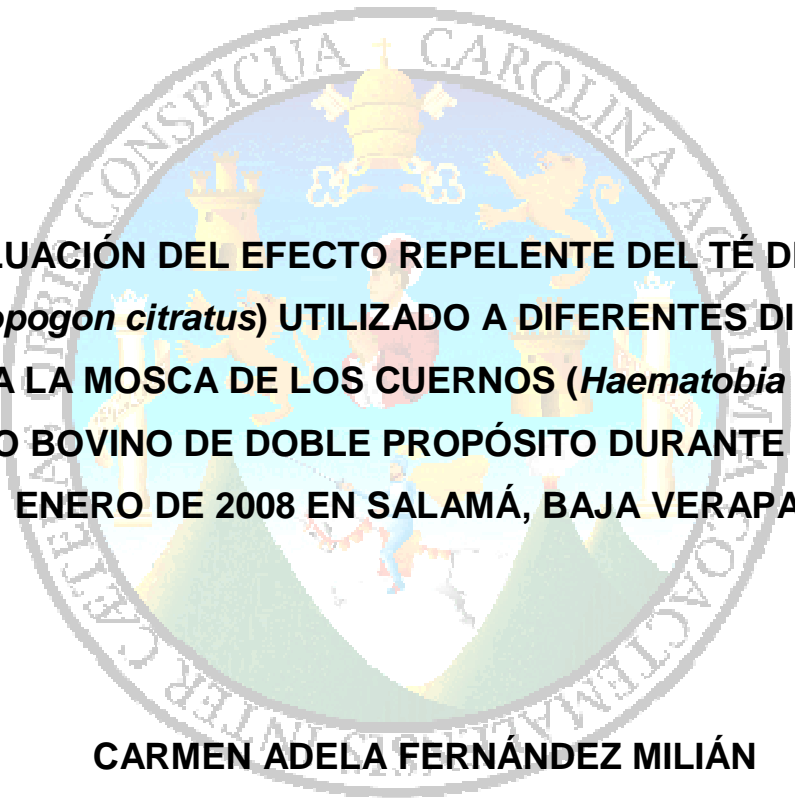


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a golden crown on top, a golden cross, and a golden lion. The shield is set against a blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin motto "SICUT ERAT CONSPICUA CAROLINA ACQUA" at the top and "SICUT ERAT CONSPICUA CAROLINA ACQUA" at the bottom.

**EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DEL TÉ DE LIMÓN  
(*Cymbopogon citratus*) UTILIZADO A DIFERENTES DILUCIONES  
CONTRA LA MOSCA DE LOS CUERNOS (*Haematobia irritans*) EN  
GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO DURANTE EL MES DE  
ENERO DE 2008 EN SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.**

**CARMEN ADELA FERNÁNDEZ MILIÁN**

**GUATEMALA, AGOSTO DEL 2,009**

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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DEL TÉ DE LIMÓN (*Cymbopogon citratus*) UTILIZADO A DIFERENTES DILUCIONES CONTRA LA MOSCA DE LOS CUERNOS (*Haematobia irritans*) EN GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO DURANTE EL MES DE ENERO DE 2008 EN SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.**

**TESIS**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**CARMEN ADELA FERNÁNDEZ MILIÁN**

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MÉDICA VETERINARIA**

**GUATEMALA, AGOSTO DEL 2,009**

## **JUNTA DIRECTIVA**

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

**DECANO:** Med. Vet. LEONIDAS ÁVILA PALMA

**SECRETARIO:** Med. Vet. MARCO VINICIO GARCÍA URBINA

**VOCAL I :** Med. Vet. YERI EDGARDO VÉLIZ PORRAS

**VOCAL II :** Mag. Sc. Med. Vet. FREDY ROLANDO GONZÁLEZ  
GUERRERO

**VOCAL III :** Med. Vet. y Zoot. MARIO ANTONIO MOTTA GONZÁLEZ

**VOCAL IV :** Br. SET LEVÍ SAMAYOA LÓPEZ

**VOCAL V :** Br. LUIS ALBERTO VILLEDA LANUZA

#### **ASESORES**

**Lic. Q. B. ARMANDO CÁCERES ESTRADA**

**Med. Vet. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA**

**Med. Vet. CARLOS ENRIQUE CAMEY RODAS**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
PRESENTO A SU CONSIDERACIÓN EL PRESENTE TRABAJO DE  
GRADUACIÓN TITULADO**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO REPELENTE DEL TÉ DE LIMÓN  
(*Cymbopogon citratus*) UTILIZADO A DIFERENTES DILUCIONES  
CONTRA LA MOSCA DE LOS CUERNOS (*Haematobia irritans*) EN  
GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO DURANTE EL MES DE  
ENERO DE 2008 EN SALAMÁ, BAJA VERAPAZ”**

**QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**PREVIO A OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**MÉDICA VETERINARIA**

## **ACTO QUE DEDICO A**

Dios

Mis padres: Felipe Fernández Sánchez (+) y Laura Elena Milián Ortiz

Mis hermanos: Luis, Laura y Carlos

Mi cuñada: Rosa Elena Segura

Mi sobrina: María José Fernández Segura

Mis amigos: Marysoliani Guzmán, Hermelinda Ortega, Juan José Chávez, Johanna Herrarte, Idania García e Irene Castillo

Mis queridos catedráticos: M.V. Juan José Prem, M. V. Carlos Enrique Camey, M. V. Manuel Eduardo Rodríguez y Lic. Q. B. Armando Cáceres

## **AGRADECIMIENTOS A**

Dios: Por estar conmigo en todo momento y poder permitirme llegar con salud a este día, ya que sin él nada de esto pudo haber sido posible. Debido a que él que habita al abrigo del altísimo se acoge a la sombra del todopoderoso, diciéndole al Señor tú eres mi refugio, mi fortaleza, el Dios en quien confío (Salmo 91: 1-2)

Mi padre Felipe Fernández Sánchez (+) por estar conmigo en los momentos de éxito y de aflicción, no importa tú partida porque tú siempre estarás conmigo ya que te llevo dentro de mí corazón; mi madre Laura Elena Milián Ortiz por apoyarme en todos los sentidos de la vida, exhortándome a seguir adelante y nunca ceder ante las dificultades, que nos presenta la vida; siendo un ejemplo a seguir como modelo de madre

Mis hermanos: Luis, Laura y Carlos, por su apoyo en todo el proceso de mi carrera cada uno de diferente forma; que me permitieron finalizar mis estudios de forma exitosa

Mis amigos: Marysoliani Guzmán, Juan José Chávez, Johana Herrarte, Idania García e Irene Castillo, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, enseñándome el valor de la lealtad; agradeciéndoles de corazón el ser mis amigos y darme aliento para seguir adelante

Mis queridos catedráticos: M. V. Juan José Prem, M. V. Carlos Enrique Camey, M. V. Manuel Eduardo Rodríguez, Lic. Q. B. Armando Cáceres y demás catedráticos que me brindaron conocimiento aprendiendo mucho de cada uno, les agradezco toda la paciencia y el apoyo brindado durante mí estadía en la Facultad de Veterinaria

Centro de Investigación de Etnoveterinaria y Terapias Alternativas mediante Convenio con Veterinarios Sin Fronteras – España, por el financiamiento proporcionado para ejecutar esté trabajo de graduación

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
2.1 GENERAL.....	2
2.2 ESPECÍFICOS.....	2
III. HIPÓTESIS .....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 TÉ DE LIMÓN .....	4
4.1.1 Sinónimos .....	4
4.1.2 Descripción botánica .....	4
4.1.3 Historia .....	4
4.1.4 Agricultura .....	5
4.1.5 Usos medicinales atribuidos.....	5
4.1.5.1 Actividad insecticida y repelente.....	6
4.1.6 Farmacología y toxicología .....	6
4.1.7 Composición química .....	9
4.1.8 Características del aceite esencial .....	9
4.1.8.1 Monoterpenos y sesquiterpenos.....	10
4.2 MOSCA DE LOS CUERNOS.....	11
4.2.1 Sinónimos.....	11
4.2.2 Descripción... ..	11
4.2.3 Ubicación... ..	11
4.2.4 Ciclo biológico... ..	11
4.2.5 Alimentación.....	12
4.2.6 Hábitos de la mosca .....	13
4.2.7 Otras características de la mosca .....	13
4.2.7.1 Migraciones.....	13
4.2.7.2 Preferencias del color.....	13
4.2.7.3 Termotropismo.....	13
4.2.7.4 Fototropismo.....	14



4.2.7.5 Geotropismo.....	14
4.2.7.6 Quimiotropismo.....	14
4.2.8 Control.....	15
4.2.9 Extracción continua por percolación.....	15
4.2.10 Propilenglicol.....	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
5.1 MATERIALES.....	17
5.1.1 Recursos humanos.....	17
5.1.2 Recursos de laboratorio.....	17
5.1.3 Recursos de campo.....	17
5.1.4 Recursos de tipo biológico.....	18
5.1.5 Centros de referencia.....	18
5.2 MÉTODOS.....	18
5.2.1 Área de estudio.....	18
5.2.2 Población de estudio.....	18
5.2.3 Obtención de la planta y elaboración de tintura.....	19
5.2.4 Preparación de diluciones.....	20
5.2.5 Metodología realizada en campo.....	20
5.2.6 Análisis estadístico.....	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
VII. CONCLUSIONES.....	27
VIII. RECOMENDACIONES.....	29
IX. RESUMEN.....	30
X. BIBLIOGRAFÍA.....	33
XI. ANEXOS.....	35

## I. INTRODUCCIÓN

La mosca de los cuernos o mosca de la paleta (*Haematobia irritans*) ocasiona pérdidas en la producción ganadera, bajando los rendimientos en la producción tanto de carne como de leche. La mosca se alimenta de sangre, succionando 0.3 mL por 24 horas por un animal. Se necesita 150-500 L de sangre para producir 1 L de leche, afectando con ello la cantidad de leche producida. Por otro lado, en el caso de ganado de carne y de leche causa molestias continuas en los animales, provocando un mal aprovechamiento del pastoreo (4, 13).

Actualmente se utilizan medidas de control a base de insecticidas químicos como organofosforados y piretroides sintéticos, los cuales debido a manejo inadecuado se ha ocasionado la resistencia de *H. irritans* a los mismos. Esto ha ocasionado problemas en las fincas ganaderas por la persistencia de la infestación masiva de *H. irritans*, lo que ocasiona pérdidas económicas como el bajo rendimiento en la producción y el aumento de los costos por el precio del insecticida. Esto muestra la necesidad de formular nuevas alternativas que permitan el control eficiente de las infestaciones de *H. irritans* (13).

El uso de plantas medicinales como alternativa terapéutica, ha tenido auge en los últimos años, debido a los beneficios que se obtienen de las mismas. Son productos de origen natural que no causan perturbaciones tóxicas al utilizarlos de forma continuada y contienen propiedades favorables para la restauración de la salud. Es por ello, que el objetivo de la presente investigación es la búsqueda de nuevas alternativas que permitan el control de *H. irritans*, brindándole al ganadero una opción favorable, accesible económicamente, segura y de bajo impacto tanto para el medio como para los animales al no causarles toxicidad, permitiendo un mejor aprovechamiento y sostenibilidad del ambiente (1,13).

## II. OBJETIVOS

### 2.1 GENERAL

- Determinar si existen diferencias en el efecto repelente de la tintura de *C. citratus* a diferentes diluciones, contra *H. irritans* en ganado bovino de doble propósito.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el tiempo de repelencia que presenten las diferentes diluciones de la tintura de *C. citratus* contra *H. irritans* en ganado bovino de doble propósito.
- Identificar el mejor tratamiento a partir de las diluciones de *C. citratus* involucrando el beneficio económico que presente.

### III. HIPÓTESIS

Ho = No existe diferencia significativa al utilizar o no tintura de té de limón (*Cymbopogon citratus*) en cuanto a la presencia de mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) en ganado bovino de doble propósito.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 TÉ DE LIMÓN

*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.

#### 4.1.1 Sinónimos

Té de limón, zacate té (Anexo No. 1) (7).

#### 4.1.2 Descripción botánica

*C. citratus* es una planta perenne de macollas densas. Culmos erectos con gruesos y cortos rizomas, 1–2 m de alto. Hojas numerosas, retoños estériles, vainas alargadas, glabras; aurículas fusionadas con los márgenes de la lígula. Láminas hasta 1 m de largo, 5-15 mm de ancho, terminadas en punta, gradualmente angostándose a lo largo. Inflorescencias de 30-40 cm de largo, caídas o pendientes (2, 4). Originaria de la India y del sur de Asia, crecen en clima tropical húmedo, soleado en alturas de 100–1200 msnm, cultivadas comercialmente en Asia, Centro y Sur América. *C. citratus* fue introducida en Guatemala de la India o Ceilán a finales del siglo XIX (1, 2).

#### 4.1.3 Historia

Los aceites de *Cymbopogon* se industrializan desde el siglo pasado, los más conocidos son aceite de zacate de limón (lemongrass) obtenido de *C. citratus*, aceite de citronela de *C. nardus* y *C. flexuosus* y palmarosa de *C. martine*. Las primeras extracciones industriales se realizaron en las Filipinas en el siglo XVII, pero su cultivo sistemático y destilación industrial se realizaron en Kerala a principios del siglo XVIII (1).

#### 4.1.4 Agricultura

El cultivo de *C. citratus* exige campo soleado, lluvia fuerte ocasional (200-250 cm/año), clima caliente tropical, temperatura de 23-27°C y humedad relativa alta aún en la época seca; los suelos volcánicos y las pendientes arenosas son muy favorables para su crecimiento. Se propaga por semillas o cortes de raíz; las semillas germinan en 5-6 días, se prefiere la forma vegetativa para garantizar las características de las clonas; se trasplanta a los 60 días a distancias de 45-60 cm entre planta y 60-70 cm entre surcos. Al principio del cultivo se requiere deshierbado, fertilización orgánica y química y rotación con leguminosas. Puede ser afectada por algunas enfermedades fúngicas como: *Helminthosporium cymbopogi*. Las hojas se colectan jóvenes y se secan a la sombra; el aceite esencial se obtiene de la planta fresca o ligeramente seca. Se espera un rendimiento de 75-100 kg de aceite/ha (1).

#### 4.1.5 Usos medicinales atribuidos

La infusión o cocimiento de hojas se usa oralmente para tratar afecciones gastrointestinales como: diarrea, disentería, dispepsia, flatulencia, cólico, vómitos; respiratorias (amigdalitis, asma, bronquitis, catarro, fiebre, gripe, resfriado, tos), dismenorrea, hidropesía, hipertensión, malaria y alteraciones nerviosas (1, 2).

La decocción de hojas se aplica en reumatismo, lumbago, neuralgia, tiña, exantemas, infecciones de la piel y daños articulares. El aceite esencial se usa para irritabilidad gástrica, cólera, flatulencia y dolores espasmódicos (1, 2).

Por su propiedad espasmolítica, carminativa, estimulante, diaforética, analgésica, antipirética, hipotensora y sudorífica atribuida, las evidencias experimentales y clínicas preliminares demuestran ausencia en toxicidad, su uso está indicado por vía

oral, administrado tres veces al día en dosis de 2-6 g/taza en infusión o tintura 1:8 en alcohol 35% (1).

#### 4.1.5.1 Actividad insecticida y repelente

Efecto insecticida y repelente sobre: *Musca nebulosa*, *M. doméstica*, adultos, aplicado vía tópico (7.5 µg/insecto), obteniendo 90% de muerte en 24 h; *Culex fatigans*, mosquito doméstico, adultos, tópico 30 µg/insecto, 95% muerte en 24 h; *Aedes aegypti*, *Aphis gossypii*, *Culex fatigans*, *Gibberella fujikuroi* (1, 6, 8).

#### 4.1.6 Farmacología y toxicología

Experimental: El aceite esencial es activo contra *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*; el fraccionamiento demostró que los responsables de la actividad son geranial y peral, el mircenolol tuvo un efecto sinérgico con los otros dos. El extracto por vía subcutánea (1 g/kg) en ratones es inactivo contra *Pasteurella hergheii*; la decocción tiene efecto antimutagénico contra la genotoxicidad por mebendazol en *Aspergillus nidulans* (1).

El aceite esencial tiene actividad fungicida contra fitopatógenos como: *Alternaria tenuis*, *Botrytis alli*, *Ceratocystis ulmi*, *Cladosporium fulvum*, *Claviceps purpurea*, *Fusarium spp.*, *Ustilago avenae*, *Verticillium albo-atrum* y nematocida *Meloidogyne incognita* (1).

La decocción no provoca alteraciones sanguíneas, tisulares, mutagénicas o embriotóxicas. La infusión de hojas administrada por vía oral en ratas adultas durante dos meses en dosis de 20 veces más que la dosis en humanos no evidenció toxicidad; tampoco se evidenció toxicidad en crías de ratas expuestas antes y durante el embarazo al extracto; se concluye que de acuerdo con la dosis popular la infusión no es tóxica. Los ensayos toxicológicos agudo y subagudo de infusión de *C.*

*citratus* en 11 voluntarios no demostraron ningún efecto tóxico a las dosis comúnmente usadas por la población y tampoco se demostraron cambios significativos en los valores de las principales pruebas bioquímicas.

Para diarrea, cólico, fiebre, flatulencias, gripe, resfriado y tos: Preparar una decocción o infusión con 15-25 g de hoja en 1 L (4 tazas) de agua. En caso de decocción hervir por un mínimo de 10 min, en recipiente tapado; para la infusión agregar el agua hirviendo a los 15-25 g de hoja. Tapar y dejar enfriar. Filtrar y beber 1 taza (250 mL) 2-3 veces al día. Se administró la infusión a 11 voluntarios y se evaluaron con pruebas bioquímicas de la sangre y orina, EEG y EKG, no se encontraron evidencias de anormalidad. El posible efecto hipnótico fue investigado en 50 voluntarios en un ensayo de la infusión en condiciones de doble-ciego, se demostró que los parámetros (inducción y calidad de sueño, despertar) no mostraron diferencia con el placebo; en 18 sujetos con ansiedad no se demostró actividad ansiolítica (1, 7).

#### **4.1.6.1 Trabajos de Medicina Tradicional para las Islas del Caribe (con sus siglas en Francés, TRAMIL)**

El extracto hidroalcohólico (30%) de hoja seca por vía oral a ratón es en dosis única de 143 y 2,288 mg/kg no provocó muerte; pero sí se observó marcha atónica, disminución de la actividad refleja y ataxia en los animales tratados con la dosis mayor 2,288 mg/kg en las primeras horas después de recibir el extracto.

Un estudio similar con extracto hidroalcohólico (80%) y dosis de 150, 300, 375, 412 y 450 mg/kg mostró una  $DL_{50}$  = 440 mg/kg y se observaron los signos antes señalados. El estudio histológico mostró evidencias de daño hepático y renal de manera dosis dependiente (7).

Extracto hidroalcohólico (70%) de partes aéreas vía subcutánea a ratones alcanzó una  $DL_{50}$  = 1.6 g/kg; la decocción de hoja fresca (15-25 g/L) provocó discreta actividad sedante en comparación con el grupo control, actividad antiespasmódica



gastrointestinal en el alivio de molestias transitorias en pacientes sanos con síntomas menores, efecto antihipertensivo (pero no hipotensor) en pacientes con hipertensión arterial esencial grados I y II (ambulatorios y hospitalizados) y actividad expectorante y descongestionante en pacientes portadores de bronquitis aguda y crónica.

La decocción de hoja (200 mg/kg de citral) por vía oral a rata, no mostró actividad sobre la temperatura corporal, el sistema nervioso central, el tránsito ni la absorción intestinal; otros autores han reportado que esta preparación mostró efectos hipotensores, diuréticos y débilmente antiinflamatorios en seres humanos.

El aceite esencial exhibió actividad antimicrobiana in vitro (20 mg/mL) contra *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium smegmatis* y en menor grado contra *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*; también fue activo contra *Trichophyton mentagrophytes*, *Aspergillus flavus*, *Cryptococcus neoformans* y *Saccharomyces cerevisiae*. Se le atribuye efecto insecticida, depresor del sistema nervioso central, analgésico, antipirético.

A los compuestos 1, 8-cineol, citral, citronelal (ED= 1 mg/kg), geraniol, linalool se le atribuye actividad sedante; cariofileno, linalool, luteolina, mirceno y quercetina actividad antiespasmódica. Una actividad antioxidante ha sido patentada para los extractos de esta planta.

El consumo entre 500-1000 mL/persona de decocción de hoja (15-25 g/L) provocó sensación de decaimiento o de tranquilidad; no se reportaron manifestaciones objetivas ni subjetivas de toxicidad bajo tratamiento fitoterapéutico. La decocción de hoja seca (2 mg de material vegetal seco/150 mL de agua) por vía oral (20-40 mL/kg/30 días) a rata preñada, no mostró embriotoxicidad.

El extracto acuoso de hoja seca (2 a 10 g/día/persona) por vía oral en 18 humanos sanos, durante dos semanas no produjo manifestaciones de toxicidad evidente ni alteraciones en los niveles de bilirrubina, glucosa, urea, creatinina, colesterol, triglicéridos, fosfatasa alcalina, TGO, TGP, albúmina, proteínas totales,

LDH, CPK, contenido urinario de glucosa, proteínas, cetonas, urobilinógeno, bilirrubina ni sangre oculta.

#### 4.1.7 Composición química

Las hojas contienen aceite esencial (0.5-0.7%), triterpenoides (cimbopogona, cimbopogonol) y flavonoides (luteolina, isoorientina y derivados). El aceite esencial contiene: citral (65-72%), mirceno (12.7%), acetato de geranilo (3.0%), metil heptenona (2.6%), geraniol (1.8%), elemol (1.2%) y elementos menores como alfa-cariofileno, acetato de citronelilo, limoneno, linalol. Citral es una mezcla racémica de isómeros *cis* y *trans*, siendo importante por sus características de notas de limón, tendiendo a producir beta ionones los que sirven como material de inicio para síntesis de vitamina A.

El análisis proximal de 100 g de hoja fresca de *C. citratus* contiene: Calorías (92.0 g), agua (74.3 g), proteína (81.0 g), grasa (1.4 g), carbohidratos totales (21.9 g), fibra (4.2 g), ceniza (1.4 g), calcio (32.0 mg), fósforo (30.0 mg), hierro (1.8 mg), caroteno (425.0 mg), tiamina (0.5 mg), riboflavina (0.02 mg), niacina (2.2 mg) y ácido ascórbico (1 mg) (1).

#### 4.1.8 Características del aceite esencial

Este compuesto por fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes). De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como: naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores,

debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpénicos (por ej. hierbabuena, albahaca, salvia, etc.).

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante diferentes métodos como: extracción con solventes volátiles, que consiste en que la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. solubizando la esencia.

#### **4.1.8.1 Monoterpenos y sesquiterpenos**

Los monoterpenos y sesquiterpenos son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos derivados biosintéticamente de geranilpirofosfato (GPP) y farnesilpirofosfato (FPP) respectivamente. La Figura 1 muestra ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos naturales. De acuerdo con su estructura se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc.

La biosíntesis de los monoterpenos y en general todos los compuestos terpenoides naturales se biosintetizan por la ruta de la acetilcoenzima a través de un intermedio común que es el ácido mevalónico. Sin embargo, recientemente se ha propuesto que algunos terpenoides no se originan por esta ruta, sino por una ruta alterna que puede involucrar piruvato, gliceraldehído-3-fosfato y un intermedio de 5 átomos de carbono, la 1-desoxi-xilulosa-5-fosfato.

## 4.2 MOSCA DE LOS CUERNOS

*Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758)

### 4.2.1 Sinónimos

Mosca de los cuernos, mosca de la paleta.

### 4.2.2 Descripción

Mosca pequeña de tres a cuatro milímetros de tamaño, negra. Aparato bucal suctopizador (pica y succiona) siempre se ubica boca abajo en el hospedante (característica biológica). Su capacidad de vuelo es limitada no más de un Km de distancia.

### 4.2.3 Ubicación

La *H. irritans* tiene la particularidad de vivir permanentemente sobre el vacuno, ubicados principalmente en la base de los cuernos, lomo, costillar, abdomen, y región metacarpeana. Permanece sobre el mismo animal día y noche, abandonándolo solo unos instantes para depositar los huevos en la materia fecal. En las horas de mayor temperatura, la mosca suele ubicarse en la parte inferior del animal para protegerse del calor. Además este parásito al momento de elegir su huésped, tiene predilección por los animales de pelaje oscuro (14, 15).

### 4.2.4 Ciclo biológico

Realizan la puesta de los huevos en el estiércol fresco del ganado vacuno. Estos miden 1.3–1.5 mm y embrionan en aproximadamente 20 horas, a una temperatura de 24–26°C. Temperaturas inferiores retrasan o detienen el desarrollo, y los huevos mueren rápidamente por la desecación. Las larvas se albergan en el estiércol y se alimentan de él, madurando en aproximadamente cuatro días a una temperatura de

27-29°C. Temperaturas inferiores prolongan considerablemente el desarrollo. También necesitan una pequeña tasa de humedad; un 65% de agua libre resulta óptimo para las larvas, cesando su desarrollo si la humedad cae por debajo del 50%. Las pupas necesitan la misma temperatura que las larvas (4, 13).

Las moscas no tienen tendencia a revolotear acá y allá, sino que permanecen sobre sus hospedadores durante varios días, alimentándose a intervalos o lanzándose al suelo para poner los huevos cuando el animal ha defecado. No obstante, son distribuidos principalmente por sus hospedadores (13).

#### **4.2.5 Alimentación**

La alimentación de la *H. irritans* es hematófaga (alimenta de sangre) que puede ingerir 0.2-0.3 mL de sangre por día, debido a que pica al vacuno de 20-40 veces, en el día y la noche. La mosca pica de 10-25 min por cada vez (14, 15).

Produce daños e irritación debido a la continua perforación de la piel. Los animales pueden desarrollar llagas y heridas; lo cual atrae a las moscas de *Chrysomya* spp. y *Callitroga* spp. Steelman en 1976 estimó las pérdidas en cuanto a la producción del ganado vacuno en USA, causadas por *H. irritans*, en 180 millones de dólares en el año 1965. El control de la mosca se traduce en un significativo incremento de la producción de leche y carne (13).

Las condiciones climáticas favorables para *H. irritans* consiste en un tiempo caluroso y húmedo; el tiempo caluroso y seco o el frío son desfavorables. El microclima preferido es una temperatura de 23-27°C y una humedad relativa del 65-90%, con breves chaparrones intermitentes y sin viento. Dentro del manto microambiental de la piel de un animal, las moscas prefieren una temperatura aérea de 29.5°C, una temperatura de la piel de aproximadamente 36°C, y una humedad relativa del 65%. Dicho microambiente fue el más comúnmente encontrado en los Holstein y hubo una diferencia significativa entre el número de moscas encontradas en animales de esta raza y en las novillas Guernsey o Jersey (13).

## **4.2.6 Hábitos de la mosca**

Las moscas son muy activas, frecuentemente realizan vuelos rápidos y cortos de una a otra parte del animal en forma de "nube", también al suelo y regresan al mismo animal o para pasar de un animal a otro. No es una gran voladora, es dubitativa cuando debe realizar vuelos prolongados. El requerimiento de excremento fresco resulta una interesante conducta para la puesta de huevos. Después de comer la mosca hembra se mueve hacia la cola del animal y espera la defecación. Cuando la defecación ocurre, la mosca vuela hacia el suelo y es cubierta con excremento fresco. La mosca cuando se esta alimentando tiene la particularidad de abrir sus alas parcialmente formando una V, en cambio cuando esta en reposo sus alas están cerradas (14, 15, 16).

## **4.2.7 Otras características de la mosca**

### **4.2.7.1 Migraciones**

Se sabe que las moscas adultas pueden volar hasta 15 Km de distancia y que pueden permanecer sin alimentarse de 18 ó 26 h, hasta encontrar el huésped apropiado.

### **4.2.7.2 Preferencias por el color**

En condiciones normales de verano prefiere los pelajes de colores oscuros. No tiene preferencia de color los días nublados, en la oscuridad, ni en los establos.

### **4.2.7.3 Termotropismo**

Es extremadamente sensible a los cambios de temperatura. Por debajo de los 20° C sus movimientos son más lentos y a los 4°C se inmoviliza, lo mismo sucede a 37°C. Las temperaturas límites son entre 27°C y 32°C con porcentaje de humedad

elevado. Las moscas tienen una especial sensibilidad por la temperatura, en los meses de bajas temperaturas se localizan sobre el dorso y en los meses de altas temperaturas se localizan bajo el vientre.

Durante los meses de invierno tratan de permanecer en la base de los cuernos, debido a la mayor temperatura en esta zona que el resto del cuerpo y solo un pequeño porcentaje permanecen en la base de los cuernos en el verano. Estas prefieren los colores oscuros en verano debido a que estos observen más las radiaciones que los colores claros y consecuentemente la luz solar no ejerce efectos mortíferos sobre ellas. “La temperatura es el principal factor que determina la presencia o ausencia de la mosca, las precipitaciones y la humedad ambiente su mayor o menor número”.

#### **4.2.7.4 Fototropismo**

Existe un efecto nocivo de la luz sobre la mosca adulta, especialmente sobre los estados larvales, debido a esto la larva busca el alimento y se resguarda de la luz en las heces. La visión es el factor de orientación más importante de la mosca.

#### **4.2.7.5 Geotropismo**

Se observa tendencia permanente de la mosca a posarse con la cabeza hacia abajo, excepto cuando se encuentra sobre los planos horizontales.

#### **4.2.7.6 Quimiotropismo**

Especialmente las moscas grávidas poseen un llamativo quimiotropismo por la materia fecal fresca, debido a su necesidad de ovopositar para perpetuar la especie, aunque en algunos casos también los machos insertan su proboscis en la materia fecal, posiblemente para alimentarse (14, 15).

#### 4.2.8 Control

La *H. irritans* permanece durante largos períodos sobre el animal, el control de los adultos es relativamente fácil mediante la pulverización regular con insecticidas organofosforados; utilizando productos como: Metoxicloro al 0.5%, carbaril al 0.25%, o Ciodrin al 1% que pueden utilizarse cada tres semanas.

Dado que las larvas se crían en el estiércol fresco del ganado, la presencia de insecticidas en las heces y los residuos resulta parte de un buen control. En los últimos años ha aparecido resistencia de *H. irritans* frente a los insecticidas, por lo que se requiere el uso alternado de los mismos (13).

#### 4.2.9 Extracción continua por percolación

La percolación consiste en hacer pasar el disolvente a través de la droga vegetal hasta su extracción completa. La percolación simple, comprende la extracción exhaustiva de la droga con el disolvente siempre renovado. En pequeña escala, la percolación se realiza en aparatos denominados percoladores, de cuerpo cilíndrico o cónico, provistos de un grifo en la parte inferior, para regular el flujo de solvente. La capa de droga debe ser 5 veces el diámetro medio del equipo según la Farmacopea Alemana (9).

##### Procedimiento

- Colocar en un percolador limpio y seco un poco de algodón en la parte inferior y papel filtro cortado de acuerdo al diámetro del percolador
- Pesar la cantidad de materia vegetal a utilizar de acuerdo al tamaño del percolador, para esta prueba se utilizaron 600 g de planta con 9.4% de humedad
- Humedecer el material vegetal con el disolvente en una bandeja; siendo el disolvente utilizado etanol al 70% para realizar la extracción



- Transferir todo el material al percolador y agregar el etanol hasta cubrir el material vegetal
- Dejar reposar el tiempo necesario para llevar a cabo la extracción, esto depende del material vegetal (varía 18-24 h)
- Abrir la llave de la parte inferior y dejar gotear el líquido a una velocidad adecuada
- Recoger el líquido en un Erlenmeyer, y añadir suficiente disolvente extra para obtener una relación de 1:5 (1 g de planta equivale a 5 mL de tintura)
- Presionar el material sólido que ha quedado y añadir el líquido obtenido al percolado anterior
- La solución obtenida fue utilizada para producir la tintura, ajustando el volumen en función de la concentración deseada: 1:5 con etanol (9).

#### **4.2.10 Propilenglicol**

El propilenglicol es un líquido viscoso, higroscópico, de densidad muy similar a la del agua, no tóxico, es utilizado como fijador de perfumes, solvente en alcoholes y gran número de disolventes orgánicos.

Usos:

Solvente para fragancias, extractos, drogas y antioxidantes alimenticios

Industrias: Sabores y Fragancias, Farmacéutica, Cosmética, Alimenticia (17).

El propilenglicol fue utilizado para fijar el compuesto aromático citral del *C. citratus* para mantenerlo por más tiempo en el cuero del animal y lograr un mayor tiempo de efecto del citral.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 MATERIALES**

#### **5.1.1 Recursos humanos**

- Estudiante encargado de tesis
- Personal del Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT)
- Personal del Laboratorio de Productos Naturales Farmaya, S.A.
- Tres asesores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ)

#### **5.1.2 Recursos de laboratorio**

- Algodón
- Balanza
- Envases
- Erlenmeyers
- Guantes de látex
- Mascarillas
- Papel filtro
- Percolador de vidrio o acero inoxidable
- Vasos de precipitar
- 20 litros de etanol

#### **5.1.3 Recursos de campo**

- Bomba de fumigación (16 L)
- Medidor graduado de 25 mL
- Transporte a 150 Km de la ciudad capital

#### **5.1.4 Recursos de tipo biológico**

- 30 vacas de doble propósito (sin raza definida)
- 10 Kilogramos de planta (< 10% humedad)

#### **5.1.5 Centros de referencia**

- Laboratorio Farmaya, S.A.
- Laboratorio LIPRONAT
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

## **5.2 MÉTODOS**

### **5.2.1 Área de estudio**

Se realizó la investigación en una finca privada ubicada en el municipio de Salamá, Baja Verapaz, según registros meteorológicos la precipitación anual promedio es de 750 mm, el promedio de días de lluvia es de 103, la temperatura media es de 20.9°C, la máxima de 38.9°C y la mínima de 0.2°C. La humedad relativa media es del 70.9% y la máxima del 100%. Los vientos predominantes son del Este-Oeste y su velocidad media es de 5.0 km/hora con máximos hasta de 29.5 km/hora. El número de horas de sol al año es de 2,333.3. El clima se considera semicálido, se encuentra situada a 940.48 m. de altura sobre el nivel del mar. La finca es accesible desde la ciudad capital a una distancia de 150 km por la ruta al atlántico (CA-9) (12).

### **5.2.2 Población de estudio**

Se emplearon 30 bovinos sin raza definida de doble propósito, los animales se clasificaron en cinco grupos de seis animales por grupo, seleccionando en cada grupo vacas de diferente color y etapa de lactación para homogenizar los grupos.

Ubicando a cada grupo en diferente potrero. Todos los animales se encontraron bajo las mismas condiciones climáticas y de alimentación.

### 5.2.3 Obtención de la planta y elaboración de tintura

Se emplearon 10 Kg de hojas de *C. citratus* (9.40% de humedad), las cuales se obtuvieron de los campos del cultivo de los proveedores de Farmaya.

Se elaboró la tintura en las instalaciones de Farmaya, por medio de la extracción continua por percolación siguiendo la metodología descrita por LIPRONAT, utilizando las partes aéreas de la planta: tallos y hojas secas molidas, las que se extrajeron con etanol al 70%, resultando en 40 L de tintura de *C. citratus* a una concentración de 1:5 (1 gramo de planta equivalen a 5 mL de tintura) (9).

Se realizó una evaluación del control de calidad sanitario de la tintura de *C. citratus* 1:5 en el laboratorio de Farmaya, siendo el resultado negativo a cualquier contaminante que pueda perjudicar los resultados del estudio (Anexo No. 3).

La composición de la tintura es la siguiente:

- Alcohol al 70% (etanol)
- Aceite esencial
- Triterpenoides (cimbopogona, cimbopogonol) y flavonoides (luteolina, isoorientina y derivados)
- Propilenglicol: Atrapador de partículas para fijación de las mismas sobre una superficie.

El componente que interesa para el presente estudio es el aceite esencial debido a que el mismo contiene el principio activo citral, el cual es un monoterpeno alifático que posee el factor repelente que deseamos evaluar sobre *H. irritans* (8).

#### 5.2.4 Preparación de diluciones

Luego de la obtención de la tintura, se realizaron las diferentes diluciones adicionando agua a la tintura de *C. citratus* elaborada. Los tratamientos utilizados fueron:

Tratamiento 1: Grupo control sin tratamiento alguno

Tratamiento 2: 1 mL de tintura de *C. citratus* 1:5 en 600 mL de agua

Tratamiento 3: 1 mL de tintura de *C. citratus* 1:5 en 250 mL de agua

Tratamiento 4: 1 mL de tintura de *C. citratus* 1:5 en 50 mL de agua

Tratamiento 5: 1 mL de tintura de *C. citratus* 1:5 en 25 mL de agua (8).

#### 5.2.5 Metodología realizada en campo

- a. Se tomo el grupo de 30 animales y se dividió en cinco grupos de seis animales por grupo homogenizando cada grupo por color y tercio de lactación.
- b. Se llevo el registro de la producción láctea/animal/grupo antes de la aplicación de los tratamientos, anotando los resultados en una hoja de registro de leche.
- c. Se tomaron fotografías a los animales antes de la aplicación de los tratamientos a un metro de distancia del lado derecho de cada animal evaluado, centrando las fotos en dos área evaluadas, siendo en dos cuadros de 0.01 Pies<sup>2</sup> uno ubicado en la parte media de la espina de la escápula y el otro en la parte media entre la sexta y octava costilla, marcadas por medio de un crayón y verificando diariamente la permanencia de la misma (10).
- d. Se realizó un primer conteo de la cantidad de moscas por medio de las fotografías tomadas en las dos áreas evaluadas, anotando la cantidad de moscas en una hoja de resultados.

- e. Se diluyó un mL de tintura de *C. citratus* 1:5 diluido en 600, 250, 50 y 25 mL de agua según el grupo de tratamiento asignado, mezclando de forma homogénea. Se introdujo en una bomba de aspersión con capacidad de 16 litros.
- f. Se aplicó a cada grupo de animales (seis) según el tratamiento que les correspondía, aplicado por el método de aspersión en todo el cuerpo de los animales una sola vez.
- g. Los tratamientos se aplicaron a las 16:00 p.m. para favorecer la fijación de la tintura en el animal, ya que es un producto aromático el cuál puede evaporarse a altas temperaturas evitando el resultado óptimo del mismo (13, 14).
- h. Se tomó registro de la producción láctea/día/animal/grupo del día uno hasta el día quince luego de aplicados los tratamientos.
- i. Se tomaron fotografías en las mismas áreas evaluadas de los animales a los 30 min (16:30 p.m.), 12 h (4:00 a.m.), 24 h (16:00 p.m.), 48 h (16:00 p.m.), 5 días (16:00 p.m.), 10 días (16:00 p.m.) y 15 días (16:00 p.m.) luego de la aplicación de los tratamientos.
- j. Se realizó un segundo conteo de la cantidad de moscas por medio de las fotografías tomadas en las dos áreas evaluadas de los animales a los 30 min (16:30 p.m.), 12 h (4:00 a.m.), 24 h (16:00 p.m.), 48 h (16:00 p.m.), 5 días (16:00 p.m.), 10 días (16:00 p.m.) y 15 días (16:00 p.m.) post-tratamiento; anotando los resultados en la hoja de resultados.
- k. Los resultados de la cantidad de moscas anotados en la hoja de resultados y la producción láctea/día/animal/grupo anotado en la hoja de registro de leche fueron los utilizados para el análisis estadístico.

### 5.2.6 Análisis estadístico

Los resultados de campo obtenidos de acuerdo al número de moscas totales del área corporal del bovino evaluado; fueron utilizados para: realizar la prueba estadística de Kruskal-Wallis la cuál determina diferencia estadística entre los tratamientos y medianas por grupo de tratamiento en cada período de tiempo evaluado para calcular el porcentaje de repelencia contra *H. irritans* por tratamiento.

Calculando la Tasa Marginal de Retorno (%), se elaboró un método de presupuesto parcial para evaluar el mejor tratamiento. Utilizando el costo por mL de tintura de *C. citratus* 1:5 obtenido por el costo total del experimento, y la producción láctea/día/animal en cada grupo de animales evaluados.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basado en los resultados del análisis de la prueba Kruskal-Wallis (Anexo No. 5), las medianas del número de moscas (Anexos No. 6 y No. 7) y el porcentaje de repelencia del número de moscas presentes en el área evaluada (Anexo No. 8) se indica lo siguiente:

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0000$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a los 30 minutos evaluados post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control incremento su población de *Haematobia irritans* en 11%, la tintura de *Cymbopogon citratus* 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró una repelencia de moscas del 80%, la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 87%, la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 94% y la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 100%.

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0000$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a las 12 horas evaluadas post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control mantuvo el incremento de la población de moscas en 11%, la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró una repelencia de moscas del 80%, la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 87%, la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 90% y la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 95%.

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0000$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a las 24 horas evaluadas post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control mantuvo el incremento de la población de moscas en 11%, la tintura de *C.*



*citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró una repelencia de moscas del 76%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 87%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 89% y la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 98%.

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0000$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a las 48 horas evaluadas post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control incrementó la población de moscas en 37%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró una repelencia de moscas del 72%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 84%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 98% y la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 97%.

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0004$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a los 5 días evaluados post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control incrementó la población de moscas en 74%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró una repelencia de moscas del 68%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 74%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 90% y la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 98%.

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0000$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a los 10 días evaluados post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control incrementó la población de moscas en 66%, la tintura de *C. citratu*s 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró una repelencia de moscas del 64%, la tintura de *C.*

*citratius* 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 82%, la tintura de *C. citratius* 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 85% y la tintura de *C. citratius* 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 95%.

La persistencia del efecto repelente de la tintura 1:5 de *C. citratius* con dilución 1:50 y 1:25. El grupo control mostró un incremento de 66% en la cantidad de *H. irritans* a los 10 días, confirmando lo que según Soulsby en 1,997 menciona en relación al ciclo biológico de *H. irritans* teniendo un tiempo de maduración de huevo-larva de un día, de larva-pupa cuatro días y de pupa-adulto cinco días; con un período de vida adulta de seis a ocho semanas permaneciendo sobre el animal (13, 14, 15); explicando por ello el incremento de la población de *H. irritans*, coincidiendo en el tiempo (10 días) para la eclosión de las mismas. La tintura de *C. citratius* con dilución 1:50, mostró una repelencia del 85% durante 10 días, su efecto se prolongó debido a que posee una mayor dosis (150 µg) a la evaluada por Dev y Koul quienes la utilizaron contra *Culex fatings* a una dosis de 7.5 µg logrando una repelencia de 24 h. La tintura de *C. citratius* con dilución 1:25, mostró una repelencia del 95% durante 10 días por la dosis (300 µg) aplicada. Los resultados confirman que si existe una relación dosis–efecto ocasionada por las características del principio activo (citral) monoterpeno alifático, contenido en un 65-72% del aceite esencial de *C. citratius*, causando un mayor efecto repelente (1).

Se pudo observar un efecto estadístico significativo ( $P < 0.0000$ ) en la disminución del número de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos a los 15 días evaluados post-aplicación entre los tratamientos. En este período evaluado el grupo control incrementó la población de moscas en 100%, la tintura de *C. citratius* 1:5 con dilución en agua 1:600 mostró incremento de la población de moscas en 136%, la tintura de *C. citratius* 1:5 con dilución en agua 1:250 mostró una repelencia de moscas del 64%, la tintura de *C. citratius* 1:5 con dilución en agua 1:50 mostró una repelencia de moscas del 74% y la tintura de *C. citratius* 1:5 con dilución en agua 1:25 mostró una repelencia de moscas del 69%.

Se estableció que la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:50 obtuvo la mayor Tasa de Retorno Marginal (708%) (Anexo No. 7), debido al cálculo del costo por mL de tintura de *C. citratus* 1:5 relacionado con la producción láctea/día/animal.

## VII. CONCLUSIONES

1. Para las condiciones del presente estudio se concluye que si existe alta diferencia significativa ( $P < 0.0000$ ) en el efecto repelente de la tintura de *Cymbopogon citratus* a diluciones con agua 1:600, 1:250, 1:50 y 1:25, contra *Haematobia irritans* en ganado bovino de doble propósito.
2. El grupo control tuvo un incremento en la cantidad de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos del 7% a los 30 min, 11% a las 12 y 24 h, 37% a las 48h, 74% a los 5 días y 66% a los 10 días.
3. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:600 muestra un 80% de repelencia a los 30 min y 12 h, 76% a las 24 h, 72% a las 48 h, 68% a los 5 días, 64% a los 10 días y 0% a los 15 días post-tratamiento.
4. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:250 muestra un 87% de repelencia a los 30 min, 12 h y 24 h, 84% a las 48 h, 74% a los 5 días, 82% a los 10 días y 64% a los 15 días post-tratamiento.
5. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:50 muestra un 94% de repelencia a los 30 min, 90% a los 12 h, 89% a las 24 h, 98% a las 48 h, 90% a los 5 días, 85% a los 10 días y 74% a los 15 días post-tratamiento.
6. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:25 muestra un 100% de repelencia a los 30 min, 95% a los 12 h, 98% a las 24 h, 97% a las 48 h, 98% a los 5 días, 95% a los 10 días y 69% a los 15 días post-tratamiento.
7. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:25, presentó el mayor tiempo y la mayor repelencia siendo de 95% durante 10 días, contra *H. irritans*.

8. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:50 presenta el mayor beneficio al utilizarla debido a la menor cantidad de tintura y el efecto repelente, obtuvo la mayor Tasa Marginal de Retorno siendo esta de 708%.
9. El uso de propilenglicol como adherente se disolvió de forma adecuada a la tintura de *C. citratus* 1:5 y favoreció la permanencia de la tintura con buenos resultados a los 10 días después de aplicado el tratamiento.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar el presente estudio de forma más amplia y en otra época del año.
2. Analizar si existen cambios en las características organolépticas de la leche, al utilizar *C. citratus* como repelente.
3. Utilizar la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:25 según la composición utilizada en este estudio, para el control de infestaciones masivas de *H. irritans* en explotaciones ganaderas que utilizan productos naturales.
4. Aplicar las tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:25, 1:50, en horas frescas para evitar la evaporación del producto activo (citral) y permitir una mayor adherencia.
5. Aplicar la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:50 debido a que posee la mayor Tasa de Retorno Marginal.
6. Comparar la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:25, con un producto químico (organofosforado y piretroide) para evaluar la relación costo-beneficio contra *H. irritans* en ganado bovino.
7. Emplear otra metodología para elaborar un repelente a base de *C. citratus* que no involucre el uso de alcohol para reducir costos y que sea un método alternativo de mayor acceso.
8. Repetir la metodología propuesta usando otros extractos vegetales con propiedades repelentes conocidas para combatir la *H. irritans*.

## IX. RESUMEN

El presente trabajo de tesis fue realizado para evaluar el efecto repelente del té de limón (*Cymbopogon citratus*) utilizado a diferentes diluciones contra la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) en ganado bovino de doble propósito en el municipio de Salamá, Baja Verapaz.

Los objetivos del presente estudio consistieron en determinar si existen diferencias en el efecto repelente de la tintura de té de limón a diferentes diluciones, contra *H. irritans*, así como el tiempo de repelencia que presenten las diferentes diluciones de la tintura de *C. citratus* contra *H. irritans* e identificar el mejor tratamiento a partir de las diluciones de *C. citratus* involucrando el costo y la repelencia que presenten.

La tintura de *C. citratus* fue elaborada en el laboratorio de Farmaya a una concentración de 1:5 (un gramo de materia vegetal equivale a cinco mL de tintura). La metodología en el campo consistió en formar cinco grupos de animales de seis bovinos cada uno, de los cuales se asignó un grupo control y los otros cuatro grupos formados por la tintura de *C. citratus* en diluciones con agua de 1:600, 1:250, 1:50 y 1:25. La evaluación se realizó cuantificando el número de moscas presentes en diferentes períodos de tiempo de la aplicación (antes, 30 min, 14, 24 y 48 h, 5, 10 y 15 días); en dos regiones corporales del animal (área escapular y costal) y un total formado por la sumatoria del número de moscas de ambas regiones.

Los resultados obtenidos demuestran que el grupo control tuvo un incremento en la cantidad de moscas presentes en el área evaluada de los bovinos del 7% a los 30 min, 11% a las 12 y 24 h, 37% a las 48h, 74% a los 5 días y 66% a los 10 días. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:600 muestra un 80% de repelencia a los 30 min y 12 h, 76% a las 24 h, 72% a las 48 h, 68% a los 5 días, 64% a los 10 días y 0% a los 15 días post-tratamiento. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:250 muestra un 87% de repelencia a los 30 min, 12 h y 24 h, 84% a las 48 h,

74% a los 5 días, 82% a los 10 días y 64% a los 15 días post-tratamiento. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:50 muestra un 94% de repelencia a los 30 min, 90% a los 12 h, 89% a las 24 h, 98% a las 48 h, 90% a los 5 días, 85% a los 10 días y 74% a los 15 días post-tratamiento. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución en agua 1:25 muestra un 100% de repelencia a los 30 min, 95% a los 12 h, 98% a las 24 h, 97% a las 48 h, 98% a los 5 días, 95% a los 10 días y 69% a los 15 días post-tratamiento.

Se concluyó, que existe alta diferencia significativa en el efecto repelente de la tintura de *C. citratus* a diferentes diluciones y grupo control, contra *H. irritans* en ganado bovino de doble propósito. La tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:25, presentó el mayor tiempo (10 días) y la mayor repelencia (95%), contra *H. irritans*; al mismo tiempo la tintura de *C. citratus* 1:5 con dilución 1:50 obtuvo el mayor beneficio económico ya que obtuvo la mayor Tasa Marginal de Retorno, siendo de 708%.



## PRESUPUESTO

El financiamiento fue proporcionado por el Centro de Investigación de Etnoveterinaria y Terapias Alternativas mediante Convenio con Veterinarios Sin Fronteras – España.

Cuadro No. 1 Costo de la investigación.

<b>Insumo</b>	<b>Costo</b>
10 Kg de hoja y tallo de té de limón	Q 350.00
20 L de etanol	Q 300.00
4 Lb de algodón	Q 63.00
2 envases de 10 L de capacidad	Q 50.00
Control de calidad sanitario	Q 150.00
Bomba de aspersión (GLORIA® 16 L)	Q 370.00
Elaboración de la tintura	Q 517.00
Gasolina	Q 100.00
<b>Total</b>	<b>Q 1900.00</b>

Fuente: Elaborado por la autora.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Cáceres, A. 1996. Plantas de Uso medicinal en Guatemala. Guatemala. Editorial Universitaria. 402 p.
2. Cáceres, A. 2006. Vademécum Nacional de plantas medicinales. Guatemala. Editorial Universitaria. 262 p.
3. Castilla Serna, L; Cravioto, J. 1,991. Estadística simplificada. Para la investigación en ciencias de la salud. México, Trillas. 438 p.
4. Cordero Del Campillo, M; Rojo Vásquez, FA. 1999. Parasitología veterinaria. España. McGraw-Hill Interamericana. 968 p.
5. Davidse, G; Sousa, MS; Chater, A. 1994. Flora mesoamericana. México, s.e. vol. 6, 391 p.
6. Dev, S; Koul, O. Insecticidas of natural origen. 1997. Australia. Harwood academic. 365 p.
7. Farmacopea Vegetal Caribeña. 2005. Ed. y L. Germosén Robineau. 2ed. México, Editorial Universitaria, UNAN- León. 486 p.
8. Grainge, M; Ahmed, S. 1988. Handbook of plants with Pets–Control Properties. New York, US, John Wiley & Son, Inc. 470 p.
9. Lipronat. 2005. Extracción continúa por percolación. Guatemala, USAC. 2 p.

10. Mendoza Sarti, ML. 2,008. Evaluación de la eficiencia entre productos organofosforados aplicados en arete y aspersion para el control de *Haematobia irritans* en bovinos de carne en finca las Violetas, municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa, Guatemala. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. 31 p.
11. Ricardo Canedo; P. 1986. Atlas geográfico argentino. Argentina, Capitaria Federal. 230 p.
12. Servicio de Información Municipal. 2007. Ubicación de Salamá, Baja Verapaz. (en línea). Consultado 23 jun. 2007. Disponible en <http://www.inforpressca.com/salama/ubicacion.php>
13. Soulsby, E.JL. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Trad. AR Martínez. 7ed. México, Interamericana. p. 412-413.
14. Thadeu, AB. 2002. Mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), control sustentable y resistencia a los insecticidas. (en línea) Consultado 28 jun. 2007. Disponible en <http://web.andinet.com/redectopar/docsEB/Moscuernredectopar.pdf>
15. Tommasi; R. s.f. Mosca de los cuernos, información técnica y recomendación para su control. Argentina, Senasa. p. 8-10.
16. Uballo López; C. 1969. Entomología agrícola. La Plata. 7ed. t. 1. p. 117-119.
17. 2009. Propilenglicol (En línea). Consultado el 02 de julio del 2009. Disponible en: <http://www.ciaquimica.com.ar/productos/quimicos/detalles/glicoles/propilenglicol.html>

## **XI. ANEXOS**

**Anexo No. 1** Sinónimos de *C. citratus* en países latinoamericanos

<b>Lugar</b>	<b>Nombre común</b>
Antigua	Fever grass, lemon grass
Barbados	Fever grass, lemon grass
San Vicente	Fever grass, lemon grass
Costa Rica	Zacate limón, té limón, zacate té
Honduras	Zacate limón, té limón, zacate té
Quintana Roo	Zacate limón, té limón, zacate té
Dominica	Zacate té
Martinico	Zacate té
Santa Lucia	Zacate té
Guatemala	Té de limón
Puerto Rico	Limoncillo
Republica Dominicana	Limoncillo
Venezuela	Molonillo, criollo

Fuente: Robineau, 2005.

**Anexo No. 2** Cronograma de actividades

25-29 de noviembre	Día 1 – 05	Obtención de la planta
29 de noviembre-15 de diciembre	Día 06 – 22	Elaboración de tintura
3 de enero	Día 23	Muestreo 1 (base)
3 de enero	Día 23	Aplicación de los tratamientos
3 de enero	Día 23	Muestreo 2
3 de enero	Día 23	Muestreo 3
3 de enero	Día 23	Muestreo 4
4 de enero	Día 24	Muestreo 5
5 de enero	Día 25	Muestreo 6
10 de enero	Día 30	Muestreo 7
17 de enero	Día 37	Muestreo 8
26 de enero	Día 46-50	Inventario de resultados
31 de enero–2 de marzo	Día 51-60	Análisis de resultados
2 de marzo- 15 de marzo	Día 61-70	Elaboración Informe Final

Fuente: Elaborado por la autora.

### Anexo No. 3 Análisis microbiológico de la tintura 1:5 de *C. citratus*.



**LABORATORIO FARMAYA S.A.**  
Departamento de Control de Calidad  
**CERTIFICADO DE CALIDAD PRELIMINAR**  
FORMAS FITOFARMACÉUTICAS LIQUIDAS: TINTURA

#### I IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del producto: <b>TE DE LIMON</b>	Muestra CC No.: <b>PL-45</b>
Lote: -----	Fecha de ingreso: <b>11/12/08</b>
Fabricante: <b>Farmaya S.A.</b>	Fecha de vencimiento: <b>2010/12</b>

#### II ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Descripción	Resultado	Responde	
		Sí	No
Apariencia	Líquido traslúcido	✓	
Color	Ámbar claro	✓	
Olor	Sui generis	✓	
Fecha 11/12/08 Analizó: <b>Marcos Avendaño</b>		Cumple <input type="checkbox"/>	No Cumple <input type="checkbox"/>

#### III ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Descripción	Resultado	Responde	
		Sí	No
pH	6.37	✓	
Densidad relativa 20-25 °C	0.900 g/ml	✓	
% Porcentaje de alcohol	63%	✓	
Fecha 11/12/08 Analizó: <b>Marcos Avendaño</b>		Cumple <input type="checkbox"/>	No Cumple <input type="checkbox"/>

#### IV ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO SANITARIO

Análisis	Especificaciones OMS 1,998		Resultado	Responde	
	Para decocción o Infusión	Uso interno Cápsulas		Sí	No
Coliformes totales	< 10 <sup>4</sup> NMP/g	< 10 <sup>3</sup> NMP/g	<3 NMP/g	✓	
Coliformes fecales	< 10 <sup>3</sup> NMP/g	<10 <sup>2</sup> NMP/g	<3 NMP/g	✓	
<i>Escherichia coli</i>	< 10 <sup>2</sup> NMP/g	< 10 NMP/g	<3 NMP/g	✓	

NMP/g = Número Más Probable por gramo

Descripción	Especificaciones OMS/ PHARM 92,559	Resultado	Responde	
			Sí	No
Conteo aeróbico en placa	Máximo 1 x 10 <sup>5</sup> UFC/g	10 UFC/g	✓	
Recuento mohos y levaduras	Máximo 1 x 10 <sup>4</sup> UFC/g	10 UFC/g	✓	

UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo

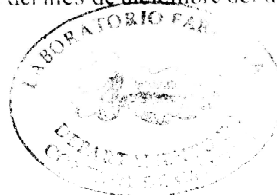
Fecha 11/12/08 Analizó: **Marcos Avendaño** Cumple  No Cumple

#### V. INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados la muestra de **TE DE LIMON / tintura** Cumple con las especificaciones para **tinturas**

  
Marcos Avendaño  
Control de Calidad

Dado a los 16 días del mes de ~~dicembre~~ diciembre del año 2,008



Documento	Fecha	Versión	Responsables	Original	Páginas
Certificado de calidad	07-2008	3era.	MA	CC	1 de 2

**Anexo No. 4** Número de *H. irritans* presentes en el ganado bovino de doble propósito.

		antes dtx	30 min dtx	12 h dtx	24 h dtx	48 h dtx	5 d dtx	10 d dtx	15 d dtx
Dilución	Grupo								
Sin Tx	1	19	20	21	22	24	18	20	26
	1	8	9	9	8	9	27	25	24
	1	33	38	23	19	18	22	16	28
	1	6	6	7	11	19	25	25	33
	1	134	93	95	75	83	69	73	114
	1	5	9	9	9	11	13	10	7
1:600	2	5	3	1	3	2	4	8	42
	2	30	4	6	5	4	4	6	52
	2	6	4	4	1	3	5	4	17
	2	7	1	1	3	4	6	5	5
	2	43	2	5	4	1	4	0	44
	2	18	1	1	1	4	2	2	2
1:250	3	27	3	5	1	11	6	0	7
	3	104	24	36	28	16	16	20	108
	3	12	6	7	4	2	4	3	3
	3	46	0	0	0	0	0	4	20
	3	10	2	0	4	4	10	8	7
	3	6	0	0	0	0	0	0	5
1:50	4	33	2	4	1	68	2	1	3
	4	67	0	1	0	0	0	1	5
	4	21	4	1	3	0	3	7	9
	4	15	8	1	4	0	3	1	23
	4	50	1	59	21	1	20	42	71
	4	22	0	4	3	3	0	7	1
1:25	5	32	0	0	0	0	0	2	18
	5	14	0	0	1	2	1	0	2
	5	129	1	1	1	0	1	5	96
	5	66	0	2	0	2	2	2	22
	5	36	1	4	0	0	0	0	3
	5	21	0	3	1	5	0	1	2

dtx= después del tratamiento

Fuente: Elaborado por la autora.



**Anexo No. 5** Resultados de la prueba de análisis Kruskal-Wallis del conteo de moscas tratadas con tintura 1:5 de *C. citratus* en diferentes períodos de tiempo evaluado en ganado bovino de doble propósito.

Tiempo de tratamiento	H	p
Antes	132.02	0.0000
30 min	44.75	0.0000
12 h	94.76	0.0000
24 h	39.98	0.0000
48 h	122.09	0.0000
5 días	20.47	0.0004
10 días	52.59	0.0000
15 días	175.97	0.0000

H= Constante evaluada en la formula de la prueba de análisis Kruskal-Wallis

p= probabilidad

Fuente: Elaborado por la autora utilizando el análisis de la prueba Kruskal-Wallis.

**Anexo No. 6** Mediana del número de *H. irritans* con tintura de *C. citratus* 1:5 a diferentes diluciones con agua y grupo control, en los diferentes períodos de tiempo evaluado.

	Tiempo del tratamiento							
	antes	30 min	12 h	24 h	48 h	5 días	10 días	15 días
Control	13.5	14.5	15	15	18.5	23.5	22.5	27
Dilución 1:600 mL	12.5	2.5	2.5	3	3.5	4	4.5	29.5
Dilución 1:250 mL	19.5	2.5	2.5	2.5	3	5	3.5	7
Dilución 1:50 mL	27.5	1.5	2.5	3	0.5	2.5	4	7
Dilución 1:25 mL	34	0	1.5	0.5	1	0.5	1.5	10.5

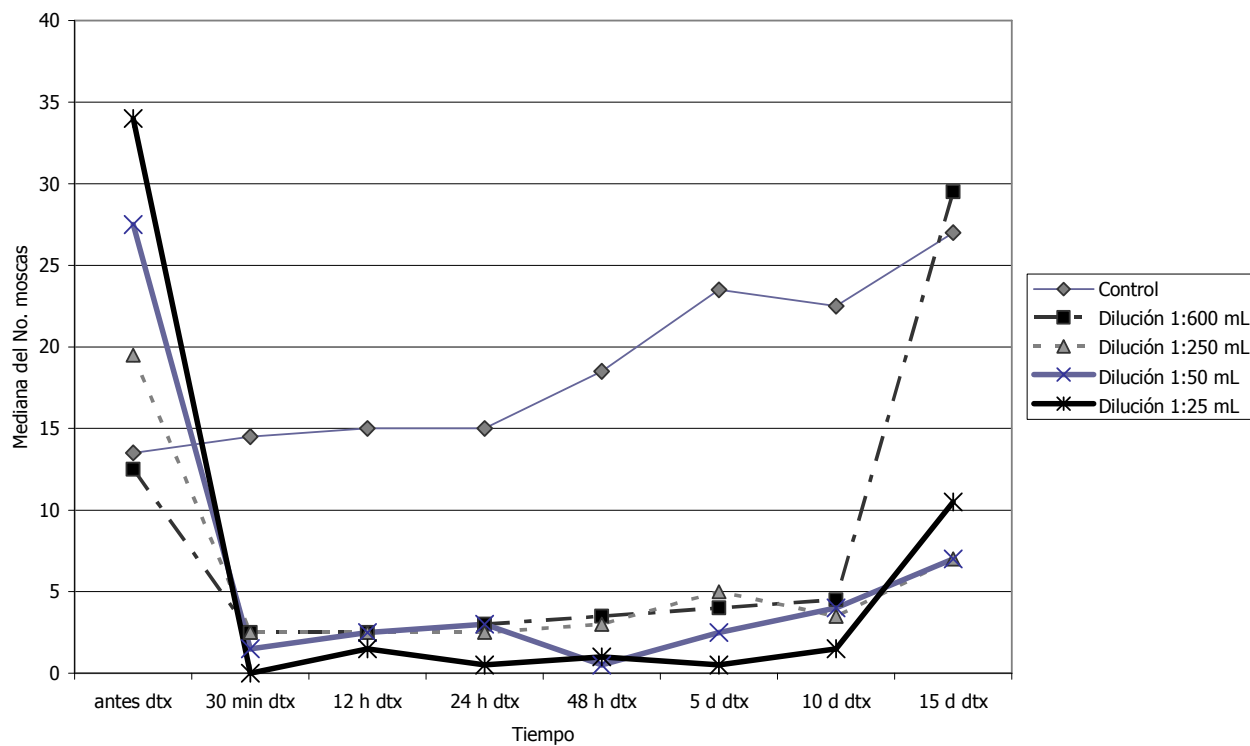
\* h = horas

\*\* min = minutos

Fuente: Elaborado por la autora a partir del número de *H. irritans* en los resultados de campo (Tabla No. 3, Anexo No. 3).

**Anexo No. 7** Mediana del número de *H. irritans* con tintura de *C. citratus* 1:5 a diferentes diluciones con agua y grupo control, del total (área escapular y costal) en los diferentes períodos de tiempo evaluado.

**Mediana del número de *H. irritans* evaluadas con tintura acuosa de *C. citratus* 1:5 y el control, en total por diferentes períodos de tiempo evaluado.**



Fuente: Elaborado por la autora a partir de las medianas de cada tratamiento.

**Anexo No. 8** Porcentaje de repelencia contra *H. irritans* con tintura de *C. citratus* 1:5 a diferentes diluciones con agua y el grupo control en el área evaluada del ganado bovino.

	Tiempo del tratamiento							
	antes	30 min	12 h	24 h	48 h	5 días	10 días	15 días
Control	0	-7	-11	-11	-37	-74	-66	-100
Dilución 1:600 mL	0	80	80	76	72	68	64	-136
Dilución 1:250 mL	0	87	87	87	84	74	82	64
Dilución 1:50 mL	0	94	90	89	98	90	85	74
Dilución 1:25 mL	0	100	95	98	97	98	95	69

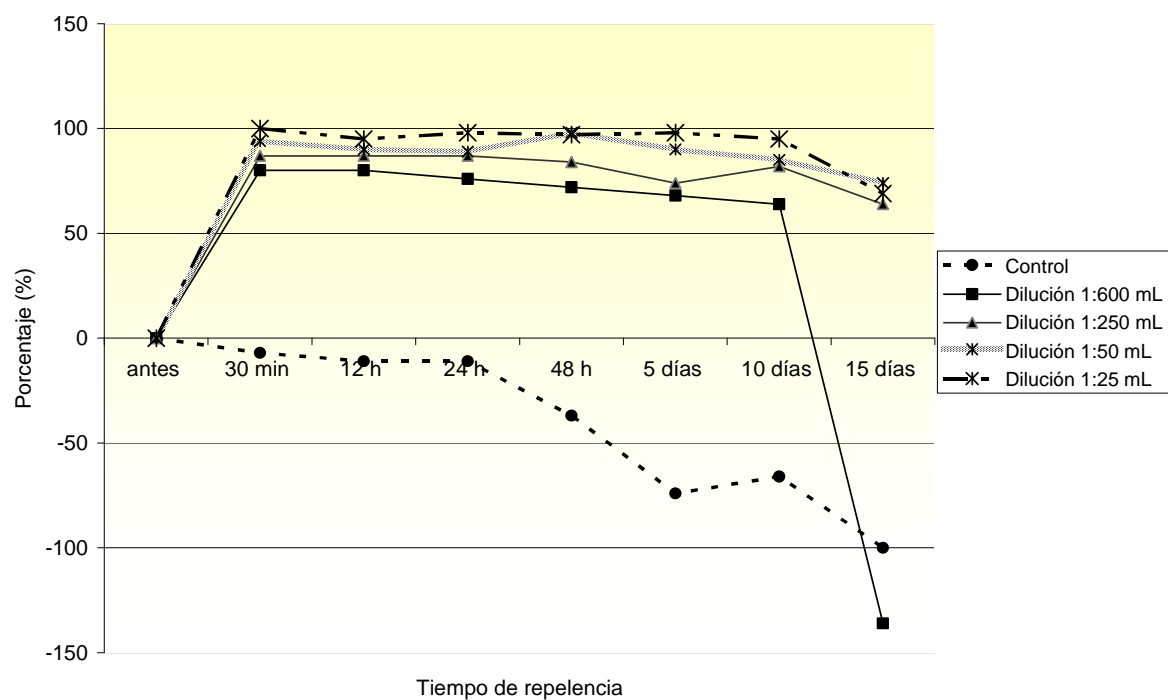
\* min = minutos

\*\* h = horas

Fuente: Elaborado a partir de las medianas del número de *H. irritans* del área escapular y costal.

**Anexo No. 9** Porcentaje de repelencia contra *H. irritans* con tintura de *C. citratus* 1:5 a diferentes diluciones con agua y el grupo control en el área evaluada del ganado bovino.

Porcentaje de repelencia contra *H. irritans* con el grupo control y diferentes diluciones con agua de la Tintura de *C. citratus* 1:5



**Anexo No. 10** Tasa Marginal de Retorno de la tintura 1:5 de *C. citratus* a diferentes diluciones con agua.

Tratamiento	Costos totales que varían		Beneficios		Tasa de Retorno Marginal
	(Quetzales)	(Quetzales /cambio)	(Quetzales)	(Quetzales /Cambio)	(%)
Control	0	0	120	---	---
Dilución 1:600	30	30	169.75	49.75	166
Dilución 1:250	72	42	262.5	92.75	221
Dilución 1:50	210	138	1239	976.5	708
Dilución 1:25	642	432	1830.5	591.5	137

Fuente: Elaborado por la autora.