*.
- El extracto de Neem tanto al 5 como al 10% administrado por vía tópica presentó leve efecto repelente después de 1, 3 y 6 horas después de aplicado. No existe diferencia estadística ($p=0.455$) entre los tratamientos evaluados.
- Aparentemente el extracto de Neem 5% fue el que presentó mayor efecto repelente en relación con el grupo de Neem 10%, esto por factores externos (lamido).
- El mayor efecto residual del extracto de Neem se observó después de una hora de aplicado, sin embargo, no tuvo un efecto totalmente efectivo, ya que siempre hubo moscas sobre el ganado tratado con ambas concentraciones.
- No se presentó efecto adverso por la aplicación de extracto de Neem al 5% como al 10%.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto repelente en moscas hematófagas en bovinos, administrando concentraciones más elevadas de extracto de Neem por vía tópica.
- Realizar estudios con extracto de Neem proveniente de la semilla.
- Evaluar el efecto repelente en moscas hematófagas en bovinos aplicando en forma tópica el extracto de Neem adicionando Propilenglicol para una mejor fijación sobre la piel del animal.
- Realizar un análisis económico sobre el extracto de Neem utilizado como repelente contra mosca hematófaga.
- Evaluar el repelente de extracto de Neem en otras especies de ectoparásitos.

IX. RESUMEN

Se evaluó el efecto repelente de dos concentraciones del extracto de Neem (*Azadirachta indica*) vía tópica en moscas hematófagas de bovinos.

Los 21 bovinos se dividieron al azar en tres grupos de 7. El grupo 1 fue el control; el grupo 2 con el tratamiento de extracto de Neem al 5%, el grupo 3 con el tratamiento de Neem al 10%.

Se realizó recuento visual de moscas adultas, antes del tratamiento, así también después de 1, 3, 6, 24 horas.

El análisis de varianza para medidas repetidas indica que no hay diferencia entre los tratamientos ($p=0.455$), el tamaño del efecto repelente de ambas concentraciones es muy leve.

Se determinó que al administrar extracto de Neem por vía tópica, en algunos bovinos presentaron leve efecto repelente contra mosca hematófaga, después de 1, 3 y 6 horas. El extracto de Neem 5% presentó mayor efecto, ya que la media de reducción es de 31.345 en comparación con la media de 5.773 del tratamiento de Neem 10%. Un factor que pudo ser el causante de dicho efecto, fue que los bovinos a los cuales se les aplicó el tratamiento Neem 10%, por encontrarse a mayor concentración, presentó mayor olor y sabor; observando que se lamieron entre ellas, por lo que removieron parte del producto. La lectura de una hora después del tratamiento de Neem 5%, presentó mayor efectividad con una media de reducción de moscas de 64.7371 en comparación al Neem al 10% que fue de 10.6357. No se presentaron efectos adversos.

SUMMARY

The repellent effect of two concentration of Neem extract (*Azadirachta indica*) topycal administration of blood flies of cattle.

The 21 bovines were divided randomly in three groups. Group 1 is the control group, group 2 was treated with Neem extract 5% and group 3 treated with Neem extract 10%. A visual recount of adult flies was performance, before the treatment, after 1, 3, 6 and 24 hours.

The variance analysis for repetitive measures shows that there is no difference between the treatments ($p=0.455$), the size of the repellent effect is very low between both concentrations.

Applied Neem extract via topycal showed that in some bovines there was a low repellent effect against blood fly, after 1, 3 and 6 hours. The Neem extract 5% showed a better effect, the reduction average was 31.345 in comparison with the average reduction of Neem extract 10% that was 5.773. An important factor that may have been the cause of this difference in average reduction was that in those bovines of the Neem extract 10% was applied, due to a major concentration of Neem, it has more smell and taste; which cause that the bovines started to lick each other, removing part of the product. The measure of one hour after the Neem 5% treatment was applied showed a major effectivity with a reduction average of 64.7371 in comparison of the reduction average 10.6357 of the Neem 10% treatment. No side effect were presented.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides, E., Hernández, G., Romero, A., Castro H., Rodríguez, J. (2001). Evaluación preliminar de extractos del Neem (*Azadirachta indica*), como alternativa para el control de la garrapata del ganado *Boophilus microplus* (Acari:Ixodida). *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1-2), 1-8.
- Certis. (2014). Neem: Su historia, y uso en la agricultura. El árbol del Neem *Azadirachta indica* Selva Húmeda Tropical Nativo del Este de India & Burma Produce toxinas. Recuperado de <http://slideplayer.es/slide/85867/>
- Cruz, M. y Sánchez, R.A. (2004). El árbol de Nim: Establecimiento y aprovechamiento Huasteca Potosina. INIFAP. Folleto técnico #3. San Luis Potosí, México. 23p.
- Daza, L.P. y Florez, N.A. (2006). Diseño de un repelente para insectos voladores con base en Productos naturales. (Tesis de licenciatura). Universidad EAFIT, Colombia.
- De León, RAM. (2013). Evaluación de la infusión de las hojas del árbol de *Nim* (*Azadirachta indica*) elaborado en dos concentraciones para el tratamiento topico de acaros en *conejos* (*Oryctolagus cuniculus*). (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Estrada, J., López, M.T., Puig, N., Larramendy, R., Febles, G., Hernández, J., Frutos Benines, O. (2008). Bioderivados del Nim (*Azadirachta indica* A. *Juss*) para el control de parásitos que afectan a los animales de cría. La Habana, Cuba. *Agrotecnia*, 1 (1), 1-12.

- Ferreira, M. & Moore, S.J. (2011). Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria Journal*. 10(1). doi: <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-S1-S11>
- Fitzpatrick, D. & Kaufman, P.E. (2014). Featured Creature: Horn fly. University of Florida. Recuperado de http://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/flies/horn_fly.htm
- Food Empowerment Project. (2016). Pollution (Water, Air, Chemicals): Factory Farm Pollution. Recuperado de <http://www.foodispower.org/pollution-water-air-chemicals/>
- Gerry, A.C., Peterson, N.G. & Mullens, B.A. (2007). Predicting and Controlling Stable Flies. California Dairies. Universidad de California. (8258), 1-11.
- Giménez, S. (2006). Picaduras de insectos. *Farmacia Profesional*, 20 (5), 48-52.
- Herbal de Chiapas. (s.f.). Características y propiedades del Neem. Recuperado de <http://herbaldechiapas.com/content/13-el-neem-propiedades-del-neem-que-contiene-para-que-sirve>
- ITIS. (2016 a). *Azarichta indica*. Recuperado de <http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt>
- ITIS. (2016 b). *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758). Recuperado de http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=150277

- ITIS. (2016 c). *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758). Recuperado de http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=150287
- Junquera, P. (2015). Mosca de los cuernos: *Haematobia irritans*, mosca de la paleta en el ganado bovino y en caballos: biología, prevención y control. Recuperado de http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&&view=Article&id=24&Itemid=92
- Junquera, P. (2016). Mosca del establo: *Stomoxys calcitrans*, mosca brava, en el ganado bovino, ovino, caprino, porcino y aviar, en caballos, perros y gatos: biología, prevención y control. Recuperado de http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=93
- Kaufman, P.E. & Weeks, E.N.I. (2015). Featured Creature: *Stomoxys calcitrans* (L). University of Florida. Recuperado de http://entnemdept.ufl.edu/creatures/URBAN/MEDICAL/Stomoxys_calcitrans.htm
- Lima, L., Prado, A.P. y Perri, S.H. (2002). Localizaç o preferencial e índices diferenciados de infestaç o da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) em bovinos da raça Nelore. *Pesquisa Veterin ria Brasileira*. 22 (1), 25-32 doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2002000100006>
- Martínez, R., Pérez, J.F., Sosa, M.M. y Martínez, A. (2015). Mosca doméstica, mosca de establo, y mosca del lomo, fluctuación estacional de poblaciones en Jalisco. CIRPAC-INIFAP. Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. 716-721p.

