

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



**“EVALUACIÓN DE LA INFUSIÓN DE LAS HOJAS DEL ÁRBOL DE
NIM (*Azadirachta indica*) ELABORADO EN DOS
CONCENTRACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÓPICO DE
ÁCAROS EN CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)”.**

RICARDO ALEJANDRO DE LEÓN HURTADO

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

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



**“EVALUACIÓN DE LA INFUSIÓN DE LAS HOJAS DEL ÁRBOL DE
NIM (*Azadirachta indica*) ELABORADO EN DOS
CONCENTRACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÓPICO DE
ÁCAROS EN CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)”.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

RICARDO ALEJANDRO DE LEÓN HURTADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO PROFESIONAL DE

MÉDICO VETERINARIO

EN EL GRADO DE LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

“EVALUACIÓN DE LA INFUSIÓN DE LAS HOJAS DEL ÁRBOL DE NIM (*Azadirachta indica*) ELABORADO EN DOS CONCENTRACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÓPICO DE ÁCAROS EN CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)”.

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

Como requisito previo a optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

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

DECANO:	Lic. MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.V. MSc Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Mercedes de los Ángeles Marroquín Godoy
VOCAL V:	Br. Jean Paul Rivera Bustamante

ASESORES

MV. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA.

MV. GUSTAVO ENRIQUE TARACENA GIL.

LIC. EDGAR AMÍLCAR GARCÍA PIMENTEL.

DEDICATORIAS

A Dios:

Por ser mí Padre, guiarme durante toda mi vida y darme la sabiduría para culminar mis estudios universitarios.

A mis padres:

Otto Raúl y María, por su amor, esfuerzo, ejemplo y apoyo, me han guiado para alcanzar las metas en mi vida.

A mi esposa:

Ana Patricia, por el gran amor, comprensión, apoyo incondicional, sus consejos, su ayuda tan valiosa en la realización de mi tesis y de muchos aspectos de mi vida.

A toda mi familia:

Por su presencia, apoyo, esfuerzo y consejos para alcanzar las metas en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la gran oportunidad de culminar mis estudios universitarios.

A mi centro de estudios:

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y a todos mis catedráticos y colaboradores, por la formación profesional que me han brindado.

A mis asesores y revisor final:

Asesores: Manuel Eduardo Rodríguez Zea, Gustavo Enrique Taracena Gil y Edgar Amílcar García Pimentel. Revisor Final: Julio Cesar Chajón Manzo; por su apoyo, paciencia y asesoría profesional para culminar mi estudio de tesis.

A el CIETA y MV Dora Elena Chang de Jo

Por su apoyo, comprensión, asesoría profesional y financiamiento de mi proyecto de tesis.

A mis amigos:

Por su amistad, apoyo y consejos durante mi carrera universitaria.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	01
II.	HIPÓTESIS	03
III.	OBJETIVOS.....	04
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	05
	4.1 EL ÁRBOL DE NIM.....	05
	4.1.1 Clasificación y origen.....	05
	4.1.2 Descripción general.....	05
	4.1.3 Características ecológicas.....	07
	4.1.4 Aplicaciones generales.....	08
	4.1.5 Composición química.....	14
	4.1.6 Compatibilidad de los insecticidas del Nim y otros bioinsec - tidas.....	16
	4.2 LOS ÁCAROS.....	17
	4.2.1 Características generales.....	17
	4.2.2 Ciclo biológico.....	18
	4.2.3 Mecanismo de transmisión.....	18
	4.3 SARNA SARCÓPTICA.....	19
	4.3.1 Ciclo biológico	20
	4.3.2 Diferentes variedades de Sarcoptes sp.....	21
	4.3.3 Mecanismo de transmisión.....	21
	4.3.4 Diagnóstico y tratamiento.....	23
	4.4 SARNA EN CONEJOS.....	23
	4.4.1 Tipos de sarna en conejos.....	24
	4.4.2 Cuadro clínico.....	24
	4.4.3 Diagnóstico y tratamiento.....	25

4.5	MÉTODO DIRECTO	26
4.5.1	Raspados cutáneos superficiales.....	27
4.5.2	Raspados cutáneos profundos.....	27
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	29
5.1.	MATERIALES	29
5.2.	METODOLOGÍA	31
5.2.1	Elaboración de grupos.....	31
5.2.2	Tipificación de ácaros por método directo.....	31
5.2.3	Elaboración de la infusión hojas de Nim.....	32
5.2.4	Medición Pre tratamiento.....	34
5.2.5	Tratamientos.....	34
5.2.6	Medición Post tratamiento.....	34
5.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
5.4	FINANCIAMIENTO	35
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
VII.	CONCLUSIONES	39
VIII.	RECOMENDACIONES	40
IX.	RESUMEN	41
	SUMMARY	42
X.	BIBLIOGRAFÍA	43
XI.	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de reducción promedio del total de las lesiones.....	46
Tabla 2: Porcentaje de reducción promedio de las lesiones a las seis semanas de tratamiento.....	46
Tabla 3: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en miembro anterior por semana.....	47
Tabla 4: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en miembro posterior por semana.....	47
Tabla 5: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en orejas por semana.....	48
Tabla 6: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en nariz por semana.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Porcentaje de reducción promedio del total de las lesiones.....	49
Gráfica 2: Porcentaje de reducción promedio del 100% de las lesiones.....	50
Gráfica 3: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en miembro anterior por semana.....	51
Gráfica 4: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en miembro posterior por semana.....	52
Gráfica 5: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en orejas por semana.....	53
Gráfica 6: Porcentaje de reducción promedio de lesiones en nariz por semana.....	54

I. INTRODUCCIÓN

La medicina alternativa está siendo utilizada actualmente tanto en Medicina humana como en Medicina Veterinaria. La Etnoveterinaria provee de nuevos tratamientos alternativos que proveen excelentes resultados en sanidad animal y además, por su bajo costo de elaboración pueden estar al alcance de la población de escasos recursos, lo que es importante en países en desarrollo como Guatemala.

La especie que se utilizará para la investigación será la cunícola, debido a que esta especie está tomando auge en nuestro país; por tanto, es importante conocer y aplicar tratamientos de medicina natural o alternativa para el tratamiento de parasitismo y el manejo general de las explotaciones cunícolas.

La infestación con parásitos externos es muy frecuente en conejos; dichas infestaciones son comúnmente provocadas por ácaros que parasitan diferentes regiones anatómicas del conejo disminuyendo su productividad.

Se ha descubierto que los tratamientos con cierto tipo de plantas como el Nim han sido exitosos en el tratamiento tanto de parásitos externos como internos. Las propiedades terapéuticas del Nim son numerosas y se conocen desde épocas remotas. Mucho antes de que la civilización occidental descubriera las cualidades analgésicas del árbol del sauce, del que proviene la aspirina, los fitoterapeutas de la India antigua ya habían documentado en las escrituras sánscritas más tempranas las aplicaciones del Nim.

Para uso externo, el extracto de Nim se aplica sobre el cuerpo para todas las infecciones pruriginosas, sarnas, hongos, eczemas, psoriasis, urticaria, etc. Además, el Nim se distingue por su concentración de sustancias bio activas azaridactina y polisacáridos, los cuales refuerzan la respuesta inmunológica, la

mayor parte de las veces se pueden eliminar patógenos antes de que causen enfermedad o síntomas asociados a la enfermedad. El extracto de las hojas y de la corteza tiene poder acaricida, bactericida de gran alcance y actividad antiviral.

El Nim puede ser utilizado para controlar diferentes plagas que afectan al ganado, varios derivados del Nim han demostrado ser efectivos contra la sarna en conejos, perros y cerdos, además en piojos y céstodos en las aves. Dichos tratamientos han sido efectivos en países como la India y Cuba; por tal motivo, es importante evaluar su aplicación en nuestro país.

El objetivo del presente estudio es generar información acerca del uso de la infusión de las hojas del árbol de Nim, utilizada como acaricida tópico en conejos afectados con ácaros.

II. HIPÓTESIS

La infusión a base de hojas de Nim (*Azadirachta indica*) es efectiva como acaricida en conejos.

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información sobre la acción acaricida del Nim (*Azadirachta indica*) utilizado como medicina alternativa en conejos criados en jaula.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Tipificar los ácaros que afectan a los conejos muestreados en el estudio

- Evaluar la efectividad acaricida de dos concentraciones de la infusión a base de hojas de Nim comparado con Ivermectina al 1% administrados por vía tópica en conejos

- Comparar la efectividad acaricida de los tres tratamientos administrados por vía tópica

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 EL ÁRBOL DE NIM

4.1.1 CLASIFICACIÓN Y ORIGEN

Reino: Plantae

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Azadirachta*

Especie: *A. Indica* (3)

Originario del sudeste de Asia (India y Birmania), sólo vive en regiones tropicales y subtropicales. Hoy día se cultiva en muchas regiones de África, Australia y América Latina. En Camboya se conoce también como Sadao o Sdao, en Vietnam como Saudau y en Nicaragua como Nimba. Es una de las plantas medicinales más antiguas y más usadas en el mundo, ha sido utilizado en la India por más de 4.000 años(1).

4.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

El árbol del Nim es de un tamaño que varía entre 10 a 20 metros de altura y raramente 35 a 40 metros. Las hojas son de tipo imparipinnadas con folíolos de color verde claro e intenso en dependencia de las condiciones agroclimáticas de la región y país donde se establezca (2).

El Nim es un árbol de rápido crecimiento, tiene abundante follaje todas las temporadas del año, pero en condiciones severas se deshoja, incluso casi

completamente. El ramaje es amplio, y puede alcanzar de 15 a 20 metros de diámetro ya desarrollado (3).

El tronco es corto, recto y puede alcanzar 12 centímetros de diámetro. La corteza es dura, agrietada y desde color gris claro hasta castaño rojizo. La savia es blanca grisácea y el corazón del tronco es rojo; cuando se expone al aire se torna de castaño rojizo. Las raíces consisten de una robusta raíz principal y muy desarrolladas raíces laterales (3).

El tallo de las hojas mide de 20 a 40 cm de longitud, con 20 a 31 hojas de color verde oscuro de 3 a 8 centímetros de longitud. La hoja terminal es a menudo faltante, el pecíolo es corto con hojas jóvenes de color rojo o púrpura. La forma de las hojas maduras es menos asimétrica y sus márgenes están dentados(3).

Las flores son hermafroditas de color blanco o crema, fragantes y están dispuestas axialmente en racimos de hasta 22 cm de largo. Su fecundidad depende de la cantidad de iluminación recibida, así como de la humedad. La floración bajo las condiciones climáticas de Cuba, el Caribe y Centro América, incluyendo México, se produce principalmente a fines de febrero y principios de marzo, continuando hasta mediados de mayo, observándose en ocasiones una segunda oleada de menor abundancia en los meses de julio-agosto (2).

Las inflorescencias, que se ramifican en tercer grado tienen de 150 a 250 flores. Una flor mide 5 a 6 milímetros de longitud y de 8-11 milímetros de ancho. El Nim tiene flores protándricas, bisexuales y masculinas (3).

La fruta en forma de drupa, es de color verde claro, tornándose progresivamente amarilla hasta en la madurez. La fruta es parecida a la aceituna en forma que varía desde un óvalo elongado hasta uno ligeramente redondo y cuando madura mide 14 a 28 milímetros de longitud y 10 a 15 mm de ancho. Su

epicarpio es delgado, el mesocarpio es blanco amarillento, fibroso y sabe dulce, pero es desagradable al gusto. El endocarpio es blanco, duro y almacena una semilla. La fruta madura es pulposa y posee una cutícula fina que se desprende fácilmente, dejando libre la semilla cubierta de un mucílago dulzón. La semilla que contiene el fruto es de forma alargada, con tamaño variable y color blanco cuando está seca(2).

El sistema radicular de la planta está compuesto por la raíz pivotante que constituye su principal sostén, es capaz de encontrar agua a profundidades considerables, las raíces laterales facilitan la nutrición y estabilidad del anclaje del árbol. El sistema radicular se puede ver afectado cuando existe un mal drenaje en el suelo(2).

4.1.3 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

El Nim fue introducido para cultivo a otros países de Asia, África, América, Australia y las islas del sur del Pacífico. Está presente en zonas tropicales y se recomienda evitar plantarlo en las zonas montañosas (3).

El Nim requiere determinadas condiciones ecológicas para el crecimiento y desarrollo, puede medrar sin dificultades en altitudes de 450-800 msn, siempre y cuando disponga del agua mínima requerida y con precipitaciones anuales entre 400 -1200 mm. Como especie oriunda de zonas tropicales y subtropicales, el árbol demanda mucha luz y temperaturas entre 26 y 36°C, prefiriendo suelos profundos del tipo loam o arenosos, aceptando también cierto grado de salinidad(2).

El árbol del Nim tiene una notable resistencia a la sequía. Normalmente sobrevive en zonas con condiciones subáridas a subhúmedas. Puede desarrollarse en regiones con una precipitación inferior a los 400 mm, pero en

ambos casos el desarrollo depende de la cantidad de agua subterránea. El Nim puede desarrollarse en diferentes tipos de suelo, pero sobrevive mejor en sustratos bien drenados, profundos y arenosos (con un pH de 6.2 a 7), puede tolerar altas temperaturas, pero no tolera temperaturas menores de 4 °C, porque se deshoja y puede morir (3).

Se multiplica por semillas, que deben limpiarse y no se almacenan demasiado tiempo, pues desciende el porcentaje de germinación. También puede multiplicarse por esquejes. No soporta el frío ni las heladas. Su madera es parecida a la caoba, de buena calidad y duradera, utilizándose con los mismos fines (1).

4.1.4 APLICACIONES GENERALES

Históricamente ha sido usado para ayudar al cuerpo a combatir enfermedades crónicas o temporales. También es muy apreciado como árbol de sombra, reveló pronto sus utilidades para las actividades agro-pecuarias, en la India siempre se supo que cuando aparecían las plagas de cigarras, el Nim era el único árbol que quedaba intacto y todos los demás eran devorados (1).

Aunque el Nim sea una de las plantas más antiguas conocidas y usadas en el mundo, los estudios e investigaciones científicas empezaron desde muy poco tiempo. Luego de ciertas observaciones en África en 1959 sobre el Nim, y de otras investigaciones (empezadas en los años 20) publicadas en la India, a partir de la década de los 90 varios investigadores comenzaron a estudiar este árbol. Estos estudios rápidamente verificaron la eficiencia de su uso tradicional. Las propiedades plaguicidas del Nim y su procesamiento fueron además objeto de biopiratería por parte de Estadounidenses y Japoneses, los cuales aprendieron

como elaborar varios extractos del Nim usados por las poblaciones indias desde hace miles de años (1).

Los científicos continúan encontrando más aplicaciones medicinales y no medicinales. El Nim fue introducido recientemente en el Caribe, donde el extracto de sus semillas y hojas ha demostrado ser muy eficaz para controlar diferentes plagas que afectan tanto a los vegetales, como a los animales (1).

En Cuba, el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT), conjuntamente con otras instituciones, ha estado ejecutando un programa de investigaciones para conocer su utilidad en la producción agropecuaria. Hoy día, se sabe que productos derivados del Nim pueden afectar más de 200 especies de insectos, además de algunas garrapatas, nemátodos, hongos, bacterias y también algunos virus. Además los compuestos hallados en la semilla, corteza y hojas del árbol han sido probados como antisépticos, antifebriles, antiinflamatorios, antivirales, acaricidas y fungicidas (1).

Por miles de años el Nim ha sido usado por cientos de millones de personas sin que exista un caso documentado de riesgo al usarlo en las dosis recomendadas. Solamente en dosis muy altas podría ser tóxico. En muchas enfermedades el tratamiento con el Nim ha probado ser efectivo; entre estas: enfermedades del corazón, diabetes, malaria, sarna, psoriasis, úlceras, candidiasis y daño en las encías (1).

Actualmente se está trabajando en el procesamiento de hojas y semillas para poder usar los ingredientes activos en el control de plagas agropecuarias. En la agricultura moderna son muchos los beneficios económicos que con frecuencia sustentan los plaguicidas sintéticos, pero estos tienen efectos secundarios que alteran la salud de plantas, animales y el hombre (1).

Los agrotóxicos están directamente relacionados a problemas tales como la reducción de especies benéficas, la presencia nociva en los alimentos de origen vegetal y residuos de sustancias tóxicas en el aire, el suelo y el agua (por lo menos el 25% de todos productos utilizados para el control de plagas y enfermedades, están prohibidos o no han sido registrados para su uso). Las grandes transnacionales productoras de agroquímicos están aunando esfuerzos para aumentar el consumo de estos productos en los países del tercer mundo, con consecuencias muy graves (1).

A pesar de esto, las desventajas ya mencionadas de los plaguicidas sintéticos hicieron que se renovara el interés por los plaguicidas botánicos para controlar plagas de campo. De hecho las plantas con propiedades insecticidas son abundantes en la naturaleza, y han sido usadas por el hombre desde tiempos inmemoriales. Durante los últimos 50 años, se han reportado más de 2000 especies de plantas que contienen principios tóxicos efectivos contra muchas especies de insectos. Dentro de las especies más eficientes podemos mencionar: Nim, Paraíso y Tabaco (1).

Las propiedades terapéuticas del Nim son numerosas y se conocen desde épocas remotas. Mucho antes de que la civilización occidental descubriera las cualidades analgésicas del árbol del sauce, del cual proviene la aspirina, los fitoterapeutas de la India antigua ya habían documentado en las escrituras sánscritas más tempranas las aplicaciones del Nim (2).

Para uso interno, el extracto de Nim está indicado contra la úlcera gastroduodenal, hiperglucemia, parásitos intestinales, flemones y puede resultar de gran ayuda para disolver las tumoraciones. Para uso externo, el extracto de Nim se aplica sobre el cuerpo para todas las infecciones pruriginosas, hongos, eczemas, tiña, sarna, psoriasis, urticaria, etc (2).

La corteza del Nim es fresca, amarga, astringente, acre y refrescante. Es útil para las enfermedades buco dentales, la tos, fiebre, pérdida de apetito, fatiga y parásitos intestinales. Cura las heridas, enfermedades de la piel y también se utiliza para provocar el vómito (2).

Las hojas, según el Ayurveda, ayudan en el tratamiento de dolores neuromusculares. También están indicadas para eliminar toxinas, purificar la sangre y prevenir el daño causado por los radicales libres en el cuerpo neutralizándolos. Se usan además para tratar la mordedura de serpientes y las picaduras de insectos. Las frutas son amargas, purgantes, antihemorroidales. Las flores se utilizan para regular el calor del cuerpo, son astringentes y expectorantes(2).

La literatura ayurvédica está repleta de referencias a la eficacia del Nim en el tratamiento de incontables dolencias. El "Report of indigenous drugs" de Madras y la Materia Médica Ayurvédica y Unani atribuye al Nim propiedades para curar: lepra, malaria, diabetes, úlcera, hiperglucemia, sarna, eczemas y otras enfermedades de la piel (2).

En el "Yoga de hierbas", Vasant y David Frawley afirman: "El Nim es uno de los purificadores de la sangre y de los desintoxicadores de mayor alcance en medicina ayurvédica". Reduce la fiebre y elimina las toxinas implicadas en la mayoría de las enfermedades inflamatorias de la piel. Más adelante, describen las propiedades del Nim como antipirético, antiparásitario, antiséptico, tónico amargo y regulador del organismo (2).

Entre las enfermedades que han sido parcialmente curadas con productos del Nim están: diabetes (el Nim reduce la necesidad de insulina entre un 30 y 50%), SIDA(Nim como agente antiviral contra el virus del SIDA), enfermedades del

corazón (el Nim retarda la formación de coágulos en la sangre, combate la arritmia, baja los latidos del corazón elevados y la tensión arterial), alergias (propiedades antihistamínicas del Nim), úlceras (el Nim reduce las molestias y sana las úlceras gástricas y duodenales), hepatitis (el Nim afecta al virus que ocasiona la Hepatitis B) y malaria (el Irodina, uno de los ingredientes activos de las hojas de Nim, es tóxico para las cadenas de virus resistentes de la malaria). Los productos del Nim han sido utilizados además para controlar la natalidad, tanto en el hombre (pruebas realizadas en monos demostraron una reducción en la fertilidad sin perder libido o producción de espermias) como en la mujer (100% efectivo como preventivo del embarazo) (2).

Los extractos del Nim han sido utilizados también para la producción de productos de uso cotidiano. El jabón de Nim tiene propiedades bacteriológicas y deja la piel fresca. El shampoo de Nim controla la caspa y comezón dejando el cabello suave y sano, brillante y fácil de manejar. Las cremas de Nim para la piel, son usadas para controlar: psoriasis, eczemas, acné y prácticamente todos los problemas de la piel. Mascarillas y baños con sales que incluyen polvo de hojas de Nim son usadas para refrescar y vigorizar la piel después de un día soleado. Una mezcla de polvos de Nim y de Tulsi con almidón se usa como talco en niños y adultos para las rozaduras (2).

El Nim puede ser utilizado para controlar diferentes plagas que afectan al ganado. Existe evidencia científica preliminar que demuestra que el Nim es muy efectivo en el tratamiento de la sarna. El Nim es recomendado a quienes sean sensibles a la permetrina, un insecticida que puede ser irritante. A su vez, también existe evidencia de su efectividad en la eliminación de garrapatas, piojos, nemátodos y gusanos filiformes del hombre. Su aplicación se está extendiendo cada día más debido a la creciente resistencia de estos parásitos a los productos químicos tradicionales (3).

Varios derivados del Nim han demostrado ser efectivos contra la sarna en conejos, perros (DerNim P), y cerdos (DerNim P y extracto acuoso de CubaNim SM). El ácaro, el piojo y los céstodos en las aves también pueden ser controlados con los productos del Nim (OleoNim 80, al 2 ó 3%, y CubaNim SM o CubaNim TM, al 2.5%), como extractos acuosos asperjados sobre gallinas ponedoras e incluidos en la dieta de los animales. Además el Nim constituye un elemento agrobiológico factible de introducir en los sistemas de producción pecuaria como proveedor de sombra en los pastoreos de ganado vacuno y como ambientador en las granjas de producción avícola, cunícula y porcina (2).

La planta como fertilizante orgánico es superior al estiércol vacuno, porcino y de otras especies. También, como abono orgánico es apreciada por sus propiedades insecticidas y repelentes, especialmente contra ciertos insectos como las termitas o comejenes y los dañinos nemátodos. Mezclada con urea para abonar el suelo, da buenos resultados y actúa como biocida (3).

No solamente la planta sirve como abono orgánico. Las hojas verdes constituyen un fertilizante excelente y barato. Todas las partes del árbol son utilizadas para preparar diferentes remedios y el aceite del Nim es usado para preparar cosméticos (shampoo, bálsamos, jabón y cremas). Además del uso medicinal, los árboles de Nim se cultivan para disminuir la desertificación y se cree es un buen absorbente del dióxido de carbono (3).

Los extractos de Nim actúan, en los insectos, como antialimentario, inhibidor de crecimiento, prolonga las etapas inmaduras ocasionando la muerte, disminuye la fecundidad, oviposición, los niveles de proteínas y aminoácidos en la hemolinfa e interfiere en la síntesis de quitina (3).

4.1.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Sus principios activos son numerosos constituyentes Terpénicos: diterpenos y más de cincuenta tetranortriterpenoides conocidos como limonoides. Por lo menos 9 limonoides del Nim han mostrado capacidad de bloquear el crecimiento de los insectos, afectando una amplia gama de especies que incluyen algunas de las más letales plagas en agricultura y en salud humana (2)

La Azadiractina es principal compuesto del Nim, es un metabolito secundario que pertenece a los limonoides. La fórmula molecular es $C_{35}H_{44}O_{16}$. La Azadiractina es un tetranortriterpenoide altamente oxidado que contiene gran cantidad de funciones del oxígeno: enol, éter, acetal, hemiacetal, y oxirano tetra sustituido y también una variedad de ésteres carboxílicos. Además de la Azadiractina, podemos encontrar Azadirona, Vepinina, Salanina, Nimbina, Nimbolina y Geduninina. (2)

En las hojas de este árbol, encontramos Amorastaitina, Vilasinina y nuevamente Nimbina y Salanina. La Azadiractina y otros limonoides del Nim, como el Meliantriol, Nimbina y Salanina son considerablemente efectivos contra insectos, aún en pequeñas cantidades (ppm).(2)

El Nim contiene ciertas sustancias que lo hacen actuar como si fuera una cortisona, alterando el comportamiento y los procesos vitales de los insectos. Por ejemplo, uno de los componentes más importantes, la Azadiractina, interfiere en la metamorfosis de la larva de los insectos, evitando que se desarrollen en crisálidas, por tanto mueren sin producir una nueva generación. (1).

Además el Nim se distingue por su concentración en polisacáridos que refuerzan el sistema inmunológico, la mayor parte de las veces se puede eliminar patógenos antes de que causen enfermedad o síntomas asociados a la enfermedad (2).

En los insectos adultos, además de inhibir la formación de quitina, la Azadirachtina interfiere en la comunicación sexual, apareamiento y en la reproducción. Posee un marcado efecto antiapetitivo, repelente y regulador del crecimiento en un amplio grupo de especies de insectos, mostrando también acción acaricida, nemátocida y fungicida. Otra sustancia que contiene el Nim, es la Salanina, la cual es un repelente fuertísimo (1).

Los insecticidas naturales del Nim son de fácil biodegradación por lo que no dejan residuos tóxicos contaminantes, no hay acumulación de los principios activos en la cadena alimenticia, ni de residuos en el suelo ni en productos vegetales (1).

El Nim contiene un grupo variado de sustancias bioactivas con un alto efecto biológico, entre las que se destacan la Azadirachtina A, polisacáridos, Irodina, Salanina y Nimbina. El conjunto de estas sustancias y la acción específica de cada una de ellas producen en los insectos distintos efectos como son repelente, anti alimentario, esterilizante, desorientador de la ovoposición, insecticida y regulador del crecimiento (2).

La característica multifuncional de los efectos mostrados del Nim debido a la variedad de sustancias activas presentes en sus frutos y hojas y el tamaño e inestabilidad de las moléculas, sugieren pensar que el riesgo de crear resistencias

a corto plazo sobre los principales insectos que constituyen plagas agrícolas es poco probable, por cuanto las combinaciones genéticas que deberán producirse son tan variadas y complejas, que tomaría un lapso muy prolongado, por tal razón, los productores agrícolas pueden considerar la utilización de los bioinsecticidas del Nim como una alternativa presente y futura (2).

4.1.6 COMPATIBILIDAD DE LOS INSECTICIDAS DEL NIM Y OTROS BIOINSECTICIDAS

En las experiencias de campo realizadas con diferentes formulaciones de Nim no se observaron interferencias aparentes con los componentes de la entomofauna benéfica (2).

Los mecanismos de acción que tienen los principios activos, tienen bajos efectos neurotóxicos, significativas acciones antiapetitivas, acción reguladora del crecimiento y repelente, no alterando los hábitos de vida desarrollados por los organismos benéficos como son los insectos, arácnidos, parásitos, depredadores y abejas. Estos no son interferidos por la acción de tales principios activos contenidos en los bioplaguicidas de Nim, pues sus moléculas son además, sumamente grandes, inestables y biodegradables, lo cual hace que su persistencia no sea más allá de 9 días (2).

Adicionalmente, se ha comprobado la posibilidad de utilizar la semilla, torta de Nim y la pulpa composteada como fertilizante orgánico, pues no afecta la actividad de la lombriz según observaciones realizadas por HUMIWORM S. en Sinaloa, México (2).

4.2 LOS ÁCAROS

4.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los ácaros pertenecen al phylum *Arthropoda*, clase *Arachnida* y subclase *Acarina*. Son de pequeño tamaño, alrededor de 0.2 a 0.4 mm. Se distinguen de los arácnidos por la presencia de gnatosoma y la falta de división entre el abdomen y el cefalotórax. Algunos excavan la piel como el *Sarcoptes scabiei*. Abandonan al hospedero una vez que se alimentan. Son parásitos obligados y de ciclo directo, de tamaño, microscópico o en el límite de la visibilidad humana, cuerpo globoso, salvo el *Demodex* que es de cuerpo alargado y sin división entre cabeza, tórax y abdomen. En la porción anterior se diferencian las piezas bucales cuyo conjunto se denomina capítulo y está formado por dos quelíceros y dos palpos. La cutícula puede ser fina o presentar estriaciones, cerdas, escamas y engrosamientos de gran importancia taxonómica (4,5).

Otras estructuras importantes en la identificación de estos agentes son el ano y el poro genital, éste último sólo presente en los adultos y de posición variable. Algunos machos presentan a los lados del ano o la apertura genital unas ventosas que facilitan la sujeción de la hembra en el momento de la cópula. Las patas articuladas, como en todos los artrópodos, se insertan en la cara ventral y su número varía dependiendo del estadio de desarrollo del parásito, de tres pares de patas en las larvas a cuatro pares en ninfas y adultos. Las extremidades de los ácaros de la sarna en su porción distal presentan unos órganos de fijación como garfios, carúnculas a modo de ventosas las cuales son diferentes en cada género. El tamaño y la terminación de las patas están condicionados al hábitat de cada especie y al sexo. Son sólo muñones en *Demodex*, están poco desarrolladas, especialmente el tercer y cuarto par, en los aradores como *Sarcoptes* y son largas en aquellos ácaros más superficiales como *Psoroptes* y *Chorioptes* (5).

4.2.2 CICLO BIOLÓGICO

En el ciclo biológico de estos ácaros se suceden cuatro estadios de desarrollo: huevos, larvas, ninfas y adultos. El paso de un estadio a otro conlleva la renovación completa del individuo mediante un complicado proceso de muda. Las características morfológicas de cada una de las especies están determinadas por sus condiciones de vida, fisiología y lugares de localización preferenciales. Se debe analizar las características de cada uno de ellos como base de la patología y el diagnóstico diferencial (5).

4.2.3 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN

Los ácaros de animales pueden transmitirse en forma accidental al hombre al estar en contacto con ellos, produciendo lesiones características (pápulas o vesículas) y ocasionando una dermatitis pruriginosa y en ocasiones con reacción alérgica secundaria a la saliva que se deposita mientras se alimentan. Existen diversas especies de ácaros, que se encuentran en perros, gatos, conejos, roedores, aves y reptiles. La presencia de lesiones sin una etiología clara y el antecedente de contacto con animales, tanto mascotas como animales silvestres, ayudan a plantear esta etiología. El diagnóstico se realiza con la visualización del ácaro, su morfología y tipo de hospedero animal. El conocimiento de estas ácarosis y el control responsable de mascotas y animales, son las principales medidas de prevención (4).

Más de 30.000 especies han sido descritas en el mundo con numerosos géneros y especies, que pueden ser ectoparásitos y endoparásitos. Varios de estos ácaros tienen importancia médica y especialmente en Medicina Veterinaria. Los ácaros hematófagos o los que se alimentan de linfa, tienen el potencial de

transmitir diversos agentes zoonóticos virales, bacterianos o parasitarios. Los ácaros de los alimentos y del polvo no son vectores de agentes (4).

4.3 SARNA SARCÓPTICA

Son ácaros de pequeño tamaño; 0.4 mm x 0.3 mm las hembras y 0,2 x 0,16 mm los machos, aspecto redondeado, algo más largo que ancho y color blanquecino o blanco grisáceo. La cutícula está surcada por finas estriaciones, escamas triangulares y espinas de interés taxonómico. El capítulo de forma cónica achatada, relativamente corto y cubierto por un camerostoma sobresale de la superficie del cuerpo en su porción anterior. El ano está en posición postero dorsal. El orificio genital es ventral, posterior en los machos y mediano en las hembras (5).

Las patas tienen distinto desarrollo y están dispuestas en direcciones opuestas, el primer y segundo par más desarrolladas dirigidas hacia adelante en tanto que el tercer y cuarto par no sobrepasan la superficie del cuerpo y están dirigidas hacia atrás. Todos los tarsos terminan en una uña y un pulvilo no articulado o una larga cerda. Los pulvilos se encuentran en los dos primeros tarsos de todos los estadios así como en el cuarto de los machos. Otro carácter diferencial del macho es la fusión de los epímeros, engrosamiento de la cutícula donde se insertan los músculos locomotores de los pares de patas posteriores, mientras que en el resto de los estadios permanecen independientes. Los huevos son de gran tamaño 160 μm , ovoideos y de cutícula transparente que permite ver el embrión en su interior (5).

Este ácaro también conocido como arador de la sarna, produce la denominada sarna sarcóptica en todas las especies animales de todo el mundo. No existen diferencias morfológicas entre los agentes que afectan a los distintos

hospedadores aunque sí cierta especificidad y diferencias fisiológicas que hacen que las infestaciones interespecíficas tengan corta duración por lo que se consideran distintas variedades de *Sarcoptes scabiei* (5).

4.3.1 CICLO BIOLÓGICO

La hembra fecundada excava galerías sub epidérmicas en las que deposita los huevos a razón de 2-4 diarios, hasta poner un máximo de 25-30 huevos en sus 4-6 semanas de vida. Cada hembra excava una única galería tortuosa que aumenta en unos 2-3 mm diarios hasta un máximo de 35 a 50 mm (5).

Los adultos de *Sarcoptes* buscan el estrato espinoso para su alimentación, excavando túneles en la piel. Tras 7 días de incubación de los huevos nacen las larvas hexápodas que pueden excavar pequeñas galerías perpendiculares a la galería materna o salir a la superficie de la piel (5).

La mortalidad es entonces muy elevada y un pequeñísimo porcentaje de ellas podrán continuar su ciclo al penetrar de nuevo en el estrato córneo del mismo u otro hospedador (5).

A los 9 días de su nacimiento las larvas mudan a ninfas que a su vez en el transcurso de 3-6 días, sufren dos mudas antes de convertirse en adultos. Los machos son menos numerosos y nómadas, deambulan por la superficie de la piel en busca de hembras que fecundar. El ciclo se completa en 8-14 días (5).

Se considera que en seis meses una única pareja de *S. scabiei* habrá dado lugar a seis generaciones de ácaros con aproximadamente un millón de hembras y 500 mil machos (5).

4.3.2 DIFERENTES VARIEDADES DE SARCOPTES Sp

El año 1978 Fain demostró la existencia de una especie de la familia *Sarcoptidae* altamente variable, al analizar algunas de las 30 especies del género. Según el hospedero animal se identifican las siguientes variedades *Sarcoptes scabiei* var *bovis*, *suis*, *equi*, *aucheniae*, *cuniculi* y *canis* que parasitan al ganado bovino, cerdo, caballo, llamas, guanacos, alpacas, cobayos, conejos y perros respectivamente (4).

En perros es producida por *Sarcoptes scabiei* var *canis*. Afecta por lo general a animales poco cuidados, mal alimentados y que viven en condiciones de hacinamiento. Es hospedero específico, infesta rara vez a gatos y cuando se presenta, es probable la existencia de una enfermedad subyacente, como la inmunodeficiencia felina. Puede afectar a personas en contacto con mascotas, por lo que es una enfermedad con un alto potencial zoonótico (4).

4.3.3 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN

La sarna sarcóptica se transmite fácilmente entre los hospederos por contacto directo. El período de incubación es variable (10 días a 8 semanas), dependiendo del nivel de exposición, parte del cuerpo expuesta y número de ácaros transmitidos. Ocasiona en el animal lesiones papulares intensamente pruriginosas, costras, excoriaciones, inflamación e infección bacteriana secundaria(5).

En el examen físico se aprecia alopecia, eritema ubicado preferentemente en el pabellón auricular, extremidades (codos y axila) y en la parte ventral del abdomen, que de no tratarse se generaliza. Los animales con este tipo de sarna se rascan y muerden. Su piel reacciona con llagas y ahí se puede instalar una

infección secundaria. Esto requiere tratamiento con antibióticos en adición al tratamiento para los ácaros. Existen portadores asintomáticos de *S. scabiei* (4,7)

La transmisión se realiza por contacto directo cuando los ácaros ascienden a la superficie de la piel caliente, normalmente durante la noche o cuando el animal está acostado. Otra forma de transmisión es a través de camas, mangas o equipo contaminado ya que estos ácaros pueden sobrevivir varios días fuera del hospedador (5).

En el hombre puede introducirse en la epidermis, después de un contacto prolongado con el animal. Aparecen lesiones de tipo pápulo eritematosas intensamente pruriginosas a las 24 a 96 horas en las áreas de contacto con el animal. La duración de la sintomatología es habitualmente de unas pocas semanas, aunque puede extenderse a meses; por esta razón se creía que no requería de tratamiento y se manejaba en forma asintomática. Sin embargo, en los últimos años se ha visto pacientes con lesiones persistentes, muy sintomáticas, que ha sido necesario tratar con acaricidas (7).

En nuestro medio uno de cada cuatro propietarios de mascotas infestadas se contagia con este agente. Afortunadamente esta sarna en los humanos es auto limitada porque si bien el ácaro puede meterse bajo la piel y causar picazón, no puede completar su ciclo vital y muere en pocas semanas (4,7).

Esta sarna y sus infecciones secundarias pueden tomar semanas o meses para recuperarse. Los daños pueden ser parecidos a otros causados por otras condiciones de la piel incluyendo enfermedades autoinmunes, infecciones bacterianas por alergias a las pulgas, dermatitis de contacto, haciendo casi imposible para el dueño diagnosticar con éxito por sí mismo (7).

4.3.4 DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO

El diagnóstico de sarna sarcóptica se basa en la historia de intenso prurito de aparición súbita, signos clínicos y el contacto de otros animales con lesiones, incluyendo al hombre. El diagnóstico es clínico, por método directo; el ácaro-test resulta negativo la mayoría de las veces, el rendimiento del raspado cutáneo es de aproximadamente el 25% (4).

En otros animales la sarna produce un cuadro similar. En el caballo se manifiesta por lesiones que comienzan en la cabeza, patas y cuello, afectan también a la cruz y la región de la montura. Las personas que trabajan con ganado vacuno pueden adquirir *S. scabiei* var *bovis*, que produce lesiones pápulo vesiculares pruriginosas, ubicadas en zonas de contactos con el animal, especialmente los brazos (4).

El tratamiento de los animales infestados se realiza con acaricidas, en casos seleccionados con Ivermectina, exceptuando ciertas razas de perros, lo que debe ser consultado previamente, por el riesgo de muerte súbita que se asocia a este medicamento. En el hombre el tratamiento es sintomático la mayoría de las veces. También pueden prescribir esteroides de corto alcance para detener la picazón y calmar al perro (4,7)

4.4 SARNA EN CONEJOS

Las sarnas de los conejos están provocadas por ácaros localizados en la piel. Estos ácaros viven y se reproducen en la epidermis. Las hembras, tras la cópula ponen abundantes huevos que en fases sucesivas se desarrollaran hasta alcanzar el estado adulto, extendiéndose fácilmente a otros animales de la explotación (6).

4.4.1 TIPOS DE SARNA EN CONEJOS

La sarna más frecuente es la Psoróptica, se caracteriza por una otitis externa con presencia de un exudado oscuro y maloliente en el interior de oreja y el pabellón auricular, la oreja afectada se observa inflamada y caliente. En la sarna Sarcóptica se produce una formación de costras en nariz, patas y borde exterior del pabellón auricular

En ambos casos se produce una importante molestia e irritación de los animales, con dolor e inflamación auricular en la primera, fuerte picazón y malestar en la segunda. Este proceso no permite una correcta producción, los animales pierden peso y están más expuestos a otras infecciones. Principalmente afecta a animales adultos, parasitando raramente a los gazapos de engorde (6).

El *Sarcoptes scabiei* var *cuniculi*, se caracteriza por la agresividad de su presentación clínica y la formación de costras en la cabeza, principalmente boca, ojos, nariz, extendiéndose en los casos más graves hasta las patas, órganos genitales y el pabellón auricular en los bordes y su cara externa, es un ácaro desfigurante que produce hiperqueratosis (7).

4.4.2 CUADRO CLÍNICO

Los animales se tornan inapetentes, perdiendo peso rápidamente y llegando muchas veces a la muerte si no se actúa con rapidez. Los conejos afectados inclinan la cabeza hacia la oreja enferma, buscan aliviar las molestias rascándose con sus patas delanteras. Los ácaros pueden descubrirse en los bordes de la lesión o más profundos en el conducto, cuando aún no han aparecido los síntomas (7).

Esta enfermedad parasitaria también es muy contagiosa, y puede extenderse por todo el cuerpo del animal a diferencia de la sarna auricular que es más localizada. El ácaro cava galerías por debajo de la piel, alimentándose de la sangre o linfa del conejo (4).

La picadura provoca una fuerte irritación, ocasionando la aparición de secreciones que al secarse forman costras duras de coloraciones amarillo grisáceas, la piel se presenta rugosa e hinchada, y puede llegar a perder grandes extensiones de pelo (4).

Las lesiones bucales dificultan su alimentación, provocando un adelgazamiento progresivo. Si las costras están localizadas en la nariz, puede presentar serias dificultades para respirar. Los tratamientos son más eficaces cuanto más precozmente se instauren. Es importante remover las costras para que los sarnicidas tópicos aplicados puedan penetrar con más eficiencia. También hay que desinfectar a las conejeras (4).

4.4.3 DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO

El diagnóstico se realiza por raspados de piel e identificación del ácaro bajo un microscopio por Método Directo. Las medidas preventivas y curativas frente a esta parasitosis se pasan por alto en relación con la eliminación de los parásitos que pudiera haber en diferentes lugares de la explotación.

Por esto es necesario atacar con acaricidas de forma frecuente las fosas, paredes, jaulas y material además deberemos tratar específicamente a los animales afectados con acaricidas tópicos con principios activos como Diazinón,

Amitraz. Flumetrino Fomix, o por medio de aplicación parenteral de Ivermectina, Moxidectina o Doramectina entre otros (8).

Es recomendable una actuación preventiva y periódica, por ejemplo pulverizar fosas y material semanalmente y tratamientos tópicos a los animales cada 15 días. Estos ácaros son capaces de vivir en el medio ambiente durante mucho tiempo, por ello el tratamiento puede ser muy prolongado. Hay que tener cuidado con los insecticidas en animales delgados o gordos, con anorexia, pues podría indicar problemas hepáticos y provocaríamos una intoxicación (8).

4.5 MÉTODO DIRECTO.

Los raspados cutáneos son las pruebas de diagnóstico dermatológico más comunes. Son rápidas y fáciles de realizar, y pueden utilizarse para tipificar diversas afecciones parasitarias. Aunque no siempre son diagnósticas su relativa simplicidad y su bajo costo hacen que sean pruebas esenciales para un análisis dermatológico (9).

El raspado cutáneo proporciona una muestra de los elementos superficiales de la piel para su examen de laboratorio en busca de ectoparásitos y hongos. Se recomienda cuando la lista de diagnósticos diferenciales incluye enfermedades producidas por ectoparásitos microscópicos (9).

La zona raspada y la técnica utilizada varían en función del parásito y su predilección por determinadas partes del cuerpo y estratos de la piel. Muchos veterinarios utilizan la hoja de bisturí más de una vez en raspados cutáneo, pero esto no debe hacerse ya que son enfermedades de fácil transmisión (10).

4.5.1 RASPADOS CUTÁNEOS SUPERFICIALES

Se raspa la piel en dirección del pelo con una hoja de bisturí que se mantiene perpendicular a la piel y se aplica una presión moderada. Si la zona está cubierta de pelo es necesario rasurar para tener acceso a la piel. Se puede raspar un área de 2.5 a 3 cm para obtener una buena muestra de piel. Aplicar aceite mineral directamente sobre la piel que se va raspar esto ayuda a eliminar restos y facilita recoger el material raspado (10).

La muestra se distribuye junto con aceite mineral en una lámina portaobjetos de cristal. Debido a que estos ácaros no viven en lo profundo de la piel no es necesario observar la exudación de capilares o sangre. Los sitios donde se encuentra mayor cantidad de ácaros son el borde de la oreja y la parte lateral de los codos pero en general se obtiene de áreas lesionados por los ácaros (9)

Generalmente se necesitan varios portaobjetos para extender el material recogido en una capa lo suficientemente fina como para poder observarla en el microscopio. Este tipo de raspado se utiliza para identificar a los géneros: Sarcoptes, Demódex gatoi, Cheiletiella, Notoedres y Otodectes (10)

4.5.2 RASPADOS CUTÁNEOS PROFUNDOS

Después de raspar varias veces la piel hasta que este rosada cuando los capilares se vuelven visibles y exudan sangre. Esto asegura recoger material de la parte profunda de la piel. A veces se puede pellizcar la piel para que los ácaros salgan en dirección de los folículos hacia zonas superficiales para colectarlos con facilidad. Si con los raspados no se recoge cierta cantidad de sangre, los ácaros podrían estar aun en los folículos produciendo resultados negativos falsos (9).

En casos donde es imposible hacer un raspado profundo debido al grado de lesión de la piel, puede tomar biopsias para identificar a los ácaros dentro de los folículos pilosos. Este tipo de raspado se utiliza para identificar al género: *Demódex canis* (9).

Independientemente de la técnica de muestreo que utilicé, hay que buscar ácaros en toda la lamina portaobjetos utilizando una baja potencia (objetivo 10x). Puede ser útil reducir el condensador del microscopio. Lo que aumenta el contraste de los ácaros y facilita su visibilidad (9).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES

Recursos Humanos

- Estudiante.
- Asesores de tesis.
- Personal del CIETA.

Recursos de campo

- Aceite Mineral.
- Ivermectina al 1%.
- Guantes de látex.
- Porta y cubre objetos.
- Hojas de bisturí No. 20.
- Algodón.
- Probeta graduada.
- Balanza semi analítica.
- Alcohol.
- Agua oxigenada.
- Agua destilada.
- Antibiótico.
- Alimento para conejo (Conejina).
- Jaulas, bebederos y comederos para conejo.
- Papel periódico.
- Botellas plásticas con atomizador.
- Calculadora.
- Cuaderno de apuntes.
- Computadora.

- Vehículo y gasolina.
- Cajas de cartón.
- Refrigeradora.
- Estufa de gas propano.
- Ollas de aluminio.
- Bolsas de basura.
- Cámara digital.
- Regla plástica graduada.

Recursos biológicos

- 30 conejos (Híbridos de las razas Nueva Zelanda, California y French Loop).
- Hojas del árbol de Nim.

Centros de referencia

- **CIETA:** Centro de Investigación Etnoveterinaria y Tratamientos Alternativos
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia USAC. Campus Central.

5.2 METODOLOGÍA

5.2.1 ELABORACIÓN DE GRUPOS

Se trabajará con 3 grupos de conejos infectados con ácaros en diferentes partes del cuerpo, cada grupo constará de 10 animales siendo un total de 30 conejos. No tomaré en cuenta la edad, raza y sexo de los conejos. La investigación la realizaré en el Hospital de Mayores M8 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus Central zona 12.

5.2.2 TIPIFICACIÓN DE ÁCAROS POR MÉTODO DIRECTO

Elaboraré un muestreo aleatorio escogiendo a dos animales de cada grupo para realizar la tipificación de los ácaros.

Utilizaré una hoja bisturí para realizar un raspado profundo hasta observar sangre, principalmente a nivel de patas y orejas, esto servirá para obtener una buena cantidad de tejido para análisis de la muestra.

Aplicaré aceite mineral como medio preservante. Colocaré el material en una lámina porta objetos y luego pondré una lámina cubre objetos.

Observaré en el microscopio de luz con el objetivo 10x teniendo un aumento total de 100x.

Los ácaros se tipificarán debido a sus características morfológicas específicas y se guardarán las fotos en archivos digitales.

5.2.3 ELABORACIÓN DE LA INFUSIÓN DE HOJAS DE NIM

PROCEDIMIENTO

Colectaré las hojas del árbol de Nim en el área de Rio Hondo Zacapa, cortaré unas ramas del árbol para que las hojas tengan más tiempo de vida y no se deterioren en el transporte.

Utilizaré únicamente las hojas del árbol, empleando guantes de látex para no contaminar la materia prima. Desinfectaré las hojas aplicando agua con cloro con un atomizador.

SECADO ARTESANAL

Utilizaré una caja de cartón limpia, forrada con papel periódico, luego se colocan las hojas de Nim. Se revisan y voltean las hojas diariamente para mejorar el secado, las hojas que presenten deterioro se eliminarán.

Pondré en la caja un sobre de sílica gel para extraer el exceso de humedad. Las hojas se dejarán secar en la sombra durante 1 mes en un lugar seco evitando el sol directo, debido a que la luz UV desnaturaliza los principios activos.

PROCESADO DE LA MUESTRA

Se tomarán cantidades suficientes de hojas secas, triturándose manualmente hasta obtener una muestra homogénea, siempre se utilizan guantes de látex para no contaminar la muestra.

ELABORACIÓN DE LAS INFUSIONES

La materia prima se pesará en una balanza semi analítica para que los pesos sean exactos.

INFUSIÓN AL 10%

Se emplearán 10 gramos de hojas de Nim por cada 100 ml de agua hervida. Para fines prácticos utilizaré botellas plásticas de 600 ml con atomizador para almacenar la infusión. Se pesarán 60 gramos de hojas de Nim para cumplir con la concentración al 10%. Para que la cantidad de agua hervida sea exacta utilizaré probetas graduadas.

INFUSIÓN AL 20%

Se emplearán 20 gramos de hojas de Nim por cada 100 ml de agua hervida. Para fines prácticos utilizaré botellas plásticas de 600 ml con atomizador para almacenar la infusión. Se pesarán 120 gramos de hojas de Nim para cumplir con la concentración al 20%. Para que la cantidad de agua hervida sea exacta utilizaré probetas graduadas.

Colocar 600 ml de agua a calentar en una olla luego se espera que llegue a temperatura de ebullición. Agregar 60 gramos (10%) o 120 gramos (20%) de hojas secas de Nim y dejar en ebullición por 5 minutos.

Después que la infusión este a temperatura ambiente, verterla en las botellas plásticas con atomizador. Colar la infusión para evitar que los restos de

las hojas se almacenen en las infusiones. Este procedimiento se repetirá dependiendo de las demandas de las infusiones durante todo el experimento. Las botellas con las infusiones se almacenan en refrigeración para que se preserven.

5.2.4 MEDICIÓN PRE TRATAMIENTO

Se realizará una medición previa al tratamiento para registrar el grado de las lesiones causadas por los ácaros. Para las mediciones utilizaré una regla plástica graduada, realizaré mediciones lineales en centímetros (cm) de las lesiones en: orejas, nariz, miembros anteriores y posteriores.

5.2.5 TRATAMIENTOS

Grupo 1: Infusión de hojas de Nim al 10%.

Grupo 2: Infusión de hojas de Nim al 20%.

Grupo 3: Ivermectina (Iverfull) al 1%

Los tres tratamientos se administrarán por vía tópica una vez al día durante 60 días, utilizando una botella plástica con atomizador y luego se realizará un masaje vigoroso en las áreas afectadas por ácaros con el fin de favorecer la penetración de los diferentes productos.

5.2.6 MEDICIÓN POST TRATAMIENTO

Se realizarán mediciones semanalmente de las áreas afectadas por ácaros en todos los conejos. Para las mediciones utilizaré una regla plástica graduada, realizaré mediciones lineales en centímetros (cm) de las lesiones en: orejas, nariz,

miembros anteriores y posteriores. El propósito de las mediciones será para verificar el progreso y reducción de las lesiones conforme se apliquen los diferentes tratamientos.

5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el desarrollo de la investigación se utilizará un diseño estadístico completamente al azar comparando 3 tratamientos, 10 repeticiones y la unidad experimental será de 1 conejo. Utilizaré la Prueba de Kruskal Wallis para analizar los resultados.

5.4 FINANCIAMIENTO

La fuente de financiamiento del estudio de tesis proviene del CIETA-(USAC) y Veterinarios Sin Fronteras. Presupuesto: (Q 1,718) y detalle de los costos.

<u>Materiales</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Q (clu)</u>	<u>Total</u>
Alimento para conejo (conejina)	5 qq	200	1,000
Ivermectina 1%	1(500ml)	350	350
Aceite Mineral	1 lt	25	25
Guantes de látex	2 cajas	60	120
Algodón	1 paq	20	20
Bolsas de basura	4 paq	20	80
Agua oxigenada	1 lt	20	20
Penicilina	1 fco.	20	20
Mascarillas	1 doc	30	30
Botella con atomizador	3 unid	18	53
			1,718

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio del experimento las lesiones en los conejos eran las típicas de una afección por ácaros se observó piel descamada, costras color marrón rodeadas por áreas irritadas, alopecia y sangrado debido al rascado ocasionado por el prurito. En algunos conejos se observó en el área de las orejas secciones mutiladas debido a la gravedad de las lesiones.

Se realizó la toma de muestras para la tipificación de ácaro determinando que eran: *Sarcoptes scabiei var cuniculi*, debido a sus características morfológicas.

Las hojas de Nim, se dejaron secar adecuadamente durante 1 mes para facilitar su manejo y preservar los principios activos (Azaridactina y polisacáridos). La elaboración de las infusiones se hizo de manera casera o artesanal, para demostrar la fácil elaboración, almacenamiento y aplicación del producto. Hay que tener en cuenta que el pesaje de las hojas, la cantidad de agua y el tiempo de cocción son importantes para que las infusiones sean exactas.

Se comparó las infusiones de Nim al 10% y 20% con Ivermectina al 1% vía tópica, debido a que es el tratamiento convencional más utilizado. Al iniciar el experimento se observó que la Ivermectina tuvo efectos más rápidos en la primera semana, pero alrededor de la tercera semana la infusión de Nim al 20% había igualado los efectos de la Ivermectina, observando que las áreas afectadas mejoraban: las descamaciones eran menores, las costras en ciertas áreas estaban sanando y el rascado había disminuido.

Las mediciones de las lesiones se realizaron semanalmente de forma lineal utilizando una regla plástica, para facilitar la recopilación de datos debido a que las lesiones eran muy irregulares y fue imposible calcular un área específica.

Al final del tratamiento de seis semanas la piel de los conejos había mejorado significativamente, estaba creciendo pelo en áreas alopecicas y ya no se rascaban.

En relación al porcentaje de reducción promedio en la última semana de tratamiento: el Tratamiento 1(Nim 10%): 96.24%, Tratamiento 2 (Nim 20%): 99.07% y Tratamiento 3(Ivermectina 1%): 98.52% (ver tabla 1y gráfica 1)

En relación al porcentaje de conejos en los cuales se redujo el 100% de las lesiones por *Sarcoptes scabiei* podemos determinar qué: el **Tratamiento 2:** (Nim 20%) debido a que tenía una concentración mayor de principios activos, fue el más efectivo porque obtuvo un 60% de efectividad, seguido por el **Tratamiento 3:** (Ivermectina 1%) con un 50% de efectividad y por último el **Tratamiento 1:** (Nim 10%) con un 20% de efectividad. (ver tabla 2 y gráfica 2)

En relación al porcentaje de reducción promedio por área en la última semana de tratamiento en los tres tratamientos: Miembro anterior (97.56%), Miembro posterior (98.45%), Oreja (97.67%) y Nariz (100%). (Ver tablas y gráficas 3,4,5 y 6)

En relación al análisis estadístico, el diseño completamente al azar comparó 3 tratamientos de 10 repeticiones y la unidad experimental fue de un conejo. Los resultados se procesaron utilizando la prueba estadística de Kruskal Wallis ($p=0.05$) la cual comparó la variable reducción de las lesiones categorizado a 1(si redujo) y 2(no redujo). Los resultados determinan que no existe diferencia significativa ($p=0.1816$) entre los tres tratamientos.

Lo anterior significa que los tratamientos con las infusiones de las hojas de Nim tienen similar efectividad acaricida y son una buena opción en comparación con el tratamiento convencional con Ivermectina al 1%.

Durante las seis semanas que duro el tratamiento no murió ningún conejo (mortalidad 0%) esto demostró la baja toxicidad del Nim, debido a esto es seguro para el uso en animales.

PRUEBA DE KRUSKALL WALLIS

SI CURO 1

NO CURO 2

<u>Variable</u>	<u>tratamientos</u>	<u>N</u>	<u>Medias</u>	<u>D.E.</u>	<u>Medianas</u>	<u>H</u>	<u>p</u>
resultados	1.00	10	1.80	0.42	2.00	2.52	0.1816
resultados	2.00	10	1.40	0.52	1.00		
resultados	3.00	10	1.50	0.53	1.50		

** NO HAY DIFERENCIA ENTRE TRATAMIENTOS.

VII CONCLUSIONES

1. El ácaro tipificado en los conejos muestreados fue: *Sarcoptes scabiei var cuniculi*.
2. La infusión de hojas de Nim al 20% (Tratamiento 2) fue la más efectiva para el control de *Sarcoptes scabiei* en conejos.
3. La infusión de las hojas de Nim al 10% y 20% es un tratamiento natural alternativo para el control de *Sarcoptes* en conejos con una efectividad similar o mayor a la Ivermectina al 1%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se debe seguir la metodología indicada para la preparación de las infusiones de Nim, para que la concentración del principio activo de Nim sea el adecuado y no se desnaturalice.
2. Al momento de la elaboración y aplicación de las infusiones se recomienda realizarlo en un lugar ventilado, utilizar mascarilla, guantes, lentes y bata. Debido a que el Nim libera sustancias volátiles que pueden ser irritantes para la piel, ojos y vías respiratorias. Almacenar el producto en recipientes adecuados y en refrigeración para prolongar su tiempo de vida.
3. Se recomienda utilizar la infusión de Nim a una concentración no menor del 20% para el control efectivo de ácaros en conejos.
4. Realizar más investigaciones para evaluar otras presentaciones del Nim como tinturas, extracto alcohólico u oleoso, para el tratamiento de enfermedades en otras especies de animales de producción.

IX. RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el efecto acaricida por vía tópica, de dos concentraciones de la infusión de hojas de Nim al 10% (Tratamiento 1) y 20% (Tratamiento 2) comparado con Ivermectina al 1% (Tratamiento 3). Se trabajó con 3 grupos de 10 conejos infectados con ácaros. Se tipificó por medio del método directo al ácaro: *Sarcoptes scabiei var cuniculi*. Las hojas de Nim se colectaron en Rio Hondo Zacapa, se sometieron a un proceso de secado adecuado para luego elaborar las infusiones e iniciar los tratamientos. Las mediciones de las lesiones se hicieron linealmente debido a la irregularidad de sus áreas y se utilizó los porcentajes de reducción promedio para facilitar los cálculos y elaboración de gráficas.

En la última semana de tratamiento los porcentajes de reducción obtenidos fueron: Tratamiento 1(92.24%), Tratamiento 2(99.07%) y Tratamiento 3(98.52%). En relación al porcentaje de efectividad: Tratamiento 1(20%), Tratamiento 2(60%) y Tratamiento 3(50%). Se observa que el Tratamiento 2, fué el que mejor resultados obtuvo.

El análisis estadístico, se basó en un diseño completamente al azar que comparó 3 tratamientos de 10 repeticiones y la unidad experimental fue de un conejo. Los resultados se procesaron utilizando la prueba estadística de Kruskal Wallis ($p=0.05$) la cual comparó la variable reducción de las lesiones categorizado a: 1(si redujo) y 2(no redujo). Los resultados determinan que no existe diferencia significativa ($p=0.1816$) entre los tres tratamientos, lo que significa que los tratamientos con las infusiones de las hojas de Nim tienen similar efectividad acaricida y son una buena opción en comparación con el tratamiento convencional con Ivermectina al 1%, además se demostró su falta de toxicidad debido a que la mortalidad fue del 0%.

SUMMARY

A study was conducted to evaluate the effect of acaricide topical, of two concentrations of Nim leaves infusion: 10% (treatment 1) and 20% (treatment 2) compared with Ivermectina at 1 (treatment 3). We worked with 3 groups of 10 rabbits infected with mites. Typified by the direct method to the mites: *Sarcoptes scabiei var cuniculi*. The Nim leaves were collected in Rio Hondo Zacapa, were subjected to a drying process appropriate to then prepare infusions and start treatments. Injury measurements were linearly due to the irregularity of their areas and use the average reduction percentages to facilitate calculations and preparation of graphs.

The reduction percentages obtained were in the last week of treatment: treatment 1 (92.24%), treatment 2 (99.07%) and treatment 3 (98.52%). In relation to the percentage of effectiveness: treatment 1 (20%), treatment 2 (60%) and treatment 3 (50%). Treatment 2 was the best results obtained.

The statistical analysis was based on a completely randomized design that compared 3 treatments of 10 repetitions, and the experimental unit was a rabbit. The results were processed using the statistical test of Kruskal Wallis ($p=.05$) which compared the variable reduction of injuries categorized a: 1(If reduced) and 2(not reduced). The results determine that significant difference ($p=0.1816$) there between the three treatments, meaning infusions of the leaves of Nim treatments are similar acaricide effective and are a good option in comparison with conventional treatment with Ivermectina at 1%, also demonstrated its lack of toxicity since mortality was 0%.

X. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Azadirachta indica. 2008. (en línea). Consultado 27 ago. 2009. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Azadirachta_indica.
- 2) Propiedades terapéuticas del Nim. 2005. (en línea). Consultado 28 ago. 2009. Disponible en <http://www.sodepaz.org/nim/index.htm>
- 3) Árbol de Nim: usos y propiedades. 2008. (en línea). Consultado 3 sep. 2009. Disponible en [http:// www. publicalpha.com/arbol-del-neem-usos-y-propiedades/comment-page-1/](http://www.publicalpha.com/arbol-del-neem-usos-y-propiedades/comment-page-1/)
- 4) Sarcoptes scabiei. 2009. (en línea). Consultado 16 oct. 2009. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Sarcoptes_scabiei
- 5) Enfermedades parasitarias en conejos. 2005. (en línea). Consultado 12 sep. 2009. Disponible en: http://cuencarural.com/granja/cunicultura/enfermedades_parasitarias_en_cunicultura.
- 6) Parásitos externos de los conejos. 2006. (en línea). Consultado 6 sep. 2009. Disponible en: <http://www.tiendanimal.es/articulo.php?id=85categoria=19>.
- 7) Rejas, L. 2008. Sarna sarcóptica del conejo. (en línea). Consultado 24 sep. 2009. Disponible en: http://www.foyel.com/cartillas/25/dermatologia_clinica_veterinaria.html.
- 8) El Manual Merck de Veterinaria. 2000. 5 ed. Barcelona Es, Oceano , Merial. 2558 p.

- 9) Medleau,Louis. 2007. Dermatología de pequeños animales. 2 ed. España, Elsevier Saunders. 507 p.

