

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

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. Inside the shield, there is a white horse with a rider in blue and yellow attire, holding a staff. Above the shield, there is a golden crown and a golden lion rampant. The shield is flanked by two golden columns. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin text "UNIVERSITAS CAROLINA AC ACADEMIA COACTIVATA INTER CETERAS OPTIS CONSPICUA SAN CARLOS GUATEMALENSIS IN TERRA QUICHUENSIS".

**COMPARACIÓN DE LA PRESENCIA DE FASES LARVARIAS DE  
NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS, EN SISTEMAS  
SILVOPASTORILES Y NO SILVOPASTORILES EN EL MUNICIPIO DE  
SAN ANDRÉS VILLA SECA, RETALHULEU**

**ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2008**

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

**COMPARACIÓN DE LA PRESENCIA DE FASES LARVIARIAS DE  
NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS, EN SISTEMAS  
SILVOPASTORILES Y NO SILVOPASTORILES EN EL MUNICIPIO DE  
SAN ANDRÉS VILLA SECA, RETALHULEU**

**TESIS**

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

**POR**

**ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ**

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MÉDICO VETERINARIO**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2008**

# **JUNTA DIRECTIVA**

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

<b>DECANO</b>	Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque.
<b>SECRETARIO</b>	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina.
<b>VOCAL I</b>	Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras.
<b>VOCAL II</b>	Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero.
<b>VOCAL III</b>	Med. Vet. Edgar Bailey Vargas.
<b>VOCAL IV</b>	Br. José Abraham Ramírez Chang.
<b>VOCAL V</b>	Br. José Antonio Motta Fuentes.

### **ASESORES**

Med. Vet. Manuel Eduardo Rodríguez Zea.  
Med. Vet. Carlos Enrique Camey Rodas.  
Med. Vet. Jorge Efraín De León Regil.

# **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA DE  
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,  
PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS  
TITULADO:**

**COMPARACIÓN DE LA PRESENCIA DE FASES LARVIARIAS DE NEMÁTODOS  
GASTROINTESTINALES EN BOVINOS, EN SISTEMAS SILVOPASTORILES Y NO  
SILVOPASTORILES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS VILLA SECA,  
RETALHULEU.**

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

**Como requisito previo a optar el título profesional de**

**MÉDICO VETERINARIO**

## **TESIS Y ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS:** Por darme claridad, fortaleza y vida para terminar este camino de forma satisfactoria.

**A MI FAMILIA:** A mis padres y mis hermanos por su apoyo incondicional, tanto espiritual como material. Por sus sabios consejos y por siempre estar en los momentos en que más los necesité.

**A MIS ASESORES:** Por su conocimiento y apoyo en todo el proceso de realización de la tesis.

**A MIS AMIGOS:** Jorge Medrano, Rony Soto, Kristhian Barahona, Claudio Urrutia, Carlos Overall, Juan Carlos Ochoa, Carlos Ramírez, Sergio Joachin, Jimena de Aguirre, Augusto Andrade, Juan Carlos Echeverría, Raquel López, Silvia Guirola, Ana Cristina Asturias, Jorge Melgar, y a todos aquellos que estuvieron junto a mi, ya sea estudiando o pasando el rato, compartiendo sus conocimientos conmigo, mejorando los buenos momentos o apoyando en los malos, compartiendo buenas o malas experiencias.

**A DON BOSCO:** Por enseñarme el camino a seguir y por ser pilar de los valores que son y serán parte importante de mi vida.

**A TODOS, MUCHAS GRACIAS**

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>II. HIPÓTESIS</b>	03
<b>III. OBJETIVOS</b>	04
3.1 General	04
3.2 Específicos	04
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	05
4.1 Sistemas silvopastoriles	05
4.1.1 Definición	05
4.1.2 Objetivos de los sistemas silvopastoriles	05
4.1.3 Características deseables de los árboles	06
4.1.4 Ventajas del uso de árboles forrajeros	08
4.1.5 Desventajas del uso de árboles forrajeros	09
4.1.6 Tipos de sistemas silvopastoriles	10
4.1.6.1 Cercas vivas	10
4.1.6.2 Bancos de proteína y/o energía	10
4.1.6.3 Pasturas en callejones	10
4.1.6.4 Árboles maderables o frutales dispersos en potreros	11
4.1.6.5 Cortinas rompevientos	11
4.1.6.6 Establecimiento de un sistema silvopastoril	11
4.1.6.7 Manejo de un sistema silvopastoril	14
4.1.7 Servicios ambientales de los sistemas silvopastoriles	14
4.1.7.1 Restauración de suelos degradados y conservación de agua	14
4.1.7.2 Secuestro de carbono	15
4.1.7.3 Conservación de la biodiversidad	15
4.2 Características biológicas de los nemátodos	16
4.2.1 Ciclo monoxeno sin fase larvaria libre	19
4.2.2 Ciclo monoxeno con fase larvaria libre	19
4.2.3 Ciclo heteroxeno	20
4.2.4 Ciclo autoheteroxeno	20
4.3 Clasificación de los nemátodos	20
4.3.1 Subclase <i>Adenophorea</i>	20
4.3.2 Subclase <i>Secernentea (Phasmidia)</i>	21

4.4 Gastroenteritis verminosa bovina (enfermedad producida por nemátodos)	21
4.4.1 Etiología	21
4.4.2 Signos clínicos	24
4.4.3 Diagnóstico	25
4.4.4 Tratamiento	25
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>26</b>
5.1 Materiales	26
5.1.1 Recursos humanos	26
5.1.2 Biológicos	26
5.1.3 De campo	26
5.1.4 De laboratorio	26
5.1.5 Centros de referencia	27
5.2 Metodología	27
5.2.1 Definición de la muestra	27
5.2.1.1 Selección y toma de la muestra	27
5.2.1.2 Procesamiento de las muestras en el laboratorio	28
5.2.1.3 Análisis y método estadístico a utilizar	30
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>36</b>
<b>IX. RESUMEN</b>	<b>37</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>38</b>
<b>XI. ANEXOS</b>	<b>39</b>

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades parasitarias se encuentran entre las causas más frecuentes e importantes que ocasionan una ineficiencia biológica y económica en los sistemas pecuarios de todo el mundo. Tales problemas disminuyen sutil o apreciablemente la producción de los animales trayendo como consecuencia bajas utilidades a los productores, lo cual favorece el abandono de la actividad pecuaria. Las nematodosis gastrointestinales en especial, son enfermedades de etiología múltiple, ocasionada por la acción conjunta de varios géneros y especies de parásitos, y puede considerarse como un complejo parasitario, el cual afecta por igual a bovinos, ovinos y caprinos.

Los sistemas de producción de carne y leche de bovinos basados fundamentalmente en la utilización de pasturas, encuentran en estas parasitosis una de las limitantes más importantes para el aprovechamiento eficiente de este recurso nutricional. Se ha demostrado que los parásitos internos ejercen efectos negativos directos en la ganancia de peso, el desarrollo corporal, el comportamiento reproductivo y la producción de leche, e indirectos como la subutilización del recurso forrajero, la predisposición a enfermedades concomitantes, aplicación de helminticidas y las complicaciones en el manejo, entre otras.

Estos problemas se han visto incrementados a consecuencia de las nuevas prácticas ganaderas, las cuales buscan una mayor rentabilidad a través del incremento de la carga animal por potrero, ocasionando un aumento en la transmisión de las parasitosis.

En nuestro medio hay diversas formas de control y prevención de estas nematodosis, entre las que se encuentran los métodos de rotación de pastizales y el pastoreo alternativo entre diversas especies, la selección genética de animales

resistentes al parasitismo, la utilización de vacunas y los controles biológicos. Sin embargo el método más utilizado ha sido el químico a través de los productos antihelmínticos, los cuales mantienen vigencia por ser eficaces en el control parasitario. Actualmente se deben buscar nuevas alternativas, debido al aumento de la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos, el costo de los nuevos productos para los ganaderos y los problemas ligados a la toxicidad, la contaminación del medio ambiente y los residuos en los productos de origen animal que se utilizan en la alimentación humana.

Por otra parte, la actividad ganadera es considerada como una de las principales causas de conflictos ambientales relacionados con la deforestación, la compactación y la erosión de los suelos, así como las pérdidas de la biodiversidad en los ecosistemas ganaderos, debido fundamentalmente a la utilización de prácticas convencionales en el uso de la tierra.

Al uso de árboles en pasturas se le atribuyen efectos benéficos directos en la supervivencia de animales en pastoreo, ya que disminuyen la presencia de parásitos y vectores que diseminan enfermedades. Estos sistemas proporcionan condiciones que favorecen el desarrollo de una rica y variada fauna edáfica, la cual participa activamente en la descomposición de las excretas y durante este proceso ejercen efectos nocivos en los huevos y larvas de los parásitos. Además, se considera como una alternativa que puede contribuir a mediano y largo plazo a reducir el deterioro ambiental.

Teniendo en cuenta la importancia de esta problemática para países tropicales como Guatemala, los estudios sobre el comportamiento de las nematodiosis gastrointestinales tanto en sistemas silvopastoriles como no silvopastoriles, proporcionan la base para la mejor utilización de estos sistemas en el país.

## **II. HIPÓTESIS**

### **2.1 Hipótesis alternativa**

“Existe diferencia entre la presencia de fases larvarias de nemátodos gastrointestinales en los sistemas silvopastoril y no silvopastoril.”

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

- Generar información sobre el desarrollo parasitológico en los potreros bajo los sistemas silvopastoril y no silvopastoril.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Determinar el sistema que presenta mayor carga de fases larvarias de nemátodos gastrointestinales.
- Tipificar las larvas de nemátodos gastrointestinales hallados en los sistemas silvopastoril y no silvopastoril.
- Establecer la asociación en la presencia de fases larvarias entre sistemas silvopastoriles y no silvopastoriles.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 SISTEMAS SILVOPASTORILES

#### 4.1.1 DEFINICIÓN

Es un nombre colectivo para sistemas que involucren el uso de árboles y/o arbustos con cultivos en la misma unidad de terreno (4).

Los sistemas silvopastoriles son catalogados como cualquier situación donde se desarrollen conjuntamente árboles y pastos en un sistema de manejo integral, cuyo objetivo principal sea incrementar el beneficio neto por hectárea a largo plazo. También son llamados agroforestales (4).

Los principales componentes son los árboles y los arbustos, los pastos, los animales, el suelo y el subsuelo (incluye sustratos alcanzables por las raíces de los árboles) (4).

#### 4.1.2 OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

- Aumentar la productividad vegetal y animal (4).
- Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso del suelo (4).
- Diversificar la producción de alimentos (4).
- Producir madera, leña y otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, el uso industrial o la exportación (4).

- Mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos (4).
- Minimizar la erosión del suelo (4).

#### 4.1.3 CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS ÁRBOLES

Los árboles y arbustos multipropósito para el silvopastoreo deben reunir las siguientes características:

- Posibilitar su siembra a través de semilla directa en el campo (4).
- Presentar un crecimiento rápido en las primeras etapas de vida y un establecimiento seguro (4).
- Disponer de una adecuada habilidad competitiva contra las malezas, particularmente durante el período de establecimiento (4).
- Mantener una alta productividad a la poda, los cortes, el pastoreo o el ramoneo (4).
- Estar bien adaptados a las condiciones edafoclimáticas del medio ambiente (4).
- Ser compatibles o tener efectos complementarios con las gramíneas y leguminosas con las cuales conviven (4).
- No requerir de fertilización o necesitarla en proporciones mínimas (4).
- Tener habilidad para fijar nitrógeno (4).

- Disponer de un sistema radical profundo y presentar pocas raíces superficiales (4).
- Proporcionar suficiente hojarasca de rápida descomposición (4).
- Presentar una adecuada producción de follaje durante los períodos secos (4).
- Ser resistente a las enfermedades y plagas locales y a las comunes a las otras plantas con las cuales crecen, particularmente gramíneas y leguminosas (4).
- No presentar efectos alelopáticos sobre la vegetación del pasto base (4).
- Poseer una fronda que permita el paso de suficiente luz para el crecimiento de los cultivos acompañantes (4).
- Presentar un buen valor nutritivo, aceptable palatabilidad y aceptación por los animales (4).
- Aceptable balance de la relación proteína-energía (4).
- Suficiente nitrógeno digerible en la dieta de manera que facilite una eficiente función ruminal (4).
- Buena tasa de pasaje de la digesta a través del rumen que no limite el consumo de alimentos (4).
- Suficiente proteína y energía que permita un buen consumo voluntario (4).
- No contener principios tóxicos ni sustancias antinutricionales (al menos en cantidades admisibles) (4).

- Adecuado contenido de minerales que beneficie la flora y la fauna ruminal, así como al animal (4).

#### 4.1.4 VENTAJAS DEL USO DE ÁRBOLES FORRAJEROS

- Son los organismos vivos que con mayor eficiencia utilizan la energía solar y la convierten en biomasa (4).
- Presentan un sistema radical profundo que les permite tomar el agua y los nutrientes de las capas profundas del suelo e incorporarlos a la superficie (4).
- Producen fijación simbiótica del nitrógeno a través del *Rhizobium*, lo que les confiere una mayor adaptación y resistencia a la sequía (4).
- Permiten evitar rápidamente la competencia fotosintética con las gramíneas y otras plantas debido a la altura que toma su follaje (4).
- El ciclo de renovación orgánica se incrementa al retornar al suelo las hojas, las frutas, las ramas, las heces y la orina, y al existir una mayor cobertura de raíces a diferentes profundidades (4).
- Protección de las fuentes de agua, el aumento de la infiltración a través de las raíces profundas disminuyendo la escorrentía y, por lo tanto, la erosión, así como su contribución al aumento del régimen de lluvias y la retención del rocío (4).
- Los árboles producen sombra, la cual reduce el efecto de las altas temperaturas tropicales, mejorando el ambiente para la producción y reproducción del ganado. También favorecen la vida silvestre y conservan por más tiempo la humedad del suelo, propiciando el crecimiento de la vegetación acompañante (4).

#### 4.1.5 DESVENTAJAS DEL USO DE ÁRBOLES FORRAJEROS

- La competencia por la luz entre los árboles y el estrato herbáceo, como producto de la sombra excesiva, pudiera afectar su composición florística y su rendimiento (4).
- Algunos árboles pueden constituir especies colonizadoras agresivas y los animales son los causantes de la dispersión de las semillas (4).
- Cuando el número de árboles en el potrero es escaso, el sombreado y el descanso de los animales debajo de éstos puede producir la disminución de la cobertura herbácea y causar la compactación del suelo (4).
- La alelopatía, que es un mecanismo de defensa propio de algunas plantas, no permite el desarrollo de otras a su alrededor (4).
- Se limita el uso de la mecanización y aumenta la necesidad de mano de obra, principalmente durante la siembra y el establecimiento del sistema (4).
- Se requieren muchos años para que los árboles adquieran valor económico; la fase de establecimiento del pastizal es más prolongada y la producción se incrementa gradualmente en la medida que crezcan los árboles y se consolide el sistema de pastoreo (4).
- La presencia de compuestos antinutricionales (4).

#### 4.1.6 TIPOS DE SISTEMAS SILVOPASTORILES

##### 4.1.6.1 Cercas vivas

Consiste en la siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades. Con frecuencia en ellas se utilizan leguminosas arbóreas tales como *Gliricidia sepium*, *Erythrina berteroana*, *E. fusca* y *E. costarricensis* en las zonas húmedas, mientras que en las zonas secas *Leucaena leucocephala* y especies no leguminosas como *Bursera simaruba* y *Spondias purpurea* (5).

Este sistema constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, además de que representa una forma de introducir árboles en los potreros. Una de sus desventajas es el costo de mano de obra para el corte y acarreo de éstas (5).

##### 4.1.6.2 Bancos de proteína y/o energía

Es el uso de cultivos de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y a alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para suplementación animal en diferentes sistemas de producción (5).

##### 4.1.6.3 Pasturas en callejones

Otra modalidad de sistemas agroforestales que se ha estudiado son las pasturas en callejones, que involucran la siembra de forrajeras herbáceas entre las hileras de árboles o arbustos. Su objetivo es proveer a los animales mayor producción de forraje durante todo el año, mejorar la calidad de suelo y reducir los procesos de erosión (5).

#### 4.1.6.4 Árboles maderables o frutales dispersos en potreros

Este sistema se caracteriza por la presencia de árboles dispersos en potreros para proveer sombra y alimentos para los animales, y generar ingresos a través de la venta de madera y frutas. Uno de los árboles que se está utilizando actualmente es el mango (*Mangifera indica*), variedad Tommy Atkins (3,5).

Para establecer el sistema con el árbol de mango, se siembra en asociación con maíz (*Zea mays*) a una densidad entre árboles de 11 por 11 metros, que da como resultado una siembra de 82.64 árboles por hectárea. En los primeros tres años de establecimiento del sistema, se siembran los árboles de mango asociado con maíz durante los meses de marzo a septiembre y con ajonjolí (*Sesamum indicum*) durante los meses de agosto a diciembre. El cuarto año se establece la pastura, sembrándola en la época de invierno (3).

La ventaja principal es la producción (entre 200 a 250 frutos por árbol) y comercio del mango, asociado con la producción animal y su principal desventaja es la pérdida de terreno para establecer pastura, que es del 50% aproximadamente por sombra de árboles (3).

#### 4.1.6.5 Cortinas rompevientos

Las cortinas rompevientos son sistemas silvopastoriles muy frecuentes en fincas con producción intensiva de leche. Se utilizan en lugares con mucho viento, ya que estas condiciones están asociadas con baja producción de leche y alta tasas de degradación de tierras; además hay reducción en la producción de pasto (5).

#### 4.1.6.6 Establecimiento de un sistema silvopastoril

El objetivo principal de este sistema radica en aumentar la cantidad y la calidad de forraje ofrecido, disminuyendo la susceptibilidad del sistema. Para esto se

requiere mejorar la eficiencia en la utilización de la luz solar que alcanza la superficie del suelo y disminuir la posible pérdida de nutrientes que pueda ocurrir. Con esto se logra, generalmente, disminuir los costos de producción y los costos ambientales, debido a la eliminación de la fertilización de pasturas necesaria en los sistemas intensivos de producción. El principal servicio ambiental que provee este sistema es la inmovilización de carbono, a través del aumento de la materia orgánica en el suelo. También se dan cambios importantes en la biota del suelo, lo cual ayuda a profundizar el carbono inmovilizado a estratos que hacen difícil su oxidación (3).

Para lograr los objetivos propuestos, generalmente se hace un diseño de tres estratos. Las especies deben poseer características particulares importantes, según el estrato en el cual participen dentro del arreglo (3).

En el estrato más alto se utilizan especies que normalmente no proporcionan forraje o su cantidad es muy baja (cuando lo hacen es a través de frutos y semillas que caen al suelo como respuesta fenológica de las especies), pero que sí pueden mejorar sustancialmente los ingresos económicos del sistema. Para ello se utilizan maderables de alto valor económico o eventualmente frutales, idealmente con capacidad de fijar nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ). En lo posible deben poseer capacidad de interactuar con micorrizas (especialmente vesículo arbusculares) que permitan mejorar la absorción de formas menos solubles del fósforo (P). Deben poseer una arquitectura radical que les permita extraer nutrientes de estratos diferentes al de la gramínea, lo cual evita la pérdida y mejora la eficiencia de uso de dichos nutrientes. La especie debe ser de rápido crecimiento, para evitar el daño que pueden ocasionar los animales cuando entran al potrero. Es ideal que tenga sombra que permita el paso de buena cantidad y calidad de luz (3).