- Mulla, M.S. & Su, T. (1999, junio). Activity and biological effects of neem products against arthropods of medical and veterinary importance. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 15 (2), 133-152.
- Neem Herbal Products. (2011). El árbol de Neem. Recuperado de <http://www.neemherbalproducts.com/neem.php>
- Neem Foundation (2014). Neem and Health. India. Recuperado de <http://www.neemfoundation.org/about-neem/chemistry-of-neem/>
- Puac Polanco, A.D. (2015). Comparación del efecto larvicida del extracto de semilla de nim (*Azadirachta indica*) administrado en forma tópica, comparado con ivermectina al 1% administrada por vía subcutánea para el control de *Dermatobia hominis* en bovinos de la aldea la Ceiba, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala. (Tesis de Licenciatura), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Salas, C., Larraín, P. y Morales, A. (2010, agosto). Manejo Integrado de las Moscas en la Industria Ganadera. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y el Altiplano (ciada) INIA URURI, Ministerio de Agricultura, (27).
- Sarker, A.H. (2014). Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) and ata (*Annona reticulata*) leaf as natural anthelmintics and their effects on milk production and body weight of zebu cattle under subsistence farming condition. (Tesis de maestría), Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.
- Sharma, V. P & Dhiman. R.C. (1993). Neem oil as a sand fly (Diptera: Psychodidae) repellent. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 9 (3), 64-366.

Soberanes Céspedes, N. y Núñez Correa, P.J. (2012). Programa de Control Integral de Moscas. Recuperado de <http://lapisa.wordpress.com/2012/08/29/programa-de-control-integral-de-moscas/>

Soto Mérida, A.L. (2014). Comparación del efecto ixodicida in vitro de diferentes concentraciones de aceite de Neem (*Azadirachta indica*) sobre garrapatas *Boophilus sp.* de bovino. (Tesis de Licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

The McGraw-Hill Companies. (2000). Botany: The Neem Tree. Recuperado de http://www.mhhe.com/biosci/pae/botany/botany_map/articles/article_33.html

Valencia, H. (5 de diciembre de 2016). Desarrollan repelente natural y de alta eficacia contra moscos. *Conacyt*. Recuperado de <http://newsnet.conacyt.prensa.mx/index.php/documentos/18079-desarrollan-repelente-natural-y-de-alta-eficacia-contra-moscas>

Wolfgang, D. (2000). Flies and impact on cattle health: strategies to minimize that impact. Recuperado de <http://extension.psu.edu/animals/dairy/courses/technology-tuesday-series/webinars/flies-and-smells-a-management-challenge/flies-and-impact-on-cattle-health>

Zuluaga A.F., Giraldo C. y Chará J. (2011). Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 36p.

XI. ANEXOS

Anexo 1

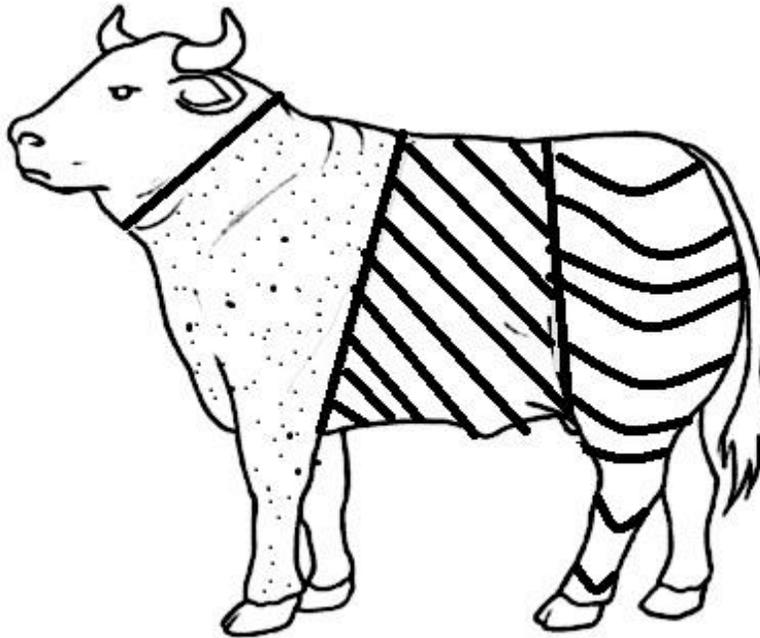


Fig. 1 índice de regiones anatómicas de bovinos: Región 1: Cuello, escápula, brazo, antebrazo, carpo, metacarpo, falange. Región 2: Dorso, área costal, área abdominal. Región 3: Sacro, pierna, tarso, metatarso, falange.

Región 1 

Región 2 

Región 3 

Fuente: Lima et. al., 2002

Anexo 2

Ficha de monitoreo cantidad de moscas. Grupo #1 Control												
Bovino	Inicial	1 hr	3 hrs	6 hrs	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D	11 D	13 D	15 D

Fuente: Elaboración propia ,2018

Anexo 3

Ficha de monitoreo cantidad de moscas. Grupo #2 Neem 5%												
Bovino	Inicial	1 h	3 hrs	6 hrs	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D	11 D	13 D	15 D

Fuente: Elaboración propia ,2018

Anexo 4

Ficha de monitoreo cantidad de moscas. Grupo #3 Neem 10%												
Bovino	Inicial	1 h	3 hrs	6 hrs	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D	11 D	13 D	15 D

Fuente: Elaboración propia ,2018

Anexo 5

Ficha para control de efectos adversos. Grupo #1 Control												
Bovino	Efecto Adverso	1 h	3 hrs	6 hrs	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D	11 D	13 D	15 D
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											

Fuente: Elaboración propia ,2018

Anexo 6

Ficha para control de efectos adversos. Grupo #2 Neem 5%												
Bovino	Efecto Adverso	1 h	3 hrs	6 hrs	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D	11 D	13 D	15 D
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											

Fuente: Elaboración propia ,2018

Anexo 7

Ficha para control de efectos adversos. Grupo #3 Neem 10%												
Bovino	Efecto Adverso	1 h	3 hrs	6 hrs	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D	11 D	13 D	15 D
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											
	Irritación mucosa ocular											
	Irritación mucosa nasal											
	Irritación mucosa oral											
	Lagrimeo											
	Eritema											
	Alopecia											
	Otros											

Fuente: Elaboración propia ,2018

Anexo 8

Pruebas de efectos inter-sujetos del Análisis de Varianza para medidas repetidas

Medida: Reducción

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Interceptación	8477.377	1	8477.377	.095	.761	.005
Tratamientos	146622.703	2	73311.352	.824	.455	.084
Error	1601515.888	18	88973.105			

Fuente: IBM SPSS statistics versión 22.0®, 2018

Anexo 9

Intervalos de confianza de los tratamientos aplicados para el análisis de ANOVA

Medida: Reducción

Tratamientos aplicados	Media	Intervalo de confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior
Control	-67.256	-185.686	51.173
Neem 10%	5.773	-112.656	124.203
Neem 5%	31.345	-87.084	149.775

Fuente: IBM SPSS statistics versión 22.0®, 2018

Anexo 10

Medias y desviaciones estándares de cada tratamiento, en los diferentes tiempos de medición en los cuales se observó efecto repelente

Tratamientos aplicados		Reducción a 1 hora de aplicación	Reducción a 3 horas de aplicación	Reducción a 6 horas de aplicación	Reducción a 24 horas de aplicación
Control	N	7	7	7	7
	Media	-77.1157	-89.1500	-35.0186	-67.7414
	Desviación estándar	242.18985	265.69152	230.19511	212.29019
Neem 10%	N	7	7	7	7
	Media	10.6357	35.2600	16.6814	-39.4843
	Desviación estándar	118.01261	115.74865	98.44004	94.96196
Neem 5%	N	7	7	7	7
	Media	64.7371	45.1871	42.9843	-27.5271
	Desviación estándar	31.25159	31.68778	32.33146	136.41281
Total	N	21	21	21	21
	Media	-5810	-2.9010	8.2157	-44.9176
	Desviación estándar	160.17276	171.52499	142.19729	148.68259

Fuente: IBM SPSS statistics versión 22.0®, 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DE DOS
CONCENTRACIONES DEL EXTRACTO DE NEEM (*Azadirachta*
***indica*) EN MOSCAS HEMATÓFAGAS DE BOVINOS,**
ADMINISTRADO POR VÍA TÓPICA

f. _____
DULCE MARIAM MORALES LUCHA

f. _____
M.A Dora Elena Chang de Jo
ASESOR PRINCIPAL

f. _____
M.Sc. Fredy Rolando González Guerrero
ASESOR

f. _____
Dr. Hugo René Pérez Noriega
EVALUADOR

IMPRIMASE

f. _____
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO