

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**Desparasitación de nemátodos gastrointestinales en ovinos de encaste pelibuey-blackbelly (*Ovis aries* L.) con hoja de Nim (*Azadirachta indica* J.) en el Centro de Capacitación Chinampa, San Salvador, El Salvador.**

**POR**

**Karen Armida Molina Franco**

**Marta Gladys Osegueda Parada**

**Juan José Conrado Melgar**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**Licenciada(o) en Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Ciudad Universitaria, Abril 2016**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR INTERINO:**

**LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN**

**SECRETARIA GENERAL:**

**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:**

---

**Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos**

**DOCENTES DIRECTORES:**

---

**Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta**

---

**MVZ. Ramón Oviedo Zelaya**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:**

---

**Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García**

## Resumen

La investigación se realizó en el Centro de Capacitación Chinampa, municipio de Apopa, San Salvador en el período de noviembre 2014 a mayo 2015. Se evaluó el efecto de la hoja de Nim (*Azadirachta indica* J.), como desparasitante interno contra nemátodos gastrointestinales en ovinos de encaste pelibuey-blackbelly. Se utilizaron veinte ovinos (hembras), entre edades de tres meses a cinco años, con pesos que oscilan entre 5 a 35 kilogramos, repartidos en cinco bloques, compuestos cada uno por cinco diferentes rangos de edad. Se asignaron cinco unidades experimentales (ovejas) en cada uno de los cuatro tratamientos. Se preparó la infusión de hoja de Nim en dos diferentes concentraciones (0.12 % y 0.24 %), y luego se les suministró a los ovinos por vía oral durante nueve días seguidos a dos de los tratamientos (T1 y T2), mientras que al tercer tratamiento (T3) se le suministró Levamisol 10% vía oral. Al tratamiento testigo (T0), se le suministró solución salina al 0.9% vía oral. Durante la investigación se tomaron muestras de heces directamente del recto los días 0, 7, 14, 21, 28 y 35 para obtener la carga parasitaria presente en los animales en el transcurso de la investigación. Esta se obtuvo recolectando las heces directamente del recto y posteriormente realizando la técnica de McMaster. Las variables fueron carga parasitaria, efectividad y peso. Además se hizo una comparación de costos económicos. Los principales resultados fueron: para la variable carga parasitaria se observó que disminuyeron con la aplicación de infusiones de 0.12% (T1) y 0.24% (T2) de nim y con 20 mg/kg de levamisol 10% (T3), a partir del día 21 hasta el 35, las cantidades de huevos por gramo de heces encontradas en los tratamientos T1, T2 y T3 fueron similares y significativamente menores al testigo. Los tratamientos con 0.12% (T1) y 0.24% (T2) de nim y levamisol 10% (T3) tuvieron efectividades de 88.52%; 92.86% y 96.87% respectivamente. Hubo incremento de peso en todos los tratamientos a lo largo de la investigación y no hubo efecto de los tratamientos sobre los pesos finales, mientras que sí hubo efecto de la edad. Además el peso inicial, afectó significativamente los pesos finales, y se observó que el peso inicial no tuvo relación con la carga parasitaria. El desparasitante comercial (levamisol 10%), fue el que tuvo el costo más elevado, seguido de la infusión de Nim al 0.24% y el de menor costo fue la infusión de Nim al 0.12%.

**Palabras Clave:** Nim, desparasitante, nemátodo, ovino, levamisol, McMaster.

## Abstract

The research was carried out in the Center of Chinampa Capacitacion, San Salvador in the period of November 2014 to may 2015. Evaluated the effect of the leaf of Nym (*Azadirachta indica* j.), deworming internally against gastrointestinal nematodes in sheep of inlaid pelibuey-blackbelly. Twenty sheep (females) were used, divided into five blocks, each consisting of five different age ranges. Five experimental units (sheep) in each of the four treatments were allocated. Prepared infusion of Nym leaf in two different concentrations (0.12% and 0.24%), and then it was delivered them to sheep by mouth during nine days in a row to two treatments (T1 and T2), while to the third treatment (T3) is provided to you by Levamisole 10% orally. Treatment control (T0), are you supplied saline solution 0.9% orally. During the investigation stool samples were taken directly from the rectum days 0, 7, 14, 21, 28 and 35 for parasitic load in animals in the course of the investigation. The variables were parasite load, effectiveness and weight. In addition a comparison of costs was made. The main results were: for the variable parasitic load is observed that decline with implementation of infusions of 0.12% (T1) and 0.24% (T2) neem and 20 mg / kg of levamisole 10% (T3), from 21 to 35 the quantities of eggs per gram of feces found in the T1, T2 and T3 were similar and significantly lower the witness. Treatment with 0.12% (T1) and 0.24% (T2) neem and levamisole 10% (T3) had effectivities of 88.52%; 92.86% and 96.87% respectively. There were increases in weight in all treatments throughout the investigation and no effect of treatments on the final weights, while if it was the effect of age, plus the initial weight, significantly affect the final weights, and found to the initial weight was not related to the parasitic load. The commercial (levamisole 10%) dewormer, was the one who had the highest economical costs, followed by the infusion of Nim to 0.24% and less expensive infusion Nim was 0.12%.

**Key Words:** Neem, dewormer, nematodes, sheep, levamisol, McMaster.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Centro de Capacitación Chinampa, en especial a su directora Ruby Benítez, por permitirnos realizar nuestro trabajo de investigación con los ovinos de la institución, y a “Don Beto” por la ayuda brindada con el manejo de los animales.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), por permitirnos trabajar en el laboratorio de parasitología, usando las cámaras McMaster y demás materiales para realizar la metodología de laboratorio. Y un especial agradecimiento a la M.V.Z Carolina Cabrera, encargada del área de laboratorio, por la capacitación y asesorías brindadas durante nuestra investigación.

A la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, de dónde se obtuvieron las hojas de Nim necesarias para llevar a cabo nuestra tesis.

Al Ing. Carlos Enrique Ruano Iraheta, y al M.V.Z Ramón Oviedo Zelaya, por ser nuestros asesores, por su apoyo y aporte con sus observaciones durante toda la fase de investigación.

A nuestra querida familia, por su apoyo incondicional, durante todos nuestros años de estudio, hasta nuestra formación profesional, y a nuestros compañeros de tesis, por siempre mantenernos unidos y trabajar en un ambiente de armonía, y siempre colaborar equitativamente.

## INDICE

Resumen.....	iv
Agradecimientos.....	vi
Índice general.....	vii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xiii
1. Introducción.....	1
2. Revisión bibliográfica.....	2
2.1 Importancia de las producciones ovinas en El Salvador.....	2
2.2 Importancia económica de la incidencia de nemátodos.....	2
2.3 Parasitismo.....	2
2.3.1 Tipos de parásitos.....	3
2.4 Nemátodos gastrointestinales en ovinos.....	4
2.4.1 Ciclo biológico de nemátodos gastrointestinales.....	4
2.4.2 Familia <i>Trichostrongylidae</i> .....	5
2.4.2.1 <i>Haemonchus contortus</i> .....	5
2.4.2.2 <i>Trichostrongylus</i> spp.....	7
2.4.2.3 <i>Strongyloides</i> spp.....	7
2.4.3 Familia <i>Trichuridae</i> .....	8
2.4.3.1 <i>Trichuris</i> spp.....	8
2.5 Respuesta inmunitaria del huésped.....	9
2.6 Productos químicos comerciales.....	10
2.6.1 Levamisol 10%.....	10
2.6.1.1 Mecanismo de acción.....	11
2.6.1.2 Farmacocinética del levamisol.....	12
2.6.1.3 Seguridad del levamisol.....	12
2.6.1.4 Resistencia de los helmintos al levamisol.....	12
2.7 Criterios para escoger una planta como fuente de desparasitante.....	12
2.8 Árbol de Nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.).....	13

2.8.1	Clasificación taxonómica y nombres comunes.....	13
2.8.2	Requerimientos ambientales del Nim.....	13
2.8.3	Usos de la planta de Nim.....	14
2.8.4	Otros usos del Nim.....	14
2.8.5	Composición química del Nim.....	15
2.8.5.1	Mecanismo de acción de la azadiractina.....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1	Descripción del estudio.....	16
3.1.1	Localización de la investigación.....	16
3.1.2	Duración de la investigación.....	16
3.1.3	Manejo general.....	16
3.1.4	Instalaciones.....	16
3.2	Preparación de infusión de hojas de Nim.....	17
3.3	Metodología de campo.....	18
3.3.1	Recolección de muestras.....	18
3.3.2	Tratamientos.....	18
3.3.3	Toma de datos.....	18
3.4	Metodología de laboratorio.....	19
3.4.1	Método de McMaster para el cálculo de la carga parasitaria .....	19
3.5	Metodología estadística.....	20
3.5.1	Diseño estadístico.....	20
3.5.2	Prueba estadística.....	20
3.5.3	Unidades experimentales.....	21
3.5.4	Factores en estudio.....	22
3.5.5	VARIABLES en estudio.....	22
3.6	Metodología socioeconómica.....	22
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1	Carga parasitaria.....	23
4.2	Efectividad.....	25
4.3	Peso del animal (kg).....	26
4.4	Comparación económica.....	27
5.	Conclusiones.....	29
6.	Recomendaciones.....	30
7.	Bibliografía.....	31



8. Anexos.....	35
----------------	----

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza.....	20
Cuadro 2. Contrastes ortogonales.....	21
Cuadro 3. Descripción de bloques y tratamientos.....	21
Cuadro 4. Comparación de costos por tratamiento.....	28
Cuadro A-1. Listado de principales plantas medicinales usadas como desparasitantes .....	35
Cuadro A-2. Guía para la interpretación de los recuentos de huevos por gramo de heces en rumiantes con infecciones mixtas.....	35
Cuadro A-3. Carga parasitaria (huevos/gramo de heces) por animal del día 0 al día 35.....	36
Cuadro A-4. Datos transformados de la carga parasitaria.....	37
Cuadro A-5. Promedio de carga parasitaria (huevos por gramo de heces) por tratamiento del día 0 al día 35.....	38
Cuadro A-6. Pesos iniciales y finales de los animales en estudio.....	38
Cuadro A-7. Porcentaje de efectividad por tratamiento.....	39
Cuadro A-8. Análisis de varianza para la variable carga parasitaria por cada semana.....	39
Cuadro A-9. Prueba de contrastes ortogonales para la variable carga parasitaria por cada semana .....	40
Cuadro A-10. Análisis de covarianza para relación entre carga parasitaria, peso inicial y peso final.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cámara McMaster.....	19
Figura 2. Promedio de carga parasitaria por tratamiento por semana.....	24
Figura 3. Promedio de carga parasitaria por bloque por semana.....	24
Figura 4. Efectividad de los tratamientos.....	25
Figura 5. Promedio de pesos iniciales y finales.....	27
Figura A-1. Plano de ubicación de Centro de Capacitación Chinampa.....	43
Figura A-2. Plano de ubicación de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).....	43
Figura A-3. Esquema del corral de los ovinos en estudio en el Centro de Capacitación Chinampa.....	44
Figura A-4. Galera de alojamiento y alimentación de los animales en estudio .....	44
Figura A-5. Ovinos de encaste Pelibuey-blackbelly.....	45
Figura A-6. Botellas de vidrio color ámbar.....	45
Figura A-7. Colador mediano de plástico.....	45
Figura A-8. Cámara McMaster.....	46
Figura A-9. Árbol de Nim en Estación Experimental.....	46
Figura A-10a. Corte de la hoja de Nim.....	46
Figura A-10b. Embolsado de la hoja de Nim.....	46
Figura A-11. Hoja de Nim.....	46
Figura A-12. Hoja de Nim en un litro de agua.....	46
Figura A-13. Filtrado de la hoja de Nim.....	47
Figura A-14. Envasado de la infusión de Nim.....	47
Figura A-15. Infusión de Nim al 0.12% y 0.24% .....	47
Figura A-16. Pesado de las muestras de heces.....	47
Figura A-17. Maceración de la muestra.....	47
Figura A-18. Virtiendo la muestra.....	47
Figura A-19. Agitando la muestra.....	48
Figura A-20. Filtrado de la muestra.....	48
Figura A-21 y A-22. Llenado de la cámara McMaster.....	48
Figura A-23. Observación al microscopio.....	48
Figura A-24. Huevo de <i>Haemonchus contortus</i> .....	48
Figura A-25. Huevos de <i>Haemonchus contortus</i> .....	49
Figura A-26. Identificación de los animales.....	49

Figura A-27. Pesado de los animales.....	49
Figura A-28. Suministro de los tratamientos.....	49
Figura A-29. Toma de muestras de heces.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Concentración de los tratamientos a aplicarse.....	50
Anexo 2. Cálculo de la efectividad de los tratamientos.....	50
Anexo 3. Cálculo de energía eléctrica.....	50
Anexo 4. Cálculo de mano de obra para elaboración de infusión de Nim .....	51
Anexo 5. Cálculo de costo de hoja de Nim.....	51
Anexo 6. Cálculo de mano de obra para aplicación de los tratamientos.....	51

## 1. Introducción

El parasitismo es una asociación heterotípica negativa, con beneficio prácticamente unilateral de carácter fisiológico. La asociación heterotípica se refiere a aquellas que se dan entre individuos de distinta especie que coinciden en un espacio y tiempo determinado (Lapage 1976).

Las parasitosis internas ocasionan graves daños a las limitadas producciones ovinas, disminuyendo su productividad. A esto se une la falta de conocimiento de planes profilácticos y la poca higiene en los lugares en donde se mantienen los animales (Junquera 2007).

En relación a esta problemática fue necesario planificar un adecuado control sanitario para garantizar la prevención y control de las enfermedades parasitarias. Sin embargo, establecer controles profilácticos requiere de inversiones que a la mayoría de los ovinocultores se les dificulta realizar por la carencia de recursos económicos y baja rentabilidad de sus rebaños.

Es bajo esta circunstancia que se consideró la alternativa de utilizar desparasitantes naturales a base del uso de hojas del árbol de Nim (*Azadirachta indica* J.), debido a que en El Salvador es posible obtenerlo, no contamina el ambiente y se evita incurrir en altos costos de desparasitación.

Uno de los primeros ingredientes activos aislados de Nim, azadiractina ha demostrado ser el agente principal del árbol para luchar contra los insectos y nemátodos. La mayoría de los efectos antialimentarios y antihormonales son debidos a este principio activo (Valle Pezzarossi 2011).

En esta investigación se evaluó el efecto de la hoja de Nim como desparasitante interno en ovinos de encaste pelibuey-blackbelly, como una alternativa natural de bajo costo económico para los ovinocultores de escasos recursos económicos.

## **2. Revisión bibliográfica**

### **2.1. Importancia de las producciones ovinas en El Salvador**

La oveja raza Pelibuey, es originaria de África Occidental y se ha difundido en América, principalmente en las Antillas; su característica principal es que está cubierta de pelo y no de lana como las criollas, son animales rústicos, adaptados a los climas calientes y semiáridos como el de El Salvador (Mata 1996).

La crianza de la oveja pelibuey es una alternativa de producción para los ovinocultores de menor escala que buscan mejorar sus ingresos y generar alimentos, debido al fácil manejo de esta explotación a nivel familiar, además esta especie no compite con los bovinos, tiene mayor número de crías por parto, alta resistencia a los climas calientes y enfermedades y pastorean todo el día (Sánchez Rodríguez 2006).

### **2.2 Importancia económica de la incidencia de nemátodos**

Las enfermedades parasitarias se encuentran entre las causas más frecuentes e importantes que ocasionan una ineficiencia biológica y económica en los sistemas pecuarios del país; tales problemas disminuyen sutil o apreciablemente la producción de los animales, trayendo como consecuencia bajas utilidades al productor favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria (Cordero del Campillo *et al.* 1999).

### **2.3. Parasitismo**

El parasitismo es una asociación heterotípica negativa, con beneficio prácticamente unilateral, de carácter fisiológico. Asociación heterotípica se refiere a aquellas que se dan entre individuos de distinta especie que coinciden en un espacio y tiempo determinado. El concepto de parasitismo se fue perfilando a lo largo del tiempo. El término parásito procede del nombre dado a unos sacerdotes auxiliares que “sentados al lado del alimento” sentido etimológico del sacrificio, participaban más tarde de la ofrenda; de aquí el sentido despectivo que además, tiene el término, desde su origen griego (Cordero del Campillo *et al.* 1999).

Las relaciones parásito/hospedador están gobernadas por la exigencia de nutrientes por parte del parásito. Tienen dependencia metabólica estricta y selectiva los parásitos obligados, incapaces de vida libre, mientras que son parásitos facultativos los que viven libres y ocasionalmente, pueden acomodarse al parasitismo, confundándose algunas veces con los accidentales u ocasionales, capaces de parasitismo fugaces debidos a encuentros

meramente incidentales con un hospedador. Una situación especial ocupan los hemiparásitos, que sólo adquieren del hospedador parte del alimento que requieren (Quiroz Romero 1999).

La duración de la estancia en el hospedador y la fase parasitaria implicada, permiten distinguir parásitos temporales y estacionarios. Si sólo es parásita una de las fases del ciclo se dice que son parásitos periódicos, mientras que si todos los estadíos llevan vida parasitaria se consideran parásitos permanentes. Una peculiar situación afecta a los que llevan vida parásita cuando inicia su ciclo y se transforman en depredadores al concluirlo (Urquhart *et al.* 2001).

### **2.3.1. Tipos de parásitos**

Considerando diversos criterios pueden establecerse las siguientes categorías de parásitos, advirtiendo que una misma especie parasitaria puede pertenecer a varias de ellas. Por la naturaleza de los parásitos, se habla de *zooparásitos* (reino animal) y *fitoparásitos* (reino vegetal) (Borchert 1962).

Dependiendo de su relación con los hospedadores, caben muy diversas situaciones. Según su localización, son ectoparásitos o parásitos externos, los situados sobre la piel, plumas, etc. Y endoparásitos los que viven en el interior del organismo, ya sea en las cavidades orgánicas, en las vísceras, bien en el lumen o en el seno de los tejidos, en situación intercelular o intracelular, en este caso en el citoplasma o en el núcleo (Lapage 1976).

Finalmente, considerando la capacidad morbígena se habla de parásitos patógenos, facultativamente patógenos y apatógenos que, estrictamente hablando, deben considerarse comensales. Muchas veces la capacidad patógena guarda relación con la antigüedad de la relación filogenética entre parásito y hospedador, de tal manera que, cuando es muy prolongada, se convierten en parásitos específicos y tienden a ser razonablemente bien tolerados, mientras que si es reciente, como ocurre con los llamados parásitos incoactivos, especies libres que inician la vida parasitaria, la reacción puede ser más violenta. Sin embargo, en ciertos casos se ha llegado a pensar que la presencia de parásitos puede tener algún efecto favorable sobre los hospedadores (Cordero del Campillo *et al.* 1999).



## **2.4. Nemátodos gastrointestinales en ovinos**

Los animales en pastoreo se infectan de nemátodos parásitos del orden *Strongylida*. Las especies más comunes son: *Haemonchus contortus* (abomaso), *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp, y *Strongyloides papillosus* (intestino delgado) y *Oesophagostomum columbianum* (intestino grueso). La infección por estos nemátodos gastrointestinales siempre es mixta, es decir, participan simultáneamente varios de los parásitos mencionados, además de nemátodos de los géneros *Trichuris*, *Capillaria*, *Toxocara* y cestodos del género *Moniezia*. La infección puede ser subclínica, ocasionando pérdidas importantes en los sistemas de producción, como baja ganancia de peso, o clínica, con una alta morbilidad y mortalidad en animales jóvenes (Rodríguez Vivas y Salazar Cerda 2000).

La forma de los nemátodos parásitos es cilíndrica, fusiforme o filiforme. La superficie corporal es finamente anillada, en la mayoría de los casos. La capa externa consta de una membrana resistente de naturaleza quitinosa. Los nemátodos son casi exclusivamente unisexuales, desarrollándose a veces por vía partenogenética. La especificidad del hospedador, es decir, la necesidad de una determinada especie animal, puede ser fuertemente acusada. Los gusanos se alimentan del quilo intestinal, el cual es un fluido formado por bilis, jugo pancreático y lípidos emulsionados, o del revestimiento de la mucosa intestinal, que succionan. Para digerir los productos nutritivos intervienen fermentos proteo, amilo y glucolíticos. El metabolismo de los parásitos que viven en un hospedador es extraordinariamente activo, especialmente en las hembras, a causa de la producción de huevos (Mehlhorn y Piekarski 1993).

El desarrollo de los huevos y larvas de muchas especies, depende intensamente del oxígeno, humedad y calor, siendo influido por una serie de factores ambientales, como el clima, temperatura del aire y suelo, viento, pluviosidad, inundaciones, estancamientos de agua, iluminación (insolación, sombras), tipo de suelo, estructura y humedad del mismo y tipo de cubierta vegetal que lo reviste. Influyen favorablemente las temperaturas frescas y la humedad, así como las plantas rastreras tupidas, árboles que proporcionan sombra, etc. (Noble y Noble 1965).

### **2.4.1. Ciclo biológico de nemátodos gastrointestinales**

Se comienza cuando el macho fecunda a la hembra, y posteriormente se da la ovoposición y se forma una larva infectante, el cigoto formado se desarrolla hasta producir un nemátodo

juvenil llamado larva, la primera larva se llama L1 o larva del primer estadio, esta crece hasta convertirse en L2 o larva de segundo estadio la cual crece para mudar a larva del tercer estadio o L3. Estas se forman dentro de la cascara del huevo, estos se llaman infectantes. La L3 debe ingresar al hospedador definitivo para completar su desarrollo. Esta puede ingresar por medio de los alimentos, agua de bebida o simplemente por la boca o a través de la piel. La L3 muda a L4 que a su vez crece y muda a parásito juvenil que es en todo similar al adulto, pero que aún no ha desarrollado su aparato reproductor (Borchert 1962).

#### **2.4.2. Familia *Trichostrongylidae***

Estos gusanos existen en todas las especies domésticas, exceptuadas las carnívoras. Se trata de gusanos de varios milímetros de longitud, filiformes o capilares, que tienen su localización en el cuajar y en el intestino delgado. Su ciclo es directo y se completa en una semana. Los gusanos poseen solamente una exigua cavidad bucal, y en la mayoría de los casos no pueden fijarse con firmeza a la mucosa intestinal. En su mayor parte yacen sobre la mucosa, donde producen inflamaciones y con ellas alteraciones de la digestión. Los huevos que eliminan se desarrollan en condiciones adecuadas al cabo de 3 – 4 días, alcanzando el estado infestante (Cordero del Campillo *et al.* 1999).

Se distinguen cinco géneros (*Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperaria*, *Ostertagia* y *Nematodirus*) de los cuales el nombrado en primer lugar es el que mayores daños ocasiona, pues las especies pertenecientes a él son hematófagas. Los gusanos gástricos, por regla general, no solamente se presentan en infestaciones puras, por una sola especie, sino que suelen existir varias al mismo tiempo (infestaciones mixtas). Las mayores pérdidas las producen los Trichostrongílidos en los rumiantes, de los cuales los más atacados son los jóvenes (Borchert 1962).

##### **2.4.2.1. *Haemonchus contortus***

Se encuentra en el abomaso de bovinos, ovinos y caprinos y numerosos rumiantes silvestres. El parásito en estado fresco da el aspecto de un palo de peluquería debido al color rojo del intestino con sangre y al color blanco de los testículos enrollados en espiral en torno al intestino de color rojo. El macho mide de 10 a 20 mm de largo. La hembra mide de 18 a 30 mm de largo (Quiroz Romero 1999).

Los huevecillos ovales y de cascarón delgado miden de 70 a 85 micras de largo por 41 a 48 micras de ancho y los huevecillos encontrados en las heces del huésped se hayan con frecuencia segmentados (Lapage 1976).

La cuarta y quinta larva succionan sangre ocasionando lesiones hemorrágicas en la mucosa del abomaso y viven bajo los coágulos de sangre que se forman sobre ellas. Los gusanos adultos también perforan la mucosa del abomaso por medio de las pequeñas lancetas bucales y succionan así mismo sangre. Todo el desarrollo parasitario tiene lugar, por lo tanto, en el abomaso y esta especie no es parásita en otras partes del tubo digestivo (Quiroz Romero 1999).

La actividad de la cuarta y quinta larva y de los gusanos adultos irrita la mucosa del abomaso provocando inflamación (gastritis). También extraen cantidades considerables de sangre y si el huésped no es capaz de reemplazarla con suficiente rapidez, se desarrolla anemia. Esta anemia se manifiesta por la palidez de la conjuntiva y de las encías. También aparece edema pudiendo presentarse lesiones edematosas entre las dos mitades de la mandíbula inferior, a la que se le dan los nombres de quijada de botella o bolsa de agua. Cuando la anemia está muy avanzada, pueden producirse efectos similares en el lado inferior del abdomen. Al irse efectuando las actividades de los gusanos, las ovejas o el ganado vacuno se vuelven indiferentes y se desnutren. El pelo se pone quebradizo y sin lustre. Los animales pierden apetito y son incapaces de recuperar el peso normal. El *H. contortus* no causa diarrea por lo general, pero otros gusanos presentes pueden ocasionarla alternándose con estreñimiento. La cantidad de sangre extraída del huésped por el *Haemonchus contortus* depende del número de gusanos presentes en el abomaso y de la capacidad del huésped para reponer la sangre perdida (Noble y Noble 1965).

Los efectos de los gusanos sobre la salud de los individuos de algunos rebaños variará de acuerdo con la edad del individuo, el grado de inmunidad que se haya producido, el número de parásitos presente y el estado nutricional y la salud del individuo. Todo esto varía considerablemente en los diversos animales del rebaño y afecta su capacidad para resistir la anemia y para reponer la sangre perdida. Los huéspedes jóvenes (corderos, cabritos y becerros) sufren más severamente. Entre los animales de más edad, los peores efectos se observan en individuos que por alguna razón están débiles o sufren estados de tensión. Así las hembras durante la gestación o la lactancia sufren más intensamente, al igual que los individuos que padecen otras enfermedades que disminuyen su resistencia a la hemoncosis (Urquhart 2001).

#### **2.4.2.2. *Trichostrongylus* spp**

Varias especies de este género son parásitas en el abomaso e intestino delgado de ovejas, cabras, ganado vacuno y otros rumiantes, conejos y liebres. Una especie (*T. axei*) Es parásita en el abomaso de ovejas, cabras, ganado vacuno, venados y antílopes salvajes, y también en el estómago del cerdo, caballos, burro y hombre. Otra especie (*T. tenuis*) es parásito en el ciego e intestino delgado de aves de corral, gallina de guinea, pavo, faisán, perdíz, patos y gansos domésticos y salvajes (Lapage 1976).

Todas las especies del género son pequeñas y delgadas, el macho tiene de 4 a 7 mm de longitud y la hembra de 5 a 7 mm. La bursa copuladora del macho posee grandes lóbulos laterales, pero el lóbulo dorsal no está bien definido. La vulva de la hembra se encuentra por detrás de la porción media del cuerpo. Los huevecillos ovales, con delgado cascarón, miden aproximadamente 75 a 86 micras de largo, por 34 a 45 micras de ancho y al ser puestos van ya segmentados (Mehlhorn y Piekarski 1993).

El ciclo biológico sigue el modelo familiar con huevos de tipo estrogilo y una fase preparasitaria de vida libre. Las larvas infectivas de la especie de rumiantes normalmente emigran a la vegetación, en donde son cubiertas por una lámina de humedad, y están dispuestas para ser ingeridas por animales en el pasto (Lapage 1976).

La fase preparasitaria no es migratoria. Dependiendo de la especie, el desarrollo a adulto es llevado a cabo en la mucosa del abomaso ó del intestino delgado. El periodo prepatente es de 2 a 3 semanas en los rumiantes, y aproximadamente 25 días en los caballos para *T. axei* (Noble y Noble 1965).

El periodo prepatente es de 7 a 8 días y la hipobiosis ocurre durante el invierno en la etapa de L3 desenvainada. Durante la primavera, la reanudación sincronizada del desarrollo de las L3 arrestadas produce una "elevación primaveral" en la producción de huevos de tipo estrogilo, producto de la población de gusanos adultos (Mehlhorn y Piekarski 1993).

#### **2.4.2.3. *Strongyloides* spp**

Estos gusanos tienen de 1-2cm de longitud, pero son tan finos que apenas se ven. Pueden hallarse en todos los animales domésticos y útiles, y tienen su localización en el intestino delgado (Foreyt 2001).

Los huevos eliminados con los excrementos de los animales parasitados son de 40-50 micras de longitud, por 30 de anchura, y contienen un embrión en forma de U, que muy pronto abandona el huevo. En su evolución ulterior y desarrollo complicado, se diferencia de otros nemátodos porque no solamente puede formar generaciones parasitarias. En el intestino solamente parasitan hembras partenogénicas, que ponen huevos de los que nacen larvas, que viven en los excrementos y, o bien alcanzan el estado de larva III infestante, y de nuevo evolucionan hacia hembras adultas partenogénicas, o bien se convierten en generación libre, no parasitaria, con ambos sexos. Sus machos y hembras dan lugar a larvas, que de nuevo siguen la vida parasitaria. La larva III no tiene vaina, o diferencias de las de otros nemátodos, que la pierden en el momento de perforar la pared intestinal. La larva, de corta vida, es por ello muy sensible a la desecación, pero puede vivir fácilmente en libertad en suelos húmedos, tales como los de establos húmedos, boxes y pequeños charcos en sus proximidades. Sobre suelos secos, llegan al estado infestante en número menor. La larva III perfora la piel y tanto por el día como por la noche, puede penetrar a través de la piel íntegra, por ejemplo de la mama, la cara interna de las extremidades y, de modo preferente, por el pulpejo, o con el pienso, a través del anillo faríngeo (González 2002).

Con ello las larvas llegan a un vaso sanguíneo o linfático, pasando a la vía hemopulmonar y, finalmente, al intestino, donde alcanzan la madurez sexual. El desarrollo completa dura, según la temperatura y humedad, unas dos semanas, de modo que en el transcurso del verano pueden desarrollarse varias generaciones. Como las larvas carecen de vaina, pueden lograr penetrar en el cuerpo gérmenes patógenos adheridos a su cutícula, sobre todo en los pulmones, dando lugar a enfermedades (Foreyt 2001).

### **2.4.3. Familia *Trichuridae***

#### **2.4.3.1. *Trichuris* spp**

Varias especies del género *Trichuris* (*Trichuris discolor*, *Trichuris globulosa* y *Trichuris ovis*) infectan bovinos, ovinos y caprinos. Los adultos miden de 3 a 8 cm de longitud y son de color amarillento. Tienen una forma característica que recuerda a un látigo con su mango: la parte posterior del cuerpo es mucho más gruesa (sería el mango), mientras la parte anterior es filiforme (sería el látigo). En los machos, la parte posterior está enrollada y sólo tienen una espícula. Los huevos son pardo-amarillentos, tienen una típica forma de tonel, con una

membrana bastante gruesa y un "tapón" en ambos extremos, y miden unas 40 x 70 micras (Junquera 2007).

Las larvas irritan la mucosa, y los adultos penetran en la pared del ciego con sus finos extremos para alimentarse de sangre. El daño es relativamente leve y sin síntomas, salvo en caso de infecciones masivas (más de 500 adultos por animal). En este caso, puede darse enteritis, ulceración e incluso hemorragia intestinal. También puede haber trastorno de la absorción de fluidos, infecciones masivas pueden causar diarrea acuosa o sangrienta, colitis, pérdida progresiva de peso, anemia y a veces edema. La detección en las heces de los típicos huevos en forma típica de tonel confirma el diagnóstico. También pueden hallarse algunos gusanos en las heces (Foreyt 2001).

## **2.5. Respuesta inmunitaria del huésped.**

En los animales se pueden diferenciar dos tipos de resistencia frente a las parasitosis; una de ellas es la resistencia innata, determinada por características estructurales, bioquímicas o fisiológicas del hospedador, que son capaces de evitar la implantación y/o maduración del parásito en un hospedador. Cuando la resistencia innata es de poca importancia en un animal, actúa entonces el Sistema inmunitario para poder instaurar una resistencia a la invasión parasitaria. Los mecanismos efectores pueden ser específicos como la acción de anticuerpos y células T, o bien no específicos, desencadenados a su vez por mecanismos específicos, como es el caso de la respuesta inflamatoria (Gómez Muñoz 1996).

En condiciones óptimas, el ganado ovino es capaz de responder de forma adecuada a las infestaciones parasitarias por tricostrongílidos, entre ellos *H. contortus*, eliminando la infestación patente o bien adquiriendo un estado inmunitario capaz de evitar reinfestaciones. Las respuestas provocadas son complejas, y en ellas intervienen anticuerpos, células "T" y componentes no específicos derivados de la médula ósea. Las células "T" ejercen su acción de forma indirecta ayudando a la producción de anticuerpos y al desencadenamiento de reacciones inflamatorias (eosinófilos, mastocitos y otros tipos celulares) y cambios fisicoquímicos en el tracto intestinal. Entre estas respuestas se encuentra la exclusión inmune, que actúa durante los dos días siguientes a la infestación, impidiendo el establecimiento de la población parasitaria ingerida. La autocuración es otro tipo de respuesta y está provocada por la ingestión de nuevas larvas infestantes teniendo como consecuencia la eliminación de la población parasitaria adulta o preadulta existente en el animal. En ambas respuestas se ha considerado la hipersensibilidad inmediata como un

mecanismo elector importante en la eliminación de larvas ingeridas y de vermes ya establecidos (Morales *et al.* 2011).

La resistencia a las reinfestaciones es la situación más común en los animales adultos en pastoreo y se produce cuando los animales han sufrido repetidas infestaciones, con dosis larvianas no muy elevadas, a lo largo de los años en el pasto. Muy tempranamente se ha sugerido que la resistencia frente a las reinfestaciones está bajo control genético. La expresión de la respuesta del ganado ovino a las infestaciones por nemátodos gastrointestinales comprende distintas alteraciones en los helmintos, entre las cuales destacan la reducción de su tamaño, descenso de la fertilidad, retraso en el desarrollo parasitario, además de reducciones en el número de vermes presentes en los animales resistentes (Gómez Muñoz 1996).

## **2.6. Productos químicos comerciales.**

Entre las características que debe reunir un desparasitante químico están: eliminar los vermes del organismo hospedador, deben ser lo más inocuos posibles para el hospedador, ser altamente tóxico para los parásitos, deben actuar, a ser posible, con una dosis única, las sustancias activas no deben ser tóxicas para el hombre, el precio debe ser accesible al productor, el modo de actuar debe ser vermicida; (si se consigue matar los vermes en el organismo del hospedador) o vermífuga (cuando los vermes abandonan el hospedador) (Frimmer 1973).

Los desparasitantes químicos comerciales más usados en ovicaprinos son: Doramectina, Ivermectina y Levamisol. La Doramectina es un parasiticida de amplio espectro y larga persistencia que actúa sobre los parásitos internos y externos de importancia económica de los bovinos, ovinos y cerdos. La Ivermectina pertenece al grupo de Avermectinas. Actúa contra parásitos gastrointestinales, formas larvianas y adultos de nemátodos, parásitos pulmonares y parásitos del riñón. Además actúa contra ectoparásitos (Morales Cruz 2005).

### **2.6.1. Levamisol**

El Levamisol, junto con el Fenbendazol, es el antihelmíntico nematicida genérico por excelencia en la clase de productos económicos para la ganadería. Siempre que no haya resistencia es muy eficaz contra los estadios adultos de nemátodos gastrointestinales y respiratorios, y en parte contra sus estadios inmaduros, también los inhibidos. No tiene

ninguna eficacia contra tremátodos (duelas) ni contra céstodos (tenias). Por ello son muy frecuentes las mezclas con fasciolicidas o cestodidas para completar el espectro de acción (Sumano López y Ocampo Camberos 2000).

También tiene un efecto inmunoestimulante y como promotor del crecimiento. Por ser soluble en agua es posible formularlo de muchas maneras (inyectable, aditivos, etc.). El uso en perros y gatos es mucho menor que en el ganado. Durante años se ha empleado también como antihelmíntico humano, pero últimamente este uso ha sido cancelado en varios países (Junquera 2007).

El Levamisol se absorbe en sangre rápidamente, tanto tras inyección subcutánea, como tras administración oral o mediante pour-on externo. También muy rápidamente se distribuye por todo el cuerpo, por ejemplo en el mucus bronquial y en las lágrimas. También alcanza perfectamente el sistema digestivo tras administración parenteral (Sumano López y Ocampo Camberos 2000).

El Levamisol se metaboliza fundamentalmente en el hígado. La excreción se lleva a cabo rápidamente, sobre todo por vía renal. 24 horas tras la administración puede haberse excretado ya el 90% de la cantidad administrada. En cabras, el Levamisol se excreta más rápidamente, lo que exige de ordinario una dosis algo mayor (Botana López *et al.* 2001).

Tras administración tópica por pour-on, la absorción depende enormemente de la temperatura ambiente. Con clima muy caliente puede ser tan rápida, que el riesgo de sobredosis aumenta considerablemente (Junquera 2007).

#### **2.6.1.1. Mecanismo de acción.**

El Levamisol actúa como un estimulante de los ganglios nerviosos de los helmintos que provoca contracciones musculares persistentes. Los gusanos afectados quedan paralizados y mueren o son expulsados del hospedador. También se sabe que el Levamisol actúa como agente modulador de la respuesta inmunitaria del hospedador. A la dosis correcta puede reforzar la respuesta inmunitaria del hospedador a algunas enfermedades infecciosas. Pero ha de hacerse con cautela, pues una sobredosis puede provocar el efecto contrario (Meyer Jones 1959).



### **2.6.1.2. Farmacocinética del Levamisol**

Las sales del Levamisol son muy solubles en agua. Se absorbe rápidamente en sangre y se distribuye rápidamente por todo el cuerpo. Se excreta sobre todo a través de la orina unas 24 horas tras la administración. Cerca del 40% de la dosis administrada se elimina en las heces sin modificar (Sumano López y Ocampo Camberos 2000).

### **2.6.1.3. Seguridad del Levamisol**

Los tiempos de espera para carne entre tratamiento y sacrificio oscilan entre 2 y 7 días, según la formulación. En muchos países estos productos no están aprobados para uso en animales en lactación cuya leche está destinada al consumo humano (Meyer Jones 1959).

### **2.6.1.4. Resistencia de los helmintos al Levamisol**

La resistencia al Levamisol está ya muy extendida, sobre todo entre los nemátodos gastrointestinales (*Chabertia*, *Cooperia*, *Haemonchus*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum*, *Ostertagia*, *Teladorsagia*, *Trichostrongylus*) en ovinos, caprinos y bovinos, si bien la situación en ovinos es mucho más preocupante, pues está más extendida y alcanza niveles más elevados. Hay unos pocos reportes de resistencia en porcinos. La extensión es algo menor que la de la resistencia a los benzimidazoles. En algunos países hay ya cepas de nemátodos gastrointestinales multiresistentes, es decir conjuntamente resistentes al Levamisol y una o más de las otras clases químicas principales de antihelmínticos, los benzimidazoles y los endectocidas. No hay problemas de resistencia de los helmintos al Levamisol en perros y gatos (Junquera 2007).

## **2.7. Criterios para escoger una planta como fuente de desparasitante**

Las sustancias deben ser eficientes contra un amplio espectro de parásitos en concentraciones bajas, no deben ser tóxicas para mamíferos y el ecosistema, ni crear resistencia en parásitos patógenos. Deben ser localizadas en partes accesibles y renovables de la planta, deben ser estables en material vegetal almacenado y en producción. 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 alimentos (Frimmer 1973). Además el CANTA recomienda el uso de algunas plantas antiparasitarias como ajenojo, ajo, ayote,

albahaca, altamisa, epazote y ruda (Cuadro A-1) a dosis de una taza de la infusión en ayunas por nueve días (CENTA 2003).

## **2.8. Árbol de Nim (*Azadirachta indica* J.)**

Es conocido comúnmente como margosa de la India, caracterizado por ser de crecimiento rápido y de raíces profundas, y fuste corto y recto, generalmente, corteza moderadamente gruesa arrugada, de color marrón oscuro a gris, con fisuras de color rojizo castaño (Parrota 1994).

Puede alcanzar un tamaño de 10-15 metros de altura y 30-80cm de diámetro. Posee hojas pinnadas, de color verde intenso en haz y verde pálido en el envés, alternas y compuestas de un promedio de 14 pares de hojuelas. Producen aproximadamente 450 kilogramos de hojas verdes anuales (Zeledón 1987).

### **2.8.1. Clasificación taxonómica y nombres comunes.**

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Melia

Familia: Meliaceae

Género: *Azadirachta*

Nombre científico: *Azadirachta indica*.

Nombres comunes: Árbol del Nim, margosa, limba, cinamomo, mimba, Nimba, kohomba y lila india (Ortega Valle y Obando Urbina 2006).

### **2.8.2. Requerimientos ambientales del Nim**

En la zona de distribución natural las temperaturas máximas para el árbol de Nim (*Azadirachta indica* J.) pueden ser hasta de 44°C y mínimas cercanas a 0°C. En América Central se han plantado en sitios con temperaturas promedios anuales superiores a 25°C. Crece en forma natural en zonas con precipitaciones entre 450 y 1,150mm. Se han realizado plantaciones en sitios de hasta 300mm menos, siempre que haya humedad disponible en el suelo en la época seca. Soporta sequías prolongadas. En América Central se ha plantado en sitios con más de 850mm y más de seis meses con déficit hídrico. Crece desde el nivel del

mar hasta 1500 m.s.n.m. No es muy exigente en cuanto a suelos y crece bien en suelos arenosos, limosos, y aún 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 (Cruz Fernández 1998).

### **2.8.3. Usos del Nim**

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

El Nim 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 suelos más degradados (Rodríguez Vivas y Salazar Cerda 2000).

El Nim 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. Inicialmente se descubrió que tenía actividad como inhibidor de la alimentación en la langosta del desierto (*Schistocerca gregaria*). Actualmente se sabe que afecta a más de 200 especies de insectos, actuando principalmente como un disruptor en la alimentación y crecimiento, y como tal posee considerable toxicidad hacia los insectos. Cumple con muchos de los criterios necesarios para un insecticida natural si es para reemplazar a los compuestos sintéticos. La azadiractina es biodegradable (se degrada dentro de las 100 horas una vez expuesta a la luz y agua) y tiene muy baja toxicidad para mamíferos. Hay muchos estudios «in vivo» en ganado, la mayoría con resultados negativos, algunos con cierta actividad contra nemátodos gastrointestinales (Galán Cortez y Ramírez Meléndez 2011).

### **2.8.4. Otros usos del Nim.**

El Nim puede usarse como alimento en cabras, camellos, bovinos y aves, se pueden usar tanto sus hojas como su aceite, mezclados con otras pasturas o como complemento alimenticio. Las hojas son utilizadas para eliminar gusanos en heridas. El aceite de las

semillas se usa para repeler las moscas que ovipositan en las heridas. También existen evidencias de que controla la bacteria *Staphylococcus aureus*, causante de la inflamación de glándulas mamarias (mastitis), y la bacteria *Salmonella* sp, agente causal del aborto en equinos, vacas y ovejas. Las semillas y hojas también son utilizadas para combatir ectoparásitos en bovinos, aves, porcinos y conejos (Valle Pezzarossi 2011).

### **2.8.5. Composición química del Nim**

El Nim contiene varios miles de componentes químicos, de especial interés son los terpenoides, compuestos por C, H y O; la presencia del oxígeno hace esos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos cien terpenoides, dentro de los cuales el más activo es la azadiractina (Zeledón 1987).

#### **2.8.5.1. Mecanismo de acción de la azadiractina**

Uno de los primeros ingredientes activos aislados de Nim, azadiractina ha demostrado ser el agente principal del árbol para luchar contra los insectos y nemátodos. La mayoría de los efectos antialimentarios y antihormonales son debidos a este principio activo. De hecho se considera que aproximadamente del 72 al 90% de la actividad biológica produce este efecto en la mayoría de las plagas. Es estructuralmente parecido a las ecdisomas (hormonas que se encuentran en los insectos que controlan el proceso de metamorfosis del insecto desde el estado de larva hasta que llega a ser adulto). Esta materia activa no mata insectos, al menos no inmediatamente, sino que en lugar de ello, repele y destruye su crecimiento y reproducción (Valle Pezzarossi 2011).

Es uno de los más poderoso reguladores de crecimiento y frenador de la alimentación que se ha probado. Repele y reduce la alimentación de muchas especies de plagas de insectos así como de algunos nemátodos. Existe una reducción en la síntesis de ecdisoma al aplicar el principio activo. Según investigaciones, la azadiractina también interviene en el sistema neuroendocrino para controlar la síntesis de la hormona ecdisoma y juvenil (Rusking 1992).

La azadiractina aparece por tanto como una materia activa de origen natural que resulta bastante eficaz; no obstante se han mostrado algunas limitaciones sobre todo debido al efecto de los rayos ultravioletas sobre esta sustancia que aceleran su degradación. El efecto residual dura unos cinco días, aunque los efectos juvenoides, es decir sobre el crecimiento, pierden su actividad normalmente de uno a dos días bajo condiciones de campo. Las temperaturas parecen jugar un papel de forma indirecta (Sadeghian 2007).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción del estudio**

##### **3.1.1. Localización de la investigación**

El trabajo de campo se realizó en el Centro de Capacitación Chinampa, ubicado en Km. 14 y medio, Carretera de Oro, Cantón Cabañas, Ciudad Delgado, departamento de San Salvador. Geográficamente se ubica a 501 msnm, y a 13°46'16.23"N, 89° 9'38.35"O (Figura A-1). El trabajo de laboratorio se realizó en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ubicado en Calle Antiguo al Matazano, Cantón El Matazano uno, Soyapango, departamento de San Salvador (Figura A-2).

##### **3.1.2. Duración de la investigación**

La investigación se desarrolló de noviembre 2014 a mayo 2015. En estos meses se realizaron actividades tanto de campo (preparación del lugar y experimentación) como de laboratorio.

##### **3.1.3. Manejo general**

Los veinte animales en estudio pastoreaban libremente de nueve de la mañana a cuatro de la tarde, los forrajes que consumieron fueron pasto Estrella (*Cynodon niemfluensis*) y pasto Swazi (*Digitaria swazilandensis*). Además se les proporcionó frijol rojo molido (*Phaseolus vulgaris*) una vez al día a las cuatro de la tarde a libre consumo. Durante la noche quedaban alojados en el corral de manejo. El agua fresca se les cambiaba una vez al día. No se tenía un control, ni registro de monta, ya que el macho se encuentra junto con las hembras todo el tiempo. No hay un corral especial para las hembras gestantes, y los partos se llevan a cabo en el mismo corral en donde permanecen todos los animales. El destete es natural, ya que las crías se amamantan hasta que la madre ya no produce leche, y permanecen con ella hasta su edad adulta. Los animales en estudio no habían sido desparasitados desde el mes de enero del 2014, con el fin de que presentaran una carga parasitaria significativa, y así poder evaluar mejor los efectos del Nim.

##### **3.1.4. Instalaciones**

El corral donde los animales en estudio estaban alojados tiene un área total de 848m<sup>2</sup>, y su perímetro estaba rodeado por malla ciclón de 1.40m de altura, con un diámetro del ojo de 4

cm, además de una barrera de losetas de concreto de 0.70m de altura. Alrededor de todo el corral habían árboles frutales para proporcionar sombra y frescura en la zona (Figura A-3).

El piso de todo el corral es de tierra, con pendientes variables desde 1% a 50% aproximadamente. En el centro de dicho corral hay una galera en donde las ovejas se alimentan y se resguardan de la lluvia y el sol. Ésta cubre un área total de 40m<sup>2</sup>, con dos entradas, una al frente y una atrás. El techo es de lámina de zinc aluminio, de un agua, orientado de oeste a este, con una altura de 2.5m en la parte más baja y de 3m en la parte más alta, con una pendiente del 10%. Alrededor de toda la galera hay cortinas negras de tela plastificada para proteger a los animales de vientos y lluvias. El piso de la galera está hecho de cemento, con un desnivel del 3%. Alrededor hay un muro de bloques de 0.60m de altura. Además, la galera cuenta con dos canaletas, y dos desagües. Se usaron dos comederos contruidos de cemento, con medidas de 4m de largo por 0.60m de ancho y con una altura de 0.34m; y dos bebederos hechos de cemento con medidas de 2.30m de largo por 0.56m de ancho y con una altura de 0.39m, cada uno de los bebedores cuenta con un chorro (Figura A-4).

### **3.2. Preparación de infusión de hojas de Nim**

Las hojas se obtuvieron en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (Figuras A-9 y A-10). El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

Paso uno: Se pesaron en una báscula las hojas de Nim (Figura A-11) de acuerdo a los tratamientos (T1= 28 gramos y T2= 56 gramos).

Paso dos: Luego se adicionaron las hojas previamente pesadas a un litro de agua hirviendo (Figura A-12) y posteriormente se retiró del fuego, luego esta se tapó por unos 15 minutos y luego se filtró con un colador de plástico (Figura A-13)

Paso tres: Finalmente se desecharon las hojas y el filtrado se envasó en una botella de vidrio de color ámbar de un litro (Figuras A-14 y A-15), debido a que la azadiractina es sensible a la luz, y con un buen almacenamiento puede estar activa hasta por un período de diez días (Rivera *et al.* 2003).

La concentración de cada tratamiento se determinó con base a la cantidad de azadiractina presente en una hoja de Nim (Anexo 1).

### **3.3. Metodología de campo**

#### **3.3.1. Recolección de muestras**

Se tomaron muestras de heces de los veinte animales en estudio, que estaban divididos en cinco rangos de edades: de tres meses a un año, >uno a dos años, >dos a tres años, >tres a cuatro años y > cuatro años. Los cuales se identificaron con listones de tela de cuatro diferentes colores: azul (T0), verde (T1), morado (T2) y amarillo (T3), los cuales se ataron al cuello de los animales (Figura A-26). Las muestras se analizaron los días 0 (día en que se inicia el tratamiento), 7, 14, 21, 28 y 35, para determinar la carga parasitaria presente en cada animal y el tiempo en que los tratamientos hicieron efecto (Figura A-29)

#### **3.3.2. Tratamientos**

**Tratamiento 0:** No se aplicó ningún desparasitante, solo se suministró solución salina al 0.9% vía oral a dosis de cinco mililitros por animal durante nueve días seguidos, para someterlos a condiciones similares de los animales de los otros tratamientos.

**Tratamiento 1:** Se aplicó un desparasitante interno botánico a base de Nim, al 0.12% con base a la cantidad de Azadiractina presente en 28 gramos de hojas, se suministró por vía oral a una dosis de cinco mililitros por animal, durante nueve días seguidos, utilizando jeringas de 10 ml (Figura A-28 y Anexo 1).

**Tratamiento 2:** Se aplicó un desparasitante interno botánico a base de Nim, al 0.24% con base a la cantidad de Azadiractina presente en 56 gramos de hojas, se suministró por vía oral a una dosis de cinco mililitros por animal, durante nueve días seguidos, utilizando jeringas de 10 ml. (Anexo 1).

**Tratamiento 3:** Se suministró por vía oral un desparasitante comercial. Principio activo Levamisol 10%, a dosis de un mililitro por cada cinco kg de peso vivo del animal (equivalente a 20 mg/kg) en dosis única, por especificación del fabricante.

#### **3.3.3. Toma de datos**

Para la toma de datos se utilizó la cámara McMaster para realizar el recuento de huevos de parásitos gastrointestinales y determinar la carga parasitaria de cada uno de los animales en tratamientos. Los datos se anotaron los días de muestreo establecidos (0, 7, 14, 21, 28 y 35) y se expresaron en huevos por gramo de heces. La toma de peso de las ovejas se realizó al

inicio y al final de la investigación, y se determinó haciendo uso de una báscula, y se expresaron en kilogramos (Figura A-27 y Cuadro A-3).

### **3.4. Metodología de laboratorio**

Antes de iniciar el experimento se realizó la toma de muestras de heces directamente del recto de veinte ovinos previamente seleccionados, los cuales estaban alojados en uno de los corrales de manejo (Figuras A-5 y A-29). Luego se analizaron las muestras en el laboratorio, se realizó el examen microscópico, y se utilizó la técnica de flotación para identificar huevos de nemátodos, y de este modo se confirmó la presencia de nemátodos gastrointestinales.

#### **3.4.1. Método de McMaster para el cálculo de la carga parasitaria**

Se pesaron dos gramos de heces (Figura A-16), se maceraron (Figura A-17) y luego se agregaron 28 ml de solución sacarosa en un tubo de McMaster (Figura A-18) y se adicionaron las heces maceradas y se agitó fuertemente hasta homogenizarla (Figura A-19). Se filtró la solución por un colador o cedazo (exprimiendo el sedimento) (Figura A-20) y con un gotero o pipeta se tomó una parte de la solución y se llenó la cámara McMaster (Figura 1). Se esperaron 20 minutos para que se nivelaran por completo los huevos, ooquistes y/o larvas (Figuras A-21 y A-22), luego se observaron al microscopio y se hizo el conteo de huevos de nemátodos (Figuras A-23, A-24 y A-25), de las áreas demarcadas en la cámara (Price y Reed 1973).

#### **Cálculo de recuento:**

$$\text{Carga parasitaria (huevos/gramo)} = \frac{\text{Recuento total de huevos} \times 100}{\text{No. De cámaras}}$$



Figura 1. Cámara McMaster



### 3.5. Metodología estadística

#### 3.5.1. Diseño estadístico

El estudio se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar, por ser el que mejor se adapta a la investigación debido a diferencias de edad que van de tres meses a cuatro años. Se aplicó el análisis de varianza (Cuadro 1). Se utilizaron cuatro tratamientos y cinco bloques cada uno con diferente rango de edad que van: de tres meses a un año, >uno a dos años, >dos a tres años, >tres a cuatro años y > cuatro años. Fue necesario transformar los datos por medio de la fórmula logarítmica y adicionar cien unidades en cada dato para tener distribución normal ( $\sqrt{(x + 100) - 1}$ ) (Cuadro A-4), ya que estos no cumplieron con el supuesto de normalidad, según la prueba de Shapiro-Wilks (Cochran y Cox 1965). Para analizar el efecto del peso inicial sobre el peso final, se aplicó el análisis de covarianza debido a que permite eliminar la heterogeneidad causada en variable dependiente por la influencia de una o más variables cuantitativas (covariables).

Cuadro 1. Análisis de Varianza (ANVA)

<b>Factor de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>GL</b>
BLOQUE	B-1	5-1= 4
TRATAMIENTO	T-1	4-1 = 3
ERROR	(B-1) (T-1)	12
TOTAL	BT-1	20-1 = 19

Significancia al 5%

#### 3.5.2 Prueba estadística

Para los datos de peso y para el conteo de parásitos se usó la prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 2), ya que sus principales ventajas residen en que el orden de los factores no influye en el modelo, éste adopta una única expresión (ortogonal) y resulta fácil detectar qué factores o niveles influyen o no (Cochran y Cox 1965). Para el análisis de datos se utilizó el programa Infostat versión 2015e (versión estudiantil).

Cuadro 2. Contrastes Ortogonales

Número	Contrastes
C1	T0 – T1, T2, T3
C2	T1 – T2, T3
C3	T2 – T3

### 3.5.3. Unidades Experimentales

Las unidades experimentales fueron las veinte ovejas de encaste pelibuey-blackbelly, las cuales fueron seleccionadas al azar y divididas en cinco bloques, compuestos cada uno por ovejas de diferente rango de edad: De tres meses a un año, >uno a dos años, >dos a tres años, >tres a cuatro años y > cuatro años (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de bloques y tratamientos

BLOQUES	REPETICIONES
BLOQUE 1 (3 meses-1 año)	T0 = testigo
	T1= 0.12% Nim
	T2= 0.24% Nim
	T3= Levamisol 10%
BLOQUE 2 (>1-2 años)	T0 = testigo
	T1= 0.12% Nim
	T2= 0.24% Nim
	T3= Levamisol10%
BLOQUE 3 (>2-3 años)	T0 = testigo
	T1= 0.12% Nim
	T2= 0.24% Nim
	T3=Levamisol 10%
BLOQUE 4 (>3-4 años)	T0 = testigo
	T1= 0.12% Nim
	T2= 0.24% Nim
	T3= Levamisol10%
BLOQUE 5 (>4 años)	T0 = testigo
	T1= 0.12% Nim
	T2= 0.24% Nim
	T3= Levamisol10%

#### **3.5.4. Factores en estudio**

Los factores en estudio consisten en dos diferentes concentraciones de la infusión de Nim (0.12% y 0.24%) a utilizar en la investigación.

#### **3.5.5. Variables en estudio**

Carga parasitaria (huevos/gramo de heces).

Efectividad (%). Se determinó mediante el uso de la fórmula:

$(\text{Carga parasitaria inicial} - \text{carga parasitaria final} / \text{carga parasitaria inicial}) \times 100$  (Aguirre *et al.* 2007).

Peso del animal (kg).

#### **3.6. Metodología socioeconómica**

Se hizo una comparación de costos, la cual, se basó en los precios de venta del Levamisol 10% en el mercado, sumado a esto el costo de las jeringas y costos de aplicación en relación a los costos de obtención, elaboración y aplicación del producto natural a base de Nim, además de la mano de obra, materiales y energía eléctrica.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Carga Parasitaria

Se observó que las cargas parasitarias disminuyeron con la aplicación de infusiones de 0.12% (T1) y 0.24% (T2) de Nim y con 20 mg/kg de PV de Levamisol 10% (T3) desde el día 7 hasta el día 35; lo cual no ocurrió con los animales testigo (T0) (figura 2). Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos en los muestreos de los días 7, 14, 21, 28 y 35 (Cuadro A-8). Los contrastes ortogonales (Cuadro A-9) muestran las similitudes y diferencias entre los tratamientos. Para el día 7, la carga parasitaria del T3 disminuyó con respecto a los otros tratamientos, para el día 14, todos los tratamientos tuvieron menor carga parasitaria que el testigo, aunque hubo diferencias entre ellos, el T3 fue el de menor carga parasitaria. A partir del día 21 hasta el 35, las cantidades de huevos por gramo de heces encontradas en los tratamientos 1, 2 y 3 fueron similares y significativamente menores al testigo. Los recuentos disminuyeron de valores de entre 600 a 800 huevos por gramo de heces a cerca de cero.

No se encontraron diferencias en las cargas parasitarias por efecto de la edad (Bloque) antes o después de las infusiones (Figura 3, Cuadro A-8).

El efecto del Levamisol 10% se observó a partir del día 7. La pronta disminución de la carga parasitaria posiblemente fue causada por la rápida absorción del principio activo (Levamisol 10%) en la sangre y su distribución inmediata por todo el cuerpo, además actuó como un estimulante de los ganglios nerviosos de los helmintos que provoca contracciones musculares persistentes (Meyer Jones 1959).

Los tratamientos con 0.12% y 0.24% de Nim también redujeron la carga parasitaria de los pelibueyes, y esta disminución fue similar a la del Levamisol 10% a partir del día 21. Esto fue probablemente debido al contenido de azadiractina en los extractos de Nim, la cual repele y reduce la alimentación de muchas especies de nemátodos y además reduce síntesis de ecdisoma, la hormona del crecimiento que controla el proceso de metamorfosis desde el estado de larva a adulto. Los tratamientos con Nim produjeron una reducción un poco más tardía de los recuentos. Se ha descrito que los productos naturales actúan de forma más lenta que los productos sintéticos (Rusking 1992).

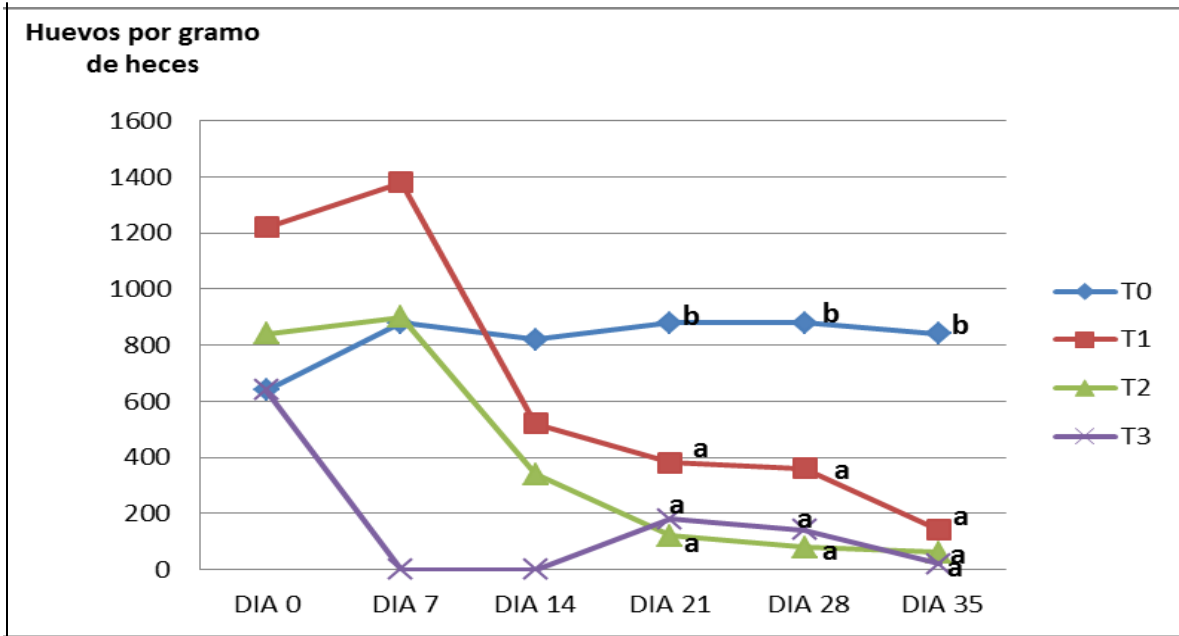


Figura 2. Promedio de carga parasitaria por tratamiento por semana. T0 = testigo, T1= infusión de 0.12% de Nim, T2= infusión de 0.24% de Nim y T3= 20 mg/kg de PV de Levamisol 10%. Las letras a, b, c, d indican diferencias estadísticas significativas a  $P < 0.05$ .

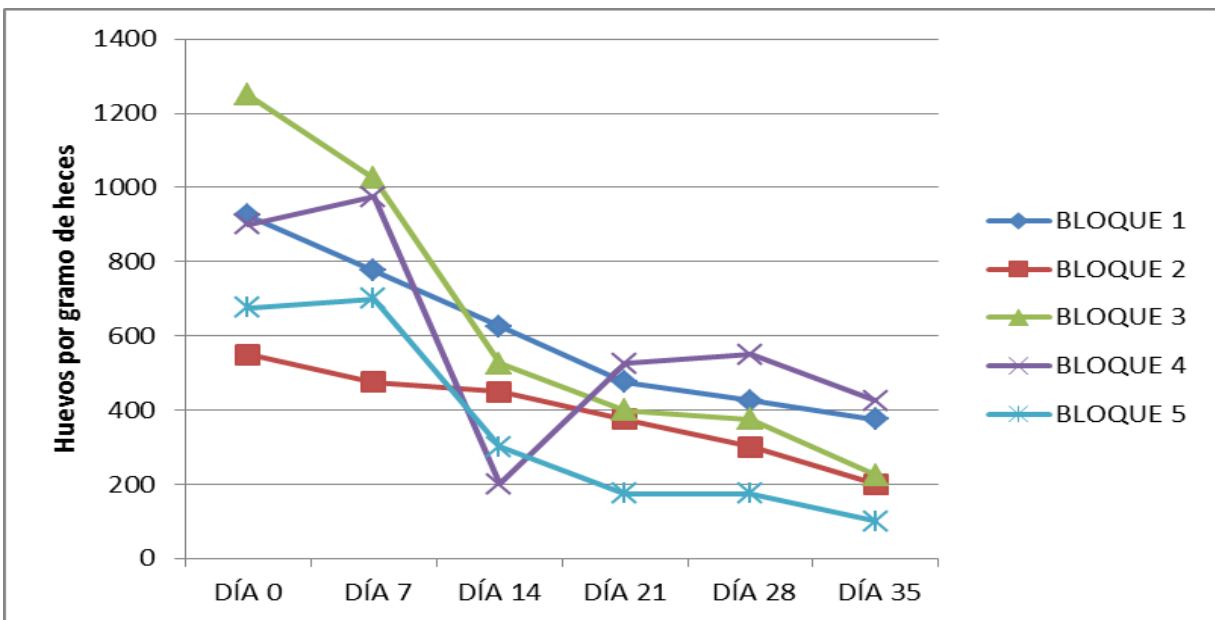


Figura 3. Promedio de carga parasitaria por bloque por semana. Bloque 1= 3meses a 1 año, Bloque 2 = >1 año a 2 años, Bloque 3= >2 años a 3 años, Bloque 4= >3 años a 4 años y Bloque 5 = > 4 años.

## 4.2. Efectividad

La efectividad de los tratamientos en la disminución de las cargas parasitarias al día 35 se presenta en la Figura 4. Los tratamientos con 0.12% (T1) y 0.24% (T2) de Nim y Levamisol 10% (T3) tuvieron efectividades de 88.52%; 92.86% y 96.87% respectivamente (Cuadro A-7 y Anexo 2).

Las muestras de los ovinos en el grupo testigo tuvieron recuentos aún mayores que los del día cero, esto explica por qué el valor numérico de la efectividad resulto negativo en este caso (-31.25%).

Estos resultados muestran que el extracto de hojas de Nim en las concentraciones usadas en este experimento, son eficaces para controlar las poblaciones de nemátodos de forma equivalente al uso de Levamisol 10%, pero con la ventaja que es un producto localmente disponible, bajo costo y origen natural.

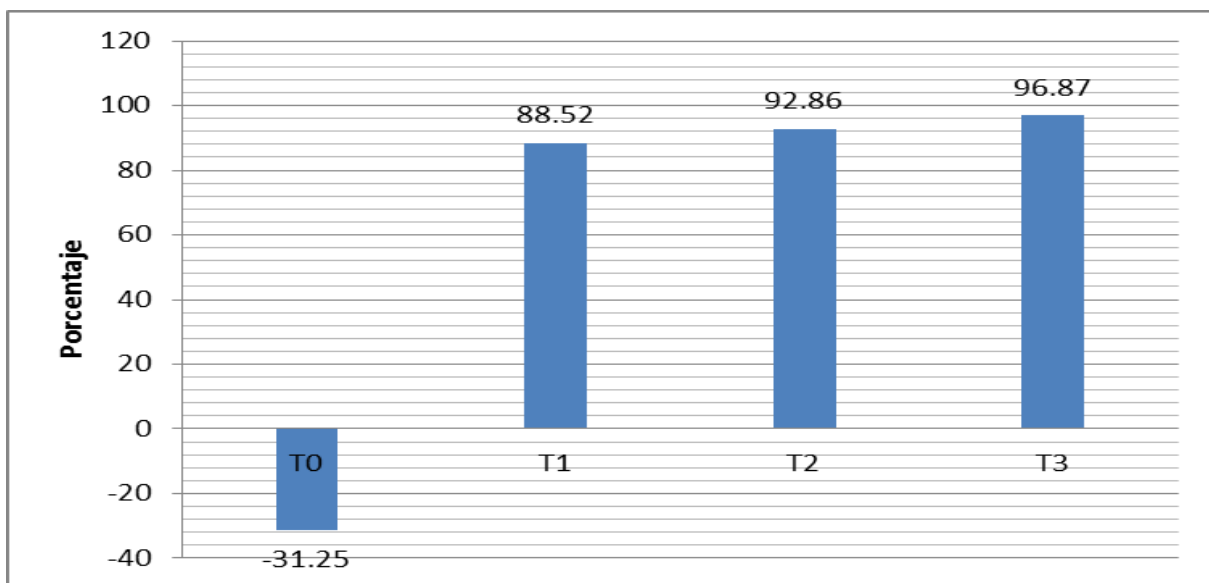


Figura 4. Efectividad de los tratamientos. Efectividad =  $(\text{Carga parasitaria inicial} - \text{carga parasitaria final} / \text{carga parasitaria inicial}) \times 100$

### 4.3 Peso del animal (kg)

Los pesos vivos de los animales al inicio (día 0) y al final del experimento (día 35), se presentan en la Figura 5 y el Cuadro A-6 en los cuales se observó que hubieron incrementos de peso en todos los tratamientos a lo largo de la investigación. El análisis estadístico (Cuadro A-10 b), mostró que no hubo efecto de los tratamientos sobre los pesos finales, mientras que sí hubo efecto de la edad ( $P < 0,05$ ), y que la covariable peso inicial, afectó significativamente los pesos finales ( $P < 0,05$ ).

Se analizó el efecto del peso inicial sobre la carga parasitaria y no se encontró relación (Cuadro A-10a), es decir que independientemente del peso al inicio del experimento, los animales tuvieron cargas parasitarias similares por gramo de heces analizado. Probablemente los animales mayores tengan un mayor número total de nemátodos y huevos (Morales *et al.* 2011), lo cual no se refleja en esta investigación.

Se ha descrito que el uso de Nim como desparasitante no afecta el funcionamiento ruminal, digestión y crecimiento en cabras (Rodríguez Vivas y Salazar Cerda 2000), esto es importante para poder recomendar su uso. El hecho de que los tratamientos no afectaron los pesos finales podría interpretarse como ausencia de efecto negativo del uso de Nim en los pelibueyes de este estudio.

El efecto del peso inicial sobre el peso final se puede explicar considerando que los animales más jóvenes y de menor peso tuvieron incrementos de peso absoluto menores. A pesar que los cambios relativos a su propio peso fueron mayores que los animales de mayor tamaño.

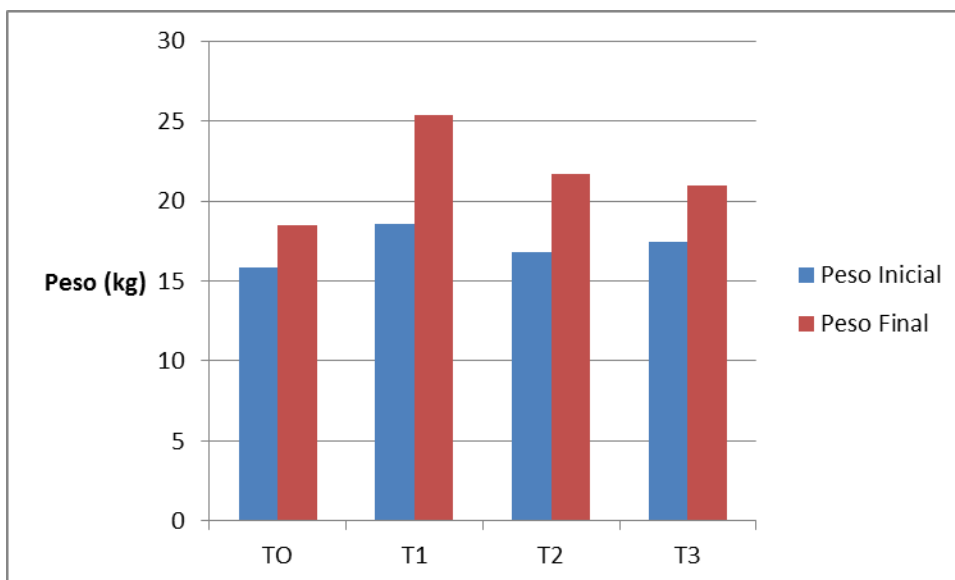


Figura 5. Promedio de pesos iniciales y finales

#### 4.4. Comparación económica

Se analizaron los costos de mano de obra y elaboración de la infusión de Nim al 0.12% y 0.24% por animal durante nueve días, además de los costos del producto comercial (Levamisol 10%) al igual que para la solución salina al 0.9% por animal durante nueve días, costos de aplicación y costos totales por cada tratamiento.

El costo de mano de obra por elaboración de la infusión de Nim al 0.12% y al 0.24% fue de USD\$0.39, para los nueve días que se suministraron los tratamientos, incluyendo el uso de energía eléctrica (Anexo 3 y 4).

El desparasitante comercial (Levamisol 10%) fue el que tuvo el costo más elevado (Cuadro 4) con USD\$5.00 (por cinco animales) en comparación con el resto de tratamientos, le siguió la solución salina al 0.9%, con un costo de USD\$0.68. Luego la infusión de Nim al 0.24%, con un costo de USD\$0.50, y por último la infusión de Nim al 0.12%, con un costo de USD\$0.25, siendo así el producto más económico, sin incluir mano de obra (Anexo 5).

Los costos de aplicación para cada tratamiento, dependieron de los días de aplicación. El testigo, y las dos concentraciones de Nim, fueron aplicados por nueve días seguidos, teniendo un costo de USD\$4.50 (Anexo 6). El desparasitante comercial (Levamisol 10%) fue aplicado en dosis única, con un costo de USD\$0.50.

El costo total del tratamiento con desparasitante comercial (Levamisol 10%), fue el más elevado, siendo de USD\$5.50, seguido de la infusión de Nim al 0.24% el cual fue de



USD\$5.39. Le sigue la solución salina al 0.9%, con un costo de USD\$5.18. El tratamiento de menor costo fue la infusión de Nim al 0.12%, con un costo de USD\$5.14.

Cuadro 4. Comparación de costos por tratamiento

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>T0 (Solución Salina al 0.9%)</b>	<b>T1 (Infusión de Nim al 0.12%)</b>	<b>T2 (Infusión de Nim al 0.24%)</b>	<b>T3 (Levamisol 10%)</b>
<b>Costo de mano de obra por elaboración del producto (USD)</b>	N.D	0.39	0.39	N.D
<b>Costo del producto durante su aplicación (USD).</b>	0.68	0.25	0.50	5
<b>Costo por aplicación del producto (USD)</b>	4.50	4.50	4.50	0.50
<b>Costos totales por tratamiento (USD)</b>	5.18	5.14	5.39	5.50

**N.D = No disponible**

## 5. Conclusiones

Los tratamientos con 0.12% y 0.24% de extracto de Nim y 20 mg/kg de Levamisol 10% en forma oral, reducen los recuentos de huevos de nemátodos en las heces de pelibueyes. El Levamisol 10% disminuyó drásticamente los recuentos el día 7 postratamiento, mientras que las infusiones de Nim lo hicieron desde el día 21, manteniéndose bajas hasta el día 35.

La edad de los animales no tiene efecto sobre las cargas parasitarias antes ni después de los tratamientos.

Los tratamientos tanto con Nim como con Levamisol 10% tuvieron una alta efectividad (mayor de 85%) en disminuir las cargas parasitarias a los 35 días mientras que en el testigo incluso se incrementaron.

Estadísticamente los pesos iniciales no estuvieron relacionados con la carga parasitaria, pero sí con el peso final de los ovinos.

Según la comparación de costos, al final de la investigación el tratamiento con menores costos totales fue la infusión de Nim al 0.12% (USD\$5.14), luego la infusión de Nim al 0.24% (USD\$5.39), y finalmente el desparasitante comercial (USD\$5.50).

## **6. Recomendaciones**

Elaborar y aplicar la infusión de hoja de Nim al 0.24% y 0.12% como una alternativa natural de desparasitante interno de ovinos en dosis de 5 ml por vía oral, por nueve días, por ser efectivas y económicas para los ovinocultores de limitados recursos económicos.

Llevar a cabo investigaciones con las mismas concentraciones de Nim, en animales que presenten parasitosis severas y periodos más largos de tiempo, para evaluar mejor los efectos de la hoja de Nim, con la carga parasitaria en los pesos finales, realizando exámenes coprológicos para monitorear el estado parasitario de los animales y determinando los tiempos de protección.

Realizar estudios sobre el uso de Nim como desparasitante externo, vías de aplicación y diferentes dosis con diferentes frecuencias de aplicación.

## 7. Bibliografía

- Aguirre, JL; Demedio, J; Roque, E. 2007.** Eficacia de las tiras de Apistan nuevas y reutilizadas por una vez, en Baja California Sur, México. no. 2:29. p. 123-127.
- Borchert, A. 1962.** Enfermedades Parasitarias de los Animales Domésticos. Ed. SH Verlag. Zaragoza, ES, ACRIBIA. p. 19-31, p. 34-35, p. 41-43.
- Botana López, LM; Fabiana Landoni, M; Jiménez, TM. 2001.** Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Madrid, ES, McGraw- Hill –Interamericana. p. 545-555.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV). 2003.** Plantas Antiparasitarias. Plantas Medicinales. no. 15:19.
- Cochran, WG; Cox, GM. 1965.** Diseños experimentales. Ed. Distrito Federal, MX, Editorial F. Trillas. 457 p.
- Cordero del Campillo, M; Rojo Vásquez, FA; Martínez Fernández, AR; Sánchez Acedo, MC; Hernández Rodríguez, S; Navarrete López, I; Diez Baños, P; Quiroz Romero, H; Carvalho Varela, M. 1999.** Parasitología Veterinaria. Madrid, ES, McGraw-Hill-Interamericana. p. 25-26, p. 31-33.
- Cruz Fernández, M. 1998.** Dinámica de la Azadiractina en arboles de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) de México y su efecto contra dos insectos de almacén. Tesis Doc. Nuevo León, MX, Universidad Autónoma de Nuevo León. 68 p. (en línea). Consultado 18 set. 2014. Disponible en <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080110341.PDF>
- Foreyt, WJ. 2001.** Veterinary Parasitology: Reference Manual. 5 ed. s.l. US, Blackwell Publishing. p. 69-98.
- Frimmer, M. 1973.** Farmacología y Toxicología Veterinaria. Zaragoza, ES, ACRIBIA. p. 82-83.
- FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, SV).2009.** Fitoterapia. Guía para la Elaboración de medicamentos alternativos para especies menores (cabras, ovejas, cerdos y aves). no.1:22.
- Galán Cortez, WE; Ramírez Meléndez, JB. 2011.** Evaluación de los extractos de hojas de *Azadirachta indica* (Nim) para control de *Meloidogynes* (nematodos parásitos) de *Coffea Arabica* (café). Tesis Lic. Facultad de Química y Farmacia, San Salvador, SV, Universidad de El Salvador. 110 p.
- Gómez Muñoz, MT. 1996.** Respuesta inmunitaria de algunas razas ovinas españolas a *Haemonchus contortus*. Purificación y evaluación de un antígeno diagnóstico. Tesis Lic. Madrid, ES, Universidad Complutense de Madrid. 216 p. (en línea). Consultado 12 jul 2014. Disponible en <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/2/AD2005401.pdf>

**González, H. 2002.** Estudio Epizootiológico de la prevalencia e intensidad de invasión de los parásitos gastrointestinales en ovinos de la raza Pelibuey en la Empresa Agrosilvopecuaria González S.A. Municipio de Villa el Carmen, Departamento de Managua, Nicaragua. Tesis Ing. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria. 43 p. (en línea). Consultado 10 jun. 2014. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl72g643.pdf>

**Junquera, P. 2007.** Parasitipedia: Parásitos del ganado, perros y gatos. (en línea). Madrid, ES Consultado 15 jun. 2014. Disponible en [http://parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=414&Itemid=349](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=414&Itemid=349)

**Lapage, G. 1976.** Parasitología Veterinaria. Trad. R Carrasco Ruíz. Distrito Federal, MX, Editorial Continental. p.121-126, p. 131-135, p. 623-638.

**Mata, HD. 1996.** La oveja pelibuey: una alternativa para la familia campesina de El Salvador. Chalatenango, SV, s.e., 24p.

**Mehlhorn, H; Piekarski, G. 1993.** Fundamentos de Parasitología: Parásitos del hombre y de los animales domésticos. Trad. OD Torres Quevedo. 3 ed. Zaragoza, ES, ACRIBIA. p. 54-55.

**Meyer Jones, L. 1959.** Farmacología y terapéutica veterinarias. Trad. MT Toral. Ed. Distrito Federal, MX, Editorial UTEHA. p. 508-512.

**Morales, G; Pino, LA; Sandoval, E. 2011.** Enfermedades parasitarias gastrointestinales y pulmonares de bovinos, ovinos y caprinos. (en línea). Aragua, VE. Consultado 20 jul. 2014. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/sanidad/articulos/enfermedades-parasitarias-en-animales-t3382/165-p0.htm>

**Morales Cruz, PA. 2005.** Comparación de la eficacia de Ivermectina, Doramectina y Moxidectina sobre nemátodos en equinos de 3 a 18 años pertenecientes a un haras de la décima región. Tesis Lic. Chillan, CL. Universidad de Concepción. 37p. (en línea). Consultado 12 jul. 2014. Disponible en [http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2005/morales\\_p/doc/morales\\_p.pdf](http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2005/morales_p/doc/morales_p.pdf)

**Noble, ER; Noble, GA. 1965.** Parasitología: Biología de los parásitos animales. Trad. R Rodríguez de Mata. 2 ed. s.l., MX, Editorial Interamericana. p. 28.

**Ortega Valle, PH; Obando Urbina, OE. 2006.** Utilización de la resina de Neem (*Azadirachta indica*) como desparasitante externo en el tratamiento del tórsalo (*Dermatobia hominis*) en bovinos del municipio de Muy Muy, departamento de Matagalpa. Tesis Lic. Managua, NI, UNA FACA Departamento de Veterinaria. (en línea). Consultado 15jun. 2014. Disponible en

[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:CjMJA34bbgQJ:www.una.edu.ni/Tesis/tnl73O77u.pdf+hoja+de+Nim+desparasitante+cabras+y+ovejas&hl=es&gl=sv&pid=bl&srcid=ADGEESh2nOlwm3XeBB8Hufll5H7CudutubcBQNgl\\_fA5BPXtPFAWgAHtrpUsUwB8z8H-ZM3XsQDy-AAeoXYSVJvrtmB-yRKUsHcE2KohAFMjOB0qXXWIX45vvjoeEVf0yZgV8zy-G1SP&sig=AHIEtbTz8155jqpG\\_Z0iQha3r7wmA3GsEg](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:CjMJA34bbgQJ:www.una.edu.ni/Tesis/tnl73O77u.pdf+hoja+de+Nim+desparasitante+cabras+y+ovejas&hl=es&gl=sv&pid=bl&srcid=ADGEESh2nOlwm3XeBB8Hufll5H7CudutubcBQNgl_fA5BPXtPFAWgAHtrpUsUwB8z8H-ZM3XsQDy-AAeoXYSVJvrtmB-yRKUsHcE2KohAFMjOB0qXXWIX45vvjoeEVf0yZgV8zy-G1SP&sig=AHIEtbTz8155jqpG_Z0iQha3r7wmA3GsEg)

**Parrota, JA. 1994.** *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa. (en línea). Los Ángeles, US. Consultado 20 Jun. 2014. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Azadirachtaindica.pdf>

**Price, CJ; Reed, JE. 1973.** Parasitología práctica: Técnicas generales de laboratorio y protozoarios parásitos. Trad. R Palazón. Distrito Federal, MX, Editorial Herrero. p.74-77.

**Quiroz Romero, H. 1999.** Parasitología y Enfermedades Parasitarias de los animales domésticos. 9 ed. Distrito Federal, MX, LIMUSA. p. 430-436, p. 445, p. 449-451.

**Rivera, YM; Baca Vargas, K; Reyes, MC; Bojorquez, L; Barahona, M. 2003.** Aprendamos a elaborar un desparasitante casero a base de hojas de Nim. (en línea). León, NI, Consultado 20 jun. 2014. Disponible en [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:NZegi7ct\\_OEJ:funica.org.ni/index/index.php%3Foption%3Dcom\\_filecabinet%26task%3Ddownload%26cid%255B0%255D%3D16%26Itemid%3D172+hoja+de+Nim+desparasitante&hl=es&gl=sv&pid=bl&srcid=ADGEEShcDHfIY92sIHBkSk97FFw\\_hQTbH8RKMhMFR98uE7xXdT3YH-Xu3l\\_o7nHDYOEIDV2uS\\_E2kj6Ndo0F-X0t6doDkwiLU02tiYJ50V3DmOTTNNJml2d6B5\\_x16s1OMtSkHGkx4cM&sig=AHIEtbQDLp1FmlgAMH3U70EZxLDUFLa2Ng](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:NZegi7ct_OEJ:funica.org.ni/index/index.php%3Foption%3Dcom_filecabinet%26task%3Ddownload%26cid%255B0%255D%3D16%26Itemid%3D172+hoja+de+Nim+desparasitante&hl=es&gl=sv&pid=bl&srcid=ADGEEShcDHfIY92sIHBkSk97FFw_hQTbH8RKMhMFR98uE7xXdT3YH-Xu3l_o7nHDYOEIDV2uS_E2kj6Ndo0F-X0t6doDkwiLU02tiYJ50V3DmOTTNNJml2d6B5_x16s1OMtSkHGkx4cM&sig=AHIEtbQDLp1FmlgAMH3U70EZxLDUFLa2Ng)

**Rodríguez Vivas, EJ; Salazar Cerda, MN. 2000.** Efectos de la utilización de la hoja de Nim (*Azadirachta indica*), en relación al Levamisol como desparasitante interno en cabras nubias en el Centro de Experimentación y Capacitación agropecuaria (CECA), Granada, Nicaragua. Tesis Ing. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria. 88 p. (en línea). Consultado 25 jun. 2014. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/TNL72R696.pdf>

**Rusking, FR. 1992.** Neem: A Tree for Solving Global Problems Natural Academy Press. 2 ed. Washington, US, s.e., p. 23, p. 31-36.

**Sadeghian, MM. 2007.** Investigations of Compounds from *Azadirachta indica*(Neem). Isfahan, IR, s.e., p. 444

**Sánchez Rodríguez, J. 2006.** Prevalencia de nemátodos gastrointestinales en el Ganado bovino del Ejido de Parotilla Municipio de Lázaro Cárdenas Michoacán. Tesis Lic. Michoacán, MX, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 42 p. (en línea). Consultado 20 set 2014. Disponible en

<http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Febrero/prevalencia%20de%20nemátodos%20gastrointestinales%20en%20el%20ganado%20bovino%20del%20ejido%20de%20parotilla%20municipio%20de%20lazarocardenas,%20michoacan.pdf>

**Sumano López, HS; Ocampo Camberos, L. 2000.** Farmacología Veterinaria. 2 ed. Distrito Federal, MX, McGraw – Hill- Interamericana. p. 281-282.

**Urquhart, GM; Armour, J; Duncan, JL; Dunn, AM; Jennings, FW. 2001.** Parasitología Veterinaria. Trads. C Sánchez; J Quílez. 2 ed. Zaragoza, ES, ACRIBIA. p. 35-38.

**Valle Pezzarossi, A. 2011.** Eficacia de la infusión de la hoja de *NeemAzadirachta indica* administrado por vía oral para el control de *Oxyurisequien* caballos. Tesis Lic. Guatemala, GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 38p.

**Zeledón, BG. 1987.** Perspectivas del Aprovechamiento del Árbol de Nim en las Condiciones de Nicaragua. Managua, NI, s.e., p.12

## 8. Anexos

Cuadro A-1. Listado de principales plantas medicinales usadas como desparasitante

Ajenjo o té ruso	<i>Artemisia absinthium</i>	Hojas
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Raíz
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Hojas y tallos
Altamisa	<i>Chrysanthemum parthenium</i>	Hoja
Ayote	<i>Cucurbita pepo</i>	Semilla
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Hojas, tallos, flores
Nim	<i>Azadirachta indica A. Juss</i>	Hojas
Orégano	<i>Oreganum vulgare</i>	Hojas y tallos
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Hojas
Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	Toda la planta

Fuente: Fundesyram 2009

Cuadro A-2. Guía para la interpretación de los recuentos de huevos por gramo de heces en rumiantes con infecciones mixtas

<b>Especie</b>	<b>Leve</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>
Bovino	50 - 200	250 - 800	850
Ovino	50 - 800	850 - 1200	1250
Caprino	500	600 - 2000	2050

Fuente: Enfermedades parasitarias gastrointestinales y pulmonares de bovinos, ovinos y caprinos. Morales *et al.* 2011



Cuadro A-3. Carga parasitaria (huevos por gramo de heces) por animal del día 0 al día 35

<b>DIA 0</b>				
<b>Tratamientos Bloques</b>	<b>T0 (Solución salina 0.9%)</b>	<b>T1 (Infusión de Nim al 0.12%)</b>	<b>T2 (Infusión de Nim al 0.24%)</b>	<b>T3 (Desparasitante comercial)</b>
<b>1</b>	1100	500	1500	600
<b>2</b>	500	900	400	400
<b>3</b>	900	2100	700	1300
<b>4</b>	300	2200	500	600
<b>5</b>	400	400	1600	300
<b>DIA 7</b>				
<b>1</b>	1500	400	1200	0
<b>2</b>	800	800	300	0
<b>3</b>	1000	2200	900	0
<b>4</b>	700	2800	400	0
<b>5</b>	400	700	1700	0
<b>DIA 14</b>				
<b>1</b>	1400	300	800	0
<b>2</b>	900	700	200	0
<b>3</b>	900	800	400	0
<b>4</b>	500	300	0	0
<b>5</b>	400	500	300	0
<b>DIA 21</b>				
<b>1</b>	1200	0	500	200
<b>2</b>	600	600	0	300
<b>3</b>	800	700	100	0
<b>4</b>	1400	300	0	400
<b>5</b>	400	300	0	0
<b>DIA 28</b>				
<b>1</b>	1100	0	400	200
<b>2</b>	700	500	0	0
<b>3</b>	800	700	0	0
<b>4</b>	1400	400	0	400
<b>5</b>	400	200	0	100
<b>DIA 35</b>				
<b>1</b>	1100	0	300	100
<b>2</b>	700	100	0	0
<b>3</b>	800	100	0	0
<b>4</b>	1300	400	0	0
<b>5</b>	300	100	0	0

Cuadro A-4. Datos transformados de la carga parasitaria

<b>DIA 0</b>				
<b>Bloques</b> \ <b>Tx</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	3.11	2.78	3.2	2.85
<b>2</b>	2.78	3	2.7	2.7
<b>3</b>	3	3.34	2.9	3.15
<b>4</b>	2.6	3.36	2.78	2.85
<b>5</b>	2.7	2.7	3.23	2.6
<b>DIA 7</b>				
<b>1</b>	3.2	2.7	3.11	2
<b>2</b>	2.95	2.95	2.6	2
<b>3</b>	3.04	3.36	3	2
<b>4</b>	2.9	3.46	2.7	2
<b>5</b>	2.7	2.9	3.26	2
<b>DIA 14</b>				
<b>1</b>	3.18	2.6	2.95	2
<b>2</b>	3	2.9	2.48	2
<b>3</b>	3	2.95	2.7	2
<b>4</b>	2.78	2.6	2	2
<b>5</b>	2.7	2.78	2.6	2
<b>DIA 21</b>				
<b>1</b>	3.11	2	2.78	2.48
<b>2</b>	2.85	2.85	2	2.6
<b>3</b>	2.95	2.9	2.3	2
<b>4</b>	3.18	2.6	2	2.7
<b>5</b>	2.7	2.6	2	2
<b>DIA 28</b>				
<b>1</b>	3.08	2	2.7	2.48
<b>2</b>	2.9	2.78	2	2
<b>3</b>	2.95	2.9	2	2
<b>4</b>	3.18	2.7	2	2.7
<b>5</b>	2.7	2.48	2	2.3
<b>DIA 35</b>				
<b>1</b>	3.08	2	2.6	2.3
<b>2</b>	2.9	2.3	2	2
<b>3</b>	2.95	2.3	2	2
<b>4</b>	3.15	2.7	2	2
<b>5</b>	2.6	2.3	2	2

Cuadro A-5. Promedio de carga parasitaria (huevos por gramo de heces) por tratamiento del día 0 al día 35

<b>Días</b> <b>Tratamientos</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>Promedio</b>
<b>T0</b>	640	880	820	880	880	840	823.33 ± 93.30
<b>T1</b>	1220	1380	520	380	360	140	666.67 ± 507.96
<b>T2</b>	840	900	340	120	80	60	406.67 ± 385.48
<b>T3</b>	640	0	0	180	140	20	163.33 ± 245.73
<b>Promedio</b>	835± 273.43	790± 575.15	420± 342.92	390± 345.06	365± 363.82	265± 386.56	

Cuadro A-6. Pesos iniciales y finales de los animales en estudio

<b>Repeticiones</b>	<b>Peso Inicial (kg)</b>	<b>Peso Final (Kg)</b>	<b>Promedio pesos iniciales por tratamiento (kg)</b>	<b>Promedio pesos finales por tratamiento (kg)</b>
<b>T0-1</b>	5.91	9.09	15.87 ± 11.75	18.45 ± 11.42
<b>T0-2</b>	7.09	8.18		
<b>T0-3</b>	10.91	15		
<b>T0-4</b>	21.82	25		
<b>T0-5</b>	33.64	35		
<b>T1-1</b>	11.36	14.54	18.53 ± 4.09	25.36 ± 6.53
<b>T1-2</b>	19.09	28.63		
<b>T1-3</b>	20.19	26.36		
<b>T1-4</b>	20.64	25.45		
<b>T1-5</b>	21.36	31.81		
<b>T2-1</b>	11.82	13.63	16.82 ± 4.23	21.71 ± 6.87
<b>T2-2</b>	13.18	15.9		
<b>T2-3</b>	19.55	29.01		
<b>T2-4</b>	21.82	27.72		
<b>T2-5</b>	17.73	22.27		
<b>T3-1</b>	5.91	7.27	17.42 ± 9.62	20.95 ± 10.29
<b>T3-2</b>	11.36	14.09		
<b>T3-3</b>	19.36	24.09		
<b>T3-4</b>	19.09	25.9		
<b>T3-5</b>	31.36	33.41		

Cuadro A-7. Porcentaje de efectividad por tratamiento

<b>Bloques</b> <b>Tratamientos</b>	<b>Efectividad</b> <b>(%)</b>
<b>T0</b>	-31.25
<b>T1</b>	88.52
<b>T2</b>	92.86
<b>T3</b>	96.87

Cuadro A-8. Análisis de varianza para la variable carga parasitaria por cada semana

<b>Día 0</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
LOG10 CARGA + 100	20	0.37	0.00	8.34	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.41	7	0.06	1.00	0.4786
EDADES	0.26	4	0.06	1.10	0.4015
TRATAMIENTOS	0.15	3	0.05	0.86	0.4883
Error	0.71	12	0.06		
Total	1.12	19			
<b>Día 7</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
LOG10 CARGA +100	20	0.84	0.74	9.15	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.84	7	0.55	8.72	0.0007
EDADES	0.11	4	0.03	0.42	0.7915
TRATAMIENTOS	3.73	3	1.24	19.78	0.0001*
Error	0.76	12	0.06		
Total	4.59	19			
*Significancia estadística					
<b>Día 14</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
LOG10 CARGA +100	20	0.86	0.78	7.57	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.77	7	0.40	10.52	0.0003
EDADES	0.30	4	0.07	1.99	0.1603
TRATAMIENTOS	2.47	3	0.82	21.90	<0.0001*
Error	0.45	12	0.04		
Total	3.22	19			
*Significancia estadística					
<b>Día 21</b>					

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 CARGA +100	20	0.57	0.32	13.26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.80	7	0.26	2.29	0.0995
EDADES	0.22	4	0.06	0.50	0.7397
TRATAMIENTOS	1.58	3	0.53	4.68	0.0219*
Error	1.35	12	0.11		
Total	3.15	19			

\*Significancia estadística

**Día 28**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
LOG10 CARGA +100	20	2.49	0.42	0.83	0.0019

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 CARGA +100	20	0.64	0.43	12.70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.15	7	0.31	3.06	0.0428
EDADES	0.20	4	0.05	0.49	0.7432
TRATAMIENTOS	1.95	3	0.65	6.49	0.0074*
Error	1.20	12	0.10		
Total	3.35	19			

\*Significancia estadística

**Día 35**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 CARGA +100	20	0.82	0.71	9.30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.62	7	0.37	7.76	0.0011
EDADES	0.21	4	0.05	1.08	0.4070
TRATAMIENTOS	2.41	3	0.80	16.66	0.0001*
Error	0.58	12	0.05		
Total	3.20	19			

\*Significancia estadística

Cuadro A-9. Prueba de Contrastes ortogonales para la variable Carga Parasitaria por cada semana.

<b>Día 7</b>								
TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
	Contraste1	0.87	0.39	0.32	1	0.32	5.02	0.0447*
	Contraste2	1.22	0.27	1.24	1	1.24	19.65	0.0008*
	Contraste3	0.93	0.16	2.18	1	2.18	34.66	0.0001*
	Total		3.73	3	1.24	19.78	0.0001	

\*Significancia estadística

**Coefficientes de los contrastes**

TRATAMIENTOS	Ct.1	Ct.2	Ct.3	
T0	3.00	0.00	0.00	d
T1	-1.00	2.00	0.00	c
T2	-1.00	-1.00	1.00	b

T3	-1.00	-1.00	-1.00	a				
<b>Letras diferentes indican diferencias significativas.</b>								
<b>Día 14</b>								
TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1	1.48	0.30	0.91	1	0.91	24.18	0.0004	
Contraste2	0.99	0.21	0.82	1	0.82	21.68	0.0006	
Contraste3	0.55	0.12	0.75	1	0.75	19.84	0.0008	
Total		2.47	3	0.82	21.90	<0.0001		
<b>Coefficientes de los contrastes</b>								
TRATAMIENTOS	Ct.1	Ct.2	Ct.3					
T0	3.00	0.00	0.00	d				
T1	-1.00	2.00	0.00	c				
T2	-1.00	-1.00	1.00	b				
T3	-1.00	-1.00	-1.00	a				
<b>Letras diferentes indican diferencias significativas</b>								
<b>Día 21</b>								
TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1	1.71	0.52	1.22	1	1.22	10.84	0.0064	
Contraste2	0.61	0.37	0.31	1	0.31	2.75	0.1230	
Contraste3	-0.14	0.21	0.05	1	0.05	0.43	0.5223	
Total		1.58	3	0.53	4.68	0.0219		
<b>Coefficientes de los contrastes</b>								
TRATAMIENTOS	Ct.1	Ct.2	Ct.3					
T0	3.00	0.00	0.00	b				
T1	-1.00	2.00	0.00	a				
T2	-1.00	-1.00	1.00	a				
T3	-1.00	-1.00	-1.00	a				
<b>Letras diferentes indican diferencias significativas</b>								
<b>Día 28</b>								
TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1	1.88	0.49	1.47	1	1.47	14.71	0.0024	
Contraste2	0.71	0.35	0.42	1	0.42	4.17	0.0638	
Contraste3	-0.16	0.20	0.06	1	0.06	0.60	0.4519	
Total		1.95	3	0.65	6.49	0.0074		
<b>Coefficientes de los contrastes</b>								
TRATAMIENTOS	Ct.1	Ct.2	Ct.3					
T0	3.00	0.00	0.00	b				
T1	-1.00	2.00	0.00	a				
T2	-1.00	-1.00	1.00	a				
T3	-1.00	-1.00	-1.00	a				
<b>Letras diferentes indican diferencias significativas</b>								
<b>Día 35</b>								
TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1	2.31	0.34	2.22	1	2.22	46.14	<0.0001	
Contraste2	0.46	0.24	0.18	1	0.18	3.66	0.0798	
Contraste3	0.06	0.14	0.01	1	0.01	0.19	0.6722	
Total		2.41	3	0.80	16.66	0.0001		
<b>Coefficientes de los contrastes</b>								
TRATAMIENTOS	Ct.1	Ct.2	Ct.3					
T0	3.00	0.00	0.00	b				
T1	-1.00	2.00	0.00	a				

T2	-1.00	-1.00	1.00	a
T3	-1.00	-1.00	-1.00	a

**Letras diferentes indican diferencias significativas**

Cuadro A-10. Análisis de covarianza para relación entre carga parasitaria, peso inicial y peso final.

**a. Relación peso inicial – carga parasitaria.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 CARGA +100	120	0.38	0.34	13.62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	8.64	8	1.08	8.62	<0.0001	
Edades	0.88	4	0.22	1.76	0.1414	
Tratamientos	6.11	3	2.04	16.25	<0.0001*	
Peso inicial (Kg)	0.38	1	0.38	3.05	0.0835	0.02
Error	13.92	111	0.13			
Total	22.56	119				

**\*Significancia estadística**

**b. Relación peso inicial – peso final.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso final (Kg)	120	0.93	0.93	10.59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	7980.65	8	997.58	190.48	<0.0001	
Edades	248.79	4	62.20	11.88	<0.0001*	
Tratamientos	21.16	3	7.05	1.35	0.2629	
Peso inicial (Kg)	1566.75	1	1566.75	299.16	<0.0001*	1.12
Error	581.33	111	5.24			
Total	8561.98	119				

**\*Significancia estadística**



Figura A-1. Ubicación del Centro de Capacitación Chinampa ubicado en km 14 ½, Carretera de Oro, Cantón Cabañas, Ciudad Delgado

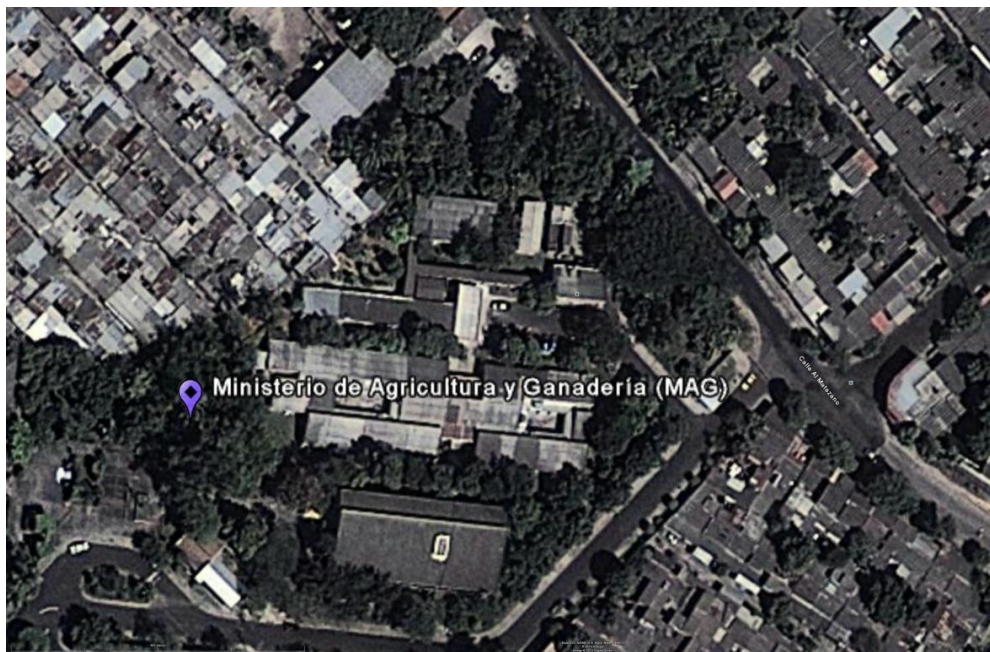


Figura A-2. Ubicación del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), ubicado en Calle Antiguo al Matazano, Cantón El Matazano 1, Soyapango



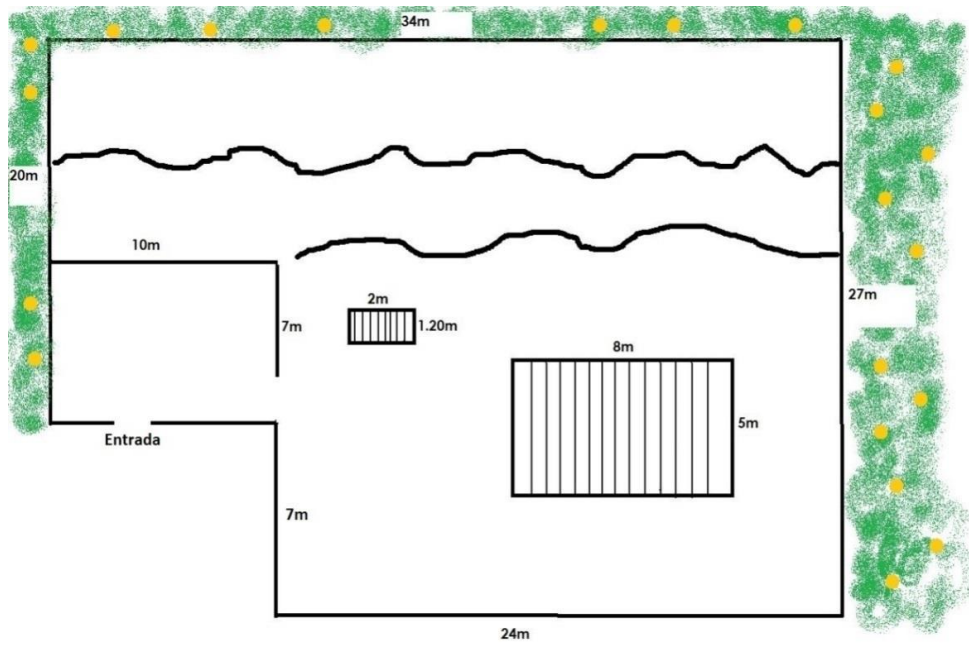


Figura A-3. Esquema del corral de los ovinos en estudio en el Centro de Capacitación Chinampa



Figura A-4. Galera de alojamiento y alimentación de los animales en estudio



Figura A-5. Ovinos de encaste pelibuey-blackbelly



Figura A-6. Botellas de vidrio color ámbar



Figura A-7. Colador mediano de plástico

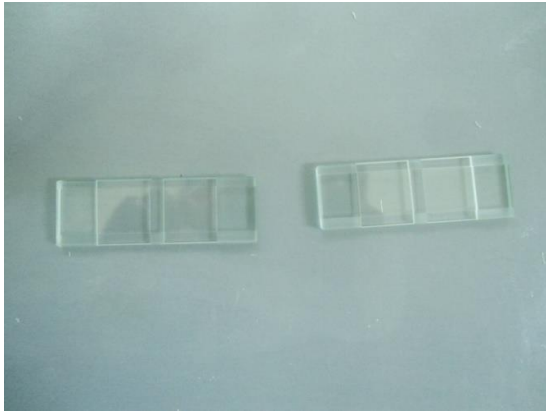


Figura A-8. Cámaras McMaster



Figura A-9. Árbol de Nim en Estación Experimental

a



Figura A-10a. Corte de la hoja de Nim

b



Figura A-10b. Embolsado de la hoja de Nim



Figura A-11. Hoja de Nim



Figura A-12. Hoja de Nim en un litro de agua



Figura A-13. Filtrado de la hoja de Nim



Figura A-14. Envasado de la infusión de Nim



Figura A-15. Infusión de Nim al 0.12% y 0.24%



Figura A-16. Pesado de las muestras de heces



Figura A-17. Maceración de la muestra



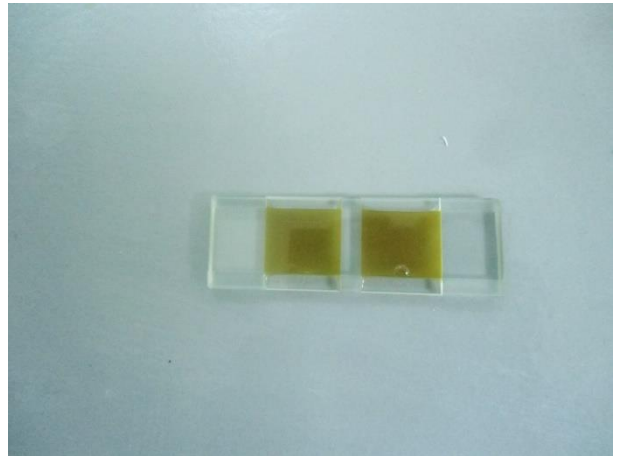
Figura A-18. Vertiendo la muestra



Figura A-19. Agitando la muestra



Figura A-20. Filtrado de la muestra



Figuras A-21 y A-22. Llenado de la Cámara McMaster

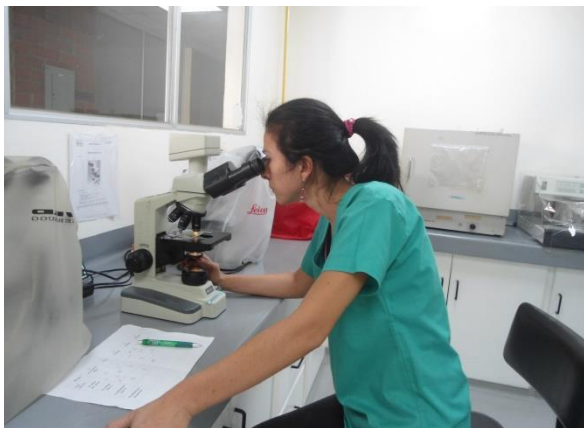


Figura A-23. Observación al microscopio

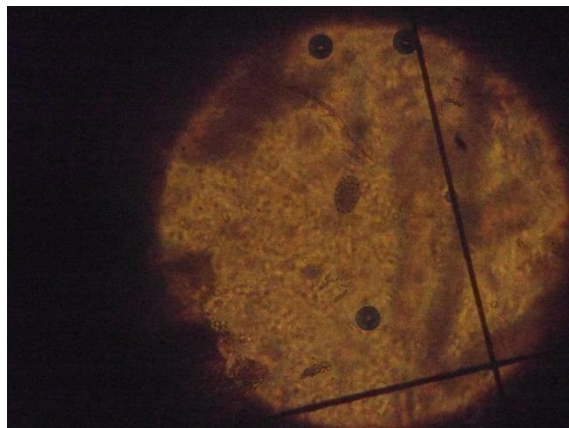


Figura A-24. Huevo de *Haemonchus contortus*

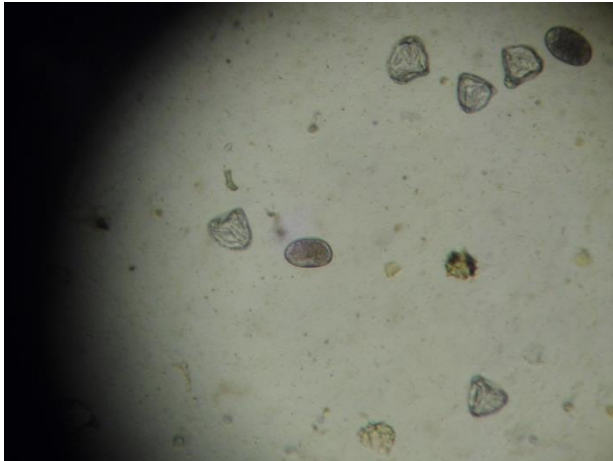


Figura A-25. Huevos de *Haemonchus contortus*



Figura A-26. Identificación de los animales

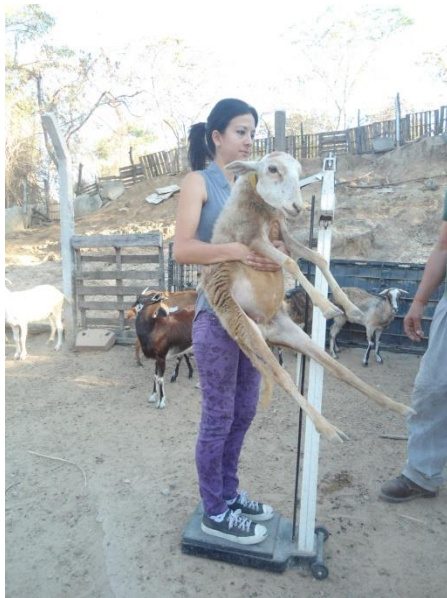


Figura A-27. Pesado de los animales



Figura A-28. Suministro de los tratamientos



Figura A-29. Toma de muestras de heces

## Anexo 1. Concentración de los tratamientos a aplicarse

### Tratamiento 1

Se usarán 28 gramos de hojas frescas de Nim, en un litro de agua, los cuales equivalen a 150 hojas.

Peso de 1 hoja → 0.18 gramos.

0.18 gramos (una hoja) → 0.008 gramos de Azadiractina

0.008 gramos x 150 hojas = 1.28 gramos de Azadiractina.

$$\frac{1.28 \text{ gramos}}{1 \text{ litro}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1000\text{ml}} = 0.0012 \text{ gramos/ml} \times 100 = \mathbf{0.12\%}$$

### Tratamiento 2

Se usarán 56 gramos de hojas frescas de Nim, en un litro de agua, los cuales equivalen a 300 hojas.

Peso de 1 hoja → 0.18 gramos.

0.18 gramos (una hoja) → 0.008 gramos de Azadiractina

0.008 gramos x 300 hojas = 2.4 gramos de Azadiractina.

$$\frac{2.4 \text{ gramos}}{1 \text{ litro}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1000\text{ml}} = 0.0024 \text{ gramos/ml} \times 100 = \mathbf{0.24\%}$$

## Anexo 2. Cálculo de la efectividad de los tratamientos

Carga parasitaria inicial – carga parasitaria final x 100

Carga parasitaria inicial

$$T_0 = (640 - 840 / 640) \times 100 = -31.25\%$$

$$T_1 = (1220 - 140 / 1220) \times 100 = 88.52\%$$

$$T_2 = (840 - 60 / 840) \times 100 = 92.86\%$$

$$T_3 = (640 - 20 / 640) \times 100 = 96.87\%$$

## Anexo 3. Cálculo de energía eléctrica

Cocina eléctrica consume 1500watts/ hora = 1.5 kilowatts.

1 kilowatt = 1000 watts.

Costo de kilowatt por hora según SIGET = \$0.16.

1 kilowatt ----- \$0.16

1.5 kilowatt ----- X

$$\underline{1.5 \text{ kilowatt} \times \$0.16 = \mathbf{\$0.24}}$$

1 kilowatt

#### Anexo 4. Cálculo de mano de obra para elaboración de infusión de Nim

Costo de día laboral (8 horas) para jornalero = \$5.00

Tiempo estimado para recolección y preparación de infusión de Nim = 15 minutos (0.25 horas)

\$5 ----- 8 horas.  
X ----- 0.25 horas  
**X= \$0.15**

#### Anexo 5. Cálculo de costo de hoja de Nim

454 gramos de hoja de Nim = \$4.

Infusión de Nim al 0.24%  
454 gramos ----- \$4  
56 gramos ----- X  
**X= \$0.50**

Infusión de Nim al 0.12%  
454 gramos ----- \$4  
28 gramos ----- X  
**X= \$0.25**

#### Anexo 6. Cálculo de mano de obra para aplicación de los tratamientos

Costo de día laboral (8 horas) para corralero = \$8.00

Tiempo estimado para aplicación de tratamientos por día = 30 minutos (0.50 horas)

\$8 ----- 8 horas.  
X ----- 0.50 horas  
**X= \$0.50**