En el segundo estrato se prefiere una especie arbórea que sea prefiere leguminosa y con capacidad reconocida para fijar  $N_2$ , por asociación espontánea o a través de inoculación con bacterias del género *Rizhobium*. Esta especie se debe manejar hasta una altura de dos metros para permitir el consumo directo por los

animales. Al igual que los árboles del estrato más alto, deben interactuar con micorrizas que mejoren el balance del P soluble en el suelo. El estrato de extracción de nutrientes no debe competir con las otras especies del sistema. El forraje producido debe ser de buena calidad y de buena aceptación por parte de los animales y el árbol debe tener la capacidad de soportar el pastoreo, es decir, debe ser flexible cuando esté como arbusto. En estos sistemas se debe trabajar con especies de fácil establecimiento, sexual o asexualmente. Por último, la arquitectura de la copa o las características de la sombra deben permitir un paso de luz suficiente para el crecimiento adecuado de la gramínea. Este estrato puede contener, a su vez, especies con similares características al anterior, pero que no soportan pastoreo. Estas especies serán puestas en las cercas y su producto puede ser cortado para ofrecérselo a los animales del potrero (3).

La gramínea, que conforma el estrato más inferior, debe tener una alta capacidad de producción de biomasa de buena calidad bajo condiciones de penumbra o poca luminosidad y debe ser resistente al pastoreo rotacional. Debe compartir una curva de crecimiento con la arbórea del segundo estrato para que ninguna de las dos esté en condiciones inadecuadas cuando se decida hacer el pastoreo. Es recomendable que los periodos de ocupación y de descanso de las dos especies sean similares. Debe ser resistente a plagas y enfermedades. En algunos casos, este estrato debe ser compartido con una leguminosa rastrera, con alta capacidad forrajera, fijadora de  $N_2$ , compatible con el sistema en términos de resistencia al pastoreo y a la sombra (3).

Pueden existir muchas gramíneas que tengan en general la mayor parte de las características deseables descritas. Sin embargo, se eligen aquellas que teniendo dichas características ya se encuentran en la zona lo cual puede facilitar la adopción del sistema por parte de los productores (3).

#### 4.1.6.7 Manejo de un sistema silvopastoril

El manejo del sistema consiste en control de malezas a través de productos químicos contra hoja ancha y de forma física a través del chapeo del potrero, ya sea mecánico o manual, dos veces al año. La fertilización se usa en caso que los suelos sean pobres en nutrientes una o dos veces al año en dos aplicaciones de abono de tipo foliar. Como la cosecha del fruto se realiza en verano, la carga animal se debe introducir en la época de invierno, aproximadamente a principios del mes de julio y finalizarla a mediados de noviembre. Después de este período, se empieza a realizar la fertilización y henificación del pasto para la época seca (3).

#### 4.1.7 SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

La elevada tasa de deforestación en los países tropicales no solamente tiene efectos locales como la degradación de los suelos y la pérdida de su productividad, sino que también contribuye con una cuarta parte en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases hacia la atmósfera, proceso que causa cambios climáticos globales contribuyendo a la pérdida de la biodiversidad en los bosques naturales y al desequilibrio de otros ecosistemas terrestres. El incremento de las áreas bajo pasto, muchas veces seguida por su pronta degradación, se manifiesta en deterioro ambiental y su impacto es muy fuerte debido a su gran extensión en toda la región. Los campos principales de servicios ambientales generados por sistemas silvopastoriles se pueden agrupar en:

##### 4.1.7.1 Restauración de suelos degradados y conservación de agua

Un alto porcentaje de las tierras en pasturas se encuentra en estados avanzados de degradación, debido a ello los árboles de uso múltiple pueden jugar un rol importante en la restauración ecológica de éstas, mientras contribuyen con la sostenibilidad económica de los sistemas de producción ganadera, tratando de buscar eficiencia en la absorción de fósforo dentro de suelos ácidos, compactados y

lixiviados, la restauración de su fertilidad y de sus propiedades físicas a través procesos simbióticos entre bacterias u hongos fijadores de nitrógeno, hongos micorrízicos y las especies leñosas y no leñosas presentes en sistemas silvopastoriles (5,6,7).

#### 4.1.7.2 Secuestro de carbono

Los sistemas agroforestales tienen dos beneficios principales para conservar carbono:

- Almacenaje directo de carbono a corto y mediano plazo en los árboles y el suelo (5,6,7).
- Reducción indirecta de la emisión de los gases invernadero causada por la deforestación y la agricultura migratoria. Sistemas silvopastoriles en comparación con pastos puros pueden conservar mejor la materia orgánica en los suelos, especialmente en suelos ácidos y pobres en nutrientes (5,6,7).

En los diferentes sistemas silvopastoriles la producción y extracción de madera para construcción, leña, carbón, postes etc., puede reducir la presión sobre los recursos naturales de los bosques y los combustibles fósiles, de manera que hay un impacto indirecto positivo sobre la conservación del carbono en otros ecosistemas. Sistemas silvopastoriles con árboles dispersos no permiten la quema de los pastos, otra fuente de emisión de CO<sub>2</sub>, que todavía se usa en la regeneración de las pasturas (5,6,7).

#### 4.1.7.3 Conservación de la biodiversidad

La conversión de bosques en pasturas amenaza la sobrevivencia de muchas especies. sin embargo, el impacto sobre la biodiversidad de los bosques podría ser menor al haber especies forestales o rodales de árboles en las pasturas, ya que

sirven como productores de semillas, fuentes de hábitat y alimentación de animales (5,6,7).

Linderos, cortinas rompevientos, cercas vivas u otras plantaciones forestales en línea a lo largo de las orillas de las pasturas, son sistemas diseñados por el hombre y muchas veces modificados con el tiempo por la naturaleza. La composición de las especies depende de las condiciones ecológicas, las preferencias de los productores y no por ende de la disponibilidad de las semillas forestales. La conexión de diferentes linderos en forma de corredor influye sobre el movimiento de los animales y la dispersión de las plantas. Se puede de esta forma tener funciones de biocorredores, importantes en paisajes agrícolas caracterizadas por ecosistemas fragmentados (5,6,7).

Especialmente especies de plantas que evolucionaron en terrenos grandes sin perturbaciones marcadas, dependiendo de su dispersión por viento, requieren de estos corredores para su mayor difusión. Los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos parecen ser limitados para lograr este objetivo, debido a que el libre pastoreo regularmente elimina la regeneración natural (5,6,7).

## **4.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LOS NEMÁTODOS**

Los nemátodos son gusanos redondos, no segmentados, hay especies libres y parásitas, cuya morfología es básicamente semejante, aunque las últimas presentan adaptaciones a la forma de vida parasitaria. El cuerpo es filiforme, con simetría bilateral, pero las hembras de algunas especies desarrollan dilataciones corporales más o menos globulosas. El tamaño de los nemátodos varía desde pocos milímetros hasta más de un metro de longitud. Poseen aparato digestivo, dimorfismo sexual y ciclos vitales directos o indirectos (2).

Los huevos, cuando salen del hospedador, dependiendo de las especies, pueden contener o no, una larva desarrollada. La capacidad de supervivencia de los

huevos varía, pero en general está directamente relacionada con el grosor de su cubierta. Los huevos de ascaroideos son muy resistentes a la temperatura y a la desecación, y sobreviven temporalmente en anaerobiosis. Los huevos de los *Tricostrongíidos*, por el contrario, son mucho menos resistentes a condiciones ambientales extremas. La temperatura mínima para que se produzca el desarrollo de los huevos es variable para cada especie y hasta para cada cepa, puesto que se produce una adaptación de éstas a las condiciones ambientales existentes en cada área geográfica. Las temperaturas mínimas a las que puede comenzar el desarrollo de los huevos de los *Tricostrongíidos* de animales domésticos, oscilan entre 4°C y 16°C (2).

Por otra parte, la desecación y la deficiencia o ausencia de oxígeno (O<sub>2</sub>) pueden ser letales para los estados preinfectantes. Así sucede cuando las heces, conteniendo huevos no embrionados, se secan tan rápidamente que no dan lugar a que se inicie su desarrollo. No obstante, si la desecación no es tan rápida, o sobreviene cuando ya se ha producido la embrionación, cabe la posibilidad que el desarrollo se detenga, para reanudarse cuando las condiciones se hacen favorables. La saturación de agua en las heces también puede impedir el desarrollo del huevo. En el ambiente natural, las heces no constituyen un medio homogéneo en cuanto a humedad y tensión de oxígeno, por lo que los límites de variación en el tiempo requerido en cada caso para que ocurra el desarrollo larvario, son muy amplios. A ello contribuyen también la consistencia y el diferente espesor de las heces (2).

La eclosión de los huevos de los nemátodos parásitos puede ocurrir dentro de un hospedador o en el medio ambiente. El primer caso es el de los ascáridos, que requieren una combinación de factores, tales como una temperatura de 37°C, un moderado potencial oxidorreductor, alta concentración de dióxido de carbono y un pH cercano a 7. estas condiciones se dan en el tubo digestivo de muchos vertebrados de sangre caliente. Cuando la eclosión se produce fuera de los hospedadores, está controlada parcialmente por factores ambientales, principalmente temperatura, humedad y tensión de oxígeno, y también por factores dependientes de la larva. En

los *Trichostrongídeos* se ha observado que en el momento de la eclosión, la capa interna del huevo se rompe por la acción de enzimas segregadas por la larva, que lisan los lípidos de esta capa, y por los movimientos de la propia larva. Posteriormente, rompe el resto de las capas del huevo y sale al exterior, siendo ya capaz de alimentarse de bacterias; posteriormente alcanza el estado infectante (L-III) que no se alimenta y la vaina que la envuelve le proporciona una gran resistencia a la influencia de los cambios ambientales (2).

Durante su desarrollo, los nemátodos parásitos pasan por cuatro o cinco fases larvarias (de L-I a L-V), antes de alcanzar el estado adulto. La transformación de unas fases en otras se produce mediante mudas. El proceso consiste en que la cutícula de cada fase se desprende y es sustituida por una nueva, segregada por la hipodermis de las larvas. Se produce un crecimiento de la cutícula y, consiguientemente, de los propios vermes, tanto durante el corto período posterior a la muda, como durante los períodos intermudas. El crecimiento es particularmente marcado después de la última muda, cuando se produce la maduración de los vermes adultos (2).

En algunos casos se produce la reabsorción de la cutícula antigua en la recién formada. Esto es particularmente importante cuando se requiere una conservación de los materiales y del espacio, como en la primera muda de ascáridos, que ocurre dentro del huevo. Este proceso tiene menor importancia cuando hay mucho alimento disponible o la cutícula antigua es muy compleja. También se puede dar por acción enzimática (2).

Durante el ciclo vital de algunos nematodos se puede producir un fenómeno de adaptación denominado hipobiosis, consistente en la suspensión temporal y facultativa de su desarrollo, que permite a las larvas soportar cambios de tiempo, antes de reanudar su desarrollo. La hipobiosis tiene lugar en ciertos hospedadores, bajo determinadas circunstancias y épocas del año, afectando con frecuencia únicamente a una parte de la población parasitaria (2).

La hipobiosis representa dos tipos de comportamiento del desarrollo y tiene causas variadas. Uno puede ser la interrupción del desarrollo como respuesta al estado de inmunidad del hospedador y el otro como respuesta de algún estímulo independiente del hospedador (2).

El desarrollo del ciclo biológico de los nemátodos parásitos de vertebrados puede requerir la presencia de un solo hospedador (ciclo monoxeno) o de dos hospedadores (ciclo heteroxeno), de los cuales uno es el hospedador definitivo y otro intermediario que actúa como transmisor. También puede ocurrir que un hospedador definitivo se convierta a la vez en intermediario (ciclo autoheteroxeno). Por otra parte, el modo de transmisión puede determinar que los vermes se desarrollen en los mismos órganos en los que se depositan las fases infectantes, o bien, la localización definitiva sea diferente, requiriéndose en este último caso una migración intraorgánica, a veces, extremadamente compleja. Teniendo en cuenta estos factores, podemos clasificar el ciclo de los nemátodos de la siguiente manera:

#### 4.2.1 Ciclo monoxeno sin fase larvaria libre

La infección del hospedador definitivo se produce por ingestión de huevos en cuyo interior se encuentra una L-II. Dentro de este grupo se incluyen especies que no realizan migración intraorgánica (*Skrajabinema ovis*) y especies que sí la realizan (*Neoascaris vitulorum*) (2).

#### 4.2.2 Ciclo monoxeno con fase larvaria libre

La infección del hospedador definitivo se produce como consecuencia de la ingestión de L-III, que se encuentran libres en la vegetación, o por penetración de éstas a través de la piel. También, en este caso, se encuentran especies en las que no hay migración larvaria (*Trichostrongylus* spp) y especies con migración larvaria (*Bunostomum* spp) (2).

#### 4.2.3 Ciclo heteroxeno

Hay especies con un solo hospedador intermediario y otras con dos. De las especies de este tipo de ciclo, las de mayor interés son las filarias, que tienen un solo hospedador intermediario que actúa como vector, no poseen fases larvarias libres y realizan migración intraorgánica en el hospedador definitivo (2).

#### 4.2.4 Ciclo autoheteroxeno

En éste, el hospedador definitivo actúa también como intermediario. Aunque todas las fases evolutivas del parásito se encuentran en un solo hospedador, se requieren dos hospedadores para completar el ciclo. A esta categoría pertenece el ciclo de *Trichinella spiralis* (2).

### 4.3 CLASIFICACIÓN DE LOS NEMÁTODOS

Pertenecen al *Phyllum Nematelmintos*, clase *Nematoda* la cual se subdivide en:

#### 4.3.1 Subclase *Adenophorea*

Papilas caudales ausentes o escasas, sin canales excretores laterales; fásquidos, generalmente ausentes; ánfidos postlabiales y de tamaño variable, con papilas cefálicas, esófago cilíndrico, formando esticosoma; los machos, generalmente con dos testículos; huevos no segmentados y en algunos casos, con opérculos en los polos. Pertenecen las familias *Dioctophymatidae*, *Trichuridae*, *Capillaridae*, *Trichosomatidae* y *Trichinellidae* (2).

#### 4.3.2 Subclase *Secernentea* (*Phasmodia*)

Papilas caudales numerosas, con canales excretores laterales; con fásmidos posteriores al ano; ánfidos, por lo general, poco desarrollados, con pequeños poros situados cerca de o en los labios; esófago sin esticosoma; machos con un solo testículo; huevos sin opérculos en los extremos. Pertenecen a ésta las familias *Strongyloidae*, *Strongylidae*, *Chabertiidae*, *Ancylostomatidae*, *Trichostrongylidae*, *Heligmosomidae*, *Dictyocaulidae*, *Metastrongylidae*, *Protostrongylidae*, *Angiostrongylidae*, *Crenosomatidae*, *Oxiuridae*, *Heterakidae*, *Ascaridae*, *Anisakidae*, *Spiruridae*, *Spirocercidae*, *Gnathostomidae*, *Thelaziidae*, *Filariidae*, *Onchocercidae*, *Camallanidae*, *Dracunculidae* y *Philometridae* (2).

### 4.4 GASTROENTERITIS VERMINOSA BOVINA (ENFERMEDAD PRODUCIDA POR NEMÁTODOS)

#### 4.4.1 Etiología

Este complejo verminoso se produce por la asociación de distintas especies de nemátodos, como:

- *Strongyloides papillosus*: se localiza en intestino delgado de rumiantes. El ciclo se inicia con la eliminación de huevos larvados (L-I). A partir de este estado larvario el ciclo puede ser heterogónico (fuera del hospedero) y se da la migración hacia L-II, L-III y en dos días aproximadamente se diferencian en machos y hembras libres que copulan y dan origen a huevos con fases L-I y L-II (fase infectiva). O puede ser homogónico (dentro del huésped) donde los huevos se eliminan con las heces (L-I) y en el exterior dan origen a la L-II y L-III (fase infectiva) la cual puede ingresar vía oral, percutánea, cutánea, transcolostral o transplacentaria. Migran a pulmones y se localizan en bronquiolos y posteriormente regresan al intestino delgado a través de la deglución, completando su desarrollo sexual. La transmisión más común es la oral (2,8,9,10).

- *Ostertagia ostertagi*: se localiza en el abomaso de bovinos. El ciclo comienza con la eliminación de huevos, migra a L-I, y L-II (fase infectiva). Esta llega a la mucosa ruminal, penetra los vasos sanguíneos, llegando por circulación sistémica al abomaso donde se localiza a nivel de las glándulas gástricas, donde termina de madurar sexualmente hasta L-V cerrando el ciclo. Puede sufrir hipobiosis y encapsularse en forma de nódulos en la mucosa abomasal cuando las condiciones son desfavorables (2,8,9,10).
- *Trichostrongylus columbriformis*: se ubica en la primera porción del intestino delgado de rumiantes. El ciclo empieza con la eliminación de huevos por las heces fecales. En el medio ambiente, migra a L-I y L-II (fase infectiva). Migra a L-III en la primera porción del intestino delgado, donde se desarrolla la L-IV y L-V, cerrando el ciclo. Período prepatente de 20 días (2,8,9,10).
- *Haemochus contortus*: se localiza en el abomaso de rumiantes. Es de los más patógenos por ser hematófago, comúnmente se le llama “palo de barbero” por la forma característica del tracto digestivo enrollado sobre el útero al verlo por estereoscopio. El ciclo empieza con la eliminación de huevos por las heces fecales. En el medio ambiente, migra a L-I, L-II y L-III. Ingresa como L-III en abomaso, donde se desarrolla la L-IV y L-V, cerrando el ciclo. Período prepatente de 18-21 días (2,8,9,10).
- *Nematodirus helvetianus*: se localiza en intestino delgado de ovejas y bovinos. El ciclo empieza con la eliminación de huevos por las heces fecales. En el medio ambiente, migra a L-I, L-II y L-III. Ingresa como L-III en abomaso, donde se desarrolla la L-IV y L-V, cerrando el ciclo. Período prepatente de 18-21 días (2,8,9,10).
- *Mecistocirrus digitatus*: es hematófago y se localiza en el abomaso de rumiantes. El ciclo empieza con la eliminación de huevos por las heces fecales. En el medio

ambiente, migra a L-I, L-II y L-III. Ingresa como L-III en abomaso, donde se desarrolla la L-IV y L-V, cerrando el ciclo. Período prepatente de 18-21 días (2,8,9,10).

- *Oesophagostomum radiatum*: se localiza en intestino grueso de bovinos. Entre sus estructuras morfológicas collar bucal redondeado y corona externa. El ciclo inicia con la expulsión de huevos a través de las heces fecales y migración larvaria hasta la L-III, siendo esta la fase infectiva. Ingresa al sistema digestivo, y en el ciego muda a L-IV y L-V, madurando sexualmente y completándose el ciclo. Período prepatente de 49 días (2,8,9,10).
- *Bunostomum phlebotomun*: se ubica a nivel de intestino delgado de bovinos, cápsula bucal con estructuras quitinosas poco desarrolladas con dos dientes. El ciclo vital inicia con la eliminación de los huevos a través de las heces fecales. El huevo evoluciona a las fases larvarias L-I, L-II y luego a la fase infectiva L-III, la cual puede penetrar al hospedero definitivo vía oral, cutánea y mamaria. Cuando es vía oral, la fase infectiva llega a la mucosa del intestino delgado, migrando a L-IV y L-V, última en la cual es madura sexualmente para reproducirse y ovopositar. Período prepatente de dos a cuatro semanas (2,8,9,10).
- *Gongylonema pulchrum*: éste se ubica por debajo del esófago de rumiantes. El ciclo es indirecto, las hembras depositan los huevos en el lumen esofágico, migrando a L-I y saliendo en esta fase por las heces. El huevo es ingerido por escarabajos y, en un mes aproximadamente, se desarrolla la L-II y L-III. Al llegar al estómago del hospedero indirecto se libera la fase infectiva (L-III). Es ingerida y al llegar al estómago del hospedero definitivo, la fase infectiva penetra la mucosa del estómago y regresa a la mucosa esofágica, migrando a L-IV y L-V produciéndose la madurez sexual. Período prepatente de 30-35 días (2,8,9,10).
- *Neoascaris vitulorum*: se localiza en intestino delgado de rumiantes. El ciclo comienza con la eliminación de los huevos por las excretas. Se desarrolla la fase

L-I y L-II (infectiva). Ésta es ingerida por el hospedero definitivo y queda libre en el intestino delgado. Llega al hígado, donde migra a L-III, llegando posteriormente a corazón y pulmones ubicándose en diferentes órganos si pasan a circulación mayor, esperando cambios fisiológicos del hospedador para migrar a intestino y terminar su desarrollo a L-IV y L-V. También pueden migrar a glándula mamaria para establecerse en animales lactantes (2,8,9,10).

- *Trichuris sp.*: se ubica en ciego y colon de rumiantes. El ciclo inicia con la eliminación de huevos biopericulados en las heces, donde se da el desarrollo hasta L-III que es la fase infectiva que penetra vía oral y que viaja por mucosas. Se da la migración a L-IV y L-V en ciego y colon. Período prepatente de 6-10 semanas (2,8,9,10).
- *Capillaria bovis*: se localiza en el intestino delgado de rumiantes, principalmente en bovinos. El ciclo es bastante similar al del género *Trichuris*, con la fase infectiva L-III que se desarrolla sexualmente a L-IV y L-V en el lumen del intestino delgado (2,8,9,10).

#### 4.4.2 Signos clínicos

Los nemátodos del género *Strongyloides*, principalmente en animales jóvenes, produce anorexia, debilidad, bajo crecimiento y diarrea mucosa o con sangre (2,8,9).

En el caso de parasitosis ocasionada por el género *Haemonchus* y otros géneros de la familia *Trichostrongylidae*, los signos principales se caracterizan por menor ganancia de peso, anorexia, diarrea, hipoalbuminemia, anemia, emaciación y edema subcutáneo y submandibular (2,8,9).

El género *Oesophagostomum* produce anorexia, hipertermia, abatimiento, cólicos, diarrea con heces de tono oscuro y estrías sanguinolentas (2,8,9).

En el caso de *Trichuris*, se presenta diarrea de tipo agudo, colitis hemorrágica y emaciación. Además se produce engrosamiento edematoso de la mucosa del ciego, junto con petequias y formación de moco (2,8,9).

#### 4.4.3 Diagnóstico

El diagnóstico a través de signos clínicos está asociado con el parasitismo gastrointestinal y está íntimamente asociado con el carácter estacional de la infección, por lo cual debe ser confirmado por pruebas de laboratorio (1,7).

La infestación se puede detectar a través del hallazgo de huevos por medio del examen coprológico, ya sea por métodos directos, flotación o métodos de tipo cuantitativo (McMaster) (1,7).

#### 4.4.4 Tratamiento

Los fármacos comúnmente utilizados pertenecen al grupo de los benzimidazoles, probenzimidazoles, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas (1,2,8).

- Benzimidazoles: Tiabendazol en dosis de 25mg/kg de peso vivo (p.v.). Albendazol y Febendazol 7.5 mg/kg de p.v. Oxfendazol 5mg/kg de p.v. El tratamiento se administra vía oral (1,2,8).
- Probenzimidazoles: Febantel en dosis de 7.5mg/kg de p.v. vía oral (1,2,8).
- Imidazotiazoles: Levamisol en dosis de 5mg a 8mg/kg de p.v. vía intramuscular (1,2,8).
- Lactonas macrocíclicas: Ivermectina, Moxidectina, Abamectina y Doramectina en dosis de 0.2mg/kg de p.v. vía subcutánea (1,2,8).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

#### 5.1.1 RECURSOS HUMANOS

- Estudiante: investigador
- Personal de laboratorio del Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 5.1.2 BIOLÓGICOS

- Muestras de pasto de los dos sistemas.
- Muestras de heces fecales.

#### 5.1.3 DE CAMPO

- Bolsas de polietileno de 50 libras de capacidad
- Bolsas de polietileno de 4 libras de capacidad
- Tijeras de podar

#### 5.1.4 DE LABORATORIO

- Recipientes plásticos de 50 litros
- Cubetas graduadas de 10 litros
- Manguera de hule de un metro y medio.
- Beaker graduado de 1000 mililitros
- Pipeta de 10 ml
- Balanza

- Lugol parasitológico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Gasa
- Aserrín estéril
- Frascos de boca ancha
- Incubadora
- Cajas de Petri
- Pipetas Pasteur
- Microscopio

#### 5.1.5 CENTROS DE REFERENCIA

- Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Biblioteca del Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Internet.

## 5.2 METODOLOGÍA

### 5.2.1 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Se someterán a examen muestras de pasto de los sistemas silvopastoril y no silvopastoril o tradicional en la época de invierno. Además se tomarán muestras de heces presentes en los alrededores del pasto obtenido.

#### 5.2.1.1 Selección y toma de la muestra

- a. Del área delimitada previamente, se tomarán muestras de pasto lo más temprano posible a través del método de la “W” (consiste en trazar dos trayectos en forma de “W” a lo largo del potrero, las cuales convergen entre

si. Posteriormente se debe tomar muestras de pasto donde se entrelazan los dos trayectos trazados previamente). El pasto será introducido en las bolsas de polietileno, separando el pasto de cada punto de la “W”. Alrededor del sector, se tomarán muestras de heces presentes en el suelo para incubación de larvas por el método de Hakarua-Ueno.

- b. La muestra será procesada en el Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 5.2.1.2 Procesamiento de las muestras en el laboratorio.

- a. Muestras de pasto (método de la “W”): cada muestra será tarada en gramos, procesándose por separado. El contenido de cada bolsa se sumergirá en agua corriente en los recipientes plásticos, conteniendo 15 o más litros de agua.

El pasto en los recipientes plásticos se dejará reposar por un período de 24 horas.

Posteriormente el pasto será removido de los recipientes plásticos, sacudiéndolo varias veces dentro del recipiente con el fin de separar las larvas que pudieran encontrarse adheridas a hojas y tallos.

El pasto se colocará nuevamente en una cubeta graduada, agregando aproximadamente seis litros de agua y dejándolo reposar de cuatro a seis horas. Después se eliminará el pasto y se dejará el agua en reposo.

Posteriormente se eliminará el sobrenadante de los dos recipientes por medio de una manguera plástica por efecto de sifón.

Los sedimentos serán depositados en un beaker graduado de 1,000 ml, dejando aproximadamente unos 50 ml en el fondo del recipiente.

Se homogenizará y con una pipeta de 1 ml se tomará parte de la muestra. De ésta se transferirá 0.25 ml a una lámina portaobjetos y se aplicará una gota de lugol parasitológico. Se deberán hacer cuatro montajes y observarlos al microscopio para hallazgo, conteo y tipificación de larvas de nemátodos.

- b. Muestras de heces (método de Hakarua-Ueno): las heces obtenidas se mezclarán con aserrín estéril en un frasco pequeño de boca ancha homogenizándose bien, dejando un espacio en el centro de la materia fecal donde se colocará agua. La muestra se tapará medianamente, para permitir la oxigenación.

Se dejará incubando durante un tiempo de siete a doce días a una temperatura entre 25°C y 27°C. A la muestra se le agregará agua, si es necesario, mientras dure la incubación para evitar la resequedad de la misma.

Después de la incubación se le agregará suficiente agua al frasco a 37 grados centígrados y se colocará una caja de Petri encima del frasco y se invertirá. Se dejará reposando durante 30 minutos o más, en posición inclinada.

Con una pipeta Pasteur, se tomará una pequeña cantidad de la muestra, se coloreará con una gota de lugol parasitológico y se depositará en un portaobjetos y se observará al microscopio con aumento 100X para tipificación de larvas L-III de nemátodos.

### 5.2.1.3 Análisis y método estadístico a utilizar

Las muestras de heces y pasto se tomarán al comenzar el experimento, en los días 0, 20, 40 y 60 en los dos sistemas para evaluar la supervivencia de las fases infectivas durante dos meses. Se utilizará el análisis de Chi cuadrado para evaluar si existe asociación en la presencia de fases larvarias halladas en un sistema y otro. Como la búsqueda de fases infectivas es en el pasto, el análisis estadístico se realizará sólo en éste. Las muestras de heces serán para verificar si las larvas presentes en éstas coinciden con las encontradas en el pasto. Además, el experimento se analizará mediante estadística descriptiva y comparación de series temporales.

*FINANCIAMIENTO*

○ 50 bolsas de basura	Q 40.00
○ 100 bolsas de 4 libras	Q 10.00
○ 6 Cubetas de 10 litros	Q 90.00
○ Tijeras de podar	Q 30.00
○ 5 libras de aserrín	Q 10.00
○ Hielo	Q 50.00
○ Gasolina	Q 1,000.00
○ Gastos de Oficina	Q 500.00
○ Hojas de papel	
○ Tinta para impresora	
○ Alimentación	Q 250.00
○ Hospedaje	Q 300.00
<b>Total</b>	<b>Q 2,280.00</b>

**Todos los gastos corrieron por el investigador**

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se llevó a cabo la toma de muestra a través del método de la “W” en la Finca “Bruselas”, ubicada en el municipio de San Andrés Villa Seca en el departamento de Retalhuleu en dos ecosistemas distintos utilizados para el manejo de potreros, tomando el día de inicio como día cero, y repitiendo el procedimiento al día 20, 40 y 60 posteriores para evaluar la supervivencia de las fases infectivas durante dos meses.

Los datos obtenidos del método de la “W” establecieron que de los cuatro muestreos, el sistema silvopastoril es el que presenta mayor carga parasitaria, con respecto al sistema tradicional. Sin embargo, en los dos sistemas hubo aumento progresivo de la cantidad de larvas totales de los nemátodos gastrointestinales. (Tablas No. 1 y 2).

El comportamiento de larvas por muestreo indicó que en el caso de las especies del género *Trichostrongylus*, el aumento de la presencia de larvas fue constante, presentando mayor cantidad en todos los muestreos el sistema silvopastoril (Gráfica 1).

En el caso de las especies del género *Mecistocirrus*, el aumento del número de larvas fue constante en el caso del sistema tradicional, mientras que en el sistema silvopastoril la cantidad empieza a disminuir a partir del tercer muestreo (Gráfica 2).

Las larvas del género *Haemonchus* no presentan mayor cambio, ya que la tendencia no manifiesta un comportamiento definido diferente en los dos sistemas (Gráfica 3).

Las especies del género *Bunostomum* disminuyen en forma paulatina en el sistema silvopastoril, mientras que el comportamiento es irregular en el sistema tradicional (Gráfica 4).

El comportamiento de larvas por muestreo indicó que en el caso de las especies del género *Oesophagostomum* hay una tendencia al aumento en el sistema tradicional. El comportamiento es más regular en el sistema silvopastoril (Gráfica 5).

En el caso del género *Neoascaris*, sólo hubo aumento en el último muestreo, ya que los primeros tres fueron negativos (Gráfica 6).

De acuerdo a especies de larvas, el sistema silvopastoril presentó mayor carga en el caso de las especies del género *Trichostrongylus*, *Mecistocirrus*, *Bunostomum*, y *Haemonchus*. El sistema tradicional presentó mayor carga en las especies del género *Oesophagostomum*. y *Neoascaris* (Tabla No. 3)

El análisis estadístico ( $\text{Chi}^2$ ) en el día cero, estableció que no hay asociación estadística en los géneros diagnosticados en los dos sistemas de potreros, los cuales fueron *Trichostrongylus* (68.6% en el sistema silvopastoril y 63.6% en el no silvopastoril), *Mecistocirrus* (26.3% en el sistema silvopastoril y 33.2% en el no silvopastoril), *Bunostomum* (1.96% en el sistema silvopastoril y 2.72% en el no silvopastoril) y *Oesophagostomum* (3.14% en el sistema silvopastoril y 0.480% en el no silvopastoril).

En el muestreo realizado al día 20, se estableció que no hay asociación estadísticamente significativa entre el sistema de potreros y el género *Haemonchus* (4.82% en el sistema silvopastoril y 3.45% en el no silvopastoril) al ser diagnosticado por primera vez, una asociación significativa entre el sistema de potreros y los géneros *Trichostrongylus* (48.5% en el sistema silvopastoril y 54.4% en el no silvopastoril) y *Oesophagostomum* (0.700% en el sistema silvopastoril y 2.16% en el no silvopastoril). En los géneros *Mecistocirrus* (42.4% en el sistema silvopastoril y 30.9% en el no silvopastoril) y *Bunostomum* (3.58% en el sistema silvopastoril y 9.09% en el no silvopastoril) los resultados indican asociación estadísticamente significativa entre el sistema de potreros.

En el muestreo realizado al día 40, se estableció que no hay asociación estadísticamente significativa entre el sistema de potreros y los géneros *Trichostrongylus* (50.0% en el sistema silvopastoril y 46.2% en el no silvopastoril), *Mecistocirrus* (42.4% en el sistema silvopastoril y 43.8% en el no silvopastoril) y *Bunostomum* (3.66% en el sistema silvopastoril y 2.23% en el no silvopastoril), una asociación significativa entre el sistema de potreros y el género *Oesophagostomum* (0% en el sistema silvopastoril y 0.580% en el no silvopastoril). En el género *Haemonchus* (3.94% en el sistema silvopastoril y 7.19% en el no silvopastoril) los resultados indican asociación estadísticamente significativa con el sistema de potreros.

En el muestreo realizado al día 60, se estableció que no hay asociación estadísticamente significativa entre el sistema de potreros y los géneros *Oesophagostomum* (0.445% en el sistema silvopastoril y 0.530% en el no silvopastoril), *Haemonchus* (5.22% en el sistema silvopastoril y 5.68% en el no silvopastoril) y *Neoascaris* (0.445% en el sistema silvopastoril y 1.16% en el no silvopastoril). En los géneros *Trichostrongylus* (64.2% en el sistema silvopastoril y 46.6% en el no silvopastoril), *Mecistocirrus* (27.3% en el sistema silvopastoril y 45.5% en el no silvopastoril) y *Bunostomum* (2.39% en el sistema silvopastoril y 0.530% en el no silvopastoril) los resultados indican asociación estadísticamente significativa con el sistema de potreros.

## **VII. CONCLUSIONES**

1. Las especies encontradas en el estudio fueron de los géneros *Trichostrongylus*, *Mecistocirrus*, *Haemonchus*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum* y *Neoascaris*, independientemente del tipo de manejo de potreros.
2. La mayor carga de fases larvarias de nemátodos gastrointestinales se presentó en el sistema silvopastoril determinada a través del método de la "W".
3. No existe diferencia desde el punto de vista estadístico entre el número de larvas de nemátodos gastrointestinales y el sistema utilizado para manejo de potreros.
4. La presencia de mayor precipitación pluvial y menor presencia de luz solar, permitió mayor eclosión de huevos, lo que produjo mayor presencia de fases infectivas (LIII) de nemátodos gastrointestinales en los dos sistemas.

### **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Antes de emplear un desparasitante químico, debe de tomarse en cuenta las condiciones ambientales, el sistema de potreros a utilizar, así como una evaluación de los parásitos presentes en éstos.
2. Impulsar los sistemas silvopastoriles, ya que benefician el ambiente y reducen considerablemente la carga parasitaria.
3. Realizar estudios con otras alternativas de sistemas silvopastoriles que permitan una mayor carga animal, así como mayor tiempo de permanencia de los animales en los potreros.
4. Realizar el estudio durante la época seca, para determinar la viabilidad de larvas de nemátodos gastrointestinales en este período en los dos sistemas.
5. Continuar estudios que permitan el diagnóstico del momento en que desaparece la presencia de fases infectivas en el sistema silvopastoril.

## IX. RESUMEN

El estudio se realizó en un potrero con sistema tradicional y uno silvopastoril en el día de inicio (día 0) y repitiendo el procedimiento al día 20, 40 y 60 del mes de septiembre al mes de noviembre mediante el método de la "W".

La prueba diagnosticó nemátodos gastrointestinales de los géneros *Trichostrongylus*, *Mecistocirrus*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, *Haemonchus* y *Nematodirus*.

A través de los totales de larvas diagnosticados se pudo establecer que hay diferencia entre el sistema tradicional y el sistema silvopastoril, siendo éste último el que presentó mayor cantidad de larvas de nemátodos gastrointestinales.

Por medio de los porcentajes y probabilidades estadísticas, se estableció que no hay asociación estadística significativa entre el sistema de potreros y la especie de nemátodo gastrointestinal en los géneros *Oesophagostomum*, *Haemonchus* y *Neoascaris*.

Por otra parte, se encontró asociación estadísticamente significativa entre el sistema de potreros y la especie de nemátodo gastrointestinal en los géneros *Trichostrongylus*, *Mecistocirrus* y *Bunostomum*.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Caracostántogolo, J. Peña, M. Schapiro, J. Cutullé, C. Castaño, R. 2002. Manejo de parásitos internos en bovinos. (En línea). INTA, Argentina. 02 de Jul. 2002. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnes06.pdf> Consulta abril 25 del 2007.
2. Cordero, M; Rojo, FA. 1999. Parasitología Veterinaria. España. Interamericana. 968 p.
3. De León, E. 2007. Árboles maderables o frutales: sistema de pasturas con cultivo de mango en San Andrés Villa Seca Retalhuleu, Guatemala. (Comunicación personal)
4. Estación experimental de pastos y forrajes "INDIO HATUEY". 2005. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. Guatemala. Universitaria. 214 p.
5. Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles en américa central: experiencias del CATIE. (En línea). CATIE, Costa Rica. Disponible en:<http://cipav.org.co/redagrofor/memorias99/ibrahimM.htm> Consulta abril 20 del 2007.
6. \_\_\_\_\_, et al. 2001. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales (En línea). CATIE, Costa Rica. Disponible en:<http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo1.htm> Consulta abril 20 del 2007.
7. Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. (En línea). Facultad de ciencias agrarias, Colombia. 02 de Abr. 2002. Disponible en:<http://www.corpoica.org.co/Archivos/Foros/DOCUMENTO.pdf> Consulta abril 20 del 2007.
8. Mehlhorn, H; Düwel, D; Raether, W. 1994. Manual de Parasitología Veterinaria. Trad. Por Juan Gutiérrez. Colombia. GRASS-IATROS. 436 p.
9. Merck & CO. 2000. El manual merck de veterinaria. Trad. Por Juan Gutiérrez. 5 ed. Colombia. Océano. 436 p.
10. Soulsby, E. 1987. Parasitología y Enfermedades Parasitarias de los Animales Domésticos. 7ma ed. México. Interamericana. 823 p.

## **XI. ANEXOS**

**Tabla 1. Especie y cantidad de larvas de nematodos gastrointestinales encontradas por muestreo del sistema silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>Especie</b>	<b>Dia 0</b>	<b>Dia 20</b>	<b>Dia 40</b>	<b>Dia 60</b>	<b>Total</b>
Tricostrongylus sp.	175	352	445	590	<b>1562</b>
Mecistocirrus sp.	67	308	377	251	<b>1003</b>
Bunostomum sp.	5	26	32	22	<b>85</b>
Oesophagostomum sp.	8	5	0	4	<b>17</b>
Haemonchus sp.	0	35	35	48	<b>118</b>
Neoscaris sp.	0	0	0	4	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>726</b>	<b>889</b>	<b>919</b>	<b>2789</b>

**Tabla 2. Especie y cantidad de larvas de nematodos gastrointestinales encontradas por muestreo del sistema no silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>Especie</b>	<b>Dia 0</b>	<b>Dia 20</b>	<b>Dia 40</b>	<b>Dia 60</b>	<b>Total</b>
Tricostrongylus sp.	117	299	270	361	<b>1047</b>
Mecistocirrus sp.	61	170	256	352	<b>839</b>
Bunostomum sp.	5	50	13	4	<b>72</b>
Oesophagostomum sp.	1	12	3	4	<b>20</b>
Haemonchus sp.	0	19	42	44	<b>105</b>
Neoscaris sp.	0	0	0	9	<b>9</b>
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>550</b>	<b>584</b>	<b>774</b>	<b>2092</b>

**Tabla 3. Diferencia entre totales de larvas de nematodos gastrointestinales encontradas por muestreo del sistema silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>Especie</b>	<b>Sistema silvopastoril</b>	<b>Sistema no silvopastoril</b>	<b>Diferencia</b>
Tricostrongylus sp.	1562	1047	515
Mecistocirrus sp.	1003	839	164
Bunostomum sp.	85	72	13
Oesophagostomum sp.	17	20	-3
Haemonchus sp.	118	105	13
Neosascaris sp.	4	9	-5
<b>Total</b>	<b>2789</b>	<b>2092</b>	<b>697</b>

**Tabla 4. Porcentajes de larvas de nematodos gastrointestinales encontradas por muestreo del sistema silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>Especie</b>	<b>Dia 0</b>	<b>Dia 20</b>	<b>Dia 40</b>	<b>Dia 60</b>
Tricostrongylus sp.	68.6%	48.5%	50.0%	64.2%
Mecistocirrus sp.	26.3%	42.4%	42.4%	27.3%
Bunostomum sp.	1.96%	3.58%	3.66%	2.39%
Oesophagostomum sp.	3.14%	0.700%	0%	0.445%
Haemonchus sp.	0%	4.82%	3.94%	5.22%
Neosascaris sp.	0%	0%	0%	0.445%

**Tabla 5. Porcentaje de larvas de nemátodos gastrointestinales encontradas por muestreo del sistema no silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

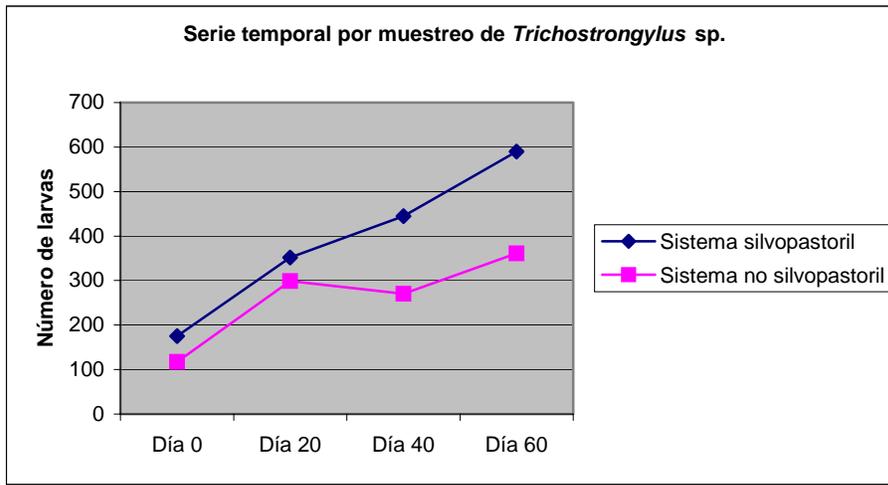
<b>Especie</b>	<b>Dia 0</b>	<b>Dia 20</b>	<b>Dia 40</b>	<b>Dia 60</b>
Tricostrongylus sp.	63.6%	54.4%	46.2%	46.6%
Mecistocirrus sp.	33.2%	30.9%	43.8%	45.5%
Bunostomum sp.	2.72%	9.09%	2.23%	0.53%
Oesophagostomum sp.	0.480%	2.16%	0.580%	0.53%
Haemonchus sp.	0%	3.45%	7.19%	5.68%
Neosascaris sp.	0%	0%	0%	1.16%

**Tabla 6. Total y porcentaje de larvas de nemátodos gastrointestinales del sistema silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

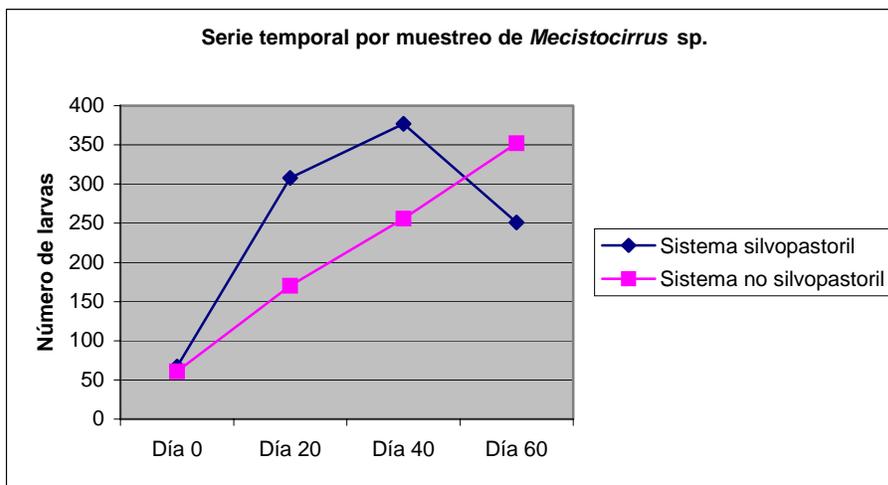
<b>Especie</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Tricostrongylus sp.	1562	56.0%
Mecistocirrus sp.	1003	36.0%
Haemonchus sp.	118	4.23%
Bunostomum sp.	85	3.05%
Oesophagostomum sp.	17	0.610%
Neosascaris sp.	4	0.110%

**Tabla 7. Total y porcentaje de larvas de nemátodos gastrointestinales del sistema no silvopastoril en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

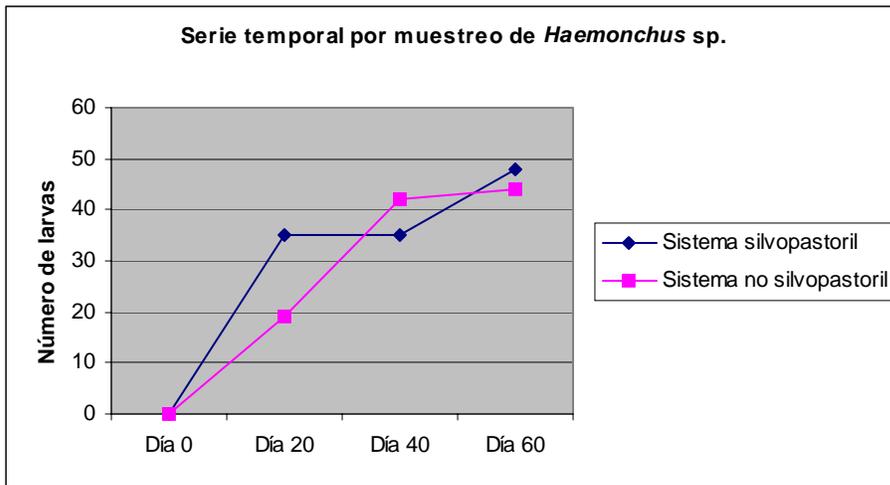
<b>Especie</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Tricostrongylus sp.	1047	50.0%
Mecistocirrus sp.	839	40.1%
Haemonchus sp.	105	5.02%
Bunostomum sp.	72	3.44%
Oesophagostomum sp.	20	0.960%



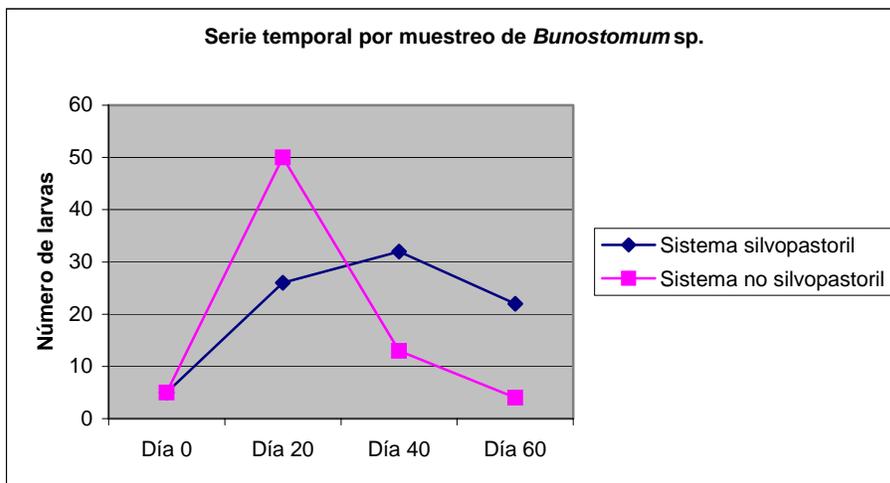
**Gráfica 1. Serie temporal por muestreo de *Trichostrongylus* sp.**



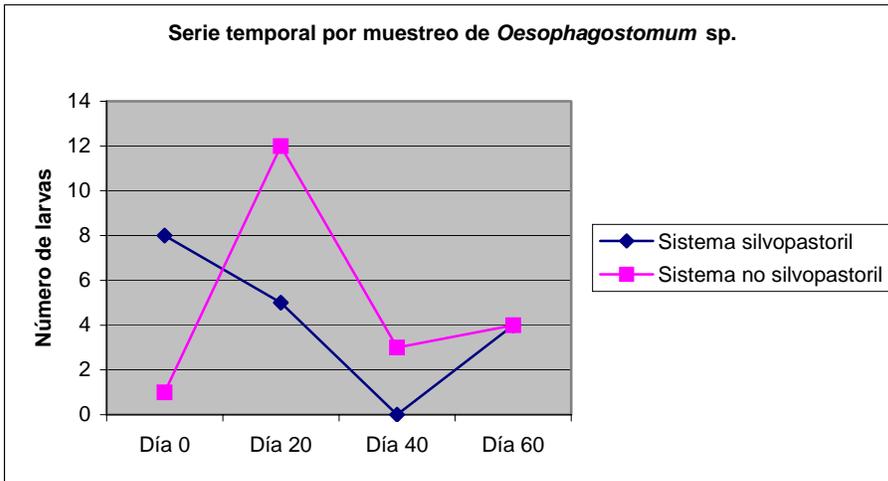
**Gráfica 2. Serie temporal por muestreo de *Mecistocirrus* sp.**



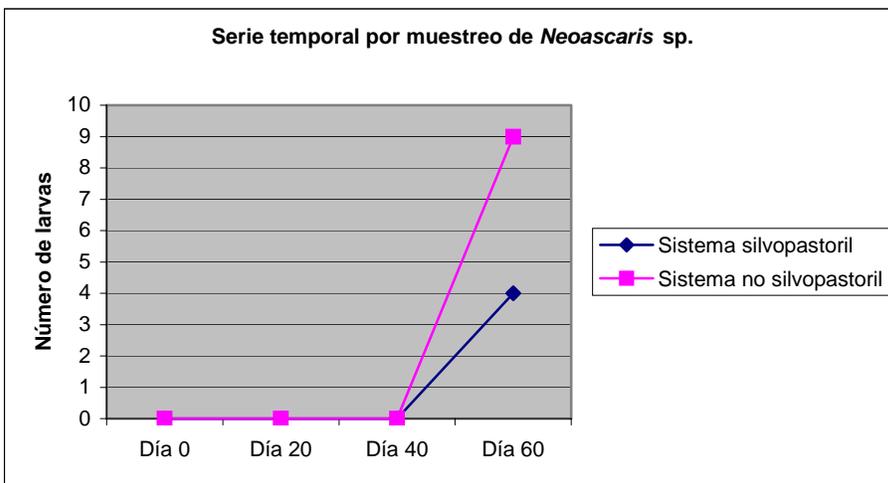
**Gráfica 3. Serie temporal por muestreo de *Haemonchus* sp.**



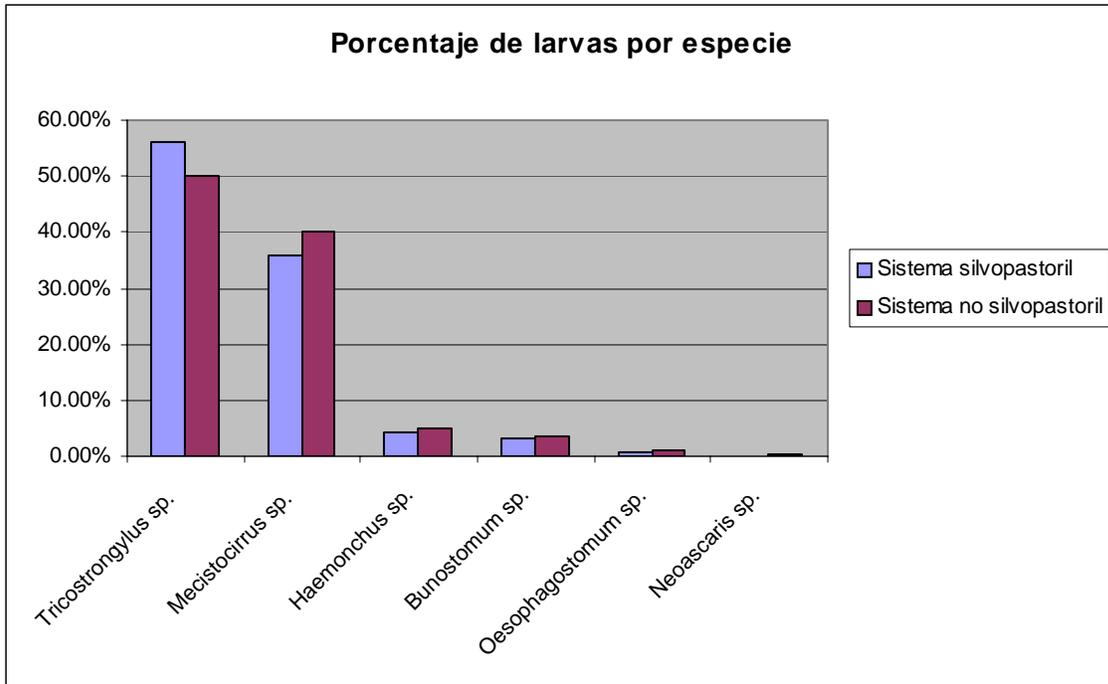
**Gráfica 4. Serie temporal por muestreo de *Bunostomum* sp.**



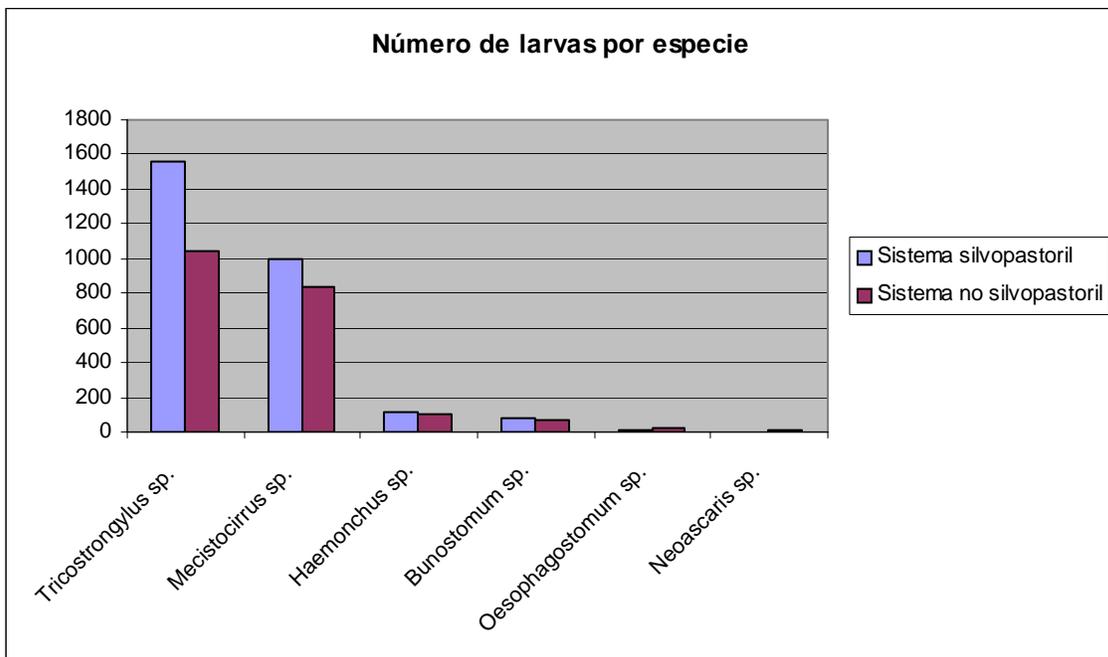
**Gráfica 4. Serie temporal por muestreo de *Oesophagostomum* sp.**



**Gráfica 5. Serie temporal por muestreo de *Neoascaris* sp.**



**Gráfica 6. Porcentaje de larvas por especie en sistema silvopastoril y no silvopastoril.**



**Gráfica 7. Número de larvas por especie en sistema silvopastoril y no silvopastoril.**

---

**BR. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ**

## **Asesores**

---

**DR. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA**  
(Asesor principal)

---

DR. CARLOS ENRIQUE CAMEY RODAS

---

**DR. JORGE EFRAÍN DE LEÓN REGIL**

---

**IMPRÍMASE DECANO**

**Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa**