

**Universidad Nacional
Escuela de Medicina Veterinaria
Facultad de Ciencias de la Salud**

**Evaluación de la resistencia antihelmíntica de nemátodos
gastrointestinales en ovinos de Costa Rica**

Modalidad: Tesis de Grado

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado
Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria**

Randal Maroto Corella

Campus Presbítero Benjamín Núñez

2009

TRIBUNAL EXAMINADOR

Nombre _____

Decano _____

Nombre _____

Directora _____

Nombre _____

Tutora _____

Nombre _____

Co-Tutor _____

Nombre _____

Lectora _____

Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la dicha de la vida y de conocer a personas tan extraordinarias con quien compartirla.

A mis padres, Ricardo y Melba, por su apoyo, comprensión, cariño, esfuerzo, pero ante todo, por ser ejemplo de vida. Los amo con todo mi ser.

A mis hermanos, Ricardo, José David y Luis Andrés, y mi hermana Catalina; por su apoyo, cariño y amistad.

A mi mejor amigo, Bach, quien empezó conmigo esta aventura, pero Dios decidió llevarlo ante su presencia. Gracias por tu amor, te llevaré siempre en mi corazón.

A todas las personas que de una u otra persona me han apoyado he influenciado para llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

A la M.Sc. Ana Eugenia Jiménez Rocha, por su tenaz apoyo y dedicación, sin el cual no imagino haber podido llegar hasta aquí. Es mérito suyo el que este trabajo no hubiese tardado más en salir a la luz.

A la Dra. Jaqueline Bianque De Oliveira, por sus valiosos aportes y apoyo a lo largo de este camino.

Al Sr. Jorge Hernández, por su invaluable colaboración, por estar siempre dispuesto a brindar sus conocimientos, pero ante todo, por su amistad.

A la Dra. Alejandra Calderón, por su ayuda en la recolección y procesamiento de muestras, pero sobretodo, por su sincera amistad.

Al Dr. Víctor Álvarez, por sus aportes y ayudas en este proyecto.

Al Dr. Juan José Romero por sus colaboración desinteresada y que enriqueció este trabajo.

A mis compañeros y compañeras de rotación, verdaderos amigos en toda ocasión.

A los Sres. Adrian Zamora y Osvaldo Campos, por sus valiosas ayudas durante las diferentes giras.

A todas aquellas personas, funcionarios académicos y administrativos, de la Escuela de Medicina Veterinaria de la U.N.A., que de alguna u otra manera han aportado a lo largo de tantos años, para que lo que en otrora fuera un sueño sea hoy en día una realidad.

A los productores y productoras, encargados y peones, por permitirme realizar este trabajo en sus fincas. Les deseo el mayor de los éxitos y espero que esta información les sea de utilidad.

Al Programa de Erradicación del Gusano Barrenador por su ayuda en la recolección de información y muestras en campo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
2. METODOLOGÍA: MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
2.1 Período de estudio.....	6
2.2 Determinación de la población.....	6
2.3 Manejo Pecuario y control antihelmíntico.....	6
2.4 Determinación de resistencia e identificación de géneros de NG.....	7
3. RESULTADOS.....	10
3.1 Distribución de la Población ovina en Costa Rica.....	10
3.2 Manejo Pecuario.....	11
3.3 Control Antihelmíntico.....	13
3.4 Evaluación de la Resistencia.....	14
3.5 Identificación de los Nemátodos Gastrointestinales.....	15
4. DISCUSIÓN.....	18
5. CONCLUSIONES.....	22
6. RECOMENDACIONES.....	23
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

8. ANEXOS.....	28
8.1. Anexo 1 Encuesta.....	28
8.2. Anexo 2 Análisis de los datos de Resistencia.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Distribución de las explotaciones ovinas por provincia.....	10
Figura 2: Distribución de la población de ovinos por provincia.....	10
Figura 3: Distribución de explotaciones comerciales por provincia.....	11
Figura 4: Porcentaje de L3 de NG en ovinos de Costa Rica.....	16

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Cantidad de apartos por finca.....	12
Cuadro 2: Tamaño de apartos.....	12
Cuadro 3: Pastos más frecuentes.....	12
Cuadro 4: Frecuencia de las razas ovinas.....	13
Cuadro 5: Productos antihelmínticos utilizados.....	13
Cuadro 6: Grupo de antihelmíntico y frecuencia de desparasitación.....	14
Cuadro 7: Resistencia al Albendazol en siete fincas ovinas de Costa Rica.....	15
Cuadro 8: Resistencia a la Ivermectina en siete fincas ovinas de Costa Rica.....	15
Cuadro 9: Ocurrencia de larvas infectantes de NG en 7 fincas evaluadas.....	15
Cuadro 10: Efecto del Albendazol en los NG encontrados.....	16
Cuadro 11: Efecto de la Ivermectina en los NG encontrados.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Benz: Benzimidazoles

DAU: Dólares Australianos

g: gramos

GA: grupo A

GB: grupo B

GC: grupo C

H.P.G.: Huevos por gramos de heces

INA: Instituto Nacional de Aprendizaje

Kg: kilogramo

LM: Lactonas Macroclílicas

LP: Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria, UNA

mg/kg: miligramos por kilogramo

N: Población animal

n₁: Muestra para determinar manejo pecuario

n₂: Muestra para determinar estado de resistencia

NG: Nemátodos Gastrointestinales

°C: Grados Celsius

S.C.: Subcutanea

\bar{X} : Promedio

RESUMEN

Con el objetivo de detectar la resistencia antihelmíntica a los bencimidazoles y a las lactonas macrocíclicas en nemátodos de ovinos, se realizó un estudio en 7 fincas de Costa Rica. Por medio de la técnica de reducción en el conteo de huevos (FECRT, por sus siglas en inglés) fue determinada la resistencia al albendazol y al ivermectina (inyectable). La descripción del manejo general y del control antihelmíntico mediante encuestas fue aplicada a 21 fincas. La población nacional de ovinos estuvo representada por 6765 ovinos, y 36 granjas comerciales, distribuidas principalmente en Guanacaste (el 43%, el 44%) y Puntarenas (el 29%, el 22%), respectivamente. A nivel de finca la resistencia al albendazol fue de 85.7% y de 71.43% a la ivermectina. A nivel de parásito *Haemonchus* spp. (71%), *Strongyloides* sp. (57%) y *Trichostrongylus* spp. (43%) fueron resistentes al albendazol, mientras que *Strongyloides* sp. (43%), *Haemonchus* spp. (29%) y *Trichostrongylus* spp. (29%) lo fueron a la ivermectina. Por primera vez se reporta *Chabertia* sp. en ovinos de Costa Rica, y se determina la resistencia de *Strongyloides* sp. a ambos productos.

Este estudio sugiere que las frecuencias de aplicación mayores de 3 veces por año, junto con el cálculo subjetivo de la dosis por peso, fueron de los principales factores que pudieron haber favorecido los niveles de resistencia en las fincas analizadas.

ABSTRACT

A study was carried out to detect the anthelmintic resistance to benzimidazole and macrocyclic lactone in nematodos parasites of sheep, to determine the management practices and anthelmintic control, on 7 farms from Costa Rica. By means of the technique of the faecal egg count reduction test (FECRT) resistance was determined to albendazole and ivermectin (injectable). The management and anthelmintic control was obtained by questionnaire applied on 21 farms. The national population of sheep was 6765 with 36 commercial farms distributed mainly in Guanacaste (43%, 44%) and Puntarenas (29%, 22%), respectively. At farm levels the resistance to albendazole was 85.7% and 71.43% to ivermectin. At parasite level *Haemonchus* spp. (71%), *Strongyloides* sp. (57%) and *Trichostrongylus* spp. (43%) presented resistance to albendazol, whereas *Strongyloides* sp. (43%), *Haemonchus* spp. (29%) and *Trichostrongylus* spp. (29%) to ivermectin. For the first time it is reported *Chabertia* sp. in sheep from Costa Rica, however resistance is determined to *Strongyloides* sp. with both drugs.

This study suggests that application frequency for both products > 3 times per year, the subjective calculation of doses by weight were main factors that could favor the high levels of resistance on the farm analyzed.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los parásitos internos, tales como los helmintos del ganado, representan una de las principales causas de pérdidas económicas en América Latina y otras regiones pecuarias del trópico y subtropico del mundo. Durante las últimas cuatro décadas el desarrollo de antihelmínticos de gran eficacia, amplio espectro, menor toxicidad y poder residual, han permitido al productor contar con herramientas de control capaces de ser adaptadas a los diferentes sistemas de producción. Sin embargo, el desarrollo de la resistencia parasitaria a nivel mundial demuestra que los antiparasitarios son necesarios pero no renovables, conforme la resistencia se extiende y persiste en las poblaciones parasitarias (FAO, 2003).

La resistencia antihelmíntica ha sido reportada en muchos países afectando a rumiantes (ovinos, caprinos, bovinos), equinos y porcinos. Este fenómeno ha sido generalizado y es motivo de preocupación creciente, principalmente en la producción de ovinos de muchas partes del mundo; y se define como la capacidad heredable de algunos nemátodos para sobrevivir al tratamiento con drogas antihelmínticas a dosis terapéuticas (Coles et al., 1992; FAO, 2003). En la producción ovina se utilizan mayoritariamente los antihelmínticos llamados de amplio espectro, que se dividen en tres grupos: benzimidazoles y probenzimidazoles (grupo 1); imidazotiazoles y tetrahidropirimidinas (grupo 2); y avermectinas y milbemicinas (lactonas macrocíclicas) (grupo 3) (Taylor, 1999).

En ovinos la resistencia a los antihelmínticos gastrointestinales ha sido reportada desde hace aproximadamente 36 años. En Australia y América Latina la especie *Haemonchus*

contortus es la que ha presentado más resistencia a una variedad de drogas como el tiabendazol, levamisol/morantel y a las ivermectinas (Grimshaw et al., 1994; Waller et al., 1995; Echevarria et al., 1996; Eddi et al., 1996; Nari et al., 1996; Waller, 1997; Leathwick et al., 2001). En América del Sur se presentan los niveles de resistencia más altos y más extendidos del mundo; alcanzando niveles alarmantes en Uruguay, y niveles críticos en Paraguay, donde junto a Brasil, los benzimidazoles (Benz), el levamisol y la combinación de estos han puesto el fin de su uso quimioterapéutico con niveles de resistencia de 70% a 90% (Waller et al., 1996); además de encontrarse niveles de resistencia a ivermectinas en los cuatro países del estudio: Uruguay (1.2%), Argentina (6%), Brasil (20%) y Paraguay (73%) (Waller, 1997). En México se ha notificado el problema de resistencia a benzimidazoles, lactonas macrocíclicas y a los derivados de los imidazotiazoles desde principios de la década de los noventa (López, 2004). Recientemente se reportó el primer diagnóstico de resistencia a levamisol y lactonas macrocíclicas (LM) en nemátodos gastrointestinales (NG) de ovinos en el área centroamericana, donde *Haemonchus* spp. fue el género de mayor importancia (Rimbaud et al., 2005).

En Costa Rica, aparte de los reportes procedentes de la casuística del Laboratorio de Parasitología (LP) de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (Hernández, 2005) y de otros trabajos donde se ha evaluado el efecto de antihelmínticos en ovinos (Rojas, 1979; Rojas & Montero, 1982), hasta la fecha no existe ningún estudio sistemático sobre los nemátodos gastrointestinales, donde se haya evaluado el estado de resistencia a los antihelmínticos en ovinos (Álvarez, 2004).

1.2. Justificación

En los sistemas de producción ganadera, ubicados en regiones tropicales y subtropicales del mundo, las afecciones parasitarias son consideradas como causa importante de pérdidas en la productividad, debido a daños tales como: morbilidad y mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción y productividad, alteraciones reproductivas y altos costos debido a tratamientos, entre otros (FAO, 2003). Los parásitos gastrointestinales son los principales causantes de los problemas de salud que afectan los sistemas de producción de pequeños rumiantes (Waller et al., 1996; Fox, 1997; Papadopoulos et al., 2003), y como el principal factor que limita la producción de ovinos en muchos países (Waller, 1997; Vlassoff et al., 2001).

En los ovinos el impacto que ocasionan los nemátodos gastrointestinales va a depender de la especie de parásito involucrada, y se dan efectos tales como disminución en la digestibilidad de las proteínas, anemia, deficiencias de hierro, atrofia de vellosidades intestinales, disminución en el consumo de alimentos y su utilización, diarrea, pérdida de la condición corporal y muerte en corderos. Además se afecta la composición y calidad de la canal debido a las alteraciones en el metabolismo de las proteínas, energía y minerales, y cambios en el balance hídrico (Coop & Angus, 1981; Fox, 1997).

Estimaciones realizadas en Australia determinaron que las pérdidas por parasitosis en ovinos rondan los 200 millones de Dólares Australianos (DAU) y podrían ascender a los 700 millones de DAU, con el agravante de que el mercado de drogas está casi obsoleto debido a los índices de resistencia (FAO, 2003).

En Costa Rica la importancia económica de la producción de carne de cordero parece ir creciendo, mostrada por un aumento del 56% en la producción de este tipo de carne en un matadero local entre el año 2002 y el 2003 (Ramírez, 2004), y un acrecentamiento del 25% en la importación de diferentes cortes de esta especie entre los años 1999 y 2003 (Mena, 2004); aunque una evaluación más exacta es muy difícil debido a la falta de apoyo, instrumentos y metodologías para poder realizarla.

Varios productores nacionales y veterinarios sospechan de la presencia de resistencia en las majadas (dedicadas a la producción de carne de cordero) debido a que un producto que antes era útil para el control, ya no demuestra el mismo efecto, trabajándolo bajo óptimas condiciones de aplicación (FAO, 2003; Baayen, 2004; Lang, 2004; Montero, 2004). Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario evaluar los ovinos para valorar el grado de resistencia de los nemátodos gastrointestinales (NG) a los antihelmínticos, además de caracterizar los manejos pecuarios y antihelmínticos que se desarrollan en el país, con el fin de determinar cuáles de estas medidas puedan favorecer o no el desarrollo de resistencia.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Determinar el estado de la resistencia antihelmíntica en nemátodos gastrointestinales de ovinos en Costa Rica.

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar la distribución del número de explotaciones comerciales ovinas, así como su población.

Describir los tipos de manejo pecuario y el control antihelmíntico utilizados en las explotaciones ovinas del país.

Evaluar el estado de resistencia a benzimidazoles (Albendazol) y a lactonas macrocíclicas (Ivermectina) de los nemátodos gastrointestinales, por medio de la prueba de reducción del recuento de huevos en heces en las fincas seleccionadas.

Identificar los nemátodos gastrointestinales (NG) resistentes a los benzimidazoles y a las lactonas macrocíclicas.

2. METODOLOGÍA: Materiales y Métodos

2.1. Período de estudio

Este trabajo se inició en marzo del 2006 y concluyó en marzo del 2007.

2.2. Determinación de la población

Para determinar la población de este estudio (N) se consultó la base de datos del Programa de Erradicación del Gusano Barrenador, a los miembros de la Cámara de la Asociación de Productores de Ovinos, la base de datos de productores que trabajan en proyectos con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), información suministrada por veterinarios que trabajan con esta especie, y datos suministrados por los propios productores. La información recolectada se tabuló en una lista donde se incluyó la siguiente información: nombre del productor y encargado de la finca, dirección exacta, y cantidad de animales. El número de fincas determinadas se ordenó en grupos por provincias y se le dio un código de identificación a cada una.

2.3. Manejo Pecuario y control antihelmíntico

Las 21 fincas (n_1) que se utilizaron para determinar el tipo de manejo y control antihelmíntico, mediante encuesta, se obtuvo tomando en cuenta una prevalencia del 90 %, con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95% (Thursfield, 1990). La encuesta incluyó datos generales de la finca, manejo de los animales y del control antihelmíntico (Anexo 1) (FAO, 2003).

2.4. Determinación de resistencia e identificación de géneros de NG

Las fincas seleccionadas para evaluar el estado de la resistencia a los benzimidazoles y a las ivermectinas se escogieron a conveniencia, tomando en consideración la disposición de los propietarios y empleados, la ubicación geográfica y la historia del hato (tiempo de establecido, flujo de animales, utilización de antihelmínticos); además de poseer más de 60 animales, debido a que se requirió de un mínimo de 45 animales por explotación, y se dejó un margen de seguridad de 15 animales (Maciel et al., 1996). El número de fincas se calculó tomando en cuenta una prevalencia del 50%, un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95% (Thursfield, 1990), dando como resultado un total de 7 fincas (385 animales en total). La distribución de las fincas seleccionadas fue: 2 en Guanacaste (#1, #2), 2 en Puntarenas (#3, #4), y 1 en Heredia (#5), Alajuela (#6) y Limón (#7).

En cada finca seleccionada se obtuvieron grupos homogéneos de ovinos en cuanto a su conformación, preferiblemente de 3 a 6 meses de edad, de ambos sexos, y sin tomar en cuenta la fracción que representaba cada uno. Además se incluyeron aquellos animales que no habían recibido tratamiento con antiparasitarios de amplio espectro en los últimos 40 días (Grimshaw et al., 1994; Echevarría et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996; Nari et al., 1996; Nari et al., 2004).

Para determinar la presencia de resistencia en cada finca, se realizaron tres etapas que se describen a continuación:

1 Etapa: se muestrearon aleatoriamente 10 animales menores de un año de cada finca escogida y se les extrajo entre 10 a 15 g de heces. Cada muestra de heces se colocó en una bolsa plástica o guante, se almacenó en una hielera a una temperatura no menor a 4°C, ya

que temperaturas menores afectan la incubación de los huevos de *Haemonchus contortus* (Coles et al., 1992). Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Parasitología (LP) de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, y se examinaron individualmente por la técnica de flotación (Hernández, 2003). Posteriormente se determinó el número de huevos por gramo de heces (H.P.G.) utilizando la técnica de McMaster modificado (Hernández, 2003). Las explotaciones que alcanzaron o superaron los 300 H.P.G. fueron utilizadas para la segunda etapa. Aquellas majadas que no alcanzaron esta cifra fueron muestreadas cada 15 días hasta alcanzar los 300 H.P.G. (Nari et al., 2004), ya que los valores menores a 150 H.P.G. son comunes en ovinos (Coles et al., 1992).

II Etapa: Se formaron tres grupos de 15 individuos cada uno (Nari et al., 2004). El grupo A (GA) se evaluó con el albendazol (Benz). El grupo B (GB), se evaluó con la ivermectina (LM) (Echevarría et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996, Nari et al., 1996; Nari et al., 2004); mientras que el grupo C (GC) se utilizó como control, para mostrar los cambios en el recuento de huevos en ausencia de medicamentos (Coles et al., 1992). Se utilizaron estos antihelmínticos ya que son los más usados en las explotaciones ovinas del país (Montero, 2004). Cada uno de los individuos se identificó de acuerdo al grupo a que pertenecía utilizando marcas como pintura, sistemas de identificación como cadenas con números, o aretes, dependiendo del uso que se le daba en la respectiva explotación. Posterior a la formación de los grupos se procedió a tomar una muestra de heces de cada individuo, de 10 a 15 g, se almacenó en bolsas plásticas, identificadas con el código de finca, número de animal y principio activo con el que se trató. Dichas muestras se procesaron en el LP, utilizando la prueba de Sheather y McMaster modificado. Además, se realizaron dos pooles de heces por grupo para la identificación de géneros, por medio de la

técnica de coprocultivo (McMurtry et al., 2000; Nari et al., 2004; van Wyk et al., 2004). Los animales de cada grupo se pesaron individualmente utilizando una romana de reloj con capacidad de 200 kg. Posteriormente, se procedió a dar el tratamiento a los individuos correspondientes. Al grupo GC se le suministró un placebo (solución salina fisiológica, por vía S.C.), al grupo GA albendazol (Valbazen, SmithKline) a razón de 4.75 mg/kg vía oral, mientras que al grupo GB se le suministró 0.2 mg/kg vía subcutánea de ivermectina (Ivomec, Merck Sharp & Dohme). En cada caso se hizo uso de jeringas descartables (Echevarria et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996; Nari et al., 1996; Nari et al., 2004).

III Etapa: se realizó dentro de los 10 a 15 días post-tratamiento, con el fin de determinar la reducción de huevos en heces debida a los antihelmínticos administrados a cada grupo y al control. La toma, conservación y transporte de muestras se realizó según lo descrito anteriormente (Nari et al., 2004).

El análisis e interpretación de la resistencia se realizó siguiendo el procedimiento descrito por Coles et al., (1992), calculando la media aritmética, el porcentaje de reducción de H.P.G., y el intervalo del 95% de confianza (Anexo 2). Se determinó que un grupo presenta resistencia a uno de los principios activos utilizados cuando (i) el porcentaje de reducción de H.P.G. fue menor al 95% y (ii) el intervalo del 95% de confianza para el porcentaje de reducción fue menor que el 90%. Si fue solo uno de los dos criterios, se consideró como sospechoso de resistencias (Coles et al., 1992; Nari et al., 2004).

3. RESULTADOS

3.1. Distribución de la Población ovina en Costa Rica

Se determinó un total de 88 explotaciones ovinas distribuidas en las 7 provincias (Figura 1), de las cuales la provincia de Guanacaste fue la que presentó la mayor cantidad de fincas con 39% (34), seguida de Puntarenas y Alajuela con 23% (20) y 18 % (16), respectivamente.

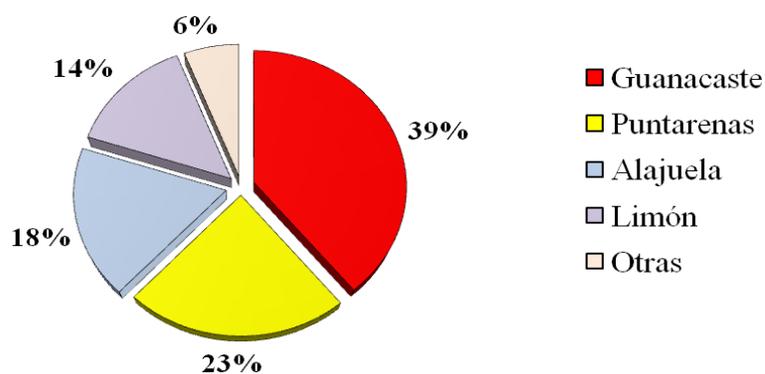


Figura 1: Distribución de las explotaciones ovinas por provincia.

En relación con la cantidad de individuos por provincia, Guanacaste presentó la mayor cantidad de individuos 43% (2908), seguido de Puntarenas 29% (1994) y Limón con 12% (810), para una población nacional estimada de 6765 individuos (Figura 2).

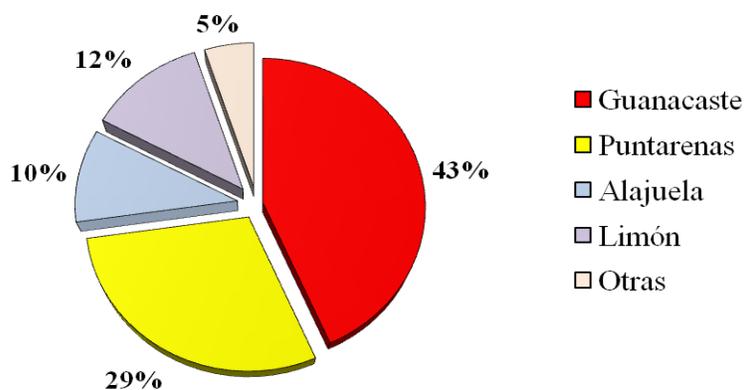


Figura 2: Distribución de la población de ovinos por provincia.

Se determinó un total de 36 explotaciones de tipo comercial (aquellas con una población mayor a 60 ovinos), las cuales estuvieron distribuidas por provincia de acuerdo a la Figura 3. De estas se destaca que Guanacaste, Puntarenas y Alajuela tienen el 44% (16), 22% (8) y 14% (5), respectivamente.

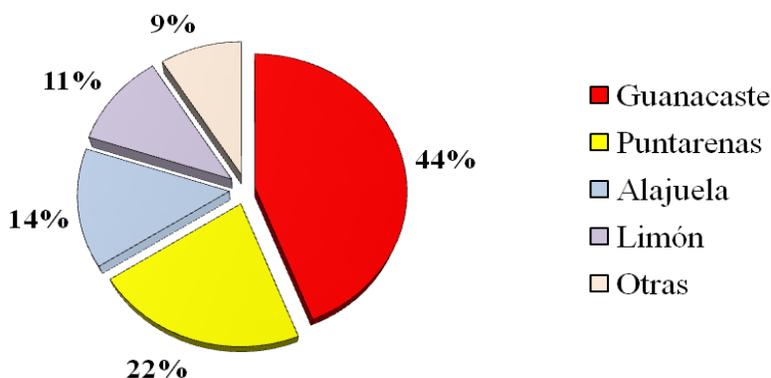


Figura 3: Distribución de explotaciones comerciales por provincia.

3.2 Manejo Pecuario

De las 21 fincas comerciales seleccionadas para determinar el manejo pecuario y control antihelmíntico por medio de encuestas, 10 estaban en Guanacaste, 7 en Puntarenas, 2 en Heredia, 1 en Limón y en Alajuela.

En el momento del estudio solo dos explotaciones (9.52%) presentaron una producción intensiva en confinamiento (estabulación en suelo) mientras que las restantes utilizaban el pastoreo. De estas, en el 52.38% se daba la división y rotación de las pasturas (Cuadro 1), las cuales en un 52.63% de los casos tenían un área mayor a 10 hectáreas (Cuadro 2). El jaragua y el brizantha fueron los pastos más frecuentes, con un 33.33% cada uno (Cuadro 3). El tiempo que permanecían en los apartos dependió de la estación y el tamaño del

aparto. El 100% de las explotaciones no separaban los animales por grupos fisiológicos o etarios.

Cuadro 1: Cantidad de apartos por finca.

Apartos	Frecuencia
Estabulado	9,52% (2/21)
Sin divisiones	38,1% (8/21)
< 10	38,1% (8/21)
> 10	14,28% (3/21)

Cuadro 2: Tamaño de apartos.

Ha por apartado	Frecuencia
> 10	52,63% (10/19)
3 a 10	21% (4/19)
2	10,53% (2/19)
1	15,84% (3/19)

Ha = Hectáreas

Cuadro 3: Pastos más frecuentes.

Jaragua	33,33 % (7/21)
Brizantha	33,33 % (7/21)
Angleton	23,8% (5/21)
Guineas	19% (4/21)

Jaragua= *Hyparrhenia rufa*;

Brizantha= *Brachiaria brizantha*;

Angleton= *Dichanthium aristatum*;

Guineas= *Panicum maximum*.

En el 76% (16/21) de las explotaciones utilizaba como suplementos alimenticios sales minerales, melaza, concentrados, subproductos agrícolas y pecuarios, mientras que los restantes no lo practicaban.

En el 71.4% (15/21) de las fincas, los ovinos han convivido con otros rumiantes, a la vez que en el 93% de estas explotaciones (14/15) han estado con otros animales.

La raza predominante fue Pelibuey (52.4%), seguida de Barbados (33.3 %) y Katadin (23.8%) (Cuadro 4).

Cuadro 4: Frecuencia de las razas ovinas.

Raza	% (Nº/total)
Pelibuey	52.4 (11/21)
Barbados	33.3 (7/21)
Katadin	23.8 (5/21)
Texel	9.52 (2/21)
Dorper	4.76 (1/21)
Cruces	42.8 (9/21)
Se desconoce	23.8 (5/21)

Nº/total = número de fincas/total de fincas

3.3 Control antihelmíntico

El 33.3% de las explotaciones aplicaron solo Benz o solo LM, mientras que el 23.8% aplicaba ambos grupos de productos en diferentes momentos (Cuadro 5).

Cuadro 5: Productos antihelmínticos utilizados

Descripción	Porcentaje (Nº/total)
Desparasitan solo con Benzimidazoles	33.3 (7/21)
Desparasitan solo con Lactonas Macroclínicas	33.3 (7/21)
Desparasitan con Benzimidazoles y Lactonas Macroclínicas	23.8 (5/21)
Uso simultáneo (combinación) de antihelmínticos (Benz y LM)	0.0 (0/21)
Otros antihelmínticos	0.0 (0/21)
No desparasitan	9.5 (2/21)

Benz= Benzimidazoles; LM= Lactonas Macroclínica; Nº/total = número de fincas/total de fincas.

La frecuencia de desparasitaciones de “3 o más veces al año” fue la más utilizada para Benz (58.33 %), mientras que la de “1 o 2 veces al año” fue la más utilizada para LM (50.0%) (Cuadro 6).

Cuadro 6: Grupo de antihelmíntico y frecuencia de desparasitación

Descripción	Porcentaje (#/total)
Benzimidazoles	
1 o 2 veces al año	33.33 (4/12*)
3 o más veces al año	58.33 (7/12)
Desconocen la frecuencia	8.33 (1/12)
Lactonas macrocíclicas	
1 o 2 veces al año	50 (6/12**)
3 o más veces al año	41.66 (5/12)
Desconocen la frecuencia	8.33 (1/12)

* Total de fincas que utilizan solo Benz + fincas que utilizan ambos productos

** Total de fincas que utilizan solo LM + fincas que utilizan ambos productos

En relación con el cálculo de la dosis, el 33.3 % (7/21) de las explotaciones lo hacían de acuerdo con el peso del animal por medio de romana, mientras que el 66.7% (14/21) utilizó diferentes métodos como: edad, tamaño, grupo fisiológico, dosis única o sin diferenciar aspecto alguno.

3.4 Evaluación de la resistencia antihelmíntica

La evaluación de la resistencia al albendazol mostró que el 86.71 % de las fincas (6/7) presentaron resistencias a este Benz (Cuadro 7). En el caso de las explotaciones tratadas con ivermectina, un 71.43% (5/7) mostraron resistencia a esta LM (Cuadro 8). En cuatro establecimientos hubo resistencia a ambos productos (57.14%). Para ninguno de los dos productos evaluados se encontraron fincas susceptibles.

Cuadro 7: Resistencia al Albendazol en siete fincas ovinas de Costa Rica

Nº FINCA	CONTROL		ALBENDAZOL		%R	95% IC(%)		ESTADO
	n	\bar{X} HPG	n	\bar{X} HPG		Inf	Sup	
1	15	1977	15	713	64	-5	88	RESISTENTE
2	10	570	13	23	96	86	99	SOSPECHOSO
3	11	250	13	308	-23	-336	65	RESISTENTE
4	13	608	13	562	8	-98	57	RESISTENTE
5	13	100	14	164	-64	-545	58	RESISTENTE
6	14	2593	12	296	89	64	96	RESISTENTE
7	15	1700	15	230	86	64	95	RESISTENTE

n = número de animales muestreados; \bar{X} HPG= Promedio huevos por gramo de heces; %R = Porcentaje de reducción; 95% IC(%)= Intervalo del 95% de confianza; Inf = limite inferior; Sup = limite superior; Resistente= %R menor a 95 y 95%IC Inf menor a 90; Sospechoso= con uno de los dos indicadores de resistencia(%R <95 o 95%IC < 90) presentes.

Cuadro 8: Resistencia a la Ivermectina en siete fincas ovinas de Costa Rica

Nº FINCA	CONTROL		IVERMECTINA		%R	95% IC(%)		ESTADO
	n	\bar{X} HPG	n	\bar{X} HPG		Inf	Sup	
1	15	1977	15	317	84	49	95	RESISTENTE
2	10	570	12	46	92	80	97	RESISTENTE
3	11	250	12	58	77	17	93	RESISTENTE
4	13	608	14	307	49	-2	75	RESISTENTE
5	13	100	14	7	93	28	99	RESISTENTE
6	14	2593	15	87	97	89	99	SOSPECHOSO
7	15	1700	15	60	96	88	99	SOSPECHOSO

n = número de animales muestreados; \bar{X} HPG= Promedio huevos por gramo de heces; %R = Porcentaje de reducción; 95% IC(%)= Intervalo del 95% de confianza; Inf = limite inferior; Sup = limite superior; Resistente= %R menor a 95 y 95%IC Inf menor a 90; Sospechoso= con uno de los dos indicadores de resistencia(%R <95 o 95%IC < 90) presentes.

3.5 Identificación de los nemátodos gastrointestinales.

En las 7 explotaciones evaluadas se encontraron los siguientes géneros de larvas

infectantes (L3) de nemátodos gastrointestinales (NG) (Cuadro 6):

Cuadro 9: Ocurrencia de larvas infectantes de NG en 7 fincas evaluadas.

Género / Finca	1	2	3	4	5	6	7
<i>Haemonchus</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cooperia</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichostrongylus</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Strongyloides</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oesophagostomum</i> spp.		X	X	X	X		X
<i>Chabertia</i> sp.			X		X		

X = Finca con presencia de larvas infectantes;

En la figura 4 se muestra la distribución porcentual de las L3 en la población en estudio sin tratamiento.

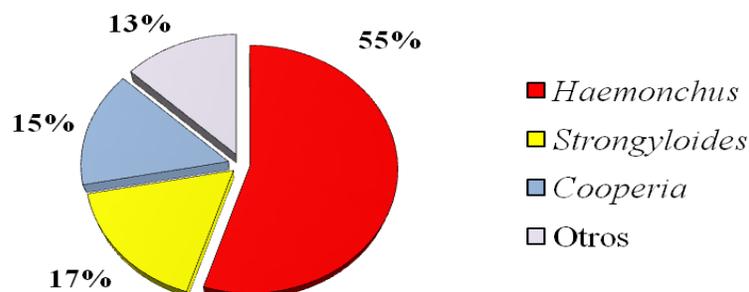


Figura 4: Porcentaje de L3 de NG en ovinos de Costa Rica

Haemonchus spp., *Strongyloides* sp., *Trichostrongylus* spp. y *Cooperia* spp. fueron los parásitos que mostraron resistencia al albendazol, siendo *Haemonchus* spp. el más importante (Cuadro 10), mientras que *Strongyloides* sp., *Haemonchus* spp. y *Trichostrongylus* spp. fueron los parásitos que mostraron resistencia a la ivermectina; siendo *Strongyloides* spp. el de mayor porcentaje (Cuadro 11).

Cuadro 10: Efecto del Albendazol en los NG encontrados.

Género	Albendazol (%)		
	Susceptible	Sospechoso	Resistente
<i>Haemonchus</i> sp.	29	0	71
<i>Trichostrongylus</i> spp.	14	43	43
<i>Cooperia</i> spp.	57	14	29
<i>Strongyloides</i> spp.	0	43	57
<i>Oesophagostomum</i> spp.	100		
<i>Chabertia</i> sp.	86	14	

Cuadro 11: Efecto de la Ivermectina en los NG encontrados.

Género	Ivermectina (%)		
	Susceptible	Sospechoso	Resistente
<i>Haemonchus</i> spp.	43	29	29
<i>Trichostrongylus</i> spp.		71	29
<i>Cooperia</i> spp.	43	57	
<i>Strongyloides</i> sp.	14	43	43
<i>Oesophagostomum</i> spp.	100		
<i>Chabertia</i> sp.	100		

Tanto para el albendazol como para la ivermectina *Oesophagostomum* spp. y *Chabertia* sp. fueron los únicos parásitos que no mostraron resistencia en las fincas estudiadas.

4. DISCUSIÓN

Para empezar, un aspecto de gran relevancia, es que este estudio permitió detectar, por primera vez, la resistencia al albendazol y a la ivermectina en ovinos de Costa Rica.

En el 85.7% de las fincas analizadas se encontró resistencia al albendazol mientras que en el 71.4% lo fue a las ivermectinas. El porcentaje obtenido para el albendazol es similar a lo obtenido en Brasil y Uruguay, con 89.6% y 86% respectivamente; pero mayor a lo reportado en México, Paraguay y Argentina (15.8% a 73%) (Echevarria et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996; Nari et al., 1996; Torres-Acosta et al., 2003). En cuanto a la ivermectina, el porcentaje es similar a lo encontrado en Paraguay con un 73%, aunque mayor a lo encontrado en México, Argentina, Brasil y Uruguay (< 12.6%) (Echevarria et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996; Nari et al., 1996; Montalvo-Aguilar et al., 2006).

Una posible explicación a la aparición de altos porcentajes de resistencia encontrados para ambos productos, es la alta frecuencia de las desparasitaciones realizadas durante el año, donde el 58.33% de las fincas desparasitó con benzimidazoles 3 o más veces, y el 41.66% desparasitó de 3 o más veces con ivermectina al año (Cuadro 6). Dichos resultados concuerdan con lo reportado en Brasil (Echevarria et al., 1996) y México (Montalvo-Aguilar et al., 2006), donde se ha reportado que más de 3 tratamientos al año inducen a la resistencia. Otro factor que podría haber contribuido a la aparición de la resistencia, es la práctica en la mayoría de las explotaciones (66.7%), de calcular la dosis para los antihelmínticos utilizados mediante apreciación visual del peso. Esto promueve que se

sobre o subdosifique a los animales, favoreciendo la resistencia en la fincas analizadas (FAO, 2003).

Con base en los datos de manejo recopilados, se determinó que la presencia de otros animales, principalmente bovinos, se da en la mayoría de las explotaciones (71.4%), lo cual podría significar una reducción de las L3 en pasto, ya que los ovinos y los bovinos tienen tendencias diferentes a desarrollar nemátodos (FAO, 2003). Por lo anterior, sería conveniente en el futuro evaluar el efecto en la reducción de L3 en pasto al implementar un pastoreo alterno bovinos-ovejas (Nari et al., 1987).

Se logró confirmar que en Costa Rica la explotación ovina es dirigida exclusivamente a la producción de carne de cordero, y está basada en razas tropicales o de pelo, como la Pelibuey (52.4%) y la Barbados (33.3%), aunque es notoria la introducción de razas europeas como la Katadin (23.8%). El cambio de razas tropicales (más resistentes a parásitos) a razas europeas (menos resistentes a parásitos) es un factor que puede favorecer la aparición de la resistencia en las fincas analizadas, ya que los productores tenderían a aumentar la cantidad de tratamientos por año (Bisset et al., 2001; Burke & Miller, 2002; Aumont et al., 2003; Gruner et al., 2003; Torres-Acosta et al., 2006).

Menos del 50% de las explotaciones bajo estudio utilizaban la rotación de potreros. Sin embargo, a pesar de que esto permite generar pasturas limpias con niveles de contaminación muy bajos de L3 en la población de refugio (proporción de la población de NG que no se expone al antihelmíntico) (Barger et al., 1994; Githigia et al., 2001; Niven et al., 2002; FAO, 2003), es necesario determinar el tiempo de ocupación y de descanso de

cada pastura para los diferentes climas y épocas del año del país, así como el número y tamaño de los apartos, y la influencia del tipo de pastura (Niezen et al., 1998; Marley et al., 2003; Marley et al., 2006).

En el 100% de las fincas, los adultos (menos susceptibles a las parasitosis) pastoreaban junto a los animales jóvenes o hembras lactantes (más susceptibles). De esta manera, los animales jóvenes y las hembras lactantes tienen la misma posibilidad de consumir grandes cantidades de L3, y por ende estarían más infectados. Esto podría controlarse si los adultos pastaran antes que los animales más susceptibles (Sangster, 2001; Rimbaud et al., 2006a).

Por primera vez se reporta *Chabertia* sp. en ovinos de Costa Rica. Mediante la identificación de L3 por coprocultivo, *Haemonchus* spp., *Strongyloides* sp. y *Cooperia* spp fueron los parásitos más frecuentes y presentaron los mayores porcentajes en la población de ovinos analizados. Estos resultados concuerdan con lo reportado en ovinos de México (Vásquez, 2004), República de Guinea (Ankers et al., 1997) y en bovinos de Costa Rica (Jiménez et al., 2007).

En este trabajo *Haemonchus* spp. se encontró resistente al albendazol y a la ivermectina, similar a lo encontrado en varios países de Latinoamérica (Echevarria et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996; Nari et al., 1996; Torres-Acosta et al., 2003; Rimbaud et al., 2005; Rimbaud et al., 2006b; Montalvo-Aguilar et al., 2006). La resistencia de *Trichostrongylus* spp. al albendazol detectada para Costa Rica (43%), concuerda con datos obtenidos para Paraguay (38%); mientras que para la ivermectina se obtuvieron valores altos (29%), diferentes a Argentina, Brasil y Uruguay (< 7%) pero similares a Paraguay

(Echevarria et al., 1996; Eddi et al., 1996; Maciel et al., 1996; Nari et al., 1996). No se contó con información en otros países que reportaran la resistencia al albendazol o a la ivermectina para *Strongyloides* sp.

En resumen se puede decir que el manejo inadecuado de los antihelmínticos (alta frecuencia de utilización, cálculo inadecuado de la dosis, el uso exclusivo de control químico para combatir los parásitos), fueron factores que posiblemente han promovido la aparición de la resistencia en altos porcentajes de *Haemonchus* spp. y *Strongyloides* sp. al albendazol y a la ivermectina, respectivamente.

5. CONCLUSIONES

- Un total de 36 explotaciones comerciales de ovinos, y 6765 individuos se encontraron distribuidas en todo el país, presentando las provincias de Guanacaste y Puntarenas los mayores porcentajes.
- En cuanto al manejo, en las fincas estudiadas hubo predominio de razas tropicales como la Pelibuey (52.4%), presencia de otros animales como los bovinos (71.4%), se practicó el pastoreo (95.2%) sin división por grupo fisiológico (100%), y la suplementación fue de tipo energético y mineral (76%).
- En cuanto al control antihelmítico se utilizaron benzimidazoles (33.3%) y lactonas macrocíclicas (33.3%), sin combinar, suministrados en frecuencias mayores a 3 por año (Benz 58.33%, LM 41.66%) y con cálculo de dosis mediante apreciación visual (66.7%).
- Se detectó resistencia al albendazol y a la ivermectina en un 85.7% y 71.4% respectivamente, en explotaciones ovinas de Costa Rica.
- *Haemonchus* spp. (71%), *Strongyloides* sp. (57%), *Trichostrongylus* spp. (43%), y *Cooperia* spp. (29%) fueron encontrados resistentes al albendazol, mientras que *Strongyloides* sp. (43%), *Haemonchus* spp. (29%) y *Trichostrongylus* spp. (29%), lo fueron a la ivermectina.
- Por primera vez se reporta la resistencia de *Strongyloides* sp. al albendazol y a la ivermectina
- *Chabertia* sp. es identificada por vez primera en ovinos de Costa Rica

6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios epidemiológicos sobre el comportamiento poblacional de los NG en las pasturas y en el huésped, en diferentes épocas del año y condiciones climáticas del país.
- Poner en práctica medidas de cuarentena cuando ingresan animales nuevos a la explotación usando de una manera adecuada productos no utilizados previamente.
- Realizar investigaciones sobre medidas de Control Integrado de Parásitos en campo, para practicarlas prontamente en producciones ovinas del país.
- Realizar estudios para determinar la eficiencia de otros antihelmínticos como el Levamisol, Closantel y Disofenol, en ovejas y bovinos.
- Evaluar el impacto de *Haemonchus* spp., *Strongyloides* sp. y *Trichostrongylus* spp. en la producción ovina.
- Determinar la presencia de resistencia de NG en otras especies pecuarias, como bovinos, equinos y caprinos.
- Capacitar a productores y personal técnico (veterinarios, agrónomos, técnicos agropecuarios...) sobre el uso correcto de los desparasitantes, así como de los factores que facilitan la rápida aparición de resistencia a nivel de finca.
- Crear una política nacional para la prevención y manejo de la resistencia de los NG a los antihelmínticos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, V. 2004. Entrevista con el Dr. Víctor Álvarez, Director del Centro de Investigaciones Parasitológicas, M.A.G., Heredia, C.R. 17 de Mayo.
- Ankers, P, S. Fofana, & A. Biaye. 1997. Les dominantes du parasitisme helminthique chez les bovins, ovins et caprins en Guinée maritime, République de Guinée. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 50: 111-116.
- Aumont, G., L. Gruner, & G. Hostache. 2003. Comparison of the resistance to sympatric and allopatric isolates of *Haemonchus contortus* of Black Belly sheep in Guadalupe (FWI) and of INRA 401 sheep in France. *Vet. Parasitol.* 116: 139-150.
- Baayen, M. 2004. Entrevista con Dr. Mees Baayen, productor nacional, Heredia, Costa Rica, 7 de Junio.
- Barger, I.A., K. Siale, D.J.D. Banks, & L.F. Le Jambre. 1994. Rotacional grazing for control of gastrointestinal nematodos of gotas in a wet tropical environment. *Vet. Parasitol.* 53: 109-116.
- Bisset, S.A., C.A. Morris, J.C. McEwan, & A. Vlassoff. 2001. Breeding sheep in New Zealand that are less reliant on anthelmintics to maintain health and productivity. *N. Zealan. Vet. J.* 49: 236-246
- Burke J.M. & J.E. Miller. 2002. Relative resistance of Dorper crossbred ewes to gastrointestinal nematode infection compared with St. Croix and Katahdin ewes in the southeastern United States. *Vet. Parasitol.* 109: 265-275.
- Coles, G.C., C. Bauer, F.H.M. Borgsteede, S. Geerts, T.R. Klei, M.A. Taylor, & P.J. Waller, 1992. Word Association for the Advancemen of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44: 35 – 44.
- Coop. R.L & K.W. Angus. 1981. How helminths affect sheep. *In Practice.* 3: 4 – 11.
- Echevarria, F., M.F.S. Borba, A.C. Pinheiro, P.J. Walle & J.W. Hansen. 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Brazil. *Vet. Parasitol.* 62: 199-206.
- Eddi, C., J. Caracostantogolo, M. Peña, J. Schapiro, L. Marangunich, P.J. Waller, & J.W. Hansen. 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Argentina. *Vet. Parasitol.* 62: 189-197.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2003. Estudio FAO producción y sanidad animal: resistencia a los antiparasitarios, estado actual con énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Sanidad Animal de la FAO, Roma.

- Fox, M.T. 1997. Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. *Vet. Parasitol.* 72: 285-308.
- Githigia, S.M., S.M. Thamsborg, & M. Larsen. 2001. Effectiveness of grazing management in controlling gastrointestinal nematodes in weaner lambs on pasture in Denmark. *Vet. Parasitol.* 99: 15-27.
- Grimshaw, W.T.R., K.R. Hunt, C. Hong, & G.C. Coles. 1994. Detection of anthelmintic resistant nematodes in sheep in southern England by faecal egg count reduction test. *Vet. Rec.* 135:372-374.
- Gruner, L., G. Aumont, T. Getachew, J.C. Brunel, C. Pery, Y. Cognié, & Y. Guérin. 2003. Experimental infection of Black Belly and INRA 401 straight and crossbred sheep with trichostrongyle nematode parasites. *Vet. Parasitol.* 116: 239-249.
- Hernández, J. 2003. Técnicas parasitológicas. Cátedra de Parasitología y Enfermedades Parasitarias. Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional, Heredia, C.R.
- Hernández, J. 2005. Entrevista con el señor Jorge Hernández, técnico del Laboratorio de Parasitología, E.M.V.-U.N.A., Heredia, C.R., 17 de Mayo.
- Jiménez, A. E., V. M. Montenegro, J. Hernández, G. Dolz, L. Maranda, J. Galindo, C. Epe, & T. Schneider. 2007. Dynamics of infections with gastrointestinal parasites and *Dictyocaulus viviparus* in dairy and beef cattle from Costa Rica. *Vet. Parasitol.* 148: 262-271.
- Lang, C. 2004. Entrevista con el señor Carlos Lang, productor nacional, Heredia, C.R., 7 de Junio.
- Leathwick, D.M., W.E. Pomroy, & A.C.G. Heath. 2001. Anthelmintic resistance in New Zealand. *New Zealand Vet. J.* 49: 227-235.
- López, M. E. 2004. Diagnóstico de resistencia a los antihelmínticos a nemátodos gastrointestinales en México. p. 129-145. *In: Diagnóstico y control de los nemátodos gastrointestinales de los rumiantes en México.* INIFAP, México.
- Maciel, S., A.M. Gimenez, C. Gaona, P.J. Waller, & J.W. Hansen. 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Paraguay. *Vet. Parasitol.* 62: 207-212.
- Marley, C.L., M.D. Fraser, J.E. Roberts, R. Fychan, & R. Jones. 2006. Effects of legume forages on ovine gastrointestinal parasite development, migration and survival. *Vet. Parasitol.* 138: 308-317.
- Marley, C.L., R. Cook, J. Barrett, R. Keatinge, N.H. Lampkin, & S. D. McBride. 2003. The effect of dietary forage on the development and survival of helminth parasites in ovine faeces. *Vet. Parasitol.* 118: 93-107.

- McMurtry, L.W., M.J. Donaghy, A. Vlassoff, & P.G.C. Douch. 2000. Distinguishing morphological features of the third larval stage of ovine *Trichostrongylus* spp. *Vet. Parasitol.* 90: 73-81.
- Mena, S. Entrevista con la Licenciada Sandra Mena U., Departamento de Estadística, Dirección General de Aduanas, Ministerio de Hacienda. 2004. San José, C.R. 20 de Agosto.
- Montalvo-Aguilar, X., M. E. López, V. Vásquez, E. Liébano, & P. Mendoza. 2006. Resistencia antihelmíntica de nematodos gastroentéricos en ovinos a fenbendazol e ivermectina en la región noroeste del estado de Tlaxcala. *Téc. Pecu. Méx.* 44: 81-90.
- Montero, D. 2004. Entrevista con el Dr. Danilo Montero, Presidente Cámara de Productores de Ovinos, y Médico Veterinario del INA. Heredia, C.R. 15 de marzo.
- Nari, A., J. Hansen, C. Eddi, F. Echevarria, E. Maciel, J. Caracostantogolo, J. Salles, & C. Cutulle. 2004. Protocolo de trabajo para la evaluación a campo de cepas potencialmente resistentes a los antihelmínticos: prueba de reducción del recuento de huevos en material fecal (FECRT). <http://www.inta.gov.ar/producto/helminto> (Consulta: 15 may. 2004).
- Nari, A; C. Pepe, E. Zabala, S. Quintana, A. Ibarburu, E. Mármol, & B. Fabregas. 1987. Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural: III pastoreo rotativo-alterno con bovinos en un área de basalto superficial. *Veterinaria* 23: 30.
- Nari, A., J. Salles, A. Gil, P.J. Waller, & J.W. Hansen. 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Uruguay. *Vet. Parasitol.* 62: 213-222.
- Niezen, J. H., H. A. Robertson, G. C. Waghorn, & W. A. G. Charleston. 1998. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Vet. Parasitol.* 80: 15-27.
- Niven, P., N. Anderson, & A. Vizard. 2002. The integration of grazing management and summer treatments for the control of trichostrongylid infections in Merino weaners. *Aust. Vet. J.* 80: 559-566.
- Papadopoulos, E., G. Arsenos, S. Sotiraki, C. Deligiannis, T. Lainas, & D. Zygoyiannis. 2003. The epizootiology of gastrointestinal nematode parasites in Greek dairy breeds of sheep and goats. *Small Rum. Res.* 47: 193-202.
- Ramírez, R. 2004. Entrevista con el Sr. Ronny Ramírez, Departamento de Mercadeo y Ventas, Industrias Cárnicas Integradas. El Coyol, Alajuela, C.R. 26 de Agosto.
- Rimbaud, E., V. Coronado, N. Pineda, L. Luna, X. Morales, G. Rivera, A. Olivares, M. Mejía, S. Ortega, J.L. Robles, H. Flores, S. Robletto, & M.L. Sandoval. 2006a. Primera comprobación del alza postparto en el conteo de huevos de nematodos en materia fecal de ovinos en Nicaragua. *Bol. Parasitol.* 7: 3.

- Rimbaud, E., N. Pineda, J.L. Soto, L. Luna, X. Morales, G. Rivera, & L. Picado. 2006b. Primer diagnóstico de resistencia a ricobendazole y albendazole en nemátodos gastrointestinales parásitos de ovinos en Nicaragua. *Bol. Parasitol.* 7: 4.
- Rimbaud, E., P. Zúñiga, M. Doña, N. Pineda, L. Luna, G. Rivera, L. Molina, J. Gutiérrez, & J. Vanegas. 2005. Primer diagnóstico de resistencia a levamisol y lactonas macrocíclicas en nemátodos gastrointestinales parásitos de ovinos en Nicaragua. *Bol. Parasitol.* 6: 3.
- Rojas, A. 1979. Comparación del efecto de dos antihelmínticos sobre los parásitos gastrointestinales de ovinos de la raza Barbados. Tesis licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, C.R.
- Rojas, A., & A. Montero. 1982. Efecto del tiabendazol y levamisol sobre los parásitos gastrointestinales y ganancia de peso en corderos Barbados. *Agronom. Costarr.* 6: 61-64.
- Sangster, N.C. 2001. Managing parasiticide resistance. *Vet. Parasitol.* 98: 89-109.
- Taylor, M. 1999. Use of anthelmintics in sheep. *In Practice.* 21: 222-231.
- Thrusfield, M. 1990. Epidemiología veterinaria. ACRIBIA, Zaragoza, España.
- Torres-Acosta, J.F.J., U. Dzul-Canche, A.J. Aguilar-Caballero, & R.I. Rodríguez-Vivas. 2003. Prevalencia of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatan, Mexico. *Vet. Parasitol.* 114: 33-42.
- van Wyk, J.A., J. Cabaret, & L.M. Michael. 2004. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Vet. Parasitol* 119: 277-306
- Vásquez, V. M. 2004. Características epidemiológicas de los nemátodos gastroentéricos de los rumiantes. p. 1-11. *In: Diagnóstico y control de los nemátodos gastrointestinales de los rumiantes en México.* INIFAP, México.
- Vlassoff, A., D.M. Leathwick, & A.C.G. Heath. 2001. The epidemiology of nematode infections of sheep. *New Zealand Vet. J.* 49: 213-221.
- Waller, P.J. 1997. Anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.* 72: 391-412.
- Waller, P.J., K.M. Dash, L.A. Barger, L.F. Le Jambre, & J. Plant. 1995. Anthelmintic resistance in nematode parasite of sheep: learning from the Australian experience. *Vet. Rec.* 136:411-413.
- Waller, P.J., F. Echevarría, C. Eddi, S. Maciel, A. Nari, & J.W. Hansen. 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: General overview. *Vet. Parasitol.* 62: 181- 187.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO 1

ENCUESTA RESISTENCIA A ANTIHELMÍNTICOS

Fecha: _____

ID: _____

A. Datos de Ubicación

Propietario _____ Provincia _____

Cantón _____ Distrito _____

Caserío _____ Cuadrante _____ Zona de vida _____

Área total _____ Área ganadería _____

B. Datos de Manejo

Área dedicada a ovinos _____ División de potreros: NO ____ SI ____

Número de apartos: _____ Tamaño de apartos: _____

Tipo de pastos: _____ área _____

_____ área _____

_____ área _____

Las ovejas pastan: __ Todos juntos; __ Lactantes y destetados separados de los adultos

__ Otro (Explique): _____

Suplementación (NO ____ SI ____)

C. Población animal

Cantidad de animales: _____ Ovinos: _____ Bovinos: _____

Caprinos: _____ Equinos: _____ Otros: _____

En algún pasado reciente hubo bovinos _____ (si/no) Hace cuanto _____

Tiempo de los ovinos en la explotación _____ Procedencia _____

Razas de ovinos: Pelibuey _____ Katadín _____ Dorset _____

Barbados _____ Otros _____

D. Datos del control antihelmítico

Desparasita contra parásitos gastrointestinales NO _____ SI _____

Frecuencia _____ Productos _____

Combina productos _____ (si/no)

Cómo los utiliza

8.2 ANEXO 2:

Análisis de los datos de resistencia

1. Media aritmética del H.P.G $\sum_i X_i = X_j/n_i$

donde i denota, ya sea, el grupo tratado (t) o el control (c), j denota cada oveja en el grupo, n_i es el número en el grupo.

2. Porcentaje de reducción de H.P.G (R) = $100 (1 - X_T/X_C)$:

donde X_t es la media aritmética del H.P.G. del grupo tratado, y X_c es la medida aritmética del H.P.G del grupo control.

3. Para calcular el intervalo del 95% de confianza se utilizará las siguientes fórmulas:

$$\text{Límite superior de confianza} = 100 (1 - X_t / X_c \exp (-2.048 \sqrt{Y^2}))$$

$$\text{Límite inferior de confianza} = 100 (1 - X_t / X_c \exp (+2.048 \sqrt{Y^2}))$$

Donde Y^2 es la varianza de reducción que se obtiene por la siguiente fórmula:

$$Y^2 = S^2_t/n_t X^2_t + S^2_c/n_c X^2_c$$

Donde S^2_i es la varianza de cálculo y se calcula por:

$$S^2_i = \left(\sum_j x^2_{ij} - \sum_j X_{ij} \right)^2 / n_i / (n_j - 1)$$

X_t es la media aritmética del grupo tratado.

X_c la media aritmética del grupo control.