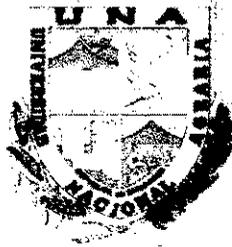


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Estudio preliminar de la utilización del aceite y resina de Neem (Azadirachta indica A.juss) en el tratamiento de la sarna Psoróptica equina en la comarca Pilan del municipio de Santo Domingo, departamento de Chontales**

**Autores:**

**Br. Mariely Arely Lazo Centeno**

**Br. José Nicolas Toruño Mena**

**Acesores: Dra. Varinia Paredes**

**TV. Lázaro Morejón**

**Managua, Nicaragua**

**Marzo, 2009**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**Departamento de Veterinaria**

**Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal, como requisito parcial para optar al título profesional de:**

**Médico Veterinario  
En el grado de Licenciatura**

**Miembros del Tribunal Examinador**

---

**PhD. José Manuel Aparicio  
Presidente**

---

**Dra. Deleana Vanegas MSc.  
Secretario**

---

**Lic. Rosario Rodríguez  
Vocal**

**Lugar y Fecha: Managua, 24 de marzo de 2009**

# INDICE DE CONTENIDOS

	<i>Página</i>
Dedicatoria	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>II OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivos generales	
2.2 Objetivos específicos	
<b>III MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>4</b>
3.1 Taxonomía general de los ácaros	4
3.2 Características de los ácaros	4
3.3 Sarna Psoróptica	5
3.3.2 Taxonomía de la sarna Psoróptica	5
3.3.3 Etiología	5
3.3.4 Ciclo biológico de la sarna Psoróptica	6
3.3.5 Fisiopatología de la enfermedad	7
3.3.6 Patogenia	7
3.3.7 Acciones patógenas	8
3.3.8 Generalidades de la sarna Psoróptica	8
3.3.9 Clasificación de la sarna equina	9
3.4 Sarna sarcóptica ( <i>sarcóptes equi</i> )	9
3.5 Sarna Psoróptica ( <i>Psoróptes equi</i> )	9
3.6 Sarna corióptica ( <i>Chorioptes equi</i> )	10

3.7	Lesiones y signos de la sarna Psoróptica	11
3.8	Diagnóstico	12
3.9	Importancia de la sarna Psoróptica	12
3.9.1	Salud Humana	12
3.9.2	Salud Animal	12
3.9.3	Factores relacionados a la sarna Psoróptica equina	12
3.9.3.1	Contacto directo	12
3.9.3.2	Nutricional	13
3.9.3.3	Medioambiente	13
4	Aspecto Agronómico del árbol de Neem	13
4.1	Descripción e importancia económica	13
4.2	Origen y distribución	14
4.3	Distribución	14
4.4	Propiedades específicas	14
4.5	Toxicidad	15
4.6	Aspecto químico de Neem	16
4.7	Requerimientos ambientales de Neem	16
4.8	Modo de acción de los ingrediente activos de Neem	17
4.9	Otros usos del Neem	18

<b>4.10</b>	<b>Uso alternativo de la planta de Neem</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Criterio para escoger una planta como fuente de desparasitante</b>	<b>19</b>
<b>5.1</b>	<b>Característica que debe reunir un desparasitante químico</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Mecanismo de acción de la Ivermectina</b>	<b>20</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Lactonas macrocíclicas</b>	<b>20</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Farmacocinética y farmacodinámica</b>	<b>21</b>
<b>5.1.4.1</b>	<b>Absorción</b>	<b>21</b>
<b>5.1.4.3</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>22</b>
<b>5.1.4.4</b>	<b>Excreción</b>	<b>22</b>
<b>5.1.4.5</b>	<b>Mecanismo de acción</b>	<b>22</b>
<b>IV</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Ubicación del experimento</b>	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Descripción del área de estudio</b>	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Método de adquisición del aceite y resina de Neem</b>	<b>23</b>
<b>4.4</b>	<b>Manejo del experimento</b>	<b>24</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Selección de los animales a tratar</b>	<b>24</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Diseño experimental</b>	<b>25</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Variables respuesta</b>	<b>26</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Evaluación de costo para la obtención del aceite y resina de Neem</b>	<b>26</b>

4.4.5	Análisis estadístico	26
4.4.6	Aplicación de los tratamientos	27
V	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	28
5.1	Efectividad de los tratamientos	28
5.1.1	Detención de la afección en cola ( $E_1$ )	29
5.1.2	Reducción de la afección en cola( $E_2$ )	32
5.1.3	Reducción de la afección en tupé( $E_2$ )	34
5.1.4	Control de la afección en cola	35
5.2	Efectividad de los tratamientos de forma general	38
5.2.1	Eficiencia en detener las afecciones( $E_1$ )	38
5.2.3	Reducción de la afecciones ( $E_1$ )	39
5.2.4	Control de las afecciones	41
5.3	Costo para la elaboración de un litro de solución para los distintos tratamientos	43
VI	<b>CONCLUSIONES</b>	44
VII	<b>RECOMENDACIONES</b>	45
VII	<b>LITERATURA CITADA</b>	46
IX	<b>ANEXOS</b>	

## Indice de tablas

<b>Tabla</b>	<b>pag.</b>
<b>Tabla<sub>1</sub></b> Huésped principal y no habitual de la especie psoróptes	6
<b>Tabla<sub>2</sub></b> Costo para la elaboración para la elaboración de un litro de solución Para los distintos tratamientos	43

## Indice de graficas

Grafica <sub>1</sub> detención de la afección en cola	28
grafica <sub>2</sub> detención de la afección de la crin	30
Grafica <sub>3</sub> detención de la afección en tupé	31
Grafica <sub>4</sub> reducción de la afección en cola	32
Grafica <sub>5</sub> reducción de la afección en la crin	33
Grafica <sub>6</sub> reducción de la afección en tupé	34
Grafica <sub>7</sub> control de la afección en cola	35
Grafica <sub>8</sub> control de la afección de la crin	36
Grafica <sub>9</sub> control de la afección en tupé	37
grafica <sub>10</sub> eficiencia de los tratamientos en la reducción de la afección	39
Grafica <sub>11</sub> eficiencia en el control de la afección	41

## **DEDICATORIA**

A Dios, ser todo poderoso creador de todo cuanto existe, quien con su infinita misericordia y ternura me ha dado sabiduría y fortaleza para mantenerme firme en este largo caminar, me ha dado todo lo necesario para que salga adelante, habiendo realizado mi sueño de ser profesional.

A mis padres, CLEOTILDE CENTENO, SAMUEL LAZO, quienes me trajeron al mundo con mucho amor y han compartiendo conmigo alegrías y tristezas; que con abnegación, consejos y sabiduría me han formado por el buen camino, sembrando con paciencia la semilla del amor y la responsabilidad, la cual ha venido germinando en mí.

A mi esposo, RODOLFO OBREGÓN quien día a día ha sido fuente de inspiración y anhelo, quien ha dado ese toque de alegría a mi vida y quien ha sido fuente de energía para salir adelante.

A mis hijos KEYLING, JUNIESKY, RODOLFO quienes con su apoyo y cariño me han dado animo y valor de seguir adelante a diario en momentos difíciles.

A toda mi familia que de manera directa e indirecta me ayudaron a realizar este sueño, por su apoyo incondicional, sabios consejos y sabiduría, me impulsaron siempre a seguir adelante, proponerme metas y alcanzarlas.

Al Mv. Lázaro Morejón Aldana, por ser durante todo este tiempo un amigo incondicional, que estuvo día tras día impulsándome, con mucho amor y cariño .

A cada uno de mis docentes; que han sabido transmitir su conocimiento durante todos estos años de estudios y por lo cual espero saber llevar en alto su enseñanza.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser todo poderoso y darme así la fortaleza de salir adelante en este largo camino, logrando cumplir una de mis metas de poder ser profesional.

A mis padres, Oscar José Toruño Ramírez y Juana Mena García por haberme apoyado e impulsado día a día para hacer realidad mis sueños, por enseñarme siempre el buen camino y el valor del trabajo.

A mi tía: Nydia A. Toruño Ramírez por su apoyo incondicional, cariño y paciencia que me ha brindado siempre en el transcurso de mi formación profesional.

A mi tío: José Luis Ramírez Villalobos por sus consejos para hacer realidad mi sueño de coronar mi carrera.

Al Dr. Lázaro Morejón, por ser durante este tiempo más que un amigo que estuvo siempre impulsándonos y apoyándonos con gran cariño.

No puedo olvidar darle las gracias a cada uno de los amigos docente que nos apoyaron de una u otra manera en nuestra formación como profesional.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme prestado vida para culminar mi carrera, a mi esposo por su apoyo moral y económico, que me brindo.

Le agradezco de manera muy especial al MVD. VARINIA PAREDES. Por su apoyo incondicional y al darme el honor de ser mi tutor y ayuda en todo el transcurso de mi carrera y tutoría.

Al Dr. Lázaro Morejón Aldama, por su valiosa enseñanza, consejos y su incondicional asesoría en el transcurso de la tesis.

Al señor RODOLFO OBREGÓN por poner a disposición su finca, con el fin de realizar mi trabajo de campo para realizar esta investigación.

A los productores de la comarca Pilan que facilitaron los equinos para realizar el estudio investigativo Y por la gran confianza depositada en mí y mi capacidad profesional.

A cada una de las personas trabajadores de la finca que estuvieron conmigo en cada día de trabajo de campo, que incondicionalmente trabajaron y aportaron toda la ayuda que les fue solicitada.

**A la Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal y Departamento de Medicina Veterinaria**, por brindarme la oportunidad de terminar mis estudios y de disponer de todos los medios que necesite en su momento para apoyar mi desempeño

**A cada uno de mis profesores con el cariño y respeto que cada uno de ellos merece**

## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a nuestra tutora la Dra. Varinia Paredes por todo su tiempo y dedicación.

Al Dr. Lázaro Morejón por sus consejos, apoyo y aporte brindados. Por la incondicional asesoría en el transcurso de la tesis.

Al Ing. Pasteur Parrales por sus consejos brindados.

Al señor: Rodolfo Obregón por poner a disposición su finca, para realizar esta investigación y tener la amabilidad y paciencia de prestar su finca el tiempo que duro la investigación.

A todos los amigos productores de campana que tuvieron la amabilidad, paciencia y confianza de prestarnos sus caballos.

A los profesores, amigos, que siempre nos han apoyado para seguir adelante, gracia y dios los bendiga a todos.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca "El Porvenir" ubicada en los 12°15' de latitud norte y 85°04' de longitud oeste, en el municipio de Santo Domingo departamento de Chontales, el clima es de sabana tropical con temperaturas entre 25 a 27°C. La duración del experimento fue de 18 días a partir de la selección e identificación de los animales bajo los tratamientos evaluados. Con el objetivo de comparar el efecto del aceite y resina de Neem al 40 % versus Ivermectina pasta al 1% en el control de la sarna Psoróptica equina. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.). Se seleccionaron 21 equinos con edades promedios de 10 a 15 años, estos se dividieron en 3 grupos, cada grupo formado por 7 equinos por tratamiento, **Tratamiento P:** Ivermectina pasta 1% a razón de 1g por cada 100 kg de peso vivo, vía oral. **Tratamiento A:** aceite de Neem acaricida tópico botánico a base de aceite de Neem, se aplicó vía tópica un promedio de 20 ml por cada animal. **Tratamiento R:** resina de Neem, acaricida tópico botánico a base de resina de Neem, se aplicó vía tópica un promedio de 20 ml por cada equino. A los equinos se les realizó un examen clínico al inicio del ensayo y a los 14 días post aplicación, se utilizó el diagnóstico clínico y sintomatológico para evaluar el comportamiento de los tratamientos. Para cuantificar las reducciones de las lesiones se utilizaron tres variables: detención, reducción y control de las lesiones. Los tratamientos con Neem aceite y resina al 40% arrojaron los siguientes resultados: Aceite 40% logró alcanzar un 100% del control de las lesiones y la resina alcanzó 86%. La Ivermectina pasta 1% sólo alcanzó la reducción de las lesiones en un 100%. Entre los tres tratamientos, el que dio mejores resultados fue el aceite de Neem al 40% con un porcentaje de eficiencia en el control de la sarna equina en un 100%.

Palabra claves: Azadirachtina, Psoróptes, sarna, equino, lesión, Ivermectina.

## ABSTRACT

The present study was realized in the country house "The Porvenir" located in the 12°15' of north latitude and 85°04' of longitude west, in the municipality of Santo Domingo department of Chontales, the climate is of tropical savanna with temperatures among 25 at 27°C. The duration of the experiment was of 18 days starting from the selection and identification of the under animals the evaluated treatments. With the objective of comparing the effect of the oil and resin from Neem to 40% versus Ivermectina grazes to 1% in the control of the scabies equine Psoróptica. A Design was used totally at random (D.C.A.). Were selected 21 equine with ages averages of 10 to 15 years, these they were divided in 3 groups, each group formed by 7 equine for treatment, **Treatment P:** Ivermectina pastures 1% to reason of 1g for each 100 kg of weight live, via oral. **Treatment A:** oil of Neem botanical topical acaricida with the help of oil of Neem, was applied topical via an average of 20 ml for each animal. **Treatment R:** resin of Neem, botanical topical acaricida with the help of resin of Neem, was applied via topical an average of 20 ml for each equine one. To the equine ones they were carried out a clinical exam to the beginning of the assay and the 14 days post application, it was used the clinical diagnosis and sintomatologic to evaluate the behavior of the treatments. To quantify the reductions of the lesions three variables they were used: detention, reduction and control of the lesions. The treatments with Neem oil and resin to 40% threw the following results: Oil 40% it was able to reach 100% of the control of the lesions and the resin reached 86%. The Ivermectina 1% pastures it only reached the reduction of the lesions in 100%. Among the three treatments, the one that gave better results was the oil from Neem to 40% with a percentage of efficiency in the control of the equine scabies in 100%.

Keys words: Azadirachtina, Psoroptes, scabies, equine, lesion, Ivermectina.

## I. INTRODUCCIÓN

Los caballos en Nicaragua se han utilizados desde el periodo colonial como un medio de transporte y de trabajo. En (1524), cuando Gil González Dávila toma posesión del Lago Cocibolca de Nicaragua (mar dulce). Lo hace montado en un caballo Andaluz, nacido y criado en el llamado Nuevo mundo, León y Granada, ciudades fundadas por Francisco Hernández de Córdobas, en estas dos ciudades existían grandes criaderos de caballos (Sáenz, 2008).

Entre las enfermedades más comunes que afectan a los caballos están: las de origen parasitarias, infecciosas por diferentes agentes como bacterias, virus, hongos etc. Pero las más frecuentes son las de origen bacteriano y víricas, porque estas pueden producir alteraciones en los distintos aparatos o sistema de los equinos. De igual forma las contaminaciones bacterianas provocan alteraciones fisiológicas serias que van desde secuelas respiratorias crónicas hasta aborto en yeguas preñadas.

Los productores se encuentran rodeados de limitaciones económicas básicas de manejos y sanidad animal, poca o nula asistencia técnica a la que muchas veces no pueden acceder por el distanciamiento territorial a una veterinaria, por lo cual se ven a merced de la sarna equina (*Psoropte equi*).

A nivel nacional en las fincas no existen control sobre las pérdidas económicas que ocasiona la sarna equina y no hay estudios que determine su prevalencia e incidencia. Las pérdidas que causa son tanto de apariencia física como económicas ya que los equinos presentan lesiones necróticas, vectora, mecánica, traumática y expoliatrix. Las cuales se verán afectada por infecciones secundarias.

La sarna equina es una enfermedad causada por un acaro los cuales tienen predilección por las regiones con abundante pelo (cola, crin y tupé), provocando molestas irritación a los equinos causando lesiones necróticas en la piel, las enfermedades bacteriana y micóticas son enfermedades secundaria que aprovechan la puerta de entrada que causan el acaro al punccionar la piel (Pardo Cobas, 2005; Quiroz, 2006).

Hoy en día se sabe que productos derivados del Neem, pueden afectar a más de 200 especies de insectos. El árbol de Neem constituye en la actualidad un recurso biológico de gran valor, destacándose sus propiedades insecticidas, bactericida, acaricida y virales; además los compuestos hallados en su semilla, corteza, y hojas del árbol han sido probadas contra diferentes plagas que afectan tanto animales como vegetales.

Con el presente trabajo se pretende probar si es factible la utilización tanto de la resina como del aceite de Neem, en el control de la sarna Psoróptica equina; este medicamento está libre de químicos y no deja residuos tóxicos en el animal y al medio ambiente; en tanto para los productores será más favorable al reducir sus costos económicos.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Evaluar el efecto terapéutico del aceite y resina de Neem en el tratamiento del ácaro *Psoróptes equi* en la finca “EL PORVENIR” ubicada en la comarca Pílan, municipio de Santo Domingo, departamento de Chontales.

### **2.2 Específicos**

- Determinar la eficiencia del aceite y resina de Neem en el tratamiento de sarna Psoróptica equina.
- Comparar los costos del tratamiento de aceite y resina de Neem vs tratamiento comercial (Ivermectina pasta 1% VO).

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Taxonomía general de los ácaros

Phylum: Arthropoda

Sub phylum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclasse: Acarina

#### 3.2 Características de los ácaros

- Cuerpo oval
- No hay espinas dorsales
- No hay cerdas verticales en el dorso del Propodorsoma
- Patas largas y proyectándose más allá de los bordes del cuerpo
- Ventosa en forma de campana (carúnculas) en tallos (pedicelo) en los tarso de algunas o todas las patas.
- Pedicelos de las ventosas del tarso largo y compuesto de tres segmentos (*Psoróptes*); o corto o no segmentados es la *Chorioptes* y *Otodectes*.
- Solamente las patas 3 de las hembras llevan cerdas terminales en lugar de ventosas (carúnculas). las patas 4 de las hembras del *Psoróptes* llevan ventosas (carúnculas).
- Tienen ano terminal.
- Machos con ventosa anales (discos copulatorios) en el extremo posterior del abdomen.
- Bordes posterior del macho dividido en dos lóbulos que son prominente en las especies de los géneros *Psoróptes* (Lapage, 1975).

### **3.3. Sarna Psoróptica**

#### **3.3.1 Definición**

La sarna se define como un conjunto de lesiones cutáneas con reacción pruriginosa, provocada por ácaros del género *Psoróptes* que afecta a ovinos, caprino, equinos y conejos, acaro que miden 500-700 $\mu$  se caracteriza por la localización de las lesiones en las regiones abundantes de pelos largos, es una enfermedad contagiosa y los animales infestados presentan alopecia, pruritos con irritación intensa e hipersensibilidad que puede dar el debilitamiento y posible muerte por infecciones secundarias (Quiroz, 2006; REVETMEX, sf).

#### **3.3.2 Taxonomía de la sarna Psoróptica**

Familia: *Psoroptidae*

Género: *Psoróptes*

Especie: *Psoróptes equi*

#### **3.3.3. Etiología**

La especie *Psoróptes communis* tiene algunas variedades según el huésped en donde se encuentre; las siguientes son las más comunes; se señala el huésped principal y los no habituales.

**Tabla 1 Huésped principal y huésped no habitual de la especie Psoróptes**

<b>Especie Psoróptes</b>	<b>Autores</b>	<b>Huésped habitual</b>	<b>Huésped no habitual</b>
<i>Psoróptes equi</i>	(Hering, 1838) Gervais, 1941	Caballo	Hombre, Buey
<i>Psoróptes bovis</i>		Buey	Hombre
<i>Psoróptes ovis</i>	(Hunt, 1919) Railliet, 1893	Oveja	Cabra, Cerdo, Hombre
<i>Psoróptes caprae</i>		Cabra	Oveja, Buey, Cabra, Cerdo, Hombre
<i>Psoróptes suis</i>		Cerdo	Hombre
<i>Psoróptes dromedarii</i>		Camello	Hombre
<i>Psoróptes canis</i>		Perro	Hombre
<i>Psoróptes cuniculi</i>	Delafond, 1859	Conejo	Hurón, cobayo
<i>Psoróptes vulpis</i>		Zorro	Hombre
<i>Psoróptes leonis</i>		León	Hombre
<i>Psoróptes archeniae</i>		Llama	Alpaca, Oveja, Caballo, Hombre
<i>Psoróptes wombati</i>		Murciélago	Hombre
<i>Psoróptes lupi</i>		Lobo	Caballo

**Fuente: Quiroz (2006) y Lapage (1975).**

### **3.3.4 Ciclo biológico de la sarna Psoróptica**

Se desarrolla totalmente en la piel del hospedador. No son “ácaros aradores”. Las hembras depositan sus huevos sobre la superficie de la piel y en los bordes de las lesiones y eclosiona la larva hexápoda en un periodo de 1-3 días. Estas son muy voraces y activas, se alimentan durante 2-3 días más y luego mudan para pasar al estado ninfal, que permanece en estado de letargo 12 horas siguientes. El estado de ninfa dura de 3-4 días, incluyendo un periodo de letargo de 36 horas antes de producir la muda. Las ninfas pequeñas se transforman normalmente en machos.

Las hembras jóvenes aparecen antes que los machos, cuando solo han transcurrido 5 días desde la eclosión de los huevos, mientras que los machos nunca aparecen antes del sexto día. La cópula comienza pronto y dura 1 día; si existen muchas más hembras que machos, la proporción de machos a hembras es de 1-2:4.

La hembra joven sufre una muda 2 días después del comienzo de la cópula y la hembra ovígera comienza a poner huevo en 1 día después o 9 días más tarde de la eclosión de los huevos. Las hembras viven entre 30-40 días y ponen aproximadamente 90 huevos. El ciclo evolutivo total dura 10-15 días. En este tiempo los ácaros pueden mantenerse viables, las hembras (ovígera) pueden vivir fuera del huésped hasta 10-12 días sin alimentarse, esta es la única fase del ciclo de vida resistente al medio ambiente (Soulsby, 1987; Lombardero, 1990; Quiroz, 2006).

### **3.3.5 Fisiopatología de la enfermedad**

La infección comienza cuando los ácaros perforan la superficie de la piel con sus órganos bucales y succionan los líquidos del tejido del huésped, causando irritación, inflamación y la exudación de linfa, que se coagula para formar costras. Las lesiones pueden aparecer en cualquier parte del cuerpo (Lapage, 1975).

### **3.3.6 Patogenia**

Estos ácaros ejercen acción traumática al puncionar la epidermis, se alimentan de linfa y dan lugar a una reacción local inflamatoria ricamente infiltrada de suero, con formación de escamas amarillentas, posteriormente el exudado sobre la superficie se coagula y forma costras. Esta alteración hace que el pelo se caiga. La invasión continúa y se va extendiendo por los márgenes de la lesión mientras que el animal se muerde con frecuencia, estas infecciones pueden dar como resultado la infección piógena del oído y sacudidas de la cabeza (Quiroz, 2006; Vargas, 2001).

### 3.3.7 Acciones patógenas

Los ácaros de la sarna *Psoróptes equi* realizan:

- **Acción expoliatrix:** los ácaros son hematófagos desde su estado de ninfa hasta adulto, por lo cual la anemia y consecuencia de la misma constituye un síntoma casi constante.
- **Acción mecánica:** todos los ácaros se introducen en la piel del animal, producen traumatismo al introducir su capitulum en el tejido, provocando infiltración inflamatoria de los tejidos peri vascular del corion, hiperemia local, edema y hemorragias, junto con el engrosamiento del estrato corneo produciéndose una lesión mecánica en dicha lesión.
- **Acción necrótica:** todos los ácaros al introducir su capitulum en la piel originan una necrosis por lisis del tejido al provocar la infiltración inflamatoria quedando posteriormente en el lugar lesiones cicatrízales permanentes.
- **Acción vectora:** los ácaros tiene importante consideración tanto en medicina veterinaria como en medicina humana por su acción patógena vectora como inoculadores biológicos de varias enfermedades.
- **Acción traumática:** esto lo hacen al puncionar la epidermis, se alimentan de linfa y dan lugar a una reacción local inflamatoria ricamente infiltrada de suero, posteriormente el exudado sobre la superficie se coagula y forma costra (**Pardo Cobas, 2005**).

### 3.3.8 Generalidades de la Sarna Psoróptica

Las familia *Psoroptidae* del género *Psoróptes*, cuya especie causa la sarna *Psoróptica* presentan al igual que otras especies del suborden sarcoptiforme, una piel suave estriada, que puede estar reforzada por placas dorsales, siendo las patas relativamente cortas, la familia *Psoroptidae* no se incrusta en la piel, pero parasitan en su capa superficial ocasionando la formación de costras gruesas en la piel de su hospedador (**Lapage, 1975, Pardo Cobas, 2005**)

### **3.3.9 Clasificación de la sarna equina**

La sarna del caballo surge por la acción de diversos tipos de ácaros que se asientan en determinadas zonas del cuerpo del animal. Debido a estos ácaros, el caballo comenzará a tener un fuerte prurito, y el pelo antes brillante, se tornará opaco y se llenará de costras y ampollas. Podemos citar tres tipos fundamentales de sarna que aparece en los caballos.

### **3.4 Sarna Sarcóptica (*Sarcoptes equi*)**

Es un parásito que se introduce en la piel del caballo en donde depositan sus huevos. Sus primeros síntomas se manifiestan en la cabeza (labios, ojos y orejas), mas tarde espalda, cuello y en la zona de la silla; desde estos lugares se irá expandiendo por el cuerpo del animal. Localizaremos este tipo de sarna de la siguiente forma: Comenzará con un fuerte picor, que aumentará en el momento en que expongamos al caballo al sol, al interior de establos calurosos y durante la noche. Podemos apreciar unos pequeños nódulos sobre la piel, perfectamente perceptibles al tacto (**Drugueri, 2002**).

El pelo se agrupará en mechones que corresponden a cada uno de estos nódulos. Y el pelo se caerá con facilidad, dejando pequeñas alopecias. En algunas de estas zonas podremos localizar llagas, que terminarán por transformarse en costras espesas.

Si la sarna continúa, acabarán por formarse grandes zonas cubiertas de costras, con llagas que se localizarán principalmente en el cuello y en la garganta. Llegados a este punto, el caballo se encontrará claramente desmejorado, se mostrará desgastado y apenas comerá (**Drugueri, 2002**).

### **3.5 Sarna Psoróptica (*Psoróptes equi*)**

*Psoróptes equi* produce lesiones en regiones del cuerpo que poseen pelo largo, por ejemplo por debajo del flequillo de la frente y de la crines, en la base de la cola, bajo la barbilla, entre los miembros traseros y las axilas (**Drugueri, 2002**).

El ácaro vive en la superficie de la piel, debajo de las costras que ellos mismos acumulan, pero introducen su capitulum adaptado para la punción debajo de la piel, provocando prurito, reacciones inflamatorias y procesos exudativos, los cuales con las células descamadas dan origen a las costras de color amarillo o grisáceos, las lesiones progresan lentamente **(Pardo Cobas, 2005)**.

El modo de contagio es por contacto directo o por transmisión por arneses. Son los lugares preferidos por este parásito que provocará un intenso y desagradable picor en el animal. El caballo suele reaccionar ante este picor sacudiendo violentamente la cabeza **(Merck 2000, Drugueri, 2002)**.

### **3.6 Sarna Corióptica (*Chorioptes equi*)**

Puesto que suele comenzar en la zona de las extremidades posteriores (región de la corona, cuartilla, menudillo y caña), puede extenderse hasta el corvejón y codo. El acaro vive en la superficie de la piel triturando sin cesar las capas epidérmicas hasta llegar a los extremos más profundos y allí se alimentan de linfa y sustancia semejantes. El prurito que ocasiona es más intenso en horas de la noche el animal pega duro con los cascos en el suelo se rasca una extremidad con la otra y trata de morderse con insistencia la región afectada. Se aprecia depilación, descamación, formaciones de costra gruesas y secas gris amarillentas, las lesiones se extienden lentamente **(Pardo Cobas, 2005)**.

A pesar de esto se trata del tipo de sarna menos contagioso y su avance suele ser lento, en muchas ocasiones puede estar localizado en una única extremidad durante largos meses.

Por supuesto su aparición se hará notar con un fuerte picor, ante terminará en la caída de la epidermis, llevando poco a poco a la formación de costras escamosas y a la aparición de grandes llagas transversa **(Drugueri, 2002)**.

### 3.7 Lesiones y Signos de la sarna Psoróptica

Las lesiones pueden encontrarse en todas las parte del cuerpo revestido de denso pelaje, tales como el tupé y la crinera, siguiendo luego las región escapular, la cruz y el nacimiento de la cola. Rara vez afecta a la región faríngea, el bajo vientre, la ingle, la mama, la grupa, el corvejón y el pabellón auricular (Collado, 1961; Borchert, 1981).

Las lesiones resiente se encuentran maltratada por la molestia y el rascado de los animales pueden aparecer graves estados inflamatorios en la piel con supuración profunda (Cordero, 1999). Y generalmente tienen un ligero color a su alrededor. Después de 2 a 3 días de las lesiones aparecen unas pequeñas pápulas de más o menos 5mm de diámetro de color amarillento de aspecto húmedo (Quiroz, 2006). El tejido conjuntivo de la piel prolifera y se aumenta la queratinización, por lo que el tegumento se engruesa y se arruga (Geoffrey Lapage, 1975).

Los ácaros se encuentran en el punto afectado; después de varios días, el exudado empieza a coagularse y se forman costra de color amarillo pálido, luego la lesión se extiende y el número de parasito aumenta. En las lesiones viejas hay pérdidas de pelo (Quiroz, 2006). Por privación de suministro de sangre, por lo que aparecen superficie depilada Dando lugar a una infección bacteriana secundaria que pueden producir la muerte en animales no tratado (Merck, 2000).

Hay presencia de escamas, además los ácaros que invaden la periferia. Algunas veces, grande zonas del cuerpo son afectada sobre todo en lesiones viejas sin aparecer en la superficie; si el pelo es abierto se encuentran junto a la piel una masa de escamas debajo de la cual se localizan numerosos parásitos (Quiroz, 2006).

Los ácaros succionan los líquidos de los tejidos del huésped preferentemente a la sangre y es probable que se alimenten del estrato córneo, se dice que respiran como lo hace el *Notoedres cati*, deglutiendo aire por el canal digestivo (Lapage, 1975).

### **3.8 Diagnóstico**

En el diagnóstico clínico de la sarna es necesario tener en cuenta los síntomas y las lesiones ya expuestas en cada tipo de sarna, así como de la especie animal que se trate. Debe diferenciarse de otras afectaciones cutáneas tales como dermatitis avitaminosica, las de origen infeccioso, las tiñas, alopecia, eczemas. Durante los meses de verano disminuye la intensidad de la sarna equina, o bien desaparece totalmente. A comienzos de la época fría y en estabulación, es común que vuelva a presentarse clínicamente.

En el diagnóstico de certeza se elegirán zonas afectadas bien típicas y hacia los bordes de las lesiones se practican raspados profundos que arranquen escamas, costras, epidermis con sangre y pelos utilizando un escarpelo mojado en glicerina, aceite o sencillamente en agua y el raspado se coloca en un porta objeto, se le añaden dos o tres gotas de glicerina, aceite o agua, se pone un cubre objeto y se observa al microscopio con objetivo menor aumento **(Boch, 1982, Pardo Cobas, 2005)**.

### **3.9 Importancia de la sarna Psoróptica**

#### **3.9.1. Salud Humana**

La sarna *Psoróptica equi* no presenta ningún riesgo para la salud humana ya que esta enfermedad solo afecta principalmente a los equinos **(Merck, 2000)**.

#### **3.9.2 Salud Animal**

Los animales que afectan se transmiten por contacto directo o indirecto, mediante fómite. Causándole a los animales afectados, pérdida de peso, debilidad general y anorexia, llegando a culminar con la muerte del animal por infección secundaria **(Merck, 2000)**.

#### **3.9.3 Factores relacionados a la sarna Psoróptica equina**

##### **3.9.3.1 Contacto directo**

Los animales sanos tendrán que separarse de los animales enfermos cuando sus lesiones se tornen visibles, y sean notorias.

Ya que los equinos tiene las características que se frota constantemente contra vallas, palos, equipos agrícolas o cualquier objeto que pueda servirle como instrumento para rascarse. La enfermedad se disemina por contacto directo en un hábitat infestado (Hendrix, 1999; Merck, 2000).

### **3.9.3.2 Nutricional**

Los animales que presentan un sistema inmune deprimido por haber tenido una mala nutrición a lo largo de su vida, están más propensos a padecer la enfermedad (Lapage, 1975).

### **3.9.3.3 Medioambiente**

La sarna Psoróptica tiene una presencia estacional, en el equino se presenta de forma activa durante el invierno en tanto que tiende a la latencia durante el verano; es decir, se alimentan menos los parásitos y disminuye su postura. Esta especie de ácaro viven sobre la superficie de la piel o en el oído externo alimentándose al morder la piel de su hospedador (Quiroz, 2006).

## **4. ASPECTO AGRONÓMICOS DEL ÁRBOL DE NEEM**

### **4.1 Descripción e Importancia Económica**

Nombre común	: Margosa, Neem.
Nombre científico	: Azadirachta indica.
Sinónimos	: Melia Azadirachta L., Melia indica (A. Juss) Bradis. (CATIE; 1986)

## **4.2 Origen y distribución**

El Neem es originario de los bosques secos de la india, Pakistán, indonesia y Myrmar (Antigua Birmania), con amplia distribución en los trópicos de Asia y África. Ha sido introducido en América, donde es común en Haití, República Dominicana. Se ha estado promoviendo en América Central (Nicaragua, 1975; Honduras, 1983; y más recientemente en los demás países) (CATIE, 1993).

## **4.3 Distribución**

Árbol frutal y mundial, siempre verde con ramificación abundante de raíces laterales. Altura alcanzable 15 a 25 metros, edad alcanzable 100 a 200 años, florecencia febrero – Abril, polinización por insectos (abejas), el árbol individual es auto estéril. Cosecha junio – agosto (1 vez al año). El árbol adulto da entre 25 a 100 kg de frutos. Viabilidad natural de la semilla 4 a 6 semanas. Madera fina y dura, resistente al comején, pero no preciosa, valor energético alto (Grüber, 1994).

Las hojas están agrupadas en la extremidad de la ramas, están compuesta por 9 a 17 folíolos alargados con bordes dentados (CATIE, 1993)

Sus flores son pequeñas, color blanca aromáticas, sus inflorescencias es una panícula, a los tres años presentan su primera inflorescencias. Son drupas, oblongas, numerosas, de color amarillentas, contienen de 1 a 2 semillas de color café en su interior. Aproximadamente producen 30 kilogramos de semilla (Zeledón, 1987).

## **4.4 Propiedades específicas**

Alto contenido de aceite y sustancia insecticidas de la semilla, en Nicaragua se esta utilizando para el control de plagas (cogolleros, moscas, gusano de repollo), también para el control de plagas de granos básicos almacenados. La semilla, contiene aceite utilizado como lubricante, en jabones, producto cosméticos y para lámparas; la pulpa del fruto podría servir para preparar gas metano (IRENA, 1992).

La corteza contiene de 12 a 14% de tanino. Todas las partes del árbol menos la madera se usa por sus propiedades medicinales, se mastican las ramitas para desinfectar la boca y se fabrica una pasta dental a partir de la corteza en la India. El bagazo es abono orgánico de

primera calidad; también las hojas son utilizadas como abono verde, con la ventaja adicional de su efecto repelente (Geilfus, 1989).

Las hojas se usan en la India como forraje para ganado en la estación seca: contiene 13 a 15% de proteína, digestible a 52%. Un árbol adulto puede producir 350 kilos de hojas al año. El bagazo o torta dejado por la extracción del aceite se puede dar a razón de 10% de la dieta de los bovinos, y 5% de las gallinas; contiene 17% de proteína (Geilfus, 1989).

La corteza del Neem exuda una goma, clara, brillante y coloreada de ámbar, conocida como resina. Contiene una cantidad importante de aminoácidos y proteínas. Un análisis de los aminoácidos nos arroja los siguientes resultados en parte por millar. Lisien – 44. Histidina – 17, Arginine – 27, Alanita – 53, Cystine – 18, Vanne – 75, Mehionine – 3, Isoleucine – 51, leucine – 84, Tyrosine – 30, Fenilalanina – 51, Glucosalina. La goma es estimulante, calmante y es útil en catarrros y otras infecciones (Geilfus, 1989).

También el aceite es ampliamente usado en la industria casera de la India y Haití para iluminar, como lubricante y para remedios (contra piojos, heridas, úlceras, lombrices y malaria). En Honduras y Estado Unidos se comercializa un insecticida a base de Neem (Margosan), con buenos resultados (CATIE, 1993).

En Nicaragua se comercializa un insecticida botánico en Neem20, Neem25, también una pasta a base de la torta de Neem en el control del gusano barrenador del ganado, y para curar heridas. Keshava, B. (1992); citado por Cruz, (1994) sostiene que el extracto de las hojas puede ser utilizado para controlar las pulgas y la sarna en perros. Pardo (2000) sostiene que el extracto acuoso de las hojas de Neem puede ser utilizado en el control de parásitos internos.

#### **4.5 Toxicidad:**

Los productos elaborados a base de Neem, no son tóxicos al hombre, mamíferos en general y peces en los ríos. No afectan los insectos benéficos en el campo (Grüber, 1991).

#### **4.6 Aspecto químico de Neem**

Toda la parte del árbol contiene estancia repelente de plagas, pero las hojas y los frutos son las partes más ricas en el extracto. Sus principales sustancias activas son la Azadirachtina, y en menor proporción, contiene meliantrol y salannina (CATIE, 1993).

Azadirachtina es la sustancia principal insecticida dentro del conjunto de terpenoides que contienen las semillas de Neem en altos porcentajes, y en menor proporción se encuentra en las hojas.

La hipótesis del modo de actuar de Azadirachtina, es ingestión de los insectos y nematodos, interviniendo en el sistema hormonal a un nivel alto en el cerebro y corazón. De esta forma se disminuye la síntesis y versión de las hormonas reguladora PTHH (prothoracicotropic hormanae) que estimula la síntesis y versión de los ecdysteroides morphogeneticos. El efecto sobre la metamorfosis de las larvas se presenta en forma escalonada, desde la primera desactivación hasta daños graves en los cuerpos o muerte durante estados larvarios (CEIBA; 1992).

#### **4.7 Requerimientos ambientales de Neem**

En la zona de distribución natural las temperaturas máximas para el árbol Neem (*Azadirachta indica*) puede ser hasta de un 44°C y mínimas cercanas a 0 °C. En América central se ha planteado en sitios con temperaturas promedios anual superiores a 25 °C. Crece en forma natural en zonas con precipitaciones entre 450 y 1150 milímetros. Se han realizado plantaciones en sitios de hasta 300 milímetros menos, siempre que haya humedad disponible en el suelo en la época seca.

Soporta sequías prolongadas. En América Central se ha plantado en sitio con más de 850 milímetros y más de seis meses con déficit hídrico. Crecen desde el nivel del mar hasta 1500 m.s.n.m.

No es muy exigente en cuanto a suelos y crecen bien en suelos arenosos, limosos y aun en arcillosos pesados, así como en suelos pedregosos moderadamente profundos. No crece en suelos estacionalmente anegados, salinos o con arenas secas profundas.

Requiere un pH mínimo de 6,0 aunque la hojarasca puede contribuir a que la capa superficial alcance un pH neutro (CATIE, 1986).

#### **4.8 Modo de acción de los ingredientes activos de Neem**

Las sustancias se encuentran presentes en todo el árbol, pero se concentra más en las semillas. El insecticida que produce el Neem es muy complejo y actúa simultáneamente en tres direcciones contra los insectos dañinos; los que devoran los cultivos; es repelente y ataca al sistema hormonal del insecto (Fernández, 1949).

Las sustancias del Neem, activas en el control de plagas no son venenosas para el hombre, otros mamíferos, pájaros y fauna benéficas del campo; no tienen persistencia por más de dos días, no deja residualidad en el suelo o en el medio ambiente. Las sustancias en conjunto tienen efectos repelentes e inhiben el crecimiento y la fecundidad normal. El modo de actuar es por ingestión y específicamente influyen en el sistema de hormonas de los insectos (HOJA TECNICA, 1987).

Los ingredientes típicos del Neem (*Azadirachta indica*) son triterpenoides o también llamados limonoides, de los cuales los derivados de Azadirachtina, Nimbin y salannin, son los más importantes con efectos específicos en las diferentes fases del desarrollo de los insectos, como por ejemplo: los Nimbines y salannies causan efecto repelente y antialimentarios (Grüber, 1991). La Azadirachtina también puede reducir la fecundidad de las hembras y causar la esterilidad parcial o total de los huevos. Este efecto también se debe a cambios en el equilibrio hormonal (Peralta, 1993).

Como repelente el Neem ahuyenta algunos insectos. Pero esta no es función más importante. El Neem, detiene el crecimiento de los insectos dañinos. Las plantas tratadas con insecticidas de Neem pueden ser cómodas por esos insectos y hasta parece que un nuevo alíño hace que las encuentren aun más sabrosas. Pero al llegar a cierto punto de ingestión el insecto, todavía en su etapa de voraz larva, empieza a comer cada vez menos, hasta que deja de comer y muere, sin alcanzar la madurez sexual.

El daño causado al cultivo por los insectos que alcanzaron a comer, puede considerarse una inversión para ir reduciendo las plagas en sucesivas generaciones (Fernández, 1994).

Otras investigaciones realizadas en control de plagas demuestran las siguientes ventajas de estas sustancias:

- a. Actúan como repelente y por ingestión afectando al sistema hormonal de los insectos en bajas concentraciones.
- b. Evita el desarrollo de larvas, huevos o crisálidas.
- c. Interfiere en la reproducción.
- d. Efecto antialimentario.
- e. Control de larvas y adultos.
- f. Esta comprobada su eficacia para de 100 especies de insectos y plagas.
- g. No son tóxicos al hombre, mamíferos en general, pájaros y peces en los ríos. No afecta el insecto benéfico en el campo.
- h. No son contaminante del medio ambiente, suelo y agua dado a que se degradan rápidamente.
- i. Granos básicos, hortalizas, frutos y otros productos agrícolas se cultivan y se cosechan sin residuos tóxicos (Grüber, 1991; Doña, H; 2004).

#### **4.9 Otros usos del Neem**

El árbol de Neem (*Azadirachta indica*) es un desparasitante para infantes, su madera es fina y muy útil para la construcción de muebles, sirve como enjuague bucal y limpieza de los dientes, además como cataplasma, para desinfectar y bajar la fiebre en caso de malaria (Amador, 1990).

Otras de las grandes utilidades de este árbol es que sirve como insecticida contra plagas voladoras y trepadoras, como medicina para el hombre y animales en forma de sedante y desparasitantes. (Amador, 1990).

Las hojas se utilizan como pesticidas abono, se cree que las hojas no solo actúa, como fertilizante, si no también como pesticidas y estas se cortan cuando tienen un año de edad y se utilizan para este propósito.

Las semillas y las hojas producen azadiractina, se presentan como prometedoras en la industria insecticida como repelente de insecto y nematodos actúan de forma sistémica.

Las hojas son usadas como forraje para el ganado y parecen combatir la infección de gusanos en la ganadería (Schmutter y Eschborn, 1987).

García, (1994) sostiene que el aceite de Neem los extractos de semillas y de las hojas, pueden ser utilizado para el control de garrapatas y moscas en el ganado, causando en este último un efecto repelente. También sirve para controlar las pulgas y la sarna en perros. No permite la multiplicación y proliferación de microbios patógenos, ni levaduras u hongos semejantes.

Al evaluar el aceite de Neem para la controlar ectoparásitos en ovinos, Grant y Grant, 1996, señalan que el Neem es extremadamente efectivo como repelente y como control de ectoparásitos, aun en las concentraciones más bajas evaluadas de 20% de aceite y 80% de agua. De igual manera actuó sobre las heridas acelerando la recuperación de los tejidos dañados.

Extracto etanólicos y acuosos de Neem, fueron eficaces controlar *Boophilus microplus*, (Raice, 1993).

#### **4.10 Uso alternativo de la planta de Neem**

Las hojas del Neem se emplean como medicina, para el tratamiento de heridas abiertas, úlceras, quemaduras y parásitos intestinales. Un té de hojas de Neem baja la fiebre causada por malaria. Se emplea también como forraje para cabra y ovejas ya que muchas proteínas y poca fibras (Sofama, 1987).

El Neem soporta la sequía, ayuda a controlar la erosión de los suelos, da buena sombra y es capaz de crear un microclima de frescura y verdor en zonas especialmente secas y áridas. Sus hojas al caer se descomponen y ayudan a recuperar hasta los más degradados (Fernández, 1994).

#### **5. Criterio para escoger una planta como fuente de desparasitante (Frimemer, 1973)**

1. Las sustancias deben de ser eficiente contra un amplio espectro de parásito en concentraciones bajas.
2. Las sustancias activas no deben ser tóxicas para mamíferos y ecosistemas.
3. Las sustancias no deben crear resistencias en parásitos patógenos.

4. Las sustancias deben ser localizada en parte accesibles y renovables de las plantas (flor, fruto, semilla, hoja, látex, etc.).
5. Las sustancias deben estar concentradas en la planta en niveles económicamente interesantes.
6. Las sustancias deben de ser estables en el material vegetal almacenado y en productos.
7. La producción (procesamiento del material vegetal, extracción o destilación de las sustancias activas) debe ser técnica y económicamente factible.
8. El cultivo de la planta debe ser fácil y en sitios no restringidos a solo pocas regiones de la tierra. No debe existir competencia con la producción agrícola de alimento.

### **5.1 Características que debe reunir un desparasitante químico (Frimmer, 1973)**

1. Eliminar los vermes del organismo hospedador.
2. Deben ser los más inocuos posible para el hospedador.
3. Altamente tóxicos para los parásitos.
4. Actuar, a ser posible, con una dosis única
5. Las sustancias activas no deben de ser toxicas para el hombre.
6. El precio debe ser accesible al productor.
7. Modo de actuar vermicida;(si se consigue matar los vermes en el organismo del hospedador), vermífuga (cuando los vermes abandonan el hospedador).

### **5.1.2 Mecanismo de acción de la Ivermectina**

### **5.1.3 Lactonas Macroclícas**

Las lactonas macroclícas (avermectinas y milbemicinas) son productos de microorganismos del suelo, o derivados químicos de ellos. Las avermectinas que se han comercializado son la Ivermectina, la abamectina y la doramectina (Merck, 2000).

La Ivermectina es un antiparasitario de amplio espectro en pasta oral, indicado para el tratamiento y control de las parasitosis causadas por nematodos gastrointestinales, pulmonares en sus fases larvaria y adulta y ectoparásitos tales como ácaros causantes de sarna, piojos chupadores de sangre y larvas de mosca en Equinos (**REVETMEX, sf**).

#### **5.1.4 Farmacocinética y farmacodinamia**

##### **5.1.4.1 Absorción**

La presentación en pasta confiere al producto una mayor absorción del ingrediente activo, la Ivermectina es bien absorbida cuando se administra por vía oral.

##### **5.1.4.2 Distribución**

La Ivermectina no atraviesa la barrera hematoencefálica en humanos y la mayoría de los otros mamíferos. En estudios llevados a cabo en animales (bovinos, ovinos, porcinos, ratas), se encontraron las más altas concentraciones en el hígado y grasa; muy poca cantidad de la Ivermectina se halló en músculo o riñones. El volumen aparente de distribución es de 46.8 litros. La unión a proteínas plasmáticas es alta (aproximadamente 93%). La vida media es de 22 a 28 horas, sin embargo, se han mostrado algunos reportes de vida media de 12 a 16 horas para la Ivermectina y 3 días para sus metabolitos.

El tiempo para el pico de concentración es aproximadamente de 4 horas tras la dosis única de 12 mg. Las concentraciones máximas plasmáticas (C Max) 21.4 mcg/ml se obtuvieron a t Max 7.9 horas. El área bajo la curva del tiempo de concentración fue de 46.1 mcg/día/ml. La Ivermectina se distribuye en los tejidos en el siguiente orden: hígado, grasa, músculo en ganado, y grasa, hígado, riñón y músculo en porcinos.

#### **5.1.4.3 Metabolismo**

La Ivermectina solo es parcialmente metabolizada. La no metabolizada y productos de degradación se excretan en un 98% por heces y 2% en orina. El principal compuesto es Ivermectina no metabolizada.

#### **5.1.4.4 Excreción**

La Ivermectina es metabolizada en hígado y se excreta en las heces por un periodo de más de 12 días, con menos de 1% de la dosis excretada en la orina. Las más altas concentraciones en heces (peso seco) fueron 19.5 mcg/g, esto a las 24 horas y se detectó el compuesto en heces entre 8 horas y 8 días después de la administración.

#### **5.1.4.5 Mecanismo de acción**

Las lactonas macrocíclicas actúan uniéndose a un receptor del canal de cloro con compuerta de glutamato en las células nerviosas del nematodo y del artrópodo. Esto hace que el canal se abra y permita la entrada del ion cloro, lo que provoca una parálisis flácida. Aunque la parálisis es el efecto más evidente en los parásitos, también se ha observado supresión de la función reproductora en las garrapatas (**Merck, 2000**).

La Ivermectina causa parálisis tónica de la musculatura periférica en nematodos y ectoparásitos (garrapatas, ácaros e insectos). Potencializa la liberación y acción del GABA.

El mecanismo de acción de la Ivermectina es completamente diferente al de otros antiparasitarios, involucra a un compuesto químico que envía señales de una neurona a otra, o de una neurona a una célula muscular (GABA ácido gamma amino butírico). La Ivermectina en los nematodos y artrópodos estimula la liberación del GABA de la terminal sináptica y refuerza la unión hacia los receptores sinápticos, lo que interrumpe el impulso nervioso normal produciendo la parálisis del parásito, quien finalmente muere (**REVETMEX, sf**).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Ubicación del experimento**

El presente trabajo se realizó en la finca "EL PORVENIR" ubicada en la comarca Pílan, municipio de Santo Domingo, departamento de Chontales.

Dirección de la finca: de la entrada de Villa Sandino 44km al este o bien camino a Campana, de la plaza de toros 5km al oeste.

Para el ensayo se necesitaron 21 equinos con lesiones amplias de sarna Psoróptica

### **4.2 Descripción del área de estudio**

Dicha finca como área de estudio, se ubica en el municipio de Santo Domingo, Chontales. El municipio está ubicado en los 12°15' de latitud norte y 85°04' de longitud oeste y una altura máxima de 503.63 msnm.

El clima que predomina es de sabana tropical con precipitaciones anuales de 1100 a 2000mm, y una temperatura promedio de 25°C a 27°C.

### **4.3 Método de adquisición de aceite y resina de Neem**

Se compró el aceite y la resina como producto acabado en PANZIMA. No obstante existe la alternativa de procesar el aceite y la resina de Neem, abaratando costos, utilizando molinos manuales o eléctricos en dependencia de la disponibilidad local; esta operación se regulará para lograr un tamaño de la partícula entre 1 y 2mm a fin de obtener un buen proceso de extracción del principio activo cuando se elabore el extracto acuoso, que se empleará en el control de plagas de insectos y ácaros.

La forma de procesamiento del aceite y resina de Neem es muy simple, pues la materia prima (semilla y corteza) después de secas puede utilizarse, siendo procesadas mediante aparatos y equipos de poca complejidad. Las semillas después de secadas hasta alcanzar entre 8 y un 10 % de humedad, son sometidas a un proceso de molido y prensado donde se extrae el aceite que se filtra y luego se formula empleando diferentes sustancias orgánicas y emulsificantes, así como otros coadyuvantes. También con el aceite y el residuo, se puede elaborar ungüento, pasta y pomada para emplear en el control de ectoparásitos en animales, la corteza se obtiene mediante picadas con machetes o hachas pequeñas, directa en la corteza de árbol obteniendo así la resina de Neem (Rubio Silva, *sf.*).

#### **4.4 Manejo del experimento**

##### **4.4.1 Selección de los animales a tratar**

Se realizó una reunión con productores aledaños a la finca “El Porvenir” que poseían equinos. Planteando este trabajo donde se les solicitó el préstamo de sus animales más afectados de sarna equina. Posteriormente se confirmó el diagnóstico por inspección clínica, donde se seleccionó 21 equinos bien afectados por sarna Psoróptica equina.

- Se revisaron los equinos afectados por inspección clínica, la cual se realizó de manera general a los 21 equinos, en esta inspección se tomó la triada clínica, frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardíaca (FC) y temperatura, al mismo tiempo se evaluó las condiciones físicas de cada uno de los equinos y la extensión de las lesiones y se identificaron las regiones anatómicas afectadas, para confirmar el diagnóstico de la enfermedad de sarna Psoróptica. Confirmando la enfermedad de sarna Psoróptica por los síntomas y lesiones que presentaban, tales como la caída de pelo en el cuerpo revestido de denso pelaje, como en el tupé la crinera y la cola siguiendo luego la región escapular, la cruz y el nacimiento de la cola. Se realizó un diagnóstico diferencial con enfermedades que puedan parecerse como son las dermatitis avitaminosica, enfermedades de origen infeccioso, las tiñas, alopecia y eczema.

- Se seleccionó aleatoriamente el grupo de animales a tratar y se dividieron en tres grupos, de 7 animales, los cuales se identificaron según el tratamiento a aplicar: para los equinos que fueron tratados con aceite de Neem (grupo A), para los que fueron tratados con resina de Neem (grupo R), para los que se trataron con el producto químico Ivermectina pasta al 1% (grupo P).
- El primer grupo usado como testigo fue tratado con un químico (Ivermectina Pasta al 1% vía oral 1 gr/100 kg de peso vivo) en dosis única.
- El segundo grupo fue tratado con aceite de Neem.
- El tercer grupo fue tratado con resina de Neem.
- La aplicación del aceite y resina de Neem se hizo por vía tópica, por un periodo continuo de 3 días, con frecuencia de 14 días, siendo esta la cuarta aplicación del tratamiento haciendo un total de 6 aplicaciones.
- La cantidad de producto a emplear dependió de la extensión de las lesiones, cubriendo totalmente el área afectada.
- El tratamiento químico se aplicó de acuerdo al prospecto (dosis única).
- La prueba diagnóstica se realizó el día 14 post aplicación del tratamiento Neem y se repitieron en los dos días posteriores. Al grupo control se le realizaron diagnósticos clínicos 14, 15, 16, 17, 18, días después de la única aplicación.

#### **4.4.2 Diseño experimental**

Se emplearon 3 tratamientos aleatorizado como un DCA (diseño completamente aleatorizado). 7 equinos por tratamiento: Como testigo se utilizó el grupo de animales tratados con Ivermectina 1% en dosis única (respetando recomendaciones del fabricante), un segundo tratamiento utilizado fue la aplicación de aceite de Neem recubriendo el área afectada (20ml de solución promedio por área afectada) y como tercer tratamiento se utilizó resina de Neem (aproximadamente 1 ml×cm<sup>2</sup>).

#### **4.4.3 Variables respuesta**

Se evaluó la evolución de las lesiones según las valoraciones hechas en cada animal que en adelante se denominaremos con la letra “E” y un subíndice.

Las variables evaluadas fueron la eficiencia sobre el control de la sarna, subdividiéndose ésta en eficiencia en la detención de la afección ( $E_1$ ), eficiencia en la reducción de la afección ( $E_2$ ) y eficiencia en el control de la afección ( $E_3$ ).

$E_1$  toma valores positivos cuando al menos las lesiones no se agudizan, y negativo los casos contrarios.

$E_2$  toma valores positivos cuando al menos las lesiones se reducen, y negativo los casos contrarios.

$E_3$  toma valores positivos cuando las lesiones se consideran sanas y negativo los casos contrarios.

#### **4.4.4 Evaluación de costo para la obtención de aceite y resina de Neem**

Costo para la elaboración del aceite y resina de Neem para los distintos tratamientos.

Costo por aplicación = Depreciación de la jeringa más Costo de preparación de la solución al 40%.

Costo de mano de obra = pagos diarios por horas trabajadas.

Costo total = Costo por aplicación más costo de mano de obra.

#### **4.4.5 Análisis estadístico**

Para cada una de las tres variables “E” se construyeron tablas con las frecuencias relativas de sus valores positivos como columnas y como entrada a las filas los grupos de tratamiento.

#### **4.4.6 Aplicación de los tratamientos**

Se aplicaron 20 ml promedio a cada animal de la solución de resina y aceite de Neem al 40% en seis aplicaciones, cada aplicación con una secuencia de tres días consecutivos por vía tópica. El químico se aplicó 1 gr/100 kg de peso vivo en dosis única por vía oral.

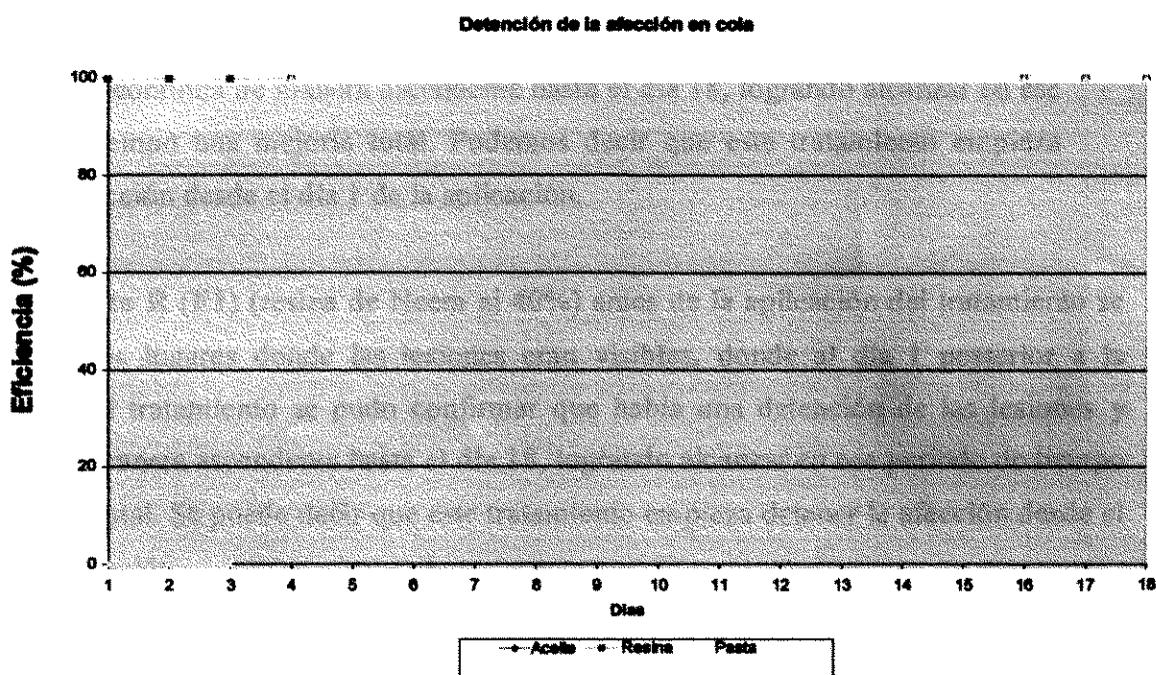
A los catorce días post tratamiento se realizó una valoración de las lesiones cuantificando la evolución con respecto a la detención, reducción y mejoría de las lesiones, los animales tratados con pasta se les aplicó pasta Distrosel la cual su principio activo es: Ivermectina al 1%. Al mismo tiempo se fue comparando con las afecciones que presentaba al inicio del tratamiento siendo esta valoración similar para los tres tratamientos.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Efectividad de los tratamientos

Los resultados obtenidos de la efectividad de los tratamientos (Ivermectina al 1% pasta, Resina y Aceite de Neem al 40%), en sus diferentes periodos de tiempo (14, 15, 16, 17, 18 días)

**Grafica 1 Detención de la afección en cola ( $E_1$ )**



Días	Aceite	Resina	Pasta
1	100	100	0
2	100	100	0
3	100	100	0
4	100	100	100
16	100	100	100
17	100	100	100
18	100	100	100

### **5.1.1 Detención de la afección en cola (E<sub>1</sub>)**

**En el tratamiento P (E<sub>1</sub>)** (Ivermectina pasta) antes de aplicar el tratamiento se observaron los lugares donde las lesiones eran visibles, donde al día 1, 2, 3, no había mejoras en las lesiones, es hasta el día 4 que las lesiones inician a mejorar (detención de la lesión) y es hasta el día 18 donde las lesiones mejoran hasta un 100%. Se puede decir que este tratamiento empieza a detener la afección a partir del día 4 de su aplicación.

**En el tratamiento A (E<sub>1</sub>)** (aceite de Neem 40%) antes de la aplicación del tratamiento se observaron los lugares donde las lesiones eran visibles, donde al día 1 posterior a la aplicación del tratamiento se pudo confirmar que había una detención de las lesiones y continua de manera ascendente hasta el día 18, logrando alcanzar en ese periodo de tiempo una mejoría total. Podemos decir que este tratamiento empieza a detener la afección desde el día 1 de la aplicación.

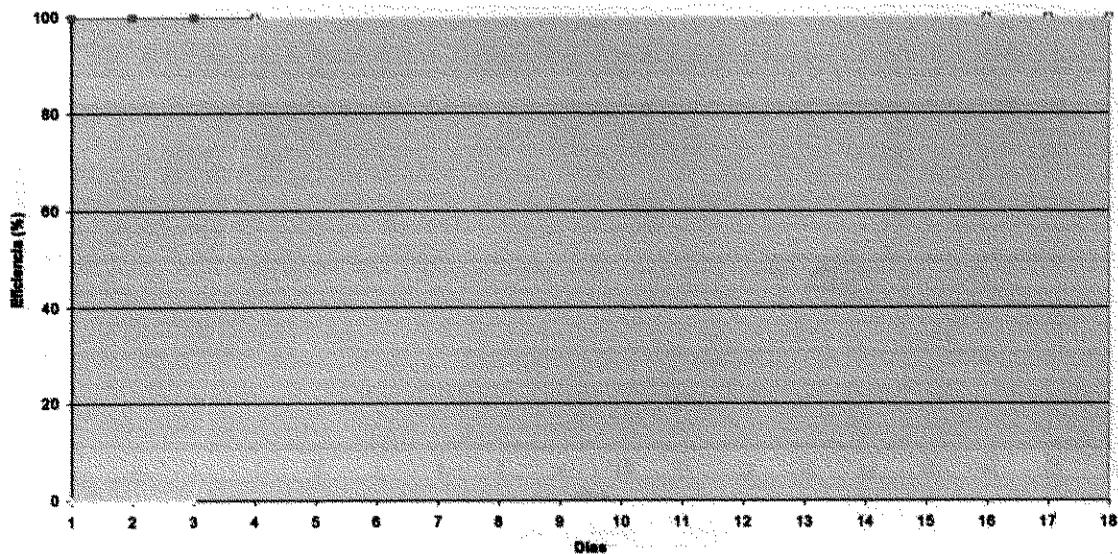
**El tratamiento R (E<sub>1</sub>)** (resina de Neem al 40%) antes de la aplicación del tratamiento se observaron los lugares donde las lesiones eran visibles, donde al día 1 posterior a la aplicación del tratamiento se pudo confirmar que había una detención de las lesiones y continuo de manera ascendente hasta el día 18, logrando alcanzar en ese periodo de tiempo una mejoría total. Se puede decir que este tratamiento empieza a detener la afección desde el día 1 de aplicación.

Los tratamientos aceite y resina de Neem al 40% detuvieron la afección encontrada en la cola evitando que esta progresara desde el primer día posterior a la aplicación del tratamiento, en cambio el tratamiento oral pasta de Ivermectina al 1% logro detener el progreso de las afecciones encontradas hasta después del tercer día de aplicado el tratamiento. Los tres tratamientos utilizados lograron detener las afecciones encontradas en un 100% de los casos.

**Nota:** Los tratamientos de crin y tupé, se comportaron de igual forma que el tratamiento aplicado en la región de la cola. Dando los mismo resultados para los tres en su primera aplicación.

## Grafica 2 Detención de la afección en crin (E<sub>1</sub>)

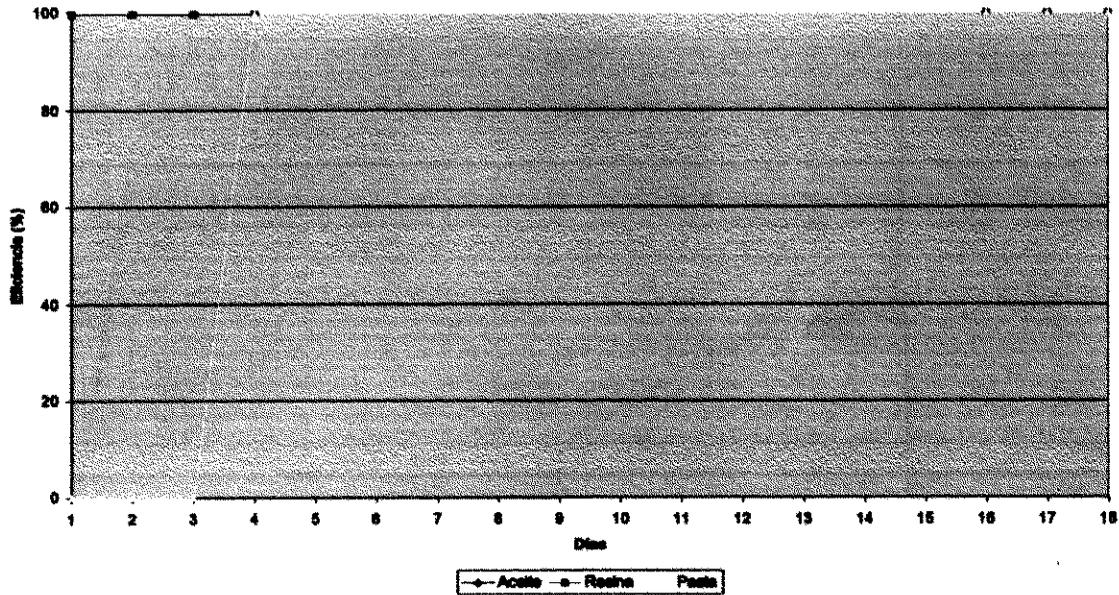
Detención de la afección en crin



Días	Aceite	Resina	Pasta
1	100	100	0
2	100	100	0
3	100	100	0
4	100	100	100
16	100	100	100
17	100	100	100
18	100	100	100

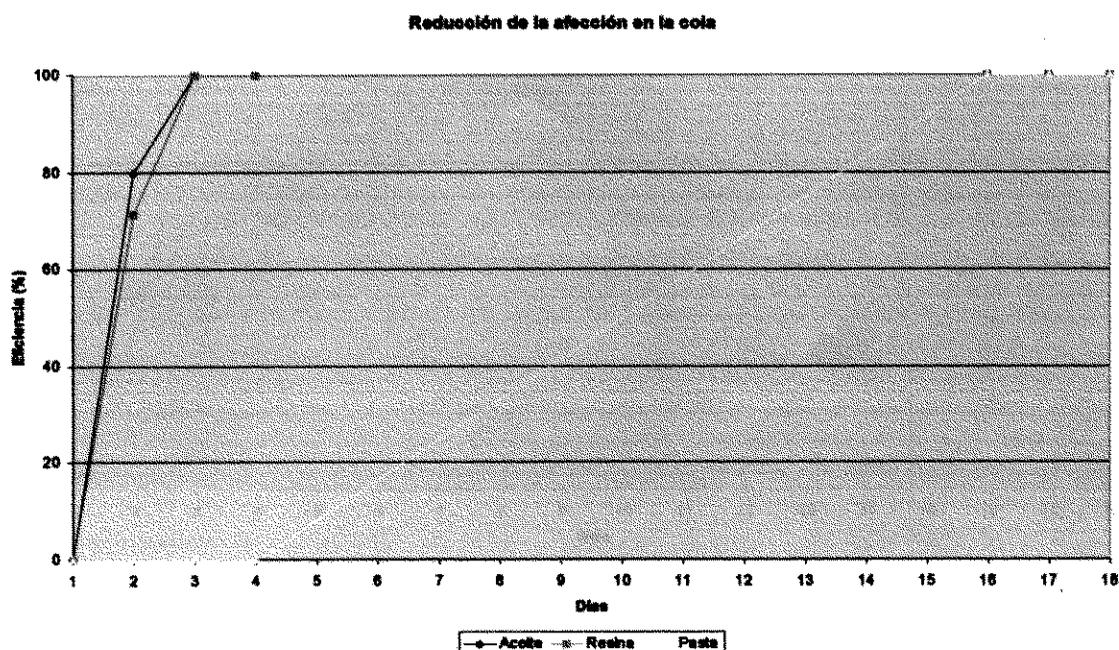
### Grafico 3 Detención de la afección en tupé (E<sub>1</sub>)

Detención de la afección en tupé



Días	Aceite	Resina	Pasta
1	100	100	0
2	100	100	0
3	100	100	0
4	100	100	100
16	100	100	100
17	100	100	100
18	100	100	100

**Grafico 4 Reducción de la afección en cola ( $E_2$ )**



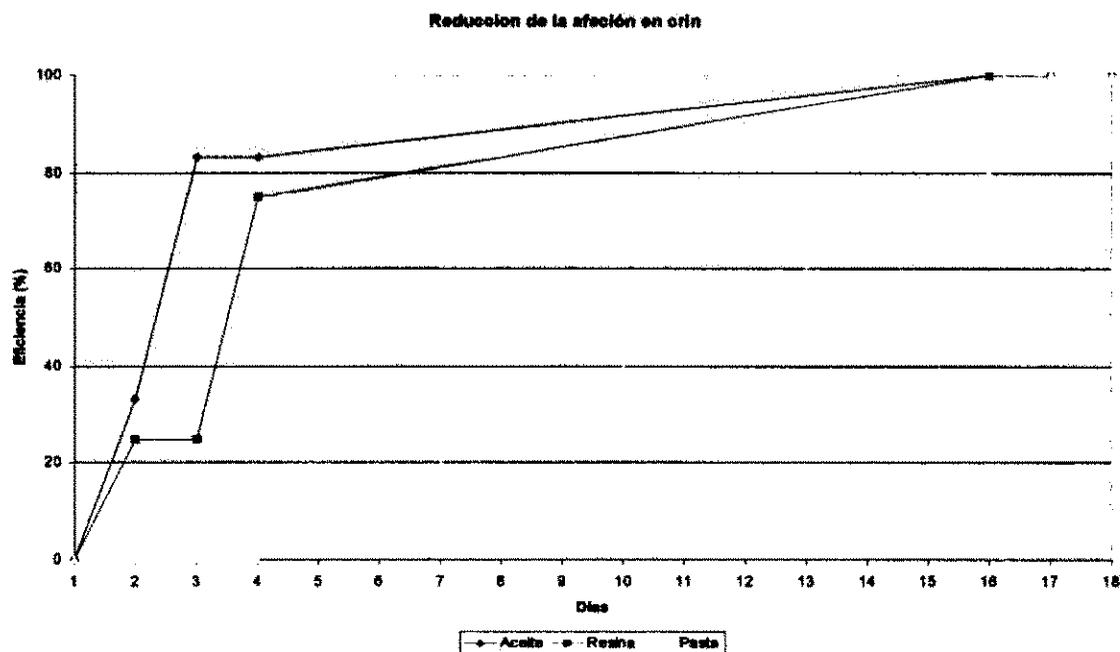
### 5.1.2 Reducción de la afección en cola ( $E_2$ )

En el tratamiento P ( $E_2$ ) (Ivermectina al 1% en pasta en cola) antes de aplicar el tratamiento se observó toda la cola donde las lesiones eran visibles y al día 1 al 4 posterior al tratamiento no se habían reducido las lesiones y es hasta el día 16 al 18, donde las lesiones se reducen hasta un 100% en la cola. Podemos decir que este tratamiento empieza reducir la afección a partir del día 16 de su aplicación.

En el tratamiento A ( $E_2$ ) (aceite de Neem al 40% en cola). Con la aplicación de aceite de Neem en la región de la cola, al día 1 las lesiones no se reducen totalmente, pero es a partir del primer día posterior a la aplicación que comienza a ascender los niveles de reducción alcanzando el día 2 una reducción del 80%, es a partir del día 3 al 18, logra alcanzar el 100% de su reducción. Se puede decir que este tratamiento empieza a reducir la afección desde el día 2 post aplicación.

El tratamiento R ( $E_2$ ) (resina de Neem al 40% en cola). Con la aplicación de resina en la región de la cola se observó que a partir del día 2 este empieza a reducir la afección comenzando con un valor de 71% luego alcanzando un 100% en los días 3 al 18, podemos decir que este tratamiento empieza a detener la afección desde el día 2 de su aplicación.

## Grafico 5 Reducción de la afección en crin (E<sub>2</sub>)



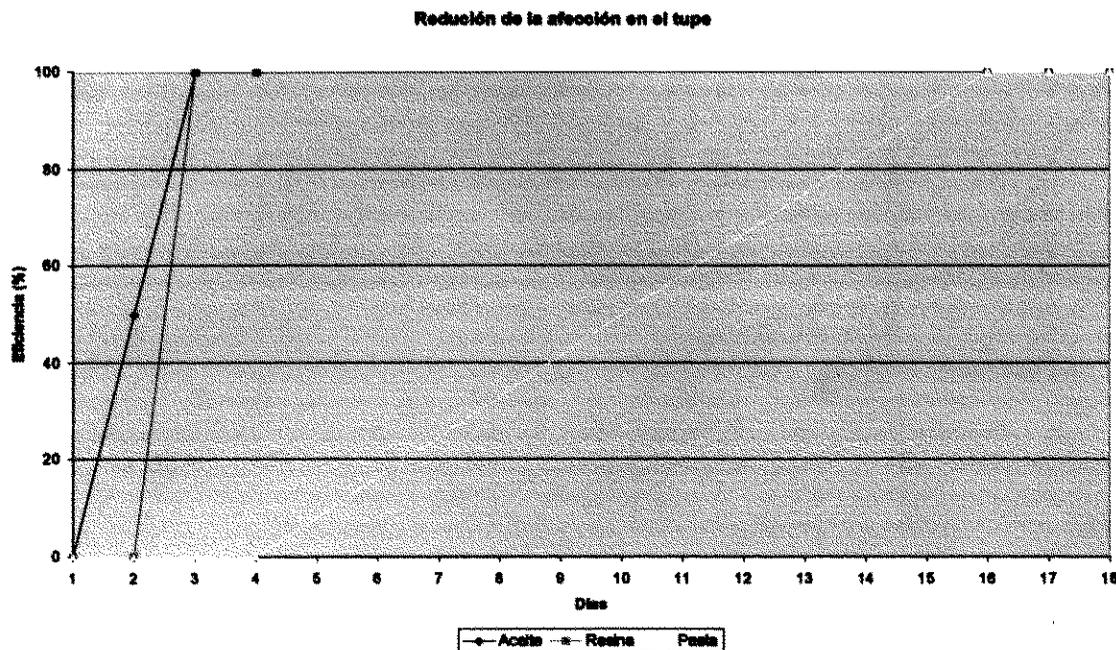
### Reducción de la afección en Crin (E<sub>2</sub>)

**Tratamiento P (E<sub>2</sub>)** (Ivermectina al 1% en pasta en crin) antes de aplicar el tratamiento se observo toda la crin donde las lesiones eran visibles y al día 1 al 4 posterior al tratamiento no se habían reducido las lesiones y es a partir del día 4 posterior al tratamiento que inicia a ascender, logrando un 80% de reducción de las lesiones el día 16, continua ascendiendo los días 17 y 18 logrando alcanzar un 100% de reducción de las lesiones.

**Tratamiento A (E<sub>2</sub>)** (aceite de Neem al 40% en crin). Con la aplicación de aceite de Neem en la región de la crin, al día 1 las lesiones no se reducen totalmente, pero es a partir del primer día posterior a la aplicación que comienza a ascender los niveles de reducción alcanzando el día 2 una reducción del 33%, continua ascendiendo hasta 83% el día 3 y 4 y alcanzando una reducción del 100% el día 16, 17, 18.

**Tratamiento R (E<sub>2</sub>)** (resina de Neem al 40% en crin) Con la aplicación de resina en la región de la crin se observo que a partir del día 2 y 3 este empieza a reducir la afección En un 25% y continua ascendiendo logrando reducir la afección en un 75% el día 4 posterior a la aplicación, logrando su reducción total a partir del día 16 al 18.

## Grafico 6 Reducción de la afección en tupé (E<sub>2</sub>)



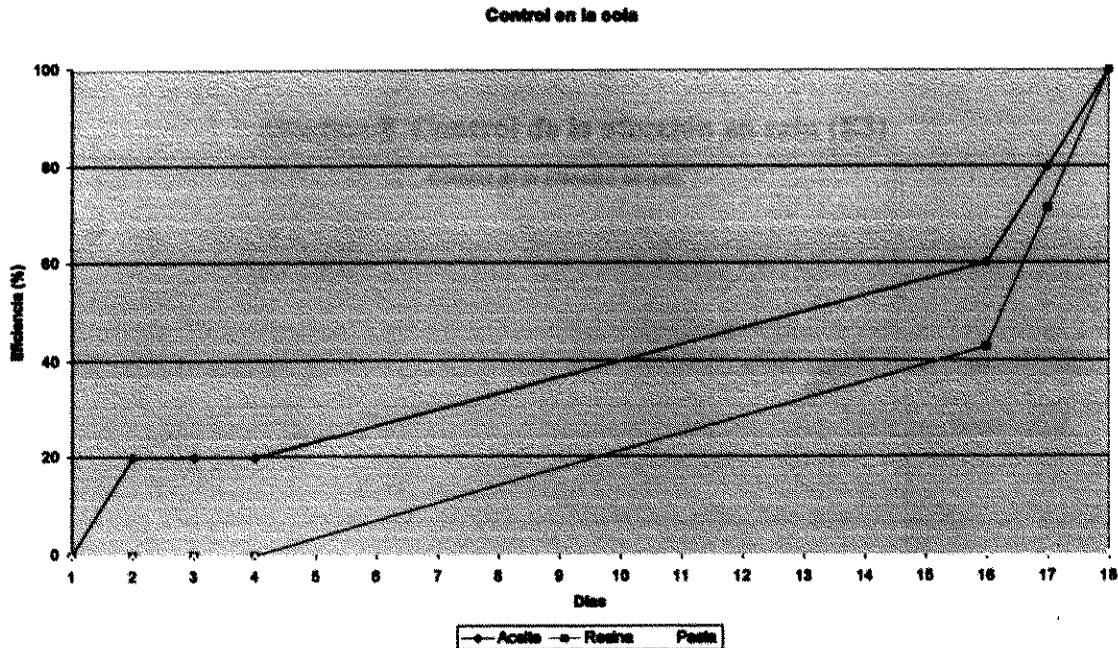
### 5.1.3. Reducción de la afección en tupé (E<sub>2</sub>)

**Tratamiento P (E<sub>2</sub>)** (Ivermectina al 1% en pasta en tupé). Antes de aplicar el tratamiento se observó la tupé donde las lesiones eran visibles y al día 1 al 4 posterior al tratamiento no se habían reducido las lesiones y es a partir del día 4 posterior al tratamiento que inicia a ascender, logrando una reducción del 100% el día 16 al 18.

**Tratamiento A (E<sub>2</sub>)** (aceite de Neem al 40% en tupé). Con la aplicación de aceite de Neem en la región de la tupé, al día 1 las lesiones no se reducen totalmente, pero es a partir del primer día posterior a la aplicación que comienza a ascender los niveles de reducción alcanzando un 50%, continua ascendiendo y alcanza una reducción del 100% el día 2 después de aplicado el tratamiento y mantiene sus niveles de reducción hasta el día 18.

**Tratamiento R (E<sub>2</sub>)** (resina de Neem al 40% en tupé). Con la aplicación de resina en la región del tupé se observó que a partir del día 2 se inicia a reducir la afección y continúa ascendiendo logrando reducir la afección en un 100% el día 2 posterior a la aplicación manteniendo esos niveles de reducción hasta el día 18.

**Gráfico 7 Control de la afección en cola (E3)**



#### 5.1.4. Control de la afección en cola

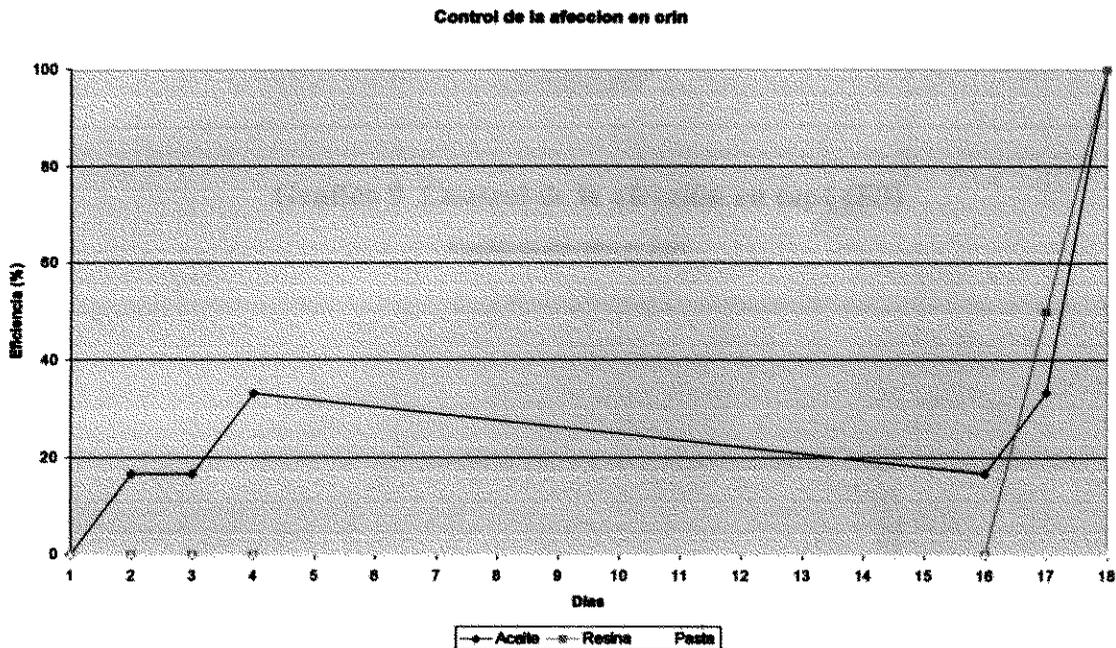
**Tratamiento P (E3)** (Ivermectina al 1% pasta en cola). Se puede cuantificar que el tratamiento Ivermectina pasta al 1% no logró controlar las afecciones ya que se mantuvo en el tiempo con un porcentaje de 0%. Es decir ninguno de los animales tratado con el tratamiento testigo logró curarse.

**Tratamiento A (E3)** (aceite de Neem al 40% en cola). Con la aplicación de aceite de Neem en la región de la cola, al día 1 las lesiones no se controlan totalmente, pero es a partir del día 2 posterior a la aplicación inician a ascender los niveles de control alcanzando el día 2,3,4 un 20% de control de la afección, continua ascendiendo logrando el día 16 un 60% de control de la afección, continua controlando y el día 17 alcanza un 80% de control de la afección para culminar el día 18 con un 100% de control.

**Tratamiento R (E3)** (resina de Neem al 40% en cola). Con la aplicación de resina en la región de la cola se observó que desde el día 1 al día 4 no hay control de las afecciones es a partir del día 4 posterior a la aplicación se inicia a reducir la afección y continua ascendiendo logrando controlar la afección el día 16 en un 60%.

Continua controlando las afecciones alcanzando el día 17 un 80% de control posteriormente el día 18 culmina con un 100% de reducción de las afecciones.

**Gráfico 8 Control de la afección en crin (E3)**



### Control de la afección en crin (E3).

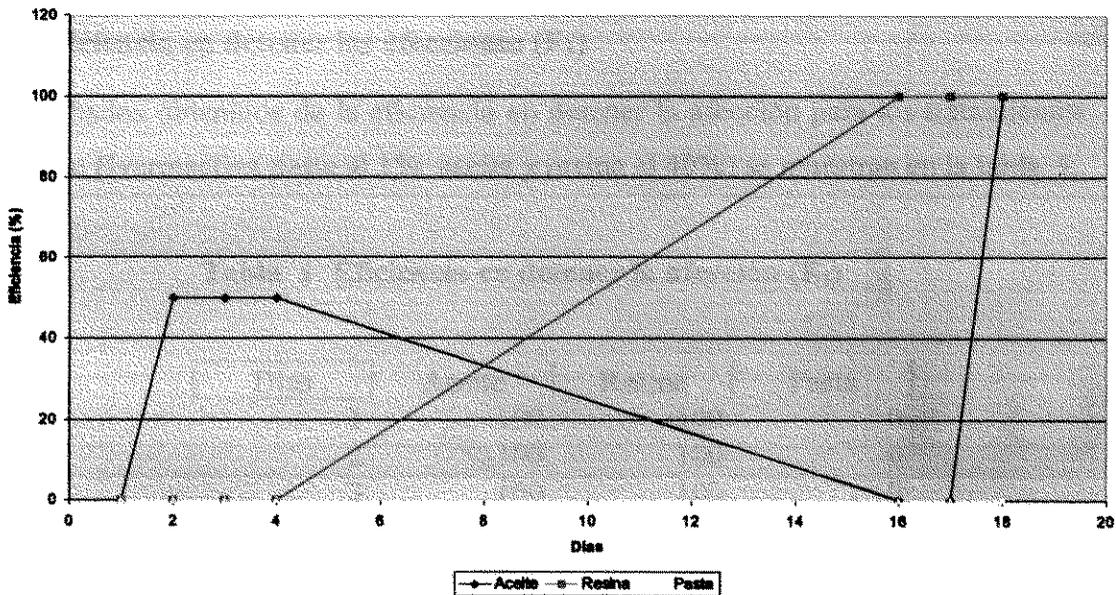
**Tratamiento P (E3)** (Ivermectina al 1% en pasta en crin). Se puede cuantificar que el tratamiento Ivermectina pasta al 1% no logró controlar las afecciones ya que se mantuvo en el tiempo con un porcentaje de 0%. Es decir ninguno de los animales tratado con el tratamiento testigo logró curarse.

**Tratamiento A (E3)** (aceite de Neem al 40% en crin). Con la aplicación de aceite de Neem en la región de la crin, al día 2 y 3 las lesiones no se controlan totalmente, pero alcanzan un porcentaje del 17%, continua ascendiendo los niveles de control alcanzando el día 4 un 33% de control de las afecciones. A partir del día 4 comienza a descender llegando al día 16 alcanzar un porcentaje del 17% de control lo cual se le atribuye a una reinfección por nuevos huevos eclosionados. Posterior al día 16 inicia a ascender logrando el día 17 alcanzar un porcentaje del 33% y culminando el periodo a los 18 días con un 100% de control de las afecciones.

**Tratamiento R (E3)** (resina de Neem al 40% en crin). Con la aplicación de resina en la región de la crin se observó que desde el día 1 al día 16 no hay control de las afecciones es a partir del día 17 posterior a la aplicación se inicia a controlar la afección con un porcentaje del 50% y continúa ascendiendo y culmina el periodo a los 18 días con un porcentaje de control del 100%. Se puede decir que este tratamiento inicia a controlar a partir del día 16.

**Grafico 9 Control de la afección en tupé (E3)**

Control de afección en tupé



### Control de la afección en tupé (E3)

**Tratamiento P (E3)** (Ivermectina al 1% pasta en tupé). Se puede cuantificar que el tratamiento Ivermectina pasta al 1% no logró controlar las afecciones ya que se mantuvo en el tiempo con un porcentaje de 0%. Es decir ninguno de los animales tratado con el tratamiento testigo logro curarse.

**Tratamiento A (E3)** (aceite de Neem al 40% en tupé). Con la aplicación de aceite de Neem en la región del tupé, a partir del día 2 al 4 las lesiones se inician a reducir en un 50%. Posterior al día 4 inicia un descenso el cual toma los valores de 0% los días 16 y 17 en cuanto a control, logrando alcanzar el día 18.

**Tratamiento R (E3)** (resina de Neem al 40% en tupé). Con la aplicación de resina en la región del tupé se observó que los días 1 al 4 no efectuó control alguna en los animales tratado es a partir del día 4 que inicia a ascender logrando el día 16 un porcentaje del 100% y manteniéndose en ese nivel hasta culminar el periodo de 18 días.

## **5.2 EFECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE FORMA GENERAL**

Los resultados obtenidos de la efectividad de los tratamientos (Ivermectina pasta al 1%, Resina y Aceite de Neem al 40%), en sus diferentes periodos de tiempo.

### **5.2.1 Eficiencia en detener las afecciones (E<sub>1</sub>)**

Los resultados obtenidos de la eficiencia en detener la afección para los tratamientos en estudio (Ivermectina pasta al 1% aceite y resina al 40%) se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1 Eficiencia en detener la afección (E<sub>1</sub>)**

Días	Aceite	Resina	Pasta
1	100	100	0
2	100	100	0
3	100	100	0
4	100	100	100
16	100	100	100
17	100	100	100
18	100	100	100

**En el tratamiento P (E<sub>1</sub>)** (Ivermectina pasta) antes de aplicar el tratamiento se observaron los lugares donde las lesiones eran visible donde al día 1, 2, 3, no había una detención palpable de las lesiones es hasta el día 4 al 18, donde las lesiones se detienen hasta un 100%. Podemos decir que este tratamiento empieza a detener la afección a partir del día 16 de su aplicación.

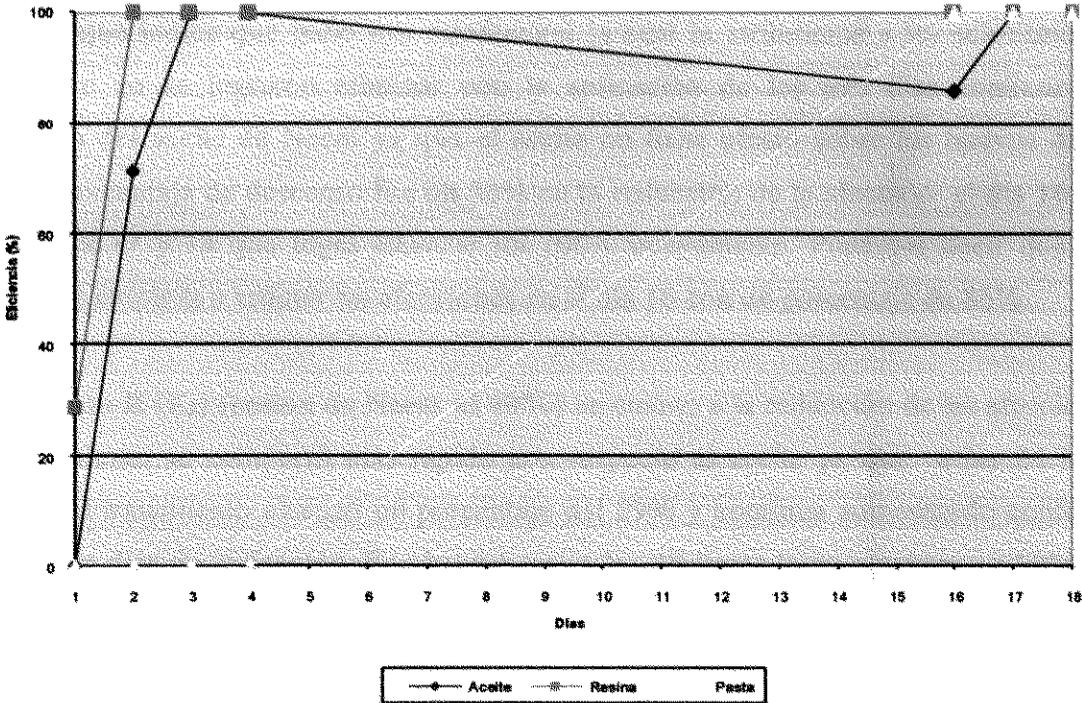
**En el tratamiento A (E<sub>1</sub>)** (aceite de Neem 40%) antes de la aplicación del tratamiento se observó los lugares donde las lesiones eran visibles y a partir del día uno posterior al tratamiento hasta día dieciocho las lesiones se habían detenido totalmente. Podemos decir que este tratamiento empieza detener la afección desde el día 1 de su aplicación.

El tratamiento R (E<sub>1</sub>) (resina de Neem al 40%) antes de la aplicación del tratamiento se observó los lugares donde las lesiones eran visibles y a partir del día uno posterior al tratamiento hasta el día dieciocho, las lesiones se detienen totalmente. Podemos decir que este tratamiento empieza detener la afección desde el día 1 de aplicación.

Los tratamientos aceite y resina detuvieron la afección encontrada evitando que esta progresara desde el primer día posterior a la aplicación del tratamiento, en cambio el tratamiento oral pasta de Ivermectina logró detener el progreso de las afecciones encontradas hasta después del tercer día de aplicado el tratamiento. Todos los tres tratamientos utilizados lograron detener las afecciones encontradas en un 100% de los casos.

**Gráfico 10 Eficiencia de los tratamientos en la reducción de la afecciones**

**Reducción (E<sub>2</sub>)**



### **5.2.3 Reducción de las afecciones (E<sub>2</sub>)**

**Tratamiento P (E<sub>2</sub>) (Ivermectina pasta al 1%)** en cuanto al tratamiento comercial que es el tratamiento testigo este es más lento que los tratamientos naturales ya que comienza hacer efecto en cuanto a la reducción de las afecciones hasta el día cuatro después de aplicado el tratamiento lo cual se le atribuye a su mecanismo de acción, lo cual indica que el día uno, dos, tres, cuatro se mantiene con un porcentaje del 0% y en las lesiones no se observó ningún cambio palpables.

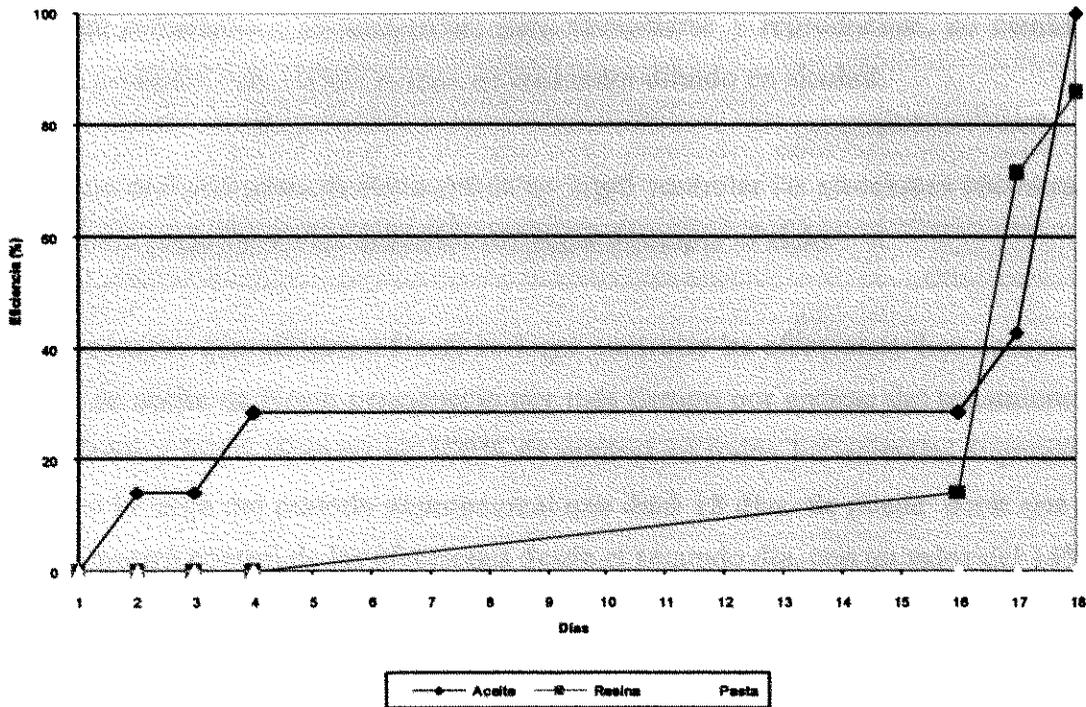
Posterior a estos días comienza a ascender lentamente en el tiempo hasta alcanzar un 100% entre los días dieciséis y dieciocho lo cual indica que si reduce las afecciones.

**El tratamiento A (E<sub>2</sub>) (aceite de Neem al 40%)** en cuanto a la reducción de las afecciones podemos cuantificar que ha logrado una reducción de la afección ya que en el día dos presenta una reducción del 71%, de las afecciones logrando alcanzar un 100% el día tres después de iniciado el tratamiento, a los cuatro días se observó una declinación en el gráfico lo que indica que hubo una reinfección la cual la atribuimos a las eclosiones de huevos que no se lograron eliminar con la aplicación de los tres días continuos de tratamiento del aceite de Neem ya que el aceite no tiene efecto sobre los huevos de los ácaro, el porcentaje de descenso fue un 86% en la reducción de la afección el día 16 y es hasta el día 17 y 18 que logra alcanzar un 100% nuevamente. Podemos decir que este tratamiento empieza a reducir las afecciones en el día 16 con un porcentaje de 86%.

**Tratamiento R (E<sub>2</sub>) (resina de Neem al 40%)** en cuanto a la reducción de las afecciones, este tratamiento se comportó más rápido con respecto al aceite ya que a las 24 horas después del tratamiento alcanzó un porcentaje del 29% y continúa aumentando conforme aumenta los días de aplicación. Se observó que a las 48 horas logra alcanzar un 100% de eficiencia, lo que demuestra que el tratamiento con resina logra mantenerse en el tiempo con este porcentaje en cuanto a la reducción de las afecciones.

**Grafico 11 Eficiencia en el Control de las afecciones**

**Control (E3)**



**5.2.4 Control de la afecciones**

De las tres variables de eficiencia la E3 es la principal, ya que muestra el porcentaje en que se logran sanar las afecciones rompiendo el ciclo al llegar a 100%.

**El tratamiento A (E3) (aceite de Neem al 40%)** en cuanto al control de las afecciones se puede observar en el grafico 11 que se obtuvieron mejores resultados con el aceite de Neem al 40% ya que a partir del segundo día asciende al 14% en cuanto a control se refiere, se puede cuantificar que el tratamiento con aceite de Neem permaneció y se mantuvo por un periodo de tiempo mayor por encima de la línea del tratamiento con resina que inicia a ascender a partir del día cuatro. Es hasta el día dieciséis que alcanza un 14% del control de la afección.

Este comportamiento se atribuye a las propiedades que posee el aceite ya que este puede permanecer por mayor tiempo en la piel del animal por ser un producto diluido en aceite mineral por lo tanto esta propiedad es la que evita que a los ácaros les penetre oxígeno y estos mueran asfixiados o incapacitados para alimentarse y reproducirse, en cambio la resina es un producto más volátil ya que se encuentra diluido en alcohol.

El tratamiento oral con pasta de Ivermectina no logró controlar las afecciones encontradas, sólo se lograron mejorías en los animales sin llegar a romper el ciclo.

Sólo en los ensayos que utilizaron Neem se logró controlar las afecciones. Los ensayos del tratamiento de aceite de Neem permaneció por más tiempo por encima del tratamiento de resina de Neem y logró alcanzar un 100% de control en todos los animales superando a este último a lo largo del período experimental que duró 18 días. Se puede decir que este tratamiento mostró control de las afecciones desde el segundo día, con un valor del 14% de eficiencia en controlar la afección, superando al tratamiento con resina que mantuvo valores de E3 de cero por ciento hasta el cuarto día.

**En el tratamiento P (E3) (Ivermectina pasta)** antes de aplicar el tratamiento se observaron los lugares donde las lesiones eran visibles (crin, cola y tupé) donde al día 1, 2, 3, 4, 16, 17, 18, no habían sido controladas las afecciones. Por lo tanto se confirmó que este tratamiento no controló las afecciones.

**En el tratamiento A (aceite de Neem 40%)** antes de aplicar el tratamiento se observó los lugares donde las lesiones eran visibles como (crin, cola y tupé) donde al día 1, no había controlado las lesiones, es hasta el día 2 y 3 donde presenta un control de un 14%, y el día 4 y 16, alcanza un 29 % en controlar las lesiones, pero el día 17, presenta un aumento significativo de 43% y para el día 18, finaliza con el 100%.

**El tratamiento R (E3) (resina de Neem al 40%)** antes de aplicar el tratamiento se observó los lugares donde las lesiones eran visibles como (crin, cola y tupé) donde al día 1, 2, 3 y 4 no habían sido controladas las afecciones, y es hasta el día 16, donde inicia a tener un control del 14% de eficiencia del tratamiento y el día 17, asciende hasta un 71%, finalizando el día 18, su eficiencia en un 86%.

### 5.3 Costo para la elaboración de un litro de solución para los distintos tratamientos

concepto	Aceite de Neem 40%	Resina de Neem 40%	Ivermectina pasta 1 %
Costo de la caja de Ivermectina de 6g			\$18.27
Costo de 3g Ivermectina/ dosis			\$5.91
Costo de preparación del Neem 1000cc	\$10.65	\$10.65	
Mano de obra	\$2.53	\$2.53	\$2.53
Costo por cc Neem	\$0.21	\$0.21	\$1.97
1 caja de guante	\$5.07	\$5.07	\$5.07
Depreciación de la jeringa dosificador	\$0.60	\$0.60	
Alcohol 1 lts	\$4.06	\$4.06	\$4.06
Jabón de azufre	\$2.03	\$2.03	\$2.03
Costo de aplicación			
costo total	\$25.15	\$25.15	\$39.84
costo de aplicación unitario	\$3.59	\$3.59	\$5.69

En el cuadro anterior se refleja que con el producto botánico se logró aplicarles tratamiento a 7 unidades experimentales (UE). Con aceite de Neem al 40% con un costo total de \$25.15 (veinticinco con quince centavo) y a otra 7 UE, se les aplicó resina de Neem al 40% con un costo total de \$25.15 (veinticinco con quince centavos), con respecto al producto químico se trataron 7 UE con un costo total de \$39.84 (treinta nueve con ochentaicuatro) existiendo un incremento de \$2.1 (dos con un centavo) que podría ser destinado para la compra de otro producto.

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos por cada uno de los tratamientos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los tres tratamientos del ensayo (aceite de Neem, resina de Neem e Ivermectina pasta 1%) lograron detener las afecciones evitando un aumento en las mismas.
- El tratamiento con Ivermectina pasta 1% no logró controlar las afecciones en ningún animal, logrando sólo la reducción de las mismas. Alcanzando 0% del control de la afección. Lo que significa que no curó a ningún equino.
- El tratamiento con aceite de Neem al 40% mostró mejores resultados en el control de la sarna Psoróptica equina que el tratamiento con resina de Neem al 40 % llegando a alcanzar el aceite un 100% y la resina un 86% del control de los animales afectados.
- La utilización del aceite y resina de Neem al 40% como acaricida es factible económicamente y más efectivo que la Ivermectina pasta al 1% Oral.
- El tratamiento Ivermectina pasta al 1% no controló las afecciones de los equinos afectados.
- Según el análisis de costos el tratamiento con Neem es más económico con relación con la Ivermectina pasta al 1% para los productores.
- Para estudios posteriores, recomendamos determinar la presencia de microorganismo para anexar un antibiótico en el producto de Neem, potencializando su efecto contra las infecciones secundarias.

## VII. Recomendaciones

- Realizar a los equinos baños rutinarios con agua y jabón, dos veces por semana como mínimo.
- Mantener los animales recién afectados por sarna equina, con el pelo de cola, crin y tupé corto.
- Lavar y desinfectar los aperos regularmente, con soluciones antisépticas como (creolina, detergentes, cloro, yodo etc.)
- Para estudios posteriores, recomendamos anexar un antibiótico en el producto de Neem para potencializar su efecto contra las infecciones secundarias.
- Seguir una alimentación intensiva y abundante, en la que se ponga especial atención a la calidad de los piensos así como al aporte vitamínico. Administrar reconstituyente con vitamina B12 es siempre adecuado para fortalecer el sistema inmune.
- Los animales afectados por sarna deberán ser separados de los sanos, teniendo en cuenta que el contagio por contacto directo e indirecto entre animal.
- Efectuar nuevos ensayos en base a la resina y aceite de Neem en concentración menores al 40%.
- Realizar estudios por un periodo de tiempo más prolongado, aumentando el número de aplicaciones en el periodo.
- Tener una manada de equinos disponibles por más tiempo para observar el periodo de reinfección de los mismos.
- Capacitar a los productores sobre el manejo zootécnico que deben de realizar para el cuidado de sus equinos.

## VII. LITERATURA CITADAS

AMADOR, J. C. 1990. Proyecto Nim de Nicaragua. ENLACE. Managua, Nic. I(4): 1-72.

BORCHERT, A. 1981 Parasitología Veterinaria. Publicación Zaragoza, ES, p.485

BOCH, J. 1982 Parasitología en Medicina Veterinaria. Edit. Hemisferio Sur, Buenos Aires, AR, p.316

CATIE. 1986. silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América central. Informe técnico N.86, Turrialba, Costa Rica. p.55

CATIE. 1993. Neem. Un árbol de uso múltiple, colección material de Extensión. Turrialba, Costa Rica.

CEIBA. 1992. Memoria del IV Congreso Internacional de manejo integrado de plaga Jornada científica por la escuela Agrícola Panamericana Vol.33 (1). Tegucigalpa, Honduras. P. 252, 254.

CORDERO DEL CAMPILLO, 1999 Parasitología veterinaria. McGraw-Hill. Madrid, ES, p.604-605

COLLADO, J. G. 1961. Insectos y ácaros de los animales domésticos. Barcelona, Madrid, ES, p.359-371

DOÑA, H. 2004. Validación de la hoja de Neem como agente controlador de parásitos Internos en ganado bovino en finca de pequeños productores de las comunidades de trapichito, goyena del municipio de león y las comunidades de san jacinto y Ojochal del municipio de telica, UNAN, León, Nicaragua/ funica.

FERNANDEZ, R. 1994. Revista Mensual de la UCA. Managua, Nic. P.21-22

FRIMMER. M. 1973. Farmacología y Toxicología Veterinaria. Zaragoza, Es. ACRIBIA. P. 82-83

DRUGUERI, L. 2002. Sarna bovina. (En línea). Buenos Aires, AR. Consultado 15 de Ago del 2008. Disponible en: ([www.zoetecnocampo.com](http://www.zoetecnocampo.com))

- GEILFUS, F.1989. El árbol al servicio del productor. Manual de agroforestería para el Desarrollo rural. Editorial Enda Caribe y CATIE. Santo domingo, Republicana Dominicana. Vol. 2. p. 603-605.
- GRUBER, A, K., M. 1991. Árbol Nim en Nicaragua, aprovechamiento como fuente de Insecticida Botánico. Proyecto Insecticida Botánico Nim. P.1-19
- GRUBER, K. 1994. Ficha ecológica del árbol Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Proyecto Insecticida Botánico Nim. Editorial CEETS. Managua, Nic.
- HENDRIX, CH.1999 Diagnósticos parasicológico veterinario 2ed. Editorial Harcourt Brace, Barcelona, ES, p210-211
- HOJA TECNICA. 1987. Proyecto Insecticida Nim. Managua, Nic. P.1-7
- IRENA. 1992. Neem. Especie para reforestación. Nota técnica No.3. Managua. Nic.
- LAPAGE, G. 1975. Parasitología veterinaria. Compañía editorial continental. S.A. México, MX, p.531-545
- LOMBARDERO, O.J. 1990. Lecciones de parasitología. p. 79-80
- MERCK. 2000. El Manual Merck de veterinaria. 5ed. Barcelona, ES, p.749-750
- NUÑEZ, J.L.2000 sarna Psoróptica en ovinos y bovinos. Edit. Hemiferio sur. p. 35-51
- PARDO COBAS, E.; BUITRAGO, M.2005 Parasitología veterinaria. Managua, NI, Tomo I. p.78-81
- PERALTA, R. 1993. Estudio Económico del Insecticida Nim (Extracto Acuoso). San Cristóbal, Republica Dominicana. Proyecto Nim, Instituto Politécnico LOYOLA.
- PERALTA, K; MEJIA, M.1996. Utilización del extracto acuoso de la hoja de Neem (*Azadirachta indica*) como desparasitante en Cabra de la raza nubia de 4 a 5 meses de edad. Tesis Para optar el grado de Licenciado en zootecnia UCA. p. 49
- QUIROZ, H. 2006. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. 6ed. LIMUSA, S.A.-de C.V. México, D.F,MX, p.757-766, 807-814

RAICE, M. 1993. Development of Neem Research and industry in Australia. World Neem Conference. Bangalore, India. P. 8-24

RUBIO SILVA, L. M. Q B. sf. El Neem una nueva alternativa (en línea) Cd. Obregón. Sonora. México. DF. MX, Consultado 21 de ago 2008. Disponible en: ([www.sodepaz.org/Nim/index](http://www.sodepaz.org/Nim/index))

REVETMEX. Sf. Una piel sana, es una piel libre de sarna. S/a (en línea) Consultado 15 ago. 2008. Disponible en ([www.revetmex.com](http://www.revetmex.com)).

SAENZ, A. A. 2008. Zootecnia equina. Managua, NI, p.7-8

SCHMUTTERER, H.; ESCHBORN, A. 1987. Natural Pesticida from the Neem tree  
And other tropical plants. I.S.C.A. Escuela de la Sanidad Vegetal. P.703

SOFAMA. 1987. Fruto Maduro Insecticida. SAVE-Proyecto protección en cultivo Nim.  
Managua, Nic. Folleto 1:16

SOULSBY, E. 1987 Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales  
domésticos. Publicación México D. F, MX. p. 492-493

VARGAS, V. 2001. Los ácaros en la salud humana y animal. Publicación San José, CR,  
p.141-144

ZELEDON, B. G. 1987. Perspectivas del Aprovechamiento de Árbol de Nim en las  
condiciones de Nicaragua. Managua, CENAAPROVEN, MAG. P.12

**Anexos**





**Imagen 1 tratamientos Neem al 40% e Ivermectina al 1%**



**Imagen 2 equinos tratados con resina de Neem**



**Imagen 3 equinos tratados con aceite de Neem**



**Imagen 4 equinos tratados con Ivermectina pasta**

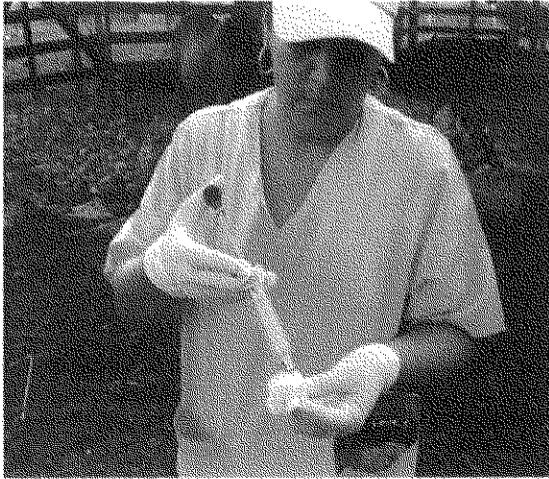


Imagen 5 dosificación de tratamiento

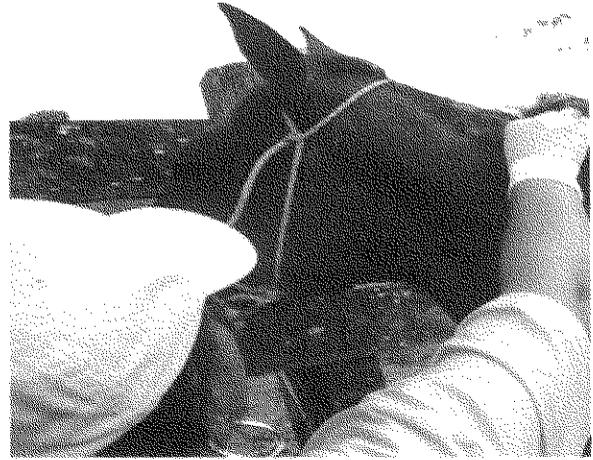


Imagen 6 primera aplicación del tratamiento



Imagen 7 dosificación de tratamiento



Imagen 8 primera aplicación del tratamiento

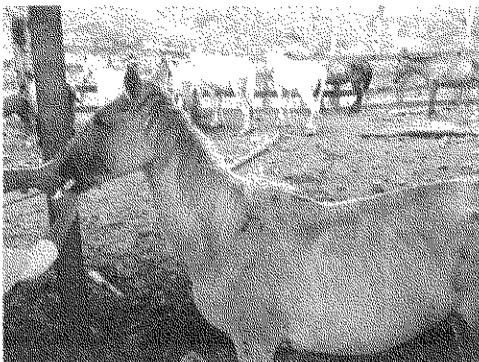


Imagen 9 aplicación de Ivermectina pasta



Imagen 10 aplicación de Ivermectina pasta



Imagen 11 equino tratado con aceite de Neem, día 0. Imagen 12 equino tratado con aceite de Neem, día 3

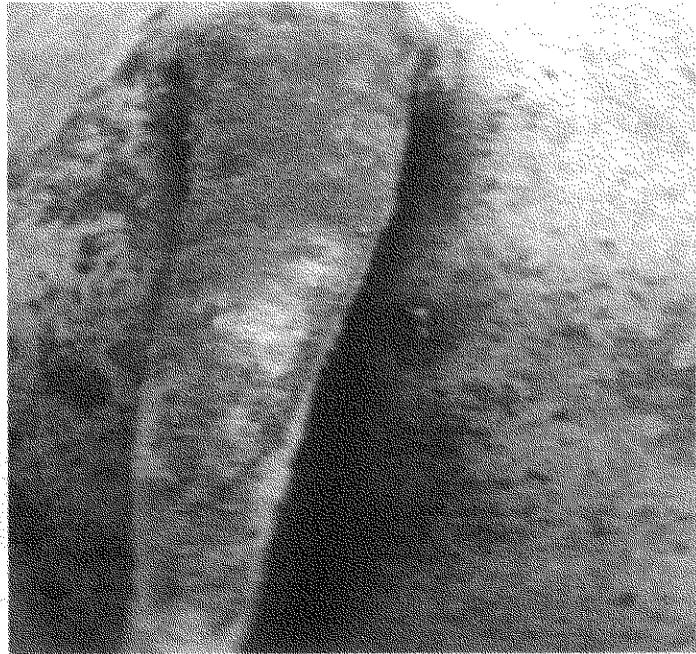
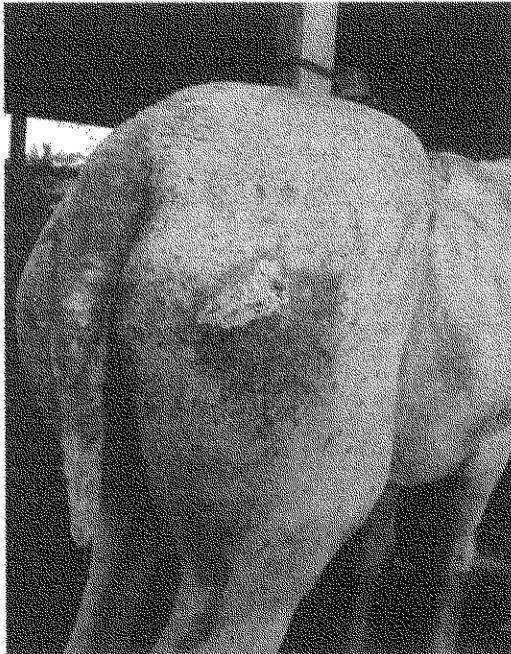


Imagen 13 tratado con aceite Neem, el día 14. Imagen 14 tratado con aceite de Neem, el día 18.

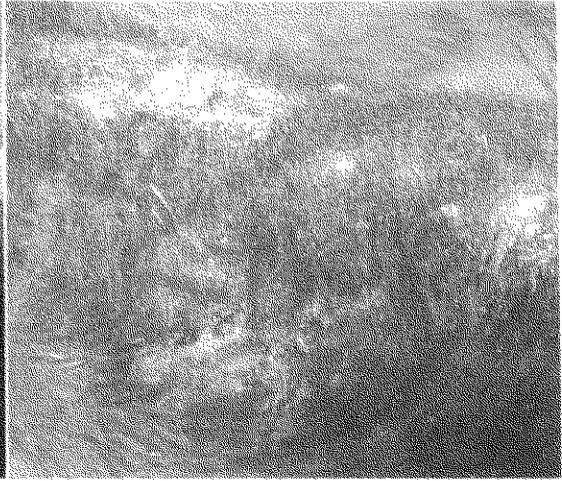
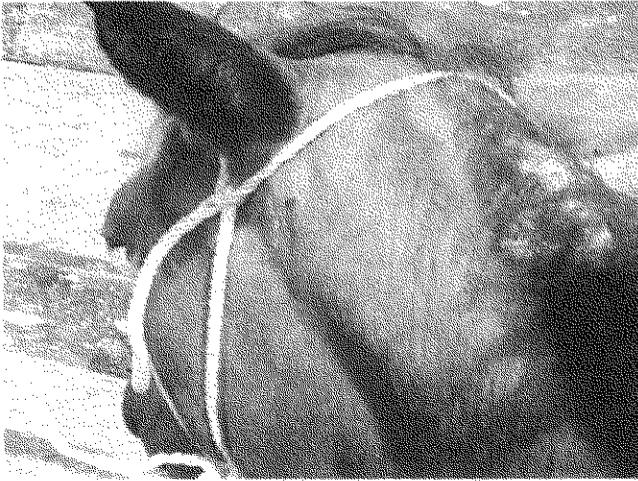


Imagen 15 tratados con resina de Neem, el día 0.

Imagen 16 tratados con resina de Neem, el día 3.

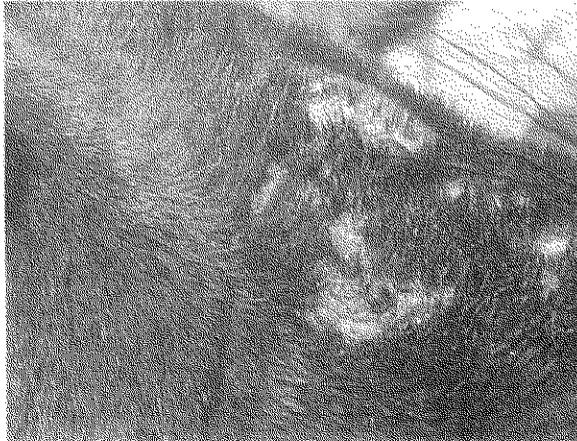


Imagen 17 tratado con resina de Neem, día 14

Imagen 18 tratado con resina de Neem, día 18



Imagen 19 tratado con Ivermectina pasta, día 0. Imagen 20 tratado con Ivermectina pasta, día 14.



Imagen 21 tratada con Ivermectina pasta, día 18.