- 10) Radostits, OM. 2002. Exámen y diagnóstico clínico en Veterinaria. 2 ed. España, Harcout Saunders. 450 p

XI. ANEXOS

TABLA 1: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DEL TOTAL DE LAS LESIONES

Semanas	T1 (Nim 10%)	T2 (Nim 20%)	T3 (Ivermectina 1%)
1	0	0	0
2	16.53	24.96	45.56
3	37.54	53.93	69.33
4	62.66	79.33	84.8
5	82.84	92.66	94.16
6	96.24	99.07	98.52

- Ver gráfica1

TABLA 2: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES A LAS SEIS SEMANAS DE TRATAMIENTO

Conejo	T1(Nim 10%)	T2 (Nim 20%)	T3(Ivermectina 1%)
1	100	100	96.15
2	98.65	97.22	97.62
3	93.62	96.97	98.08
4	95.74	100	100
5	98.18	100	97.37
6	91.93	100	96
7	93.18	98.41	100
8	100	100	100
9	92.98	98.08	100
10	98.11	100	100

Tratamientos	Animales con reducción del 100%
T 1(Nim 10%)	20%
T 2(Nim 20%)	60%
T 3(Ivermectina 1%)	50%

- Ver gráfica 2

TABLA 3: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN MIEMBRO ANTERIOR POR SEMANA

Semanas	T1(Nim 10%)	T2(Nim 20%)	T3(Ivermectina 1%)
1	0	0	0
2	10.97	24.28	50
3	31.7	48.57	75
4	59.76	74.28	86.54
5	78.05	90	98.08
6	92.68	100	100

- Ver gráfica 3

TABLA 4: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN MIEMBRO POSTERIOR POR SEMANA

Semanas	T1(Nim 10%)	T2(Nim 20%)	T3(Ivermectina 1%)
1	0	0	0
2	11.9	23.08	52
3	32.14	52.31	74
4	58.33	80	84
5	77.38	93.85	96
6	96.9	98.46	100

- Ver gráfica 4

TABLA 5: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN OREJAS POR SEMANA

Semanas	T1(Nim 10%)	T2(Nim 20%)	T3(Ivermectina1%)
1	0	0	0
2	19.61	24	37.4
3	40.38	53.2	62.21
4	63.46	79.2	82.44
5	82.69	92	92.37
6	96.53	98.8	97.7

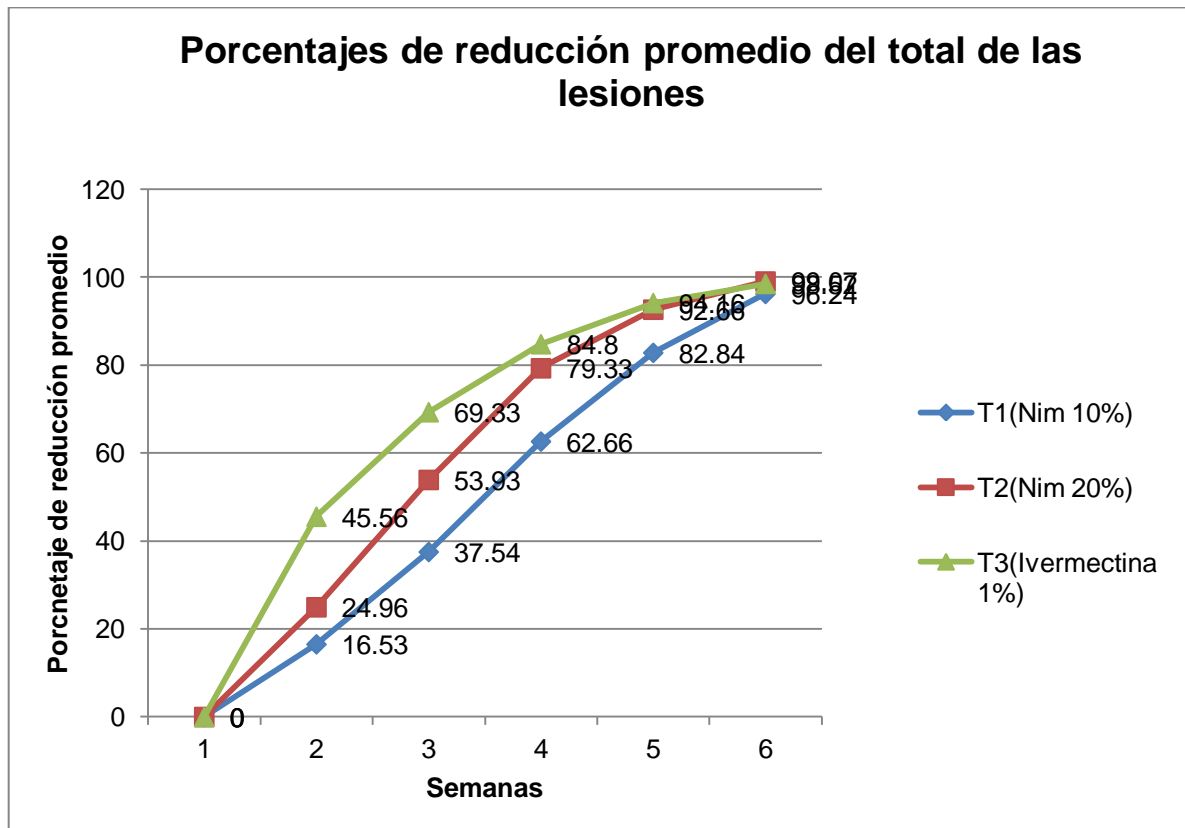
- Ver gráfica 5

TABLA 6: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN NARIZ POR SEMANA

Semanas	T1(Nim 10%)	T2(Nim 20%)	T3(Ivermectina 1%)
1	0	0	0
2	25.64	38.71	37.89
3	54.87	67.74	78.95
4	76.92	92.25	94.74
5	100	100	100
6	100	100	100

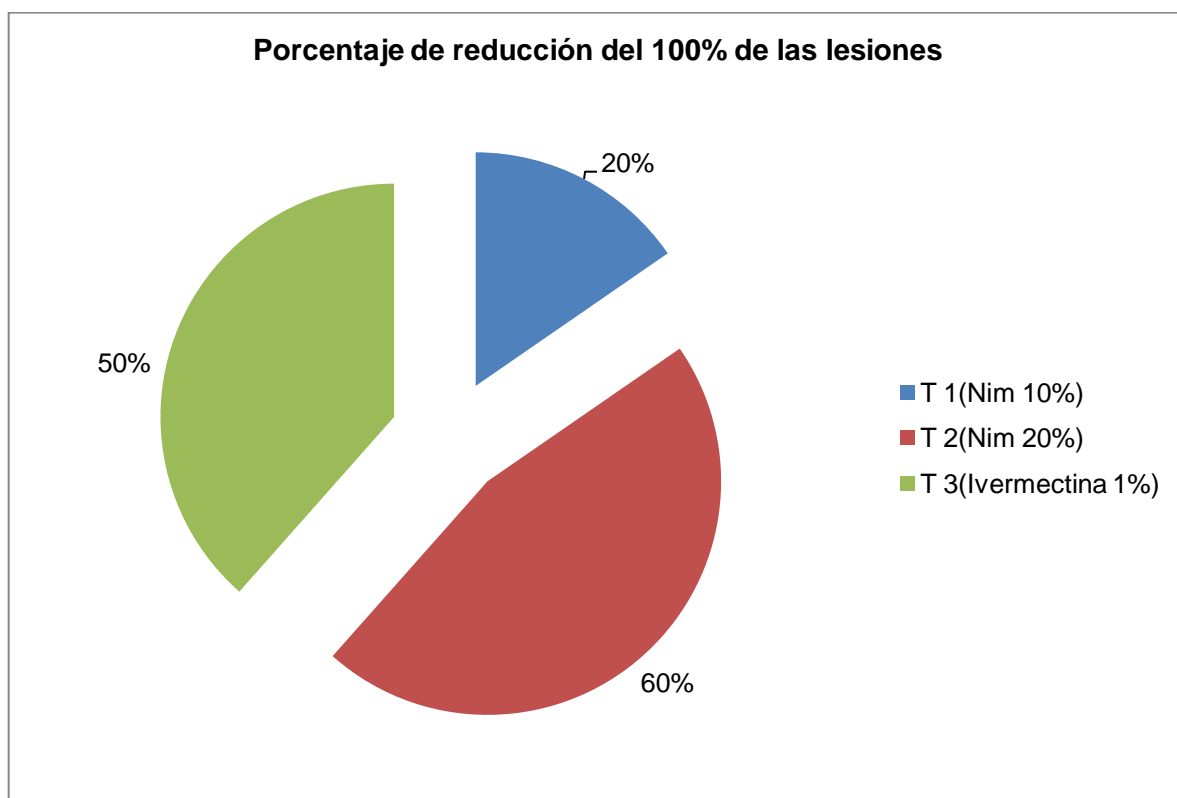
- Ver gráfica 6

GRÁFICA 1: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DEL TOTAL DE LAS LESIONES



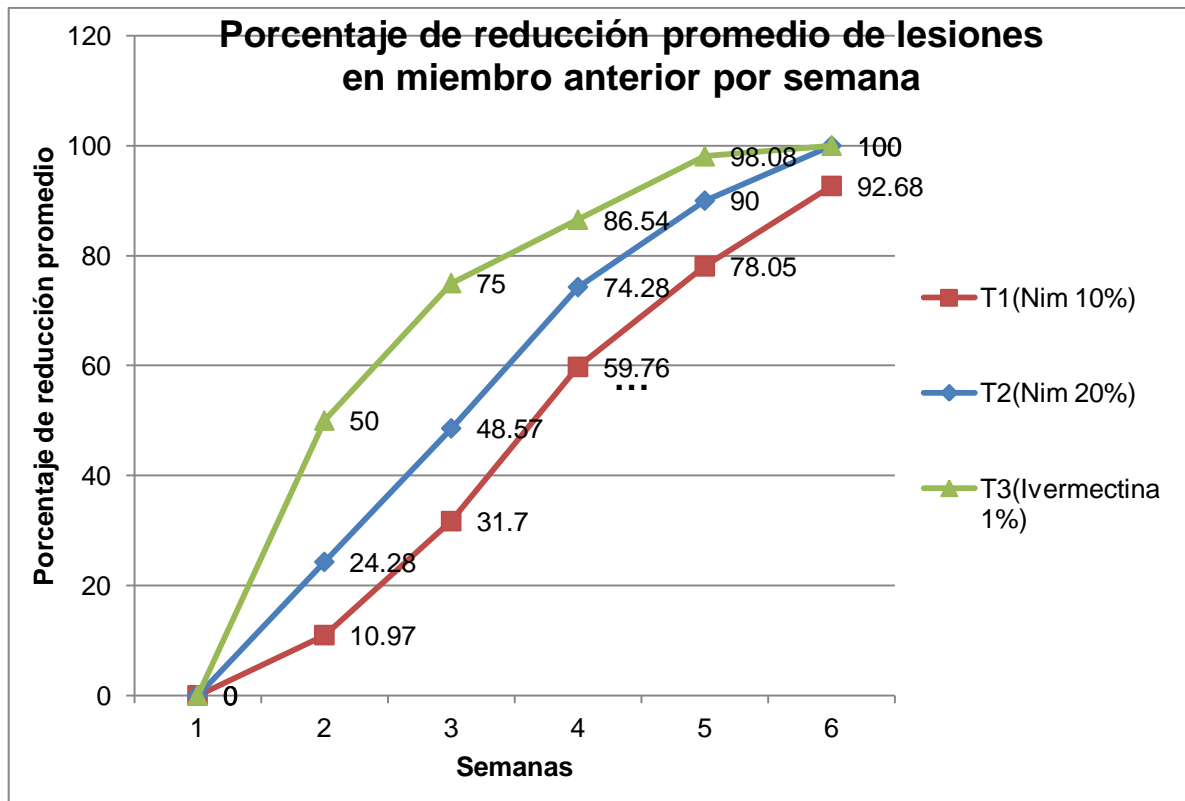
*Ver tabla 1

GRÁFICA 2: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL 100% DE LAS LESIONES



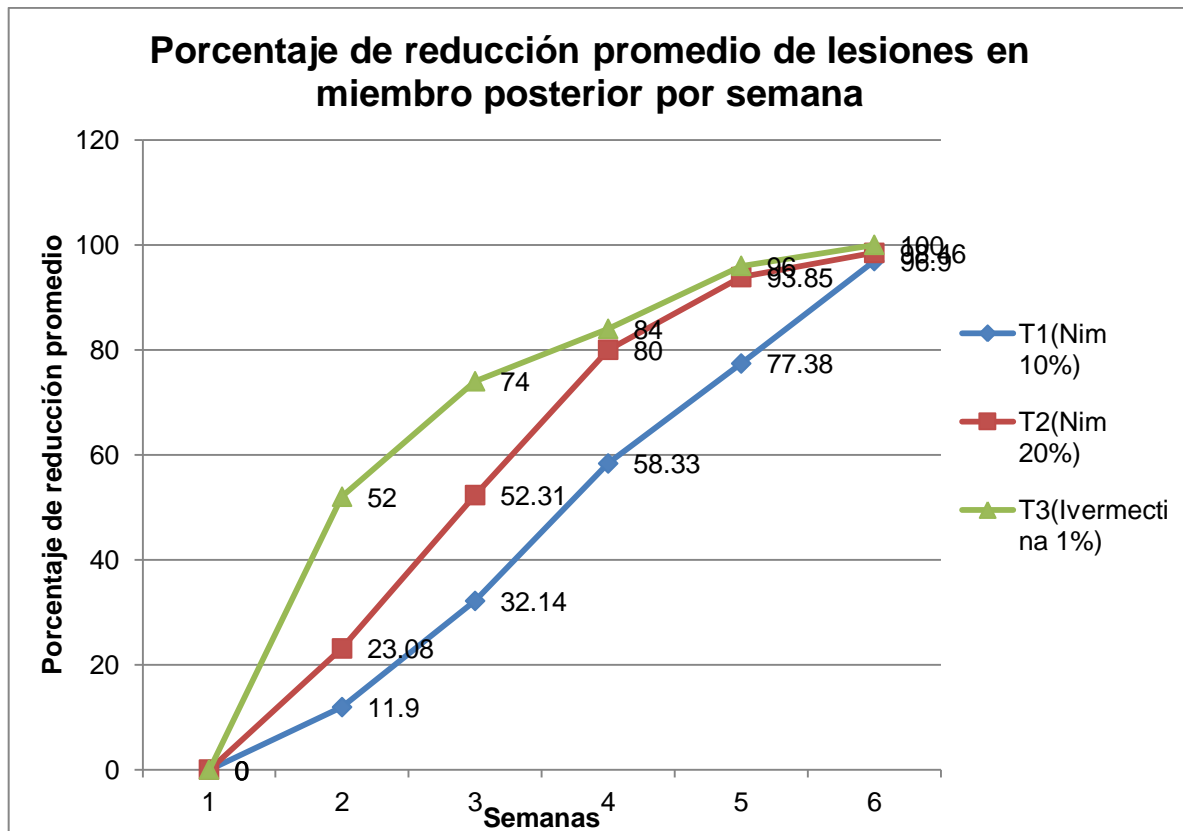
*Ver tabla 2

GRÁFICA 3: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN MIEMBRO ANTERIOR POR SEMANA



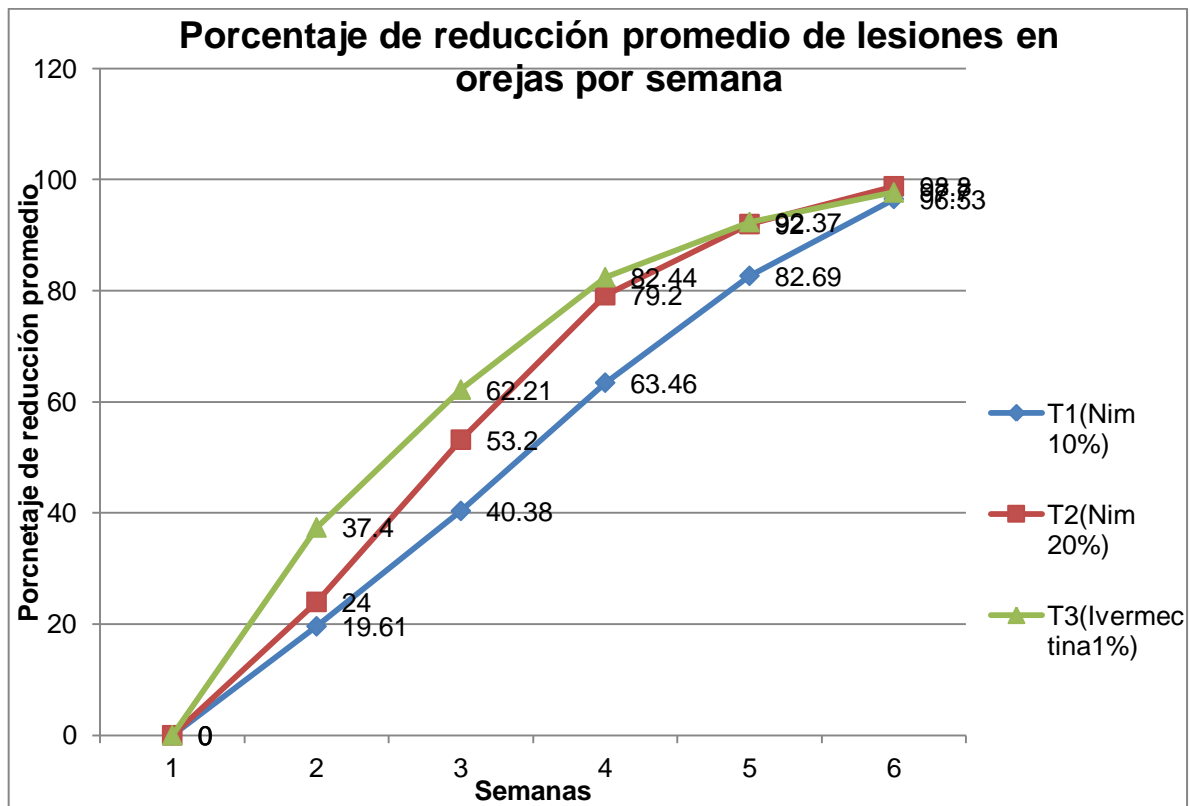
*Ver tabla 3

GRÁFICA 4: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN MIEMBRO POSTERIOR POR SEMANA



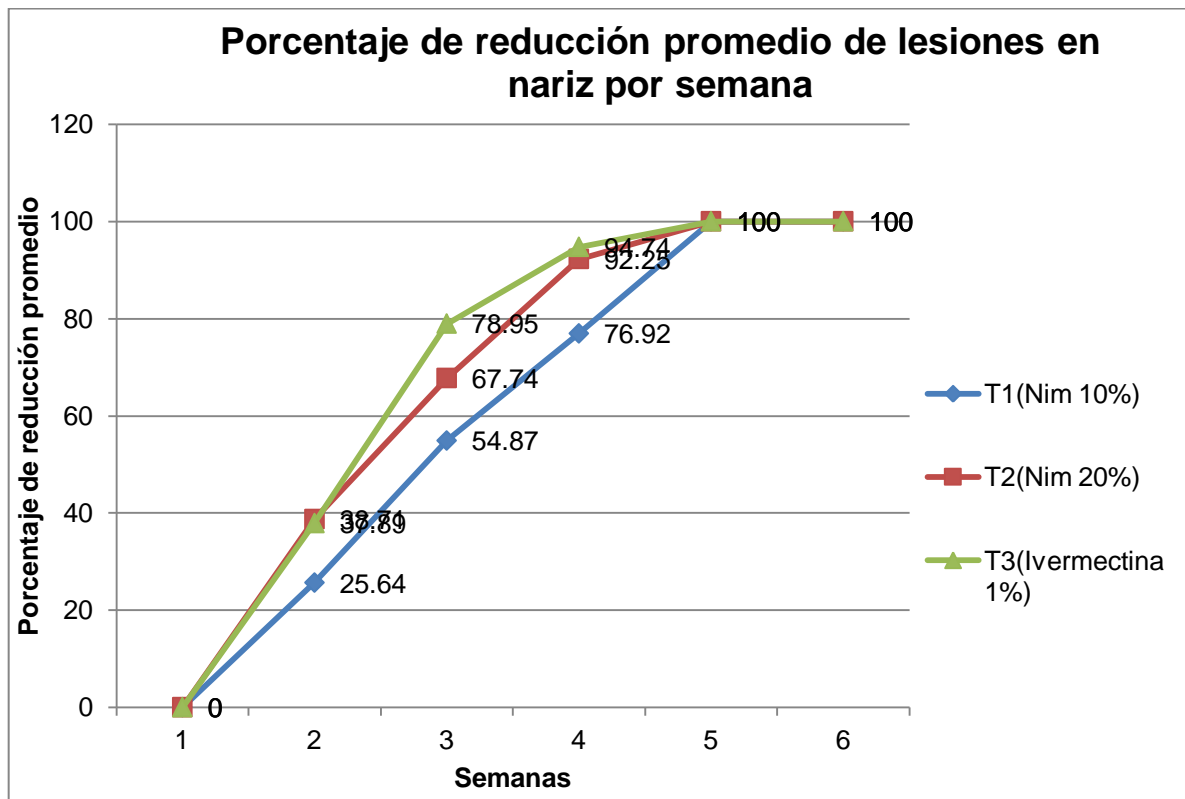
*Ver tabla 4

GRÁFICA 5: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN OREJAS POR SEMANA



*Ver tabla 5

GRÁFICA 6: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PROMEDIO DE LESIONES EN NARIZ POR SEMANA



*Ver tabla 6

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

**“EVALUACIÓN DE LA INFUSIÓN DE LAS HOJAS DEL ÁRBOL DE
NIM (*Azadirachta indica*) ELABORADO EN DOS
CONCENTRACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÓPICO DE
ÁCAROS EN CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)”.**

Br. Ricardo Alejandro de León Hurtado

M.V. Manuel Eduardo Rodríguez Zea.
Asesor Principal

M.V. Gustavo Enrique Taracena Gil.
Asesor

Lic. Edgar Amílcar García Pimentel
Asesor

IMPRÍMASE:

Lic. MSc Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO