

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS  
COMISIONES DE ESTUDIO PARA GRADUADOS  
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA DE *Canavalia ensiformis*  
SOBRE LAS CARGAS PARASITARIAS DE OVINOS TROPICALES EN  
CRECIMIENTO.**

**Luisana Guerrero Barreto**

**Noviembre, 2013**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS  
COMISIONES DE ESTUDIO PARA GRADUADOS  
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA DE *Canavalia ensiformis*  
SOBRE LAS CARGAS PARASITARIAS DE OVINOS TROPICALES EN  
CRECIMIENTO.**

**Autor:** M.V. Luisana Guerrero Barreto.

**Tutor:** Leyla Ríos de Álvarez

**Comité Consejero:** Mario Rossini, Angélica Bethencourt, Álvaro Ojeda.

**Noviembre, 2013**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA DE *Canavalia ensiformis*  
SOBRE LAS CARGAS PARASITARIAS DE OVINOS TROPICALES EN  
CRECIMIENTO.**

**LUISANA GUERRERO BARRETO.**

Trabajo de Grado sometido a la consideración de las Comisiones de Estudios para Graduados de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias como requisito parcial para optar por el grado de:

*Magister Scientiarum*

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS  
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON RUMIANTES**

Maracay, Noviembre 2013

## **DEDICATORIA**

Todo este esfuerzo se lo dedico a todas las personas de mi vida y a los ángeles que se me han ido al cielo y me protegen dándome seguridad y guía para seguir adelante. A mis padres, hermana y Massimiliano por estar en mi vida, espero que estén orgullosos de mí.

También se lo dedico a los animales, almas amables de esta tierra por las que me hice Médico Veterinario y las que me enseñan día tras día a ser mejor persona.

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi gratitud primeramente a Dios por todo lo que me ha dado y por permitirme estar en este lugar acompañada de las personas que conozco y haciendo las cosas que estoy haciendo.

A mis padres y hermana por todo su apoyo, amor, confianza, dedicación, comprensión, no estaría en el lugar que estoy ni culminando esta bella experiencia sino no fuera por ellos, miles de gracias son pilares de mi vida, los amo!

A Massimiliano por su gran apoyo, y amor día tras día, que me permitieron seguir adelante a pesar de las dificultades, te amo!

A mi tutora Prof<sup>a</sup> Leyla Ríos de Álvarez por ser más que una tutora una amiga, guía durante toda la bella experiencia que fue esta maestría.

A mis asesores Mario Rossini, Omar Colmenares, Angélica Bethencourt, y Álvaro Ojeda, por dedicar tiempo a leer y corregir mis textos y por sus consejos durante la realización de todo el trabajo de grado.

A todo el personal del Laboratorio-Sección de Ovinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela por el invaluable apoyo brindado durante la fase experimental del trabajo de grado y por la confianza al permitirme utilizar los equipos de dicha Sección.

A la Universidad Central de Venezuela por ser sede de mis estudios como profesional y nuevamente de mis estudios de Postgrado, muy orgullosa de ser Ucevista.

A todas las personas que forman parte de mi vida y la complementan, gracias por compartir sus experiencias y ayudarme a crecer como persona. A mis compañeros caninos Dessy, Noi, y Tessa, su compañía, amor y el saber que siempre me reciben con tanto amor al llegar me llena de alegría. A todos **GRACIAS TOTALES!!!!**.

## RESUMEN

El control de parasitosis gastrointestinales en ovinos a través del uso de plantas y extractos de las mismas es cada vez más controversial, y leguminosas como la *Canavalia ensiformis* han sido muy poco estudiadas con esta finalidad. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la suplementación con semillas de esta leguminosa sobre el conteo de huevos de nematodos (huevos por gramo de heces-HPG), el conteo de ooquistes de *Eimeria* (ooquistes por gramo de heces-OPG), géneros parasitarios, peso vivo de los animales, hematología (hematocrito, hemoglobina, proteínas totales, diferencial de células blancas) y para evaluar química sanguínea enzimas como Alanino transaminasa (ALT), y Aspartato transaminasa (AST), así como también bilirrubina total, colesterol, urea y glucosa. El modelo estadístico fue un completamente aleatorizado, se balancearon 21 corderas mestizas West African en 3 grupos homogéneos (n=7) según peso y carga parasitaria iniciales. La alimentación de los animales se basó en pastoreo durante 6 horas al día, y una suplementación a primera hora del día con los 3 tratamientos. Los suplementos se formularon isoprotéicos con  $26,02 \pm 0,88$  % de proteína cruda y los 3 tratamientos fueron: T (sin canavalia), C (2,5g de canavalia/kg PV) y C+ (5g de canavalia/kg PV), para evaluar HPG y OPG se tomaron muestras de heces un día fijo a la semana y se utilizó Kruskal- Wallis para su análisis estadístico. Los animales fueron pesados semanalmente y los pesos se analizaron usando Chi cuadrado. Para las variables sanguíneas se hicieron muestreos bisemanales y se analizaron a través de un ANAVAR. Los resultados arrojaron para el conteo de nematodos 1346,8; 1498,7 y 1801,9 HPG para T, C, y C+, respectivamente, sin efecto de tratamiento. En el caso de conteo de ooquistes, estos resultaron 1756,5; 1822 y 1257 OPG para T, C, y C+, respectivamente, y el OPG de C+ fue menor en comparación con los demás grupos (P=0,05). Como géneros predominantes del grupo T *Bunostomum*, para los del grupo C *Haemonchus* y para los C+ *Cooperia* con diferencias entre tratamientos (P<0,001). En cuanto al peso de los animales se obtuvo como resultados 21,4; 20,8 y 20,7 kg para T, C, y C+, respectivamente, con una correlación significativa y negativa entre HPG y peso, a su vez el peso no fue afectado por suplemento (P=0,5). En cuanto a las variables sanguíneas de los animales, C+ reportó de anemia, por su parte los valores de ALT, glucosa y colesterol de todos los animales se encontraron dentro de rangos referenciales, y por el contrario los de AST y urea de todos los animales estuvieron por encima del valor referencial, atribuible esto a dietas con alto porcentaje de proteína. De estos resultados se concluye que la suplementación con harina de granos de canavalia es alternativa natural para el control de parásitos gastrointestinales en ovinos, ya que tiene un efecto sobre algunos géneros de nematodos, y a una dosis de 5g de canavalia/kg PV tiene una tendencia a disminuir cargas de ooquistes, además, no ocasiona daños aparentes en la salud de los animales que la consumen.

## ABSTRACT

The control of gastrointestinal parasites in sheep through the use of plants and plant extracts has become increasingly controversial, and legumes such as *Canavalia ensiformis* have been little studied for this purpose. The aim of this investigation was to evaluate the effect of supplementation with this legume seeds on nematode egg count (eggs per gram of feces-EPG), counting of *Eimeria* oocysts (oocysts per gram of feces-OPG), parasitic genera, animal live weight, hematology (hematocrit, hemoglobin, total protein, white cell differential) and to assess blood chemistries and enzymes such as Alanine transaminase (ALT) and Aspartate transaminase (AST), total bilirubin, cholesterol, urea, and glucose. The statistical model was completely randomized, using 21 West African crossbred female lambs in 3 homogeneous groups (n=7) according to weight and initial parasite load. Feeding the animals was based on foraging for 6 hours a day and supplementation earlier in the day with the 3 treatments. Supplements formulated with similar protein levels  $26,02 \pm 0,88\%$  crude protein. Three treatments were: T (no canavalia), C (2,5g canavalia/kg BW) and C+ (5g canavalia/kg BW). To assess EPG and OPG, stool samples were taken on a set day of each week and Kruskal- Wallis test was used for statistical analysis. The animals were weighed weekly and weights were analyzed using Chi square test. For blood variables were sampled biweekly and analyzed through an ANOVA. The results yielded or egg counting 1346,8; 1498,7 and 1801,9 EPG for T, C, and C+, respectively, with no effect of treatment. In the case of counting oocysts these were 1756,5; 1822 and 1257 OPG for T, C, and C+, respectively, being OPG for C+ lower compared to the other groups (P = 0,05). As dominant genera was found for the animals of group T *Bunostomum*, for group C *Haemonchus* and *Cooperia* for C+, with differences between treatments (P<0,001). The weight of animals resulted 21,4; 20,8 and 20,7 kg for T, C, and C+, respectively, with a significant negative correlation between weight EPG and in turn the weight was affected by supplementation (P=0,5). Regarding blood variables of animals, C+ reported anemia, meanwhile ALT values, glucose and cholesterol of all animals were within referential ranges and conversely the AST and urea of all animals were above the reference value, attributed this to diets high protein level. From these results it is concluded that supplementation of canavalia seed meal is a natural alternative for the control of gastrointestinal parasites in sheep, as it has some effect on nematodes, and a dose of 5g canavalia/kg BW has a tendency to decrease oocyst loads, also causes no apparent damage to the health of the animals that consume it.

## Índice de Contenido

	<b>Pág.</b>
Título.....	i
Presentación.....	ii
Veredicto.....	iii
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de Contenido.....	ix
Índice de Cuadros .....	xiii
Índice de Figuras.....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
1. Principales especies parasitarias que afectan los ovinos.....	5
1.1.    Nematodos.....	5
1.2.    Clasificación de los nematodos.....	6
1.3.    Características morfológicas de los nematodos.....	7
1.4.    Características fisiológicas.....	7
1.5.    Ciclo biológico de los nematodos.....	9
1.6.    Coccidia.....	13
1.7.    Ciclo biológico de <i>Eimeria</i> .....	14
2. Efectos de los parásitos en el hospedador.....	17



2.1.	Digestión, consumo y crecimiento.....	19
2.2.	Metabolismo energético.....	21
2.3.	Metabolismo mineral.....	21
2.4.	Constituyentes sanguíneos.....	22
3.	Control químico de las parasitosis.....	24
4.	Control integrado de las parasitosis.....	27
5.	Plantas medicinales.....	28
6.	Principales especies vegetales de mayor uso en la medicina veterinaria con efecto desparasitante.....	30
7.	<i>Canavalia ensiformis</i> .....	31
8.	Lectinas como antiparasitario.....	36
9.	<i>Canavalia</i> en monogástricos.....	37
10.	<i>Canavalia</i> en rumiantes.....	38
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>44</b>
1.	Ubicación del experimento.....	44
2.	Diseño experimental.....	44
3.	Manejo de los animales.....	45
4.	Mediciones realizadas.....	47
4.1.	Cuantificación de huevos de parásitos gastrointestinales.....	47
4.2.	Géneros parasitarios.....	47
4.3.	Pesaje.....	48
4.4.	Pruebas sanguíneas.....	49
4.4.1.	Hematología.....	49
4.4.1.1.	Hematocrito.....	49
4.4.1.2.	Hemoglobina.....	49
4.4.1.3.	Proteínas totales.....	50
4.4.1.4.	Diferencial de células blancas.....	50
4.4.2.	Química sanguínea.....	50
4.4.2.1.	Alanina aminotransferasa (ALT).....	51

4.4.2.2.	Aspartato aminotransferasa (AST).....	51
4.4.2.3.	Colesterol.....	52
4.4.2.4.	Urea.....	52
4.4.2.5.	Glucosa.....	52
4.4.2.6.	Bilirrubina total.....	52
5.	Análisis estadístico.....	53
 <b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>55</b>
1.	Carga parasitaria.....	55
1.1.	Contaje de huevos de nematodos.....	55
1.2.	Contaje de ooquistes de <i>Eimeria</i> .....	57
2.	Géneros parasitarios.....	58
3.	Peso.....	61
4.	Pruebas sanguíneas.....	67
4.1.	Hematología.....	67
4.1.1.	Hematocrito.....	67
4.1.2.	Hemoglobina.....	68
4.1.3.	Eosinófilos.....	71
4.1.4.	Linfocitos.....	72
4.1.5.	Neutrófilos.....	73
4.1.6.	Proteínas totales.....	75
4.2.	Química sanguínea.....	77
4.2.1.	Bilirrubina total.....	77
4.2.2.	Alanina aminotransferasa (ALT).....	79
4.2.3.	Colesterol.....	80
4.2.4.	Glucosa.....	81
4.2.5.	Urea.....	83
4.2.6.	Aspartato aminotransferasa (AST).....	84

<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	88
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	90
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	91

## Índice de Cuadros.

Cuadro N°	Pág.
1. Principales especies de nematodos que afectan a los ovinos y los órganos que afectan.....	6
2. Principales grupos antihelmínticos, sus principios activos, dosis, y vías de administración usados en ovinos.....	26
3. Población de protozoarios por clase y totales (log 10 protozoarios/mL líquido ruminal) encontrados en rumen de bovinos consumiendo canavalia (cc) o sorgo (sc) como suplemento principal en la dieta.....	40
4. Suplementación de becerros predestete con harina de canavalia.....	41
5. Análisis bromatológico de granos de canavalia .....	46
6. Análisis bromatológico de los suplementos suministrados a los animales.....	46
7. Media de HPG de los diferentes tratamientos durante el muestreo. ....	55
8. Distribución de géneros parasitarios predominantes en los diferentes tratamientos. ....	59
9. Media de pesos de los animales de los diferentes tratamientos.....	61
10. Relación entre valores de hematocrito y concentración de gramos de hemoglobina en borregas de reemplazo discriminadas por nivel de infestación parasitaria.....	70

## Índice de Figuras.

Figura N°	Pág.
1. Porción anterior y posterior del cuerpo de nematodos (cápsula bucal y bolsa copulatriz).....	7
2. Huevos de nematodos gastrointestinales que afectan los pequeños rumiantes.....	8
3. Ciclo biológico de nematodos gastrointestinales que parasitan a pequeños rumiantes.....	10
4. Ciclo de vida de <i>Eimeria spp</i> en pequeños rumiantes.....	16
5. Ooquiste de <i>Eimeria</i> .....	16
6. Mucosa abomasal con hemorragia y abundantes fases adultas de <i>H. contortus</i> .....	19
7. Daño intestinal causado por coccidia.....	24
8. Planta y granos de canavalia.....	32
9. Representación esquemática del tetrámero de Con A.....	34
10. Media semanal del conteo de huevos de nematodos (HPG) de todos los animales durante el período de experimento.....	56
11. Medias de ooquistes de <i>Eimeria</i> (OPG) de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.....	57
12. Correlación entre peso de los animales y las cargas parasitarias para todos los animales experimentales durante el período de experimento .....	65
13. Medias de Hto de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.....	67
14. Medias de Hgb de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.....	68

15. Medias de eosinófilos de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.....	72
16. Medias semanales de linfocitos de todos los animales durante el período de experimento.....	72
17. Medias semanales de neutrófilos de todos los animales durante el período de experimento.....	73
18. Medias semanales de PT de todos los animales durante el período de experimento.....	75
19. Interacción de medias semanales con medias de tratamiento de bilirrubina total durante el período de experimento .....	78
20. Medias de ALT de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento .....	80
21. Media de colesterol de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.....	81
22. Medias de glucosa semanales de todos los animales durante el período de experimento.....	82
23. Medias semanales de AST de todos los animales durante el período de experimento.....	85

## I. INTRODUCCIÓN

En Venezuela las explotaciones ovinas se orientan principalmente a la producción de carne, por lo que el interés esencial de los productores dedicados a esta especie es el de obtener un mayor número de animales y de kg al año, prestando atención especial al índice de crecimiento y desarrollo, por estas razones todos los factores que afecten esos parámetros deben considerarse y manejarse de tal forma que garanticen los mayores beneficios económicos a la explotación (León y Torres, 2010).

El parasitismo gastrointestinal en rumiantes es uno de los principales factores que afectan esos parámetros y que elevan costos de producción, causando innumerables pérdidas económicas a nivel mundial, sobre todo en animales jóvenes y hembras en periparto (Basabe *et al.*, 2009), ésta disminución de la productividad de los rebaños hace necesaria la instauración de programas de control de parasitosis que requieren la administración de fármacos, así como el establecimiento de medidas preventivas asociadas al manejo de los animales (Quijada *et al.*, 2008b). Por esta razón los productores y veterinarios han dado uso indiscriminado de medicamentos para el control de las mismas, originando resistencia antihelmíntica a varios principios activos a nivel mundial (Jackson y Coop, 2000).

Para evitar o disminuir los efectos de la resistencia antihelmíntica los sistemas de rumiantes a pastoreo se han visto en la necesidad de implementar programas sostenibles de control de parásitos que incrementen la salud de los animales, conserven los recursos y protejan el medio ambiente, por lo que los productores e investigadores se han planteado un control integrado de parasitosis, donde diferentes métodos son coadyuvantes del tratamiento químico utilizado en la actualidad. Uno de los métodos que forma parte del control integrado de las parasitosis es la inclusión de plantas que contienen metabolitos secundarios (MSP) los cuales se ha demostrado que son efectivos para disminuir cargas parasitarias en los animales que las consumen.

El escenario actual de los sistemas de producción animal caracterizado por mercados de carne, lana y leche cada vez más regionalizados, más competitivos y exigentes, con un tema de residuos en carnes de consumo humano y contaminación del medio ambiente ha promovido consumidores e investigadores a nivel mundial cada vez más interesados en buscar una solución (Nari, 2001) lo que ha conllevado a incrementar la motivación a estudiar alternativas de control parasitario, entre las que se encuentran el uso de bioforrajes o plantas que contienen MSP y que pueden contribuir con este fin.

Estas plantas a pesar de poseer gran valor nutricional, por su elevado contenido de MSP presentan dificultades de inclusión en la alimentación, ya que pueden tener efectos dañinos sobre el animal, por lo que ha sido necesario el uso de varios métodos para inactivar estos compuestos. Sin embargo, en la actualidad se ha determinado a través de investigaciones que el uso de estos MSP puede aportar beneficios para el animal como el control de parasitosis gastrointestinales (Ríos-de Álvarez, 2009), así como también importantes aplicaciones en áreas como la medicina, biología y bioquímica (Iason, 2005).

Un buen ejemplo de una especie vegetal que contiene elevados niveles y variados tipos de MSP es la *Canavalia ensiformis*, leguminosa que es conocida por su follaje rico en taninos y por su contenido en las semillas de lectina (concanavalina A - ConA), aminoácidos como canavanina, ureasa e inhibidores de proteasas. Debido al elevado contenido de MSP en las semillas de canavalia, se ha planteado el presente estudio.



## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de la suplementación con semilla de *Canavalia ensiformis* sobre la parasitosis de ovinos tropicales en crecimiento.

### **Objetivos Específicos**

Evaluar el efecto de la suplementación con semilla de *Canavalia ensiformis* sobre la carga parasitaria (huevos y ooquistes por gramo de heces) de ovinos tropicales en crecimiento.

Evaluar el efecto de la suplementación con semilla de *Canavalia ensiformis* sobre los géneros parasitarios presentes en la infestación de ovinos tropicales en crecimiento

Evaluar el efecto de la suplementación con semilla de *Canavalia ensiformis* sobre la ganancia de peso de ovinos tropicales en crecimiento.

Evaluar el efecto de la suplementación con semilla de *Canavalia ensiformis* sobre valores sanguíneos de ovinos tropicales en crecimiento, expresada a través de datos de hematología y química sanguínea.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

En la actualidad uno de los principales problemas que repercute sobre la productividad de los pequeños rumiantes son las parasitosis gastrointestinales, debido a que ocasionan disminución de la fertilidad y muerte de los animales jóvenes además de tener efectos negativos sobre la tasa de crecimiento, así como la producción de leche y lana (Morales *et al.*, 2002a; Quijada *et al.*, 2012). Debido a la gran importancia de esta enfermedad en la producción de ovinos tanto productores como veterinarios se vieron en la necesidad de aplicar de manera excesiva y continua uno o más antihelmínticos, sumado a una subdosificación de los medicamentos y en muchos casos una disminución de refugios de parásitos por sobrepastoreo ha originado una resistencia de los parásitos hacia esos productos (Cuéllar, 2009).

Los ovinos son particularmente susceptibles a las parasitosis de tipo gastrointestinal debido a que entre muchos factores sus heces son pelotillas pequeñas que se desintegran fácilmente arrojando las larvas del gusano a los pastos, tienden a pastar cerca de la tierra donde es más elevada la cantidad de larvas, aumentando así su exposición a las formas infectivas de los parásitos, y su instinto gregario las incita a pastar cerca unas de otras aumentando su riesgo de exposición (Rincón, 2007).

Entre los principales causantes de estas parasitosis, se encuentran los nematodos gastroentéricos (Cuéllar, 2007; Mireles *et al.*, 2010), los cuales afectan la salud de los animales y ocasionan pérdidas económicas en todo el mundo (González *et al.*, 2003). Entre las dificultades de controlar y estudiar estas enfermedades está el hecho que la severidad de la infección varía de acuerdo a la cantidad de parásitos presentes en el animal y al estado nutricional del mismo, si son pocos los parásitos o si el animal tiene buen estado nutricional puede pasar desapercibida la infección. Por su parte, diferencias de susceptibilidad a las infecciones parasitarias han sido señaladas tanto interraciales como entre individuos de una misma raza (Morales *et al.*, 2002a), siendo esto demostrado en un experimento cuyo resultado arrojó una distribución de la infestación desigual, y donde se obtuvo que

independientemente de factores como raza, o sexo el porcentaje de animales con infección alta fue siempre muy bajo.

## **1. Principales especies parasitarias que afectan los ovinos**

La etiología de las parasitosis en los pequeños rumiantes en Venezuela está representada principalmente por: nematodos del orden Strongylida quienes por sus hábitos de vida y alimentación son el grupo más patógeno, así como también por coccidias del género *Eimeria* (Quijada *et al.*, 2008a), incluso Morales y Pino (2002b) reportan que en condiciones naturales es muy frecuente encontrar infecciones mixtas por nematodos y coccidias.

### **1.1. Nematodos**

Los nematodos son el grupo más numeroso de parásitos de los animales domésticos y el hombre (Simón y Simón, 1999), su elevada prolificidad, adaptabilidad y resistencia a diversas condiciones climáticas hacen que este tipo de parásitos tenga una amplia distribución geográfica y alta prevalencia tanto en países templados como tropicales (Cuéllar, 2009). Son gusanos redondos y cilíndricos, no segmentados, cuya morfología es básicamente semejante y bastante compleja, con un cuerpo filiforme de simetría bilateral (Simón y Simón, 1999).

Se ha demostrado que infectan diferentes órganos de los ovinos, en el caso del tracto gastrointestinal los más comunes se alojan en abomaso, intestino delgado y grueso (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Principales especies de nematodos que infectan a los ovinos y los órganos que afectan.

Órgano digestivo	Género	Especie
Abomaso	<i>Haemonchus</i>	<i>H. contortus</i>
	<i>Trichostrongylus</i>	<i>T. axei</i>
Intestino delgado	<i>Cooperia</i>	<i>C. curticei</i>
	<i>Trichostrongylus</i>	<i>T. colubriformis, vitrinus</i>
	<i>Nematodirus</i>	<i>N. filicollis, spathiger</i>
	<i>Bunostomum</i>	<i>B. trigoncephalum,</i>
	<i>Strongyloides</i>	<i>S. papillosus</i>
Intestino Grueso	<i>Oesophagostomum,</i>	<i>O. columbianum, globulosa</i>
	<i>Trichuris</i>	<i>T. ovis</i>

**Fuente:** Aguilar-Caballero *et al.*, 2009.

## 1.2. Clasificación de los nematodos

Los nematodos son animales generalmente alargados y vermiformes (Borchert, 1964), algunos autores los ubican en el Reino: Animalia, Phylum: *Nematelmintos*, clase Nematoda y estas a su vez se dividen en super familias (Trichostrongylidae), familias (Trichosgylidae), y luego en géneros y especies (*Haemonchus contortus*) (Martínez, 2010). Según (Simón y Simón, 1999) las dos subclases son:

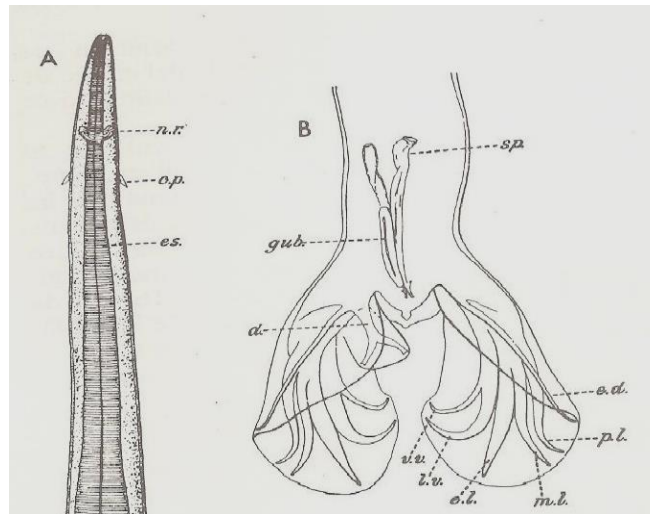
Adenophorea: papilas caudales ausentes o escasas, esófago cilíndrico, machos generalmente con dos testículos, huevos no segmentados y algunos con tapón en polos, en esta clase se ubica a las familias Dioctophymatidae, Trichuridae, y Capillaridae entre otras.

Secernentea: papilas caudales numerosas, machos con un sólo testículo y huevos sin tapones en extremos, se ubica las familias Strongylididae, Chavertiidae, Ancylostomatidae, Trichostrongylidae (Simón y Simón, 1999).

### 1.3. Características morfológicas de los nematodos

Los nematodos son parásitos complejos, del grupo helmintos (griego=gusanos), redondos, no segmentados, cuya morfología es básicamente similar y los que parasitan el tracto gastrointestinal de pequeños rumiantes se caracterizan por:

- Ser de talla pequeña (4 a 35 mm)
- Cápsula bucal ausente o poco desarrollada.
- Bolsa copulatriz desarrollada (Figura 1) (Martínez, 2010).



**Figura 1.** Porción anterior y posterior de cuerpo de nematodos (cápsula bucal y bolsa copulatriz).

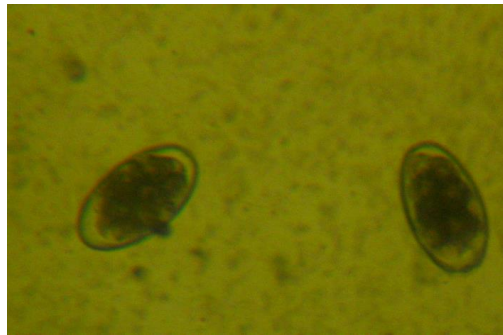
**Fuente:** Simón y Simón, 1999.

### 1.4. Características fisiológicas

Los nematodos gastroentéricos se alimentan de contenido que puede ser gástrico, quimo, quilo, cecal, y del intestino grueso la ingestión de nutrientes es selectiva y pasan al

intestino para ser utilizados (Quiroz, 1990), la respiración es de tipo anaeróbica en los nematodos adultos que viven en tracto gastrointestinal pero en el caso de las larvas los procesos se llevan a cabo con presencia de oxígeno por una mayor capacidad oxidativa de las mismas que puede deberse a que su menor tamaño permite que el oxígeno se difunda mejor en los tejidos y está más disponible en sus hábitats específicos (Simón y Simón, 1999).

Los huevos de los nematodos son de forma más o menos redondeadas u oval, y a veces son simétricos, los márgenes laterales están aplanados en diferente medida, en general puede decirse que sus medidas van entre 50 y 130  $\mu\text{m}$  (Simón y Simón, 1999) (Figura 2)



**Figura 2.** Huevos de nematodos gastrointestinales que afectan pequeños rumiantes.

**Fuente:** Propia

La producción diaria de huevos de los nematodos varía de acuerdo a las especies y época del año y la capacidad de supervivencia de los huevos también varía de acuerdo a las especies y está directamente relacionada al grosor de la cubierta del mismo siendo así los huevos de ascáridos y trichúridos muy resistentes debido una cubierta gruesa, y los strongilídeos menos resistentes por ser más delgada (Simón y Simón, 1999).

De acuerdo a Romero y Boero (2001) los nematodos hembras pueden producir diversos tipos de huevos y cantidades diarias de los mismos, dependiendo de la especie, por ejemplo:

*Haemonchus* spp. 5.000- 10.000

*Ostertagia* spp. 200 - 300

*Cooperia* spp. 100 - 2.000

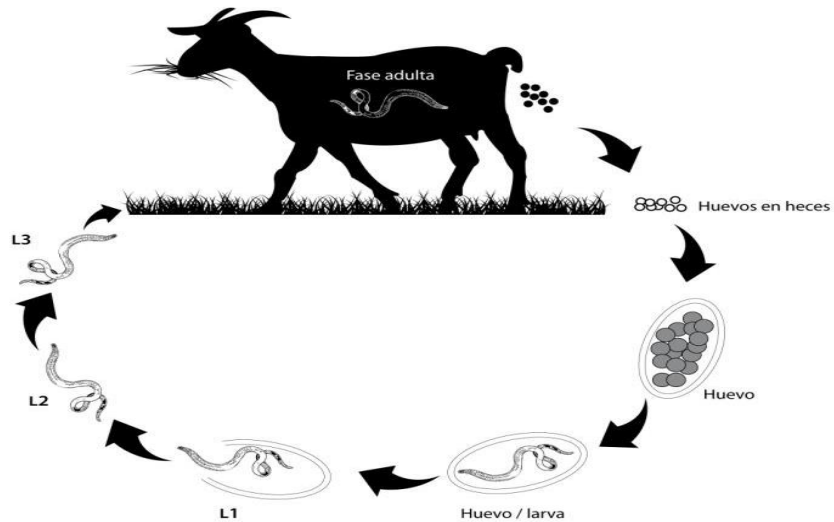
*Trichostrongylus* spp. 100 - 200

*Nematodirus* spp. < 100

### **1.5. Ciclo biológico de los nematodos**

El ciclo biológico de los nematodos puede requerir de un solo hospedador (ciclos monoxenos) (Figura 3), o de dos hospedadores (ciclos heteroxenos), en el cual uno de los hospedadores es el definitivo y otro intermediario que actúa como vector (Simón y Simón, 1999).

El ciclo inicia cuando los huevos son liberados a través de las heces al medio ambiente externo del animal, en condiciones de temperatura y humedad adecuados en el interior del huevo se dan las larvas (L<sub>1</sub>) a partir del día 4-6, éstas eclosionan del huevo y en la material fecal y estas se transforman a L<sub>2</sub> que posteriormente pasan a L<sub>3</sub> manteniendo la cubierta del estadio anterior (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009). Los animales adquieren las L<sub>3</sub> durante el pastoreo ya que son capaces de migrar verticalmente en el pasto y llegar hasta la disponibilidad de los animales, pasan al rumen y eliminan su cutícula y migran al abomaso para penetrar las fosas gástricas (L<sub>4</sub>), dos días después emergen como L<sub>5</sub>, estas maduran y empieza la reproducción y con la ovoposición de las hembras y liberación de huevos al medio externo inicia un nuevo ciclo biológico, esto ocurre al menos 21 días después de ingeridas las L<sub>3</sub> (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009; Cuéllar, 2009), este proceso puede detenerse cuando las temperaturas son inferiores al umbral de cada especie o retomarse si las condiciones no han sido letales (Romero y Boero, 2001).



**Figura 3.** Ciclo biológico de nematodos gastrointestinales que parasitan a pequeños rumiantes.

**Fuente:** Martínez, 2010.

Dentro de la súper familia Trichostrongyloidea y más específicamente en la familia Trichostrongylidae se encuentran la mayoría de los géneros de los nematodos parásitos del tracto gastrointestinal (TGI), comúnmente llamados nematodos gastrointestinales (NGI), frecuentes en los pequeños rumiantes que pastorean (Martínez, 2010), y que son capaces de producir enfermedades como:

❖ Trichostrongilosis

Es una infestación debida a la presencia y acción de varias especies de nematodos de la familia Trichostrongylidae, que se localizan en intestino delgado y abomaso de los rumiantes (Quiroz, 1990).

En infecciones severas los animales se encuentran deprimidos, sufren dolor abdominal, anemia, pueden presentar edemas, disminución del apetito, deshidratación y diarrea (Power



*et al.*, 1976) la transmisión se realiza por ingestión de pasturas con larvas y por lo general son de curso subagudo o crónico (Quiroz, 1990).

Hay más de 93 especies de tricostrongilidos presentes en rumiantes entre los que se encuentran:

❖ Haemonchosis

Es producida por *Haemonchus contortus* o *Haemonchus placei*, el cuerpo de éstos parásitos se caracteriza por tener un extremo cefálico delgado y cápsula bucal pequeña, sus células intestinales son 16 y de forma triangular (Morales y Pino, 2009). Es el parásito abomasal que mayores pérdidas provoca en los rebaños ovinos en todo el mundo. Tanto las regiones de clima cálido como húmedo favorecen el desarrollo y dispersión de sus estadios de vida libre incrementando la infectividad de las pasturas (Guzmán *et al.*, 2010)

Entre los síntomas que produce está la muerte repentina de animales aparentemente sanos, anemia marcada, disminución del crecimiento, constipación y pelo hirsuto (Power *et al.*, 1976)

❖ Ostertagiosis

Se ubica en el abomaso, se caracteriza por formación de nódulos y los adultos son hematófagos (Power *et al.*, 1976)

- **Síntomas:** Pérdida de peso, diarrea intermitente, mucosas pálidas y sed intensa.
- Las larvas poseen extremo anterior y cavidad bucal pequeña (Quiroz, 1990) y 16 células intestinales en forma pentagonal (Morales y Pino, 2009).

### ❖ Cooperiosis

- **Síntomas:** infección moderada sin síntomas, cuando es elevada los animales no son capaces de digerir los alimentos lo que se traduce en una pérdida marcada de peso (Power *et al.*, 1976).
- Las larvas poseen la cutícula del extremo anterior del cuerpo con estrías transversas (Quiroz, 1990) y dos cuerpos ovalares refringentes (Morales y Pino, 2009).

### ❖ Oesophagostomosis

Es una enfermedad producida por *Oesophagostomun columbianun*, la cual se localiza en el colon y sus larvas forman nódulos, y el *Oesophagostomun venulosum* también ubicado en colon sin formación de nódulos.

- **Patogenia:** las larvas penetran la mucosa intestinal y se localizan en la submucosa o en la muscularis mucosae produciendo inflamación localizada (nódulo), éstos parásitos también pueden vivir en otros órganos como hígado, pulmones, ganglios linfáticos mesentéricos al ser llevadas por vía sanguínea, al abandonar el nódulo las larvas se dirigen hacia la luz del intestino, pero algunas con migraciones cortas forman trayectos fistulosos, dañando en las fibras musculares ocasionando invaginación, estenosis intestinal, y alteración de los procesos de digestión y absorción de alimentos, los gusanos adultos no son hematófagos.
- **Síntomas:** pérdida de peso aun con buen apetito, diarrea verdosa marcada y persistente que puede tener estrías de sangre, anemia, debilidad, entre otros (Power *et al.*, 1976).

## ❖ Bunostomosis

El parásito que la ocasiona es el *Bunostomum trigonocephalum* que se ubica en el intestino delgado

- **Patogenia:** las larvas penetran a través de la piel y producen irritación en el lugar de entrada, los adultos son hematófagos e inoculan un fermento anticoagulante que permite que los animales sigan sangrando en la herida.
- **Síntomas:** anemia, pérdida de peso, edema submandibular, cólicos y diarrea que puede ser sanguinolenta, gran debilidad (Power *et al.*, 1976).

## 1.6. Coccidia

Son Protozoos pertenecientes al phylum Apicomplexa, clase Sporozoa, subclase Coccidia, sub orden Eimeridea, familia Coccidiae, géneros *Eimeria* e *Isospora*, estos parásitos son parásitos altamente específicos para el hospedador, penetran al epitelio intestinal, y lo destruyen ocasionando una enfermedad más o menos grave denominada coccidiosis, ésta es considerada una enteritis contagiosa que afecta a todos los animales domésticos y en caso de ovinos se ha reportado que altera el crecimiento en animales jóvenes, entre 2 y 6 meses de edad (Santamaría y Berumen, 2004)

Los coccidios son parásitos intracelulares de gran importancia económica en los animales domésticos, en el caso de los ovinos existen aproximadamente 16 especies que los parasitan entre las que se encuentran: *Eimeria ovinoidalis*, *E. crandallis*, *E. bakuensis*, *E. parva*, *E. ovina*, *E. ashata*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. weybridgensis*, *E. girulthi*, *E. granulosa* y *E. pallida* (Santamaría y Berumen, 2004). De estas especies *Eimeria ovinoidalis* y *crandallis* son consideradas muy patogénicas y asociadas a casos clínicos de

coccidiosis en corderos por encontrarse parasitando en la parte baja del intestino delgado y grueso de los animales (Sayago *et al.*, 2004).

La nutrición de los protozoos apicomplexos donde pertenece coccidia se da a través de micrópilos, considerados estructuras constantes que se forman por la invaginación de la membrana plasmática externa (Martínez, 2010). Algunos autores plantean que la nutrición se da por ósmosis, adquiriendo los alimentos líquidos a partir de la célula parasitada en las que se multiplican destruyéndolas (Borchert, 1964).

La mayoría se localiza en intestino, sin embargo también en hígado y riñones (Quiroz, 1990), en el caso de *Eimeria ovina* se presenta en el intestino delgado de la oveja y es posiblemente la especie más corriente en estos animales, sus ooquistes son de elipsoidales a ovoides, por lo general con paredes laterales bastante rectas, lisos y generalmente aplastados en el extremo micropilar (Levine, 1978). Los ooquistes esporulados de cada especie son diferentes.

### **1.7. Ciclo biológico de *Eimeria***

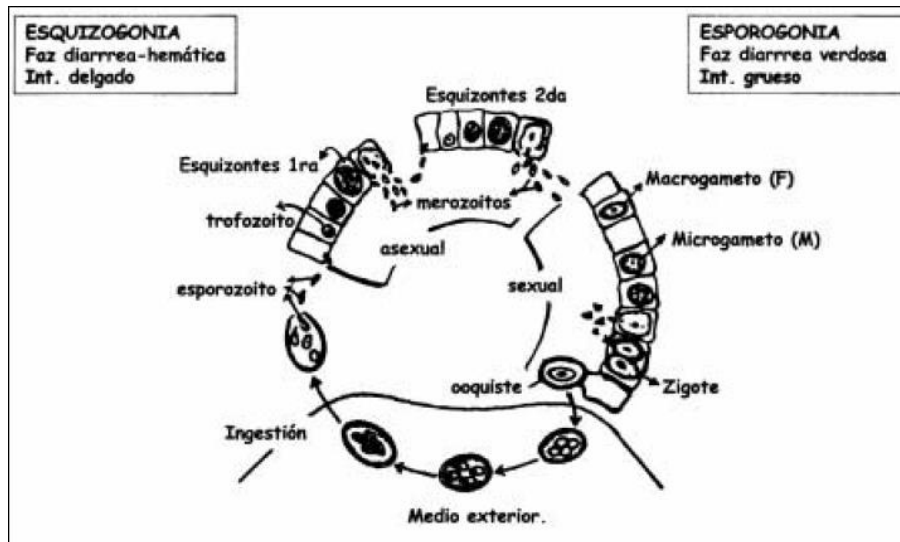
Estos parásitos tienen un ciclo biológico de tipo monoxeno (ciclo directo) (Figura 4), más del 70% del mismo ocurre en el intestino delgado (Rossanigo, 2007) y son capaces de llevar a cabo la esporulación que es considerado un fenómeno mixto de resistencia y multiplicación y en este caso se realiza en el medio, donde el cigoto se convierte en un elemento de resistencia llamado ooquiste, este divide su esporozonte en esporoblastos cada uno de los cuales se organiza en espora, 4 esporocistos y por división forma en su interior los esporozoítos 2 que son infectantes para un hospedador sensible (Ramírez, 1998).

Estos parásitos son capaces de alternar el tipo de reproducción y llevan a cabo una reproducción asexual (esquizogonia) en la mucosa intestinal y otra de tipo sexual

(gametogonia) en el pasto, las coccidias se reproducen asexualmente (esporogonia) dando origen a ooquistes u oocistos esporulados que son infectantes y la ingestión de un ooquiste esporulado de *Eimeria* puede dar origen a varios miles de ooquistes que serán eliminados en el excremento (Cuellar, 1986).

El ciclo en sí tiene una duración de 19 a 22 días y se inicia cuando el ooquiste infectante es ingerido por un hospedador adecuado y la acción de bilis y tripsina lleva a el desenquistamiento dejando en libertad a los esporozoítos (Hidalgo y Cordero del Campillo, 1999), el proceso de penetración es rápido, y los esporozoítos invaden el epitelio intestinal en la punta de las microvellosidades y comienza la multiplicación, allí son ingeridos por macrófagos que los transportan a través de la lámina propia de las vellosidades hasta alcanzar el epitelio en las profundidades de las glándulas de Lieberkühn y abandonan los macrófagos para iniciar un desarrollo posterior en las células epiteliales (Soulsby, 1987).

A los 16 días post infección pasan al intestino grueso (Rossanigo, 2007), allí los coccidios se desarrollan por encima del núcleo y en el caso de los ovinos existen especies (*E. ahsata* y *E. trincata*) que se desarrollan a nivel intranuclear (Hidalgo y Cordero del Campillo, 1999), se dividen mediante una reproducción de tipo asexual (esquizogonia) (Cuellar,1986), en algunos coccidios ovinos entre fase II esquizogonia y la gametogonia (sexual) se intercala una fase denominada progamonte donde el parásito se divide por fisión binaria varias veces, la última de éstas divisiones forma a los gamontes, y la conjugación de los gametos da lugar al cigoto rodeado de una fuerte membrana (ooquiste), que es la forma infectiva que va al exterior (Hidalgo y Cordero del Campillo, 1999).



**Figura 4.** Ciclo de vida de *Eimeria spp* en pequeños rumiantes.

**Fuente:** Rossanigo, 2007.

Los ooquistes tienen forma esférica, oval, elipsoidal, u ovoide, contienen 4 esporozoitos con dos esporozoitos cada uno cuando son maduros (Levine, 1978) y van a variar de tamaño según las especies. La pared del ooquiste está compuesta por dos capas y generalmente es clara y transparente con un contorno doble y bien definido (Soulsby, 1987) (Figura 5).



**Figura 5.** Ooquiste de *Eimeria*.

**Fuente:** Rossanigo, 2007.

## **2. Efectos de los parásitos en el hospedador**

Desde el punto de vista económico, las consecuencias más significativas de las parasitosis gastrointestinales son las pobres ganancias de peso, la disminución del crecimiento, la mala calidad de la canal en un animal parasitado, el decomiso de vísceras, así como el costo en medicamentos y servicios veterinarios (Cuéllar, 2009).

Independientemente de donde se localicen todos los parásitos tienen un impacto indirecto en el estatus nutricional del hospedador, sin embargo los parásitos gastrointestinales son aquellos que provocan más consecuencias notorias por su efecto directo en contacto con los nutrientes (Basabe *et al.*, 2009) y el poder patógeno de éstos parásitos que se instauran en el tracto gastrointestinal varía según la biología del mismo, el número presente en el tracto del hospedero, así como también en función de factores condicionantes como la sensibilidad del animal afectado (Martínez, 2010).

Ya dentro del organismo del animal la presencia de nematodos gastrointestinales produce activación de su sistema inmunológico, el cual se enfrenta a un gran desafío ya que el parásito posee una gruesa cutícula extracelular que no puede ser atacada ni por el complejo de ataque de membrana del complemento, ni por perforinas derivadas de linfocitos T, por lo que debe utilizar células que destruyan la cutícula o atacarlo en puntos débiles como el aparato digestivo (Tizard, 2002). Estas células son las denominadas citotóxicas, los parásitos son recubiertos por anticuerpos que a su vez se unen a eosinófilos y otras células que destruyen a los parásitos con sus secreciones. Se ha planteado que la producción de mucus en estas infestaciones puede deberse a un estímulo inmunológico mediado por la rama celular de la inmunidad y a los daños producidos localmente sobre la mucosa (Simón, y Simón, 1999).

Por su parte *Eimeria* spp. estimula la inmunidad de tipo celular (Hidalgo y Cordero del Campillo, 1999), es de protección parcial y de poca duración (2- 3 meses), se necesita una reinfección permanente para mantener un buen nivel de inmunidad, en general en ovinos y

caprinos se eliminan moderadas cantidades de quistes de *Eimeria* sin ningún signo clínico (premunición) (Quiroz, 1990).

Como consecuencia de la activación del sistema inmune, se modifican parámetros como ingesta de alimentos, digestibilidad de los nutrientes y retención de nitrógeno, proteínas y minerales (Basabe *et al.*, 2009), disminuyendo así índices de conversión alimenticia de los animales, produciendo un retraso en el crecimiento, y una disminución de la capacidad reproductiva, lo que conlleva a un menor rendimiento productivo del animal, esto se debe a que en animales parasitados los procesos conducen principalmente a preservar la homeostasis (Habela *et al.*, 2002; Basabe *et al.*, 2009).

Cuando el parásito ya se encuentra establecido en el tracto gastrointestinal, la patogénesis de la nematodosis a nivel abomasal por ejemplo, producida por *H. contortus* (Figura 6) y *O. circumcincta* se da por daño en las células parietales y principales, ocasionado por el cuarto estado larval a medida que emerge de las glándulas gástricas durante su desarrollo a estado adulto (Sykes, 1989). El *H. contortus* es hematófago, es decir se nutre de sangre de su hospedero y puede provocar anemias severas (sobre todo en los animales jóvenes y cuando hay infecciones masivas) (Martínez, 2010), su estado adulto suele alimentarse en varias ocasiones hasta 12 minutos por vez, tras la succión la hemorragia puede continuar hasta por 7 minutos por produciendo coágulos y erosión de la mucosa por descamación de las células epiteliales (Salas, 2000).

En el caso del parasitismo intestinal las lesiones son atrofia extensiva del vello, engrosamiento de la mucosa e impedimento del crecimiento de la microvellosidad (Sykes, 1989), el *Trichostrongylus colubriformis* por ejemplo, un parásito quimiófago, que se nutre del contenido del tubo digestivo del animal que parasita, produce una abrasión en las vellosidades intestinales y por consiguiente mala absorción intestinal (Martínez, 2010).





**Figura 6.** Mucosa abomasal con hemorragia y abundantes fases adultas de *H. contortus*.

**Fuente:** Cuéllar, 2009.

El daño que produce el nematodo en los procesos metabólicos del animal desde un punto de vista más general se puede dar en cinco puntos del mismo, como son: 1) Digestión, consumo y crecimiento; 2) status nutricional del animal; 3) metabolismo energético; 4) metabolismo mineral y 5) constituyentes sanguíneos.

### **2.1. Digestión, consumo y crecimiento**

Se ha planteado que en animales parasitados se da una mala absorción de nutrientes debido a la alteración de las mucosas como ya se mencionó y a una caída del número de células que producen ácido clorhídrico en el abomaso, provocando una disminución de la digestión enzimática, perturbaciones severas de la motilidad digestiva y modificaciones en la permeabilidad del epitelio (Martínez, 2010), unido a esta mala absorción el animal puede presentar diarrea que es una consecuencia de la alteración en la regulación de los fluidos corporales y el pH digestivo (Salas, 2000).

Sin embargo un efecto del parasitismo más frecuente que la disminución de la digestibilidad es una marcada depresión del consumo de alimentos (Andrews, 1938) citado

por Reverón (1996), atribuida por algunos autores, en infecciones por *T. colubriformis* a un aumento de la concentración de la hormona colecistocinina en el plasma, es producida en las células que cubren la primera parte del intestino delgado y disminuye el consumo ya que retrasa el vaciamiento gástrico, considerándose como un mediador del apetito en infecciones por parásitos (Sykes, 1989; Basabe *et al.*, 2009). Otra hormona gastrointestinal que aumenta su liberación a causa de la parasitosis abomasal es la gastrina que se encarga de inhibir la salivación, aumenta la secreción gástrica de ácido y pepsinógeno, aumenta el cierre del orificio retículoomasal, disminuye la frecuencia de contracciones reticulares y retrasa el vaciamiento gástrico o abomasal (Ruckebusch *et al.*, 1994) todo esto según la teoría física del consumo (Haro, 2002) disminuye el consumo de alimento de los animales.

En un estudio llevado a cabo por Gibson (1955) citado por Reverón (1996), quien trabajó con corderos para estudiar infestación por *Trichostrongylus axei*, se reportó una elevada reducción de consumo que originó una gran pérdida de peso corporal que no pudo ser recuperada una vez que los parásitos fueron removidos. Además de lo anteriormente mencionado los animales manifiestan dolor y malestar digestivo que podría promover también disminución de consumo, ésta se ha documentado en animales con cargas parasitarias por encima de 150 huevos por gramo de heces (HPG), además la absorción de fósforo es severamente reducida a causa de la parasitosis, lo que afecta el crecimiento óseo de los animales y es otra causa de disminución del crecimiento de los mismos (Basabe *et al.*, 2009).

Otra causa de disminución del crecimiento es el aumento del metabolismo corporal en animales infestados al reducir la utilización del alimento para crecimiento según (Andrews, 1938) citado por Reverón (1996), otros autores (Coop y Sykes, 2002) inclusive plantean que los nematodos podrían secretar una sustancia parecida a la citoquina que influenciaría en el mecanismo de control del apetito del hospedador debido a que al ser removida la carga parasitaria de los animales con drogas antihelmínticas el consumo de alimento se recupera fácilmente a un nivel similar a ovejas no infectadas aun cuando el daño en la mucosa intestinal no ha sido morfológicamente recuperado.

En líneas generales la disminución en la calidad corporal se atribuye a los factores anteriormente mencionados; baja ingesta de alimentos, reducción en la eficacia de utilización de nutrientes, la síntesis y catabolismo de proteína muscular disminuyen con el parasitismo, y pérdida del nitrógeno desde el tejido (Salas, 2000), lo que sin duda alguna conlleva a un pobre desempeño productivo de los animales.

## **2.2. Metabolismo energético**

Ciertos experimentos que compararon la deposición de energía en el canal de ovejas infectadas con *T. circumcineta* y *T. colubriformis* con animales control mostró efectos adicionales significativos al reducir la deposición de energía en el cuerpo en relación con la ingesta de energía bruta. Esto puede deberse a disminución de la digestibilidad de la energía o a disminución de la eficiencia en el uso de la energía digerida (Coop y Sykes, 2002).

## **2.3. Metabolismo mineral**

El parasitismo ha demostrado tener un amplio efecto en el crecimiento del esqueleto y en la mineralización de los huesos, estos efectos son influenciados por el sitio de la infección y la extensión de las lesiones. En el intestino delgado se observa que la absorción y retención de fósforo puede ser marcadamente reducida y en el caso de infecciones en el abomaso la reducción del crecimiento del esqueleto observada se atribuye más a fallas en metabolismo proteico que en el mineral (Coop y Sykes, 2002). En el caso de animales expuestos a *T. colubriformis* se demostró que la infección afecta severamente el metabolismo del fósforo, la absorción de dicho mineral en intestino delgado es mayor en animales control que en animales parasitados, por el contrario la absorción y retención del calcio no fueron afectadas por la infección (Poppi *et al.*, 1985).

## 2.4. Constituyentes sanguíneos

Las infestaciones parasitarias pueden ocasionar cambios en la concentración de ciertos constituyentes sanguíneos (Reverón, 1996), como se ha reportado en el caso particular de los estróngilos digestivos de los pequeños rumiantes. En las infecciones con las especies *H. contortus*, *T. axei* y en menor grado *T. circumcincta* se ha observado cuadros de anemia donde el volumen total de glóbulos rojos o hematocrito y los valores de hemoglobina disminuyen, como consecuencia de la pérdida de sangre, insuficiencia de la hematopoyesis, carencia de hierro y perturbación de la absorción intestinal de nutrientes (Morales *et al.*, 2002c) inclusive se ha llegado a mencionar que las referencias de valores hematológicos normales en ovinos reflejan la influencia del parasitismo gastrointestinal debido a que los ovinos sufren de esta enfermedad con mucha frecuencia (Schalm *et al.*, 1981). La anemia es una manifestación frecuente en numerosas enfermedades parasitarias, que puede ser producida por la acción hematófaga de parásitos como *Haemonchus*, *Oesophagostomum*, *Mecistocirrus*, y también como consecuencia de pérdidas de sangre debidas a las lesiones causadas por los parásitos, como en infestaciones con *Eimeria*, *Ostertagia* y *Haemonchus* (Morales *et al.*, 2002a)

Por su parte, Holman (1944) citado por Schalm *et al.* (1981) reportó que en un estudio con ovinos se observó marcada disminución en el recuento fecal de huevos de nematodos y un aumento en la concentración de hemoglobina en los meses invernales y hacia finales de febrero y marzo se observó un incremento del recuento fecal de huevos y una consecuente disminución de la hemoglobina. En el caso de infestaciones con coccidia se demostró que los animales sufren de anemia así como también diarrea hemorrágica (Schalm *et al.*, 1981).

Se ha reportado pérdida de proteína por el animal, debido a la salida de plasma al tracto alimentario, principalmente de albúmina. Otra fuente endógena de pérdida de proteína es el aumento en la producción de moco y la proliferación de células caliciformes como respuesta a la irritación causada por el parásito (Salas, 2000). Además de las pérdidas propias de la reacción de los animales a las infestaciones parasitarias *H. contortus* puede producir una importante pérdida de proteínas plasmáticas como consecuencia de sus

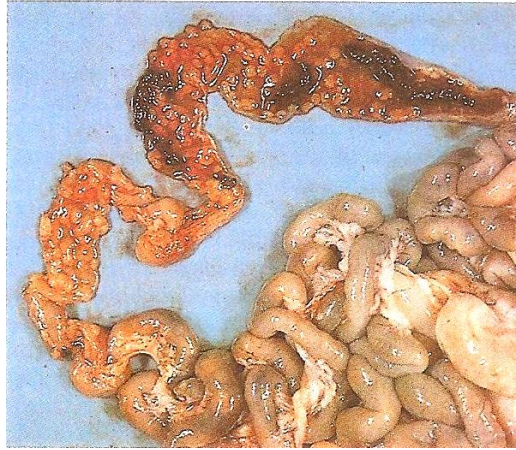
hábitos hematófagos, en líneas generales la pérdida de proteína se equilibra con el incremento de la síntesis de albúmina, que posteriormente declina y con frecuencia el animal presenta hipoproteinemia (Basabe *et al.*, 2009).

A nivel inmunológico, los linfocitos T activados por los antígenos de los parásitos elaboran factores que no sólo estimulan la producción y liberación de eosinófilos sino la activación y promoción de sobrevida (Meyer y Harvey, 2000). Todas las reacciones inmunológicas y daños directos en el animal que produce la patología de la nematodiasis lleva a ovinos, principalmente corderos en crecimiento a padecer de pérdida de peso y de lana, anorexia, mucosas y conjuntivas pálidas, apatía también puede haber diarreas intermitentes y edema submandibular, incluso hasta la muertes en algunos animales (Cuéllar, 2009).

En cuanto a coccidia los animales presentan fiebre, depresión, pérdida del apetito, diarrea acuosa que va de amarilla a negruzca algunas veces con algo de moco, deshidratación progresiva, emaciación, palidez de la mucosa ocular y finalmente la muerte (Tafti y Mansuriam, 2008).

Estos signos, en el caso de coccidia, se producen debido al daño en el tracto que se da por destrucción del revestimiento epitelial dejando al descubierto la mucosa, esta destrucción celular disminuye la capacidad de absorción del intestino, hay pérdida de sangre (anemia ligera) de fluidos (exudados, serosos y fibrinosos), diarrea y deshidratación con pérdidas significativas de sodio, potasio, bicarbonato, lo que conduce a acidosis (Hidalgo y Cordero del Campillo, 1999) todo éstos daños afectan el crecimiento y engorde de los animales.

En la necropsia se observan lesiones (nódulos) en yeyuno, ileón, ciego, y algunas veces en el colón proximal (Tafti y Mansuriam, 2008) (Figura 7), también se ven estos órganos edematosos, engrosados y e inflamados congestión marcada y algunas veces hay hemorragias de las mucosas, y algunas placas gruesas, blancas, opacas que contienen numerosos oocistos (Frasser *et al.*, 1988).



**Figura 7.** Daño intestinal causado por coccidia.

**Fuente:** Frasser *et al.*, 1988.

A nivel histológico, algunos investigadores (Rivas *et al.*, 2003) plantean haber observado atrofia de las vellosidades intestinales, enteritis hemorrágica, denudación y pérdida del epitelio, infiltrado inflamatorio leucocitario, hiperemia y necrosis de la mucosa del intestino delgado y grueso, relacionado con la presencia de los estadios endógenos de *Eimeria* spp. en la pared intestinal, y en los nódulos linfáticos se observó hiperplasia linfoide y linfadenitis.

### **3. Control químico de las parasitosis**

El grado de infección de los animales es el punto de partida para la toma de decisiones en los programas de control de parasitosis y se define basándose en las cantidades obtenidas en el conteo de huevos de las heces y su comparación con cifras de referencia (Vásquez *et al.*, 2001), pero su uso para el diagnóstico de un rebaño no es común en productores y veterinarios que muchas veces establecen programas de control muy frecuentes y sin información del estado sanitario del rebaño.

Debido a las pérdidas que ha producido durante años la nematodosis gastrointestinal al ganadero y a la intensificación de los sistemas de producción animal, a partir de los años 60 nació una nueva era en el control de la parasitosis cuando aparece

el primer antihelmíntico (tiabendazol) con buena eficacia, amplio espectro contra nematodos y baja toxicidad, la rápida aceptación de los benzimidazoles y su amplia frecuencia de utilización, marcaron el inicio de la química moderna para el ataque a los helmintos (Cuéllar, 2009). En esta etapa predominó una dependencia casi exclusiva de antihelmínticos químicos y ausencia de un método de diagnóstico adecuado, lo que complicó el control de la parasitosis en los animales de producción (Cuéllar, 2007; Quijada *et al.*, 2012), y aun en la actualidad en los sistemas tradicionales de explotación de ovinos y caprinos, la quimioprofilaxis sigue siendo una práctica común y única como estrategia para el control de enfermedades parasitarias (Espinoza *et al.*, 2007).

Los principales antihelmínticos químicos utilizados para el control de los nematodos gastrointestinales son clasificados por el modo de acción y se agrupan en 3 familias principales de medicamentos de amplio espectro: benzimidazoles, tetrahidropirimidinas, y lactonas macrocíclicas, cada una de estas familias actúa de alguna manera sobre los nematodos, ya sea sobre las células intestinales y tegumentarias del parásito (benzimidazoles), o produciendo una contracción muscular que afecta la permeabilidad de las membranas de las células musculares causando parálisis y muerte de los parásitos (tetrahidropirimidinas) (García, 2010).

Otros autores que planean que existen 5 grupos de medicamentos más usados en ovinos, como son: benzimidazoles, imidazotiazoles, Salicilanílicos, nitrofelones, y lactonas macrocíclicas, en este caso se resalta que los salicilanílicos y los nitrofenoles solo tienen efecto parasitario contra los nematodos hematófagos (*Haemonchus*, *Bunostomum*, y *Oesophagostomum*), por la gran disponibilidad y amplio espectro los benzimidazoles y las lactonas macrocíclicas son los antiparasitarios empleados en ovinos (Cuadro 2) todos estos medicamentos han demostrado su eficacia pero su uso repetido durante los años (Cuéllar, 2009) ha provocado un creciente desarrollo de poblaciones de nematodos resistentes a estos

medicamentos, elevando costos de producción y la acumulación de los residuos químicos en los tejidos de los animales de consumo con posibles consecuencias adversas para la salud humana (Pietrosemoli *et al.*, 1999; Nari *et al.*, 2003).

**Cuadro 2.** Principales grupos antihelmínticos, sus principios activos, dosis, y vías de administración usados en ovinos.

Grupo	Principio activo	Dosis (mg/kg)	Vía de administración
<i>Benzimidazoles</i>	Albendazol	5.0	Oral
	Fenbendazol	5.0	Oral
	Oxfendazol	5.0	Oral
	Sulfóxido de albendazol	3.75	Subcutánea
<i>Probenzimidazoles</i>	Febantel	6.0	Oral
	Tiofanato	50.0	Oral
	Netobimín	7.5	Oral
<i>Imidazotiazoles</i>	Levamisol	7.5	Subcutánea
<i>Lactonas macrocíclicas</i>	Ivermectina	0.2	Subcutánea y oral
	Moxidectina	0.2	Subcutánea
	Doramectina	0.2	Subcutánea
<i>Nitrofenoles</i>	Nitroxinil	10	Subcutánea
<i>Salicilanilidas</i>	Closantel	10	Subcutánea y oral

**Fuente:** Cuéllar, 2009.

Para el tratamiento de la coccidiosis de forma prematura e individual se ha trabajado de manera satisfactoria e inmediata con sulfonamidas en animales con diarrea, ya que su efecto es en un principio de tipo inhibitor y luego letal sobre merozoítos y esquizontes, para la prevención de esta enfermedad se aplica coccidiostatos de última generación como amprolium, monensina diclazuril, decoquinato y otros (Rossanigo, 2007).

Por las razones anteriormente expuestas la aplicación exclusiva de estas drogas por sí sola no es considerada una medida de control de parasitosis sostenible, lo que ha motivado a científicos a una búsqueda de nuevas opciones contra los helmintos; entre las alternativas disponibles se menciona el empleo de fitofármacos (Pietrosemoli *et al.*, 1999).



#### **4. Control integrado de las parasitosis**

Un esquema para el control de parásitos necesita buscar opciones no quimioterapéuticas como el manejo racional del pastoreo, el uso de algunos extractos vegetales, tratamientos homeopáticos, uso de forrajes que contienen componentes especiales tales como proantocianidinas polifenólicas, desarrollo de vacunas contra algunos parásitos, control biológico de parásitos (aplicando enemigos nativos o exóticos de algunos nematodos) y la selección de ovinos de reemplazo en base a la resistencia genética a infecciones por nematodos (Nari, 2001; Espinoza *et al.*, 2007; García, 2010).

El manejo de pastoreo es una técnica eficiente y de gran importancia, ya que al ser la pradera el medio externo natural para el desarrollo y supervivencia de las formas infectivas de parásitos y a su vez es el ovino infectado el que contamina el potrero, es posible que su manipulación ayude a reducir el riesgo de infestación tanto del pasto como del animal (Vásquez *et al.*, 2001; Cuéllar, 2007, García, 2010). En innumerables trabajos ha sido demostrado que el aumento en la carga animal en potrero, aumenta los niveles de parasitismo en animales en pastoreo (Moreno *et al.*, 2009), y que la aplicación de la modalidad de pastoreo rotativo podrían lograr pasturas con menores cargas parasitarias disminuyendo así el número de dosificaciones de antihelmíntico (Guzmán *et al.*, 2010), de esta manera rotar potreros representa una alternativa adicional frente a los métodos de control basados exclusivamente en el uso de drogas antihelmínticas.

Otro método alternativo es la selección de individuos de reemplazo resistentes a parásitos que se basa en las diferencias inter e intra-raciales en los animales, que se traducen en grados de receptividad distintos frente a determinadas parasitosis, algunas de estas variaciones se deben a factores genéticos del hospedador (Sánchez *et al.*, 2000; Nari, 2001), en este caso el uso de medidas fenotípicas de carga parasitaria puede resultar en selección de animales resistentes (García, 2010). La suplementación estratégica también ha demostrado desde hace más de medio siglo que mejora de la alimentación y reduce las

pérdidas de la producción y las tasa de mortalidad que causan los parásitos (Sánchez *et al.*, 2000).

La implementación de este control integrado de parasitosis tiene algunos componentes importantes que son difíciles de lograr en países en vías de desarrollo como la disponibilidad de técnicas para el diagnóstico de resistencia, un control de calidad de drogas adecuado, el conocimiento de la epidemiología parasitaria local, la participación del productor y veterinario en programas de capacitación y el cambio a una política que estimule la aplicación de métodos menos dependientes de los antihelmínticos (Nari, 2001).

## **5. Plantas medicinales**

En cuanto al uso de la naturaleza y de las plantas en la medicina se tienen registros que éstas han contribuido enormemente desde la antigüedad a la medicina. En Mesopotamia se utilizaban alrededor del año 2600 antes de Cristo unas 1000 sustancias derivadas de plantas, y en el papiro de Ebers, escrito en el año 1500 antes de Cristo, se mencionan alrededor de 700. Por su parte los griegos y romanos racionalizaron el uso de estas drogas, los conocimientos fueron preservados por los árabes y posteriormente han continuado jugando un papel importante en la salud humana y animal (Avendaño, 2010), todas las culturas, a lo largo y ancho del planeta y en todos los tiempos, han usado las plantas medicinales como base de su propia medicina (Quesada, 2008).

Actualmente los productos naturales y sus derivados constituyen gran parte del arsenal terapéutico disponible, su diversidad y disponibilidad varía según las regiones y los ecosistemas de cada zona donde habitan, por lo que se debe conservar el ambiente que las sustenta. (Quesada, 2008). La desventaja del uso de productos naturales en la medicina, es que sus compuestos activos tienen baja disponibilidad, debido a que se aíslan en cantidades muy pequeñas, y su estructura es generalmente compleja dificultando el abordaje industrial de su síntesis total (Avendaño, 2010).

En su composición, todas las plantas vasculares contienen numerosos MSP que son considerados fuera del metabolismo primario de la planta y producen efectos en los seres vivos que interactúan con la misma, ya sea en comportamiento (atracción, estimulación, repulsión), nutricional, tóxico y otros. Estos MSP son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas generadas como mecanismo de defensa a situaciones estresantes (corte) o contra el ataque de moho, bacterias, insectos y aves (Kingsbury, 1978; Elizalde *et al.*, 2009).

Entre sus términos también están compuestos alelo químicos, químicos no nutricionales y factores antinutricionales, el último término es bastante controversial, ya que se ha planteado que son capaces de producir toxicidad y efectos fisiológicos poco deseables como flatulencia, distensión estomacal, afectaciones pancreáticas, aglutinación de glóbulos rojos, disminución de asimilación de nutrientes lo que afecta el crecimiento, salud, comportamiento, o biología de la población que los consume (Elizalde *et al.*, 2009). Por el contrario, ciertos autores han propuesto que algunos de éstos compuestos causan efectos positivos en los rumiantes a determinados niveles de concentración (García, 2004) entre estos compuestos están; flavonoides, glicósidos cianogénicos, taninos, saponinas, lectinas, y otros (Kingsbury, 1978).

En el caso de las lectinas se ha demostrado su importancia para las plantas en procesos como protección y crecimiento de las mismas, así como también participan en la relación simbiótica de las leguminosas y las bacterias fijadoras de nitrógeno, en la defensa contra bacterias patógenas, estimulación de germinación de polen, y mediación de extensión de crecimiento en las células de las plantas (Liener, 1979).

Hay autores que sugieren que las plantas ricas en MSP juegan un papel importante en la resiliencia del hospedero parasitado, aumentando la capacidad para enfrentar una infección sin castigar o comprometer su rendimiento, sin embargo este mecanismo es aún desconocido (Martínez, 2010) y se establece que ese posible efecto antihelmíntico de estos componentes de plantas puede estar atribuido a diferentes mecanismos de acción sobre el

parásito como son: 1) Inhibición de la motilidad, 2) Inhibición de la alimentación, 3) Inhibición del desarrollo y 4) Inhibición de la supervivencia (Liener, 1979).

## **6. Principales especies vegetales de mayor uso en la medicina veterinaria con efecto desparasitante**

Diversas especies vegetales han sido empleadas, entre ellas el árbol Neem (*Azadirachta indica*) especie originaria de la India y Birmania donde se ha empleado en la medicina tradicional. Es ampliamente conocido como bioinsecticida, controla más de 400 especies de insectos, varias especies de arañas y nematodos (Pietrosemoli *et al.*, 1999). Las sustancias contenidas en el Neem (taninos condensados) se ha demostrado que afectan la alimentación, el crecimiento, la metamorfosis, la fecundidad y la esterilidad de los huevos y la oviposición del parásito (Pietrosemoli *et al.*, 1999), y a su vez son considerados mejoradores del desempeño productivo de animales afectados por las parasitosis gastrointestinales en un fenómeno denominado “Resiliencia”, ésta respuesta fue obtenida cuando los valores de las especies forrajeras se encontraban en un rango de concentración moderada de taninos condensados (2-5% de MS) (Otero *et al.*, 2004).

En un experimento llevado a cabo en ovinos destetados y parasitados naturalmente (1430 HPG) donde se probaba el efecto de varias especies vegetales con contenido de taninos condensado, tales como; Lotus grande (*Lotus pedunculatus*), y Sulla (*Hedysarium coronarium*), sobre el conteo de huevos fecales de nematodos, se determinó que este fue menor en animales pastoreando Sulla (Otero *et al.*, 2004).

Medina y Sánchez (2006) plantearon en experimentos realizados con suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso en ovinos desparasitados y no desparasitados contra strongilidos digestivos la leucaena influyó positivamente en la disminución del consumo de alimento, que normalmente acompaña a las infestaciones parasitarias. Esto puede deberse a que la leucaena contiene taninos condensados, los cuales en bajas concentraciones en la dieta producen un aumento en la

eficiencia de la digestión del nitrógeno y la unión que logran con las proteínas las protegen de la degradación ruminal, contribuyendo así con una mayor cantidad de proteínas dietéticas que llegan al intestino delgado, siendo éste un control de parasitosis de tipo indirecto (Pedraza *et al.*, 2005). Por otro lado, ejercen también un efecto directo afectando la fisiología de los parásitos y la incubabilidad de sus huevos (Molan *et al.*, 2002).

### 7. Canavalia ensiformis

Las leguminosas de grano constituyen un potencial considerable para la alimentación animal en los trópicos (Vargas y Michelangeli, 1994) y dentro de las especies promisorias de leguminosas está la canavalia (Figura 11), que forma parte de la subfamilia **Papilionoideae**, tribu **Phaseoleae**, subtribu **Diocleinae**, es originaria del continente americano (Aymar y Cuello, 1991), es conocida por los nombres vulgares de frijol machete, haba de burro, nescafé, poroto gigante, y jack bean, entre otros (Cáceres *et al.*, 1995). Presenta una amplia distribución en las regiones tropicales ya que se establece rápida y fácilmente (Escobar *et al.*, 1983) y es capaz de sobrevivir a períodos secos prolongados (Cáceres *et al.*, 1995), además prospera bien bajo precipitaciones en el rango de 700 a 4200 mm, por lo que es considerada una planta rústica que se adaptada a muchas condiciones de vida (Cabrera, 1986).

Está constituida de la siguiente manera: 18% hojas, 12,5% de tallo, 3% de pecíolos, y 19,3% de legumbres inmaduras todas estas porciones pueden ser utilizadas para pastoreo de rebrote, repicado en comedero, conservación del remanente aéreo y otros. Además de esto también está constituida por las llamadas legumbres maduras de la planta que están formadas por 17% de pericarpios y 30,2% de granos (Mora *et al.*, 1991) (Figura 8).



**Figura 8.** Planta y granos de canavalia.

**Fuente:** Sangeeta, 2012.

El rendimiento de éste último en estado seco y maduro puede exceder los 100g/planta (Lynd y Anzman, 1991) y su contenido proteico es elevado (30% aproximadamente) (Rodríguez y Coello, 1988; Ríos, 1991), fue catalogado por autores como Vargas y Michelangeli (1994) como un grano rico en lisina, treonina y arginina, pobre en aminoácidos azufrados y triptófano, así como contenido del aminoácido tóxico canavalina en altas concentraciones (11,5 g/100 g de aminoácidos).

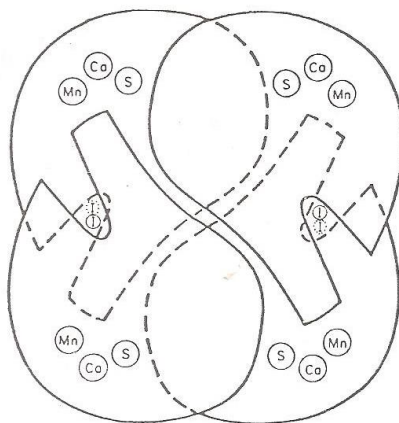
Debido a la falta de información sobre los carbohidratos no estructurales acumulados en los granos, se ha estimado este valor por medio del extracto libre de nitrógeno obteniendo valores entre 45 y 59,4%, por lo que se considera la canavalia una planta favorable no sólo por el alto contenido proteico sino también por su contenido energético (Rodríguez y Coello, 1988). En cuanto a las cenizas del grano, están formadas principalmente por potasio, y bajos valores de fósforo y calcio. Los valores de extracto etéreo son generalmente bajos (1,68 a 2,7%) como es el caso de otras leguminosas (Cabrera, 1986).

Esta planta ha demostrado ser promisoriosa con algunas limitantes desde el punto de vista agronómico, ya que existe poca información taxonómica y ecológica lo que constituye una limitante en la aplicación de nuevas tecnologías con este cultivo (Rodríguez y Coello, 1988), además se han planteado problemas de cosecha ya que la planta muestra gran desuniformidad en la posición y maduración de las vainas (Escobar *et al.*, 1983).

Desde el punto de vista nutricional a pesar de su elevado valor, la planta está compuesta por gran cantidad de factores potencialmente tóxicos o antinutricionales (Escobar *et al.*, 1983). El grano es la porción con mayor contenido proteico de la planta y está distribuido en 45% de globulinas, 23% de albúminas y 14% de prolaminas (Bertorelli y Ramírez, 2000) en esta fracción están representados la mayor variedad de MSP entre los que se encuentra la lectina Concanavalina A (Con A), es una proteína no inmune pertenecientes a un grupo de factores antinutricionales muy variado llamado hemaglutinas (Elizalde, 2009). La Con A es una hemaglutina de origen vegetal que es de gran importancia tanto fuera como dentro de la planta. Las funciones extrínsecas de las lectinas están relacionadas con la protección a la planta contra el ataque de microorganismos, insectos y otros predadores y la función intrínseca de éstas es formar parte de las proteínas de reserva de las plantas (Méndez, 2002).

La Con A es una globulina, no inmune de estructura globular, termolábil, como en la mayoría de las leguminosas se encuentra en su mayoría en el grano de la planta (Liener, 1979) y representa el 23% del nitrógeno total del mismo (González, 1983), es considerado uno de los MSP más importantes del grano de canavalia, como se mencionó anteriormente y se clasifica como una lectina fitohemaglutinina debido a su capacidad de aglutinar glóbulos rojos de humanos y de diferentes especies animales, y al mismo tiempo posee afinidad específica por ciertas moléculas de carbohidratos. La especificidad de unión está dirigida a una amplia variedad de oligosacáridos que contienen residuos de  $\alpha$ -D-glucosa o  $\beta$ -D-fructofuranosa (Cabrera, 1986).

En pH neutro la Con A se expresa como un componente de estructura tetramérica de 4 subunidades idénticas cada una con un peso molecular de 26000 g/mol, cada subunidad es una cadena polipéptida sencilla compuesta de 237 aminoácidos en una secuencia conocida, con un sitio de unión de azúcares (S), uno de manganeso (Mn), y uno de calcio (Ca) (Figura 9) (Liener, 1979).



**Figura 9.** Representación esquemática del tetrámero de Con A.

**Fuente:** Liener, 1979.

Las membranas celulares de los animales contienen carbohidratos unidos a lípidos o a proteínas por lo que éstas cadenas son el blanco de interacción de las lectinas para producir aglutinación (Cabrera, 1986). De igual forma como aglutina glóbulos rojos la Con A es capaz de ocasionar daños y disminución de la superficie de absorción intestinal al incluirse en dietas en monogástricos (Sívoli *et al.*, 2005), donde interfieren con la digestión y absorción de los nutrientes, así como también reducen la actividad de la amilasa y de la pepsina de los animales que la consumen (Méndez *et al.*, 2004).

Su máxima actividad aglutinante se expresa cuando su estructura es tetramérica, y puede atravesar cambios reversibles dependiendo de factores como pH y la temperatura (bajo pH y baja temperatura) (Liener, 1979; Rodríguez y Coello, 1988), demostrándose en momentos donde la actividad de aglutinación de células y precipitación de oligosacáridos y glicoproteínas no es manifiesta, la Con A se encuentra en estructura dimérica.

Otro MSP de importancia son los aminoácidos libres como L-canalina que se produce consecuencia de la hidrólisis enzimática de la canavanina durante la germinación, es análogo de la Ornitina. A nivel *in vitro* es considerado inhibidor de fosfato de piridoxal (coenzima clave en el metabolismo de los aminoácidos) lo que puede provocar retardo en crecimiento, incremento en la mortalidad, e interferencia en la función nerviosa (Rodríguez



y Coello, 1988), se ha reportado que este aminoácido es estable al calor (Escobar *et al.*, 1983).

La L-canavanina es otro aminoácido libre (fuera de la molécula de proteína) no solo se encuentra en la semilla sino también en hojas, tallos y raíces y su concentración varía con el órgano en cuestión y con el ciclo de vida de la planta (Cabrera, 1986), está por encima del 5% del peso seco de la semilla de canavalia, es un análogo de arginina (Milton, 1978) la evidencia de sus efectos tóxicos en mamíferos es complicada. En el caso de experimentos con ratones utilizando clorhidrato de canavanina, los cambios observados se presentaron en el hígado de los animales, esto se debía a cambios grasos, ampliación en los hepatocitos y ocasional necrosis focal, por esta razón la canavanina es considerada un hepatotoxina suave en ratones cuando es suministrado oralmente (Hegarty, 1978).

Se estima que debido a que es análogo de un aminoácido proteico esencial (L-arginina) es posible que pueda producir modificaciones a los procesos metabólicos de varias maneras al ser ingeridos, tales como; confusión en las permeasas específicas que facilitan el transporte de aminoácidos a nivel celular, afecta la biosíntesis de aminoácidos, y la activación e incorporación de los mismos a las moléculas de proteínas (Rodríguez y Coello, 1988), por todas estas razones se considera que puede causar reducción en la síntesis de proteína o promover a la síntesis de proteínas anómalas (Escobar *et al.*, 1983).

La canatoxina es otro MSP de la canavalia considerada una proteína tóxica que se separó de la Con A, y que es capaz de inhibir la acumulación de  $Ca^{+2}$  catalizada por la  $Ca^{+2}$ -ATPasa (Martínez, 2010), no tiene capacidad aglutinante (Sivoli, 2002), y produce bradicardia, elevación de la presión sanguínea, hipotermia y convulsión en ratones (Rodríguez y Coello, 1988). La enzima ureasa, otro MSP que proviene de la semilla, y su acción es hidrolizar la urea a dióxido de carbono y amonio (Rodríguez y Coello, 1988). En el caso de rumiantes, su inclusión en la dieta a la existente en el rumen no varía la tasa de hidrólisis de la urea a nivel ruminal, ya que aparentemente son similares (Cabrera, 1986). Fue la primera enzima en ser purificada y aislada, y su actividad sulfúrica, formó la base

para la investigación cinética enzimática lo que llevó al desarrollo de la actual enzimología (Lynd y Ansman, 1991).

Además de estos compuestos, el grano contiene alcaloides, compuestos fenólicos saponinas, inhibidores de tripsina e inmunoproteínas (Sivoli, 2002), así como inhibidores de proteasas, canatoxina, y desaminocanavanina (Rodríguez y Coello, 1988). Los inhibidores de proteasas son compuestos termolábiles de naturaleza proteica que alteran la digestión de las proteínas inhibiendo la acción de las enzimas digestivas que se enfocan hacia la hidrólisis de la proteína de la dieta, los más conocidos son los que reaccionan con proteasas de serina como la tripsina y la quimiotripsina (Elizalde *et al.*, 2009) y en cuanto a su función en la planta se sabe que son de gran importancia para la defensa de la planta ante los insectos (García, 2004).

## **8. Lectinas como antiparasitario**

El estudio de la Con A como antiparasitario ha sido bastante escaso, pocos autores han investigado el efecto de este MSP en organismos parásitos (Hughes *et al.*, 1987; Ríos-de Álvarez, 2011) éstos autores demostraron que la Con A es de gran importancia no solo por su efecto en el sistema inmune, donde se ha demostrado a nivel *in vitro* que linfocinas presentes en sobrenadantes de cultivos de linfocitos T de bovinos estimulados con Con A, fueron capaces de activar macrófagos de ratón y monocitos de bovino que posteriormente eliminaron a parásitos de *Eimeria bovis* y *Toxoplasma gondii* (Hughes *et al.*, 1987), sino también por su capacidad de alterar las funciones químico-sensoriales de larvas L<sub>3</sub> de *Strongyloides ratti* (Tobata-Kudo *et al.*, 2005).

En cuanto a su estudio como insecticida se planteó uno con larvas de *Lacanobia oleracea* una polilla de tomate donde se probó que la Con A en concentraciones de 2,0; 0,2 y 0,02 % causó una disminución significativa en sobrevivencia, desarrollo larvario, crecimiento y consumo en dichas larvas. Su potencial insecticida se demostró a nivel *in*

*vitro* al unirse a la mayoría de las proteínas de la membrana en cepillo y la membrana de borde peritrófica del epitelio intestinal de las larvas (Fitches, 1998)

Por su parte Ríos-de Álvarez (2011) determinó un efecto *in vitro* de distintas lectinas de plantas que inhibían la alimentación y por ende, la sobrevivencia de larvas de distintas especies de parásitos gastrointestinales. En dicho estudio se sugiere que las lectinas se unen a las superficies expuestas de la larva, lo que puede afectar su motilidad y así también su capacidad para alimentarse. Estos resultados demuestran que aun cuando los taninos han sido estudiados como los principales metabolitos secundarios de plantas con potencial antihelmíntico, deben incluirse nuevos metabolitos y profundizar la investigación con éstos tanto *in vitro* como *in vivo* (Ríos- de Álvarez *et al.*, 2007).

## **9. Canavalia en monogástricos**

La canavalia ha demostrado ser altamente tóxica para animales monogástricos y humanos por lo que requiere de tratamientos físicos y químicos para sus factores antinutricionales antes de alimentar estas especies. En monogástricos entre sus principales efectos está que la Con A pura por vía oral produce una reacción aglutinante con la membrana celular, alterando el funcionamiento de las células del tracto causando interferencia con la absorción de nutrientes y esto a su vez podría reducir la digestibilidad de la proteína, la absorción de aminoácidos y glucosa (Escobar *et al.*, 1983).

Todo lo anteriormente mencionado conlleva a que en las raciones en aves de producción se presente una depresión en el crecimiento y en conversiones alimenticias aun cuando la ración solo está compuesta por 5% de canavalia, los pollos de engorde se muestran más sensibles que las gallinas ponedoras a dicha incorporación a la ración, por lo que el tratamiento de la canavalia, ya sea tostado, autoclavado u otro tratamiento es sin duda esencial para que pueda usarse en la alimentación de aves de éstas aves de producción (Escobar *et al.*, 1983).

Por su parte, los cerdos son altamente susceptibles a las toxinas de canavalia no tratada más que las gallinas ponedoras, puede que se deba a la presencia del ciclo de la urea en cerdos y no en aves, unido a que posiblemente los aminoácidos y/o canalina son de más importancia en cerdos que en aves (Escobar *et al.*, 1983). Esta susceptibilidad es demostrada por León *et al.* (2003) donde la incorporación de harina de granos crudos de canavalia en dietas para cerdos aún en niveles menores al 10% reduce drásticamente el consumo de alimento y conlleva a una pérdida de peso en los animales, por lo que estos autores utilizaron la cocción como método detoxificador demostrando que el tostado de los granos de canavalia elimina completamente la actividad hemaglutinante, y disminuye en el contenido de canavanina en un porcentaje que va 45 y 94%.

## **10. Canavalia en rumiantes**

En rumiantes el potencial de la canavalia es más amplio que en monogástricos, incluyendo el uso de la planta entera como: componente de un pastizal de gramíneas y leguminosas, banco de proteína, como un pastoreo intensivo, sistema de alimentación con confinamiento total o parcial y sus granos o vainas también son utilizados por los animales post cosecha (Escobar *et al.*, 1983).

El potencial en estas especies es más amplio no solo por su capacidad de pastoreo sino porque al parecer son menos afectados por los MSP de la canavalia ya que los constituyentes tóxicos son altamente solubles en solución acuosa y se pudiera esperar que se degraden en el rumen, además se ha planteado también que se produce la ruptura de la molécula tetrámera por acción microbiana, disminuyendo así los efectos tóxicos en el tracto gastrointestinal (Mora, 1983). Es probable que el mecanismo primario por el que los rumiantes pueden tolerar altos contenidos de taninos en la ración sea mediante la adaptación de los microorganismos ruminales y su capacidad de detoxificar estos compuestos, pero también puede tener lugar en otros lugares del cuerpo como; intestino delgado, riñones o de modo fundamental el hígado (Milton, 1978; Ramos *et al.*, 1998).

La inclusión de ésta planta en la alimentación con rumiantes ha tenido respuestas variadas, desde reducción en el consumo y digestibilidad donde es asociado con un mayor pH ruminal, menor concentración de amoníaco, mayor proporción de ácido acético, menor proporción de ácido propiónico y una reducción de la tasa de pasaje del líquido ruminal, ésta última observación sugiere una disminución en la tasa de remoción y digesta del rumen (Escobar *et al.*, 1983) hasta ningún efecto adverso en su uso como suplemento proteínico y energético (Cáceres *et al.*, 1995).

Sin embargo se ha reportado que la inclusión de canavalia en la dieta de rumiantes tiene posibles efectos tanto a nivel ruminal como tisular. La Con A Tiene un efecto sobre los protozoarios ruminales que ha sido observado al agregarla a medios de cultivo produciendo la muerte de los protozoarios presentes como signo indicador de su actividad (Milton, 1978). Esta influencia en las poblaciones microbianas ruminales, es de gran importancia, ya que éstos son los encargados de fermentar los constituyentes de los alimentos (Rodríguez y Rodríguez, 2007).

Los efectos de la canavalia sobre los microorganismos ruminales, se demostraron al evaluar el cambio en la población de protozoarios ruminales por inclusión de canavalia en la dieta de bovinos, resultando en una disminución de la población de holotricos y entodínomorfos en la dieta que incluía canavalia, con un aumento de la cantidad de flagelados en las dietas de los animales que consumieron canavalia (Cuadro 3), estos cambios de composición se lo atribuyen los autores posiblemente a una respuesta adaptativa al consumo de esta planta (Sandoval *et al.*, 2001). Los protozoarios ruminales, son de gran importancia para el rumiantes ya que pueden contribuir hasta con el 34 % de la digestión de la fibra (Ruckebusch *et al.*, 1994). Esta reducción del contaje de los celulolíticos por inclusión de canavalia en la dieta también es apoyado por los hallazgos de Domínguez y Parra (1988).

**Cuadro 3.** Población de protozoarios por clase y totales (log 10 protozoarios/ml líquido ruminal) encontrados en rumen de bovinos consumiendo canavalia (cc) o sorgo (sc) como suplemento principal en la dieta.

Hora	Holotricos		Entodimios		Flagelados		Total c Fla		Total s Fla	
	cc	sc	cc	sc	cc	sc	cc	sc	cc	sc
0	3.767a	4.407b	4.450a	5.070b	6.346a	5.433b	6.375a	5.647b	4.536a	5.184b
1.5	3.605a	4.358b	4.324a	4.981b	6.391a	5.060b	6.409a	5.589b	4.406a	5.079b
3	3.499a	4.635b	4.354a	4.664a	6.470a	5.692a	6.479a	5.832b	4.418a	5.138b
6	3.610a	4.188b	4.304a	4.880b	6.246a	4.905b	6.262a	5.349b	4.391a	4.985b
9	3.841a	4.256a	4.365a	4.959b	6.183a	5.328b	6.217a	5.575b	4.523a	5.046b
12	3.979a	4.341a	4.648a	5.047b	6.434a	5.062b	6.473a	5.456b	4.756a	5.129b
EE $\bar{x}$	0.1761		0.1084		0.2754		0.1549		0.1197	
$\bar{x}$ general	3.717a	4.364b	4.407a	4.933b	6.345a	5.247b	6.369a	5.575b	4.505a	5.093b
EE $\bar{x}$	0.0719		0.0443		0.1124		0.0632		0.0489	

Fuente: Sandoval *et al.*, 2001.

La Con A en puede ser degradada en parte en el rumen y el resto no degradado podría ejercer un papel aglutinante sobre los microorganismos ruminales similar al reportado en las células intestinales de animales monogástricos (Mora, 1983). Además se ha reportado otro posible efecto tóxico del consumo de canavalia que podría producirse al escapar del rumen sin degradación previa los compuestos nitrogenados como Con A y canavanina, abriendo la posibilidad de su absorción en intestino delgado y sería posible que se hagan evidentes algunos efectos competitivos con arginina en tejidos y órganos (Mora, 1983).

La canavanina, por otro lado no ha demostrado tener un efecto significativo sobre las poblaciones totales de protozoarios viables *in vitro* excepto por una ligera disminución de *Entodinium*, (Sandoval *et al.*, 2001) y un efecto inhibitorio del crecimiento de hongos y de *Bacteroides ruminicola* deprimiendo la digestión (Milton, 1978).

La modificación del consumo de forraje a causa del consumo de canavalia fue estudiado en ovinos por Mora *et al.* (1987), estos investigadores alimentaron unos animales con *Penisetum purpureum ad libitum*, y otros con esta misma planta y dos diferentes niveles de canavalia, obteniendo como resultados que el primer grupo consumió más

forraje que los demás. Otro estudio que soporta estos resultados fue el llevado a cabo con becerros pre destete donde también se planteó una disminución tanto en el consumo de alimento, como en el peso final y ganancia diaria de peso de los animales que consumieron canavalia en dos niveles en comparación con un alimento comercial (Cuadro 4) (Escobar *et al.*, 1986), lo que permite estimar que el aumento del porcentaje de inclusión de la canavalia en la suplementación reduce el consumo de los animales y por consiguiente su desempeño productivo.

**Cuadro 4.** Suplementación de becerros predestete con harina de canavalia.

Variable	Canavalia 50%	Canavalia 30%	Alimento comercial
Peso inicial (kg)	42.9	41.6	42.1
Peso final (kg)	106.0	114.0	119.0
Ganancia de peso (g/d)	416	489	514
Consumo de suplemento (g/d)	334	435	493

**Fuente:** Escobar *et al.* (1986). Modificado.

En un experimento llevado a cabo por Mora (1983), se planteó que existen menores tasas de fermentación ruminal de las partes fibrosas de la planta de canavalia al suministrar harina de sus granos con respecto a la harina de semilla de soya como suplemento, estos resultados se le atribuyen a los posibles efectos de sustancias nitrogenadas tóxicas sobre la población microbiana del rumen, produciendo un empaquetamiento de las mismas con su disminución de efectividad de ataque sobre los sustratos alimenticios, también plantea acción competitiva de la canavanina con la arginina durante procesos de biosíntesis de proteína microbiana, de esta manera este autor concluye que la participación de canavalia a partir de 22% en la dieta puede afectar ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal de los animales, lo que pudo haber ocurrido en este caso, donde a

pesar de no ser estadísticamente significativo, la ligera diferencia de peso de los animales, que consumieron mayor porcentaje de canavalia y ganaron menos peso.

Un estudio donde se usaron niveles crecientes de harina de granos de canavalia en raciones de ovinos, mostró que existe una inhibición del 50% en el crecimiento bacteriano, cuando el nivel de canavanina alcanza los 200 µg/ml. No encontrándose afectación en los órganos ni mortalidad, señalado el autor que es debido a que los rumiantes poseen alta capacidad detoxificante a nivel ruminal, la cual no está presente en los no rumiantes (Mora, 1983).

Ha sido reportado que 28g de semilla por 0,73 kg de peso corporal resultan letales para el ganado vacuno, y que en caso de suministrar harina de canavalia ésta no debe representar más del 30% de la ración o se debe tratar térmicamente antes de suministrarla a los animales (Mora, 1983; Skerman *et al.*, 1991). En experimentos con harina de granos de canavalia suministrada en el comedero, los animales presentaban un bajo nivel de canavanina y desaminocanavanina en el licor ruminal, puede deberse a que los animales ajustan su consumo a la capacidad detoxificante del rumen el cual, por medio de los componentes de su biosistema pueden fermentar diferentes sustratos que entran en la dieta protegiendo contra algunos compuestos potencialmente tóxicos de los alimentos (Mora *et al.*, 1991), lo que ayudaría a los animales a contrarrestar los efectos del consumo de estos compuestos.

Ha sido ampliamente estudiado que existe una interacción entre la nutrición del hospedador y las consecuencias fisiopatológicas de infecciones parasitarias y ampliamente aceptado que animales bien alimentados son capaces de resistir parasitismo mejor que aquellos que no están bien alimentados (Holmes, 1993). La disponibilidad de proteínas, vitaminas y minerales es un importante factor para optimizar la productividad y la resistencia del hospedador a ciertas parasitosis, pero el consumo de estas plantas con compuestos tóxicos podría poner a los animales en desventajas ante la resistencia de las parasitosis. En el caso de la canavalia autores como Mora *et al.* (1991) concluyen que se puede incorporar el grano de canavalia a niveles de 20 a 25 % de la ración alimenticia de



rumiantes en crecimiento post destete sustituyendo satisfactoriamente los suplementos alimenticios convencionales, por estas razones es posible que el uso de harina de granos de canavalia sea un tema controversial que tiene ventajas y desventajas de uso en rumiantes.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **1. Ubicación del experimento.**

El presente experimento se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio- Sección de Ovinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en la ciudad de Maracay en un área de Bosque Seco Tropical a 10° 16' 20" N y 67° 36' 35" O, a una altura de 450 msnm. La precipitación media anual es de 1188 mm, con un período de lluvias comprendido entre mayo y octubre de sequía entre noviembre y abril y humedad relativa comprendida entre 67-78% (INIA, 2012).

### **2. Diseño Experimental**

Se utilizaron 21 corderas destetadas en crecimiento, mestizas West African, de 5 meses de edad aproximadamente y con peso promedio inicial de  $20 \pm 4,9$  kg. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, donde se considera el factor: dosis de canavalia, en tres niveles, arrojando esto tres tratamientos (n=7).

- ✓ **T** corderas suplementadas con 60% nepe seco de cervecera y 40% concentrín
- ✓ **C** corderas suplementadas con 52,5% nepe seco de cervecera, 35% concentrín y 12.5% de semilla de canavalia (lo cual equivale a 2,5 g de semilla de canavalia/kg PV)
- ✓ **C+** corderas suplementadas con 45% nepe seco de cervecera, 30% concentrín y 25% de semilla de canavalia (equivale a 5 g de semilla de canavalia/kg PV).

Los animales de cada tratamiento se balancearon por peso inicial, y carga parasitaria inicial, tomando como carga mínima 150 huevos por gramo de heces. La duración del experimento fue de 77 días.

### **3. Manejo de los animales**

Los animales fueron sometidos a una semana de preensayo, para el acostumbramiento de los mismos a la canavalia. Diariamente, en horas de la mañana (7:00 h) los animales pasaban de un corral colectivo a corrales o puestos individuales previamente identificados, donde se les suministró agua a voluntad y los respectivos suplementos. Posteriormente salían juntos a pastoreo (9:00 hasta 15:00h) en potreros donde predominaba el pasto estrella (*Cynodon nlemfluentis*). A su regreso se llevaban nuevamente al corral colectivo donde permanecían estabulados hasta el día siguiente con agua limpia y minerales *ad libitum*.

Asumiendo que los ovinos consumen entre 2,86 y 3,04 % de su PV en materia seca al día (NRC, 2007), el suplemento fue ofrecido en función del 2% del PV, y el resto de la materia seca fue aportada por el pasto consumido durante las horas de pastoreo. El suplemento suministrado a los animales del grupo testigo (T), era el mismo usado de rutina en la Sección de Ovinos-UCV, constituido por nepe seco de cervecería (donado por Empresas Polar) y concentrín 21 (residuo del procesamiento de maíz, donado por la Empresa Indelma). Para los tratamientos C y C+ se usó el mismo suplemento anteriormente descrito, sustituyendo parte de sus componentes (nepe seco de cervecería y concentrín 21) por semillas molidas de canavalia (Cuadro 5), cuidando de mantener los tres suplementos aproximadamente isoproteicos (Cuadro 6).

La cantidad de suplemento a ofrecer se basó en el peso de los animales, logrando suplementar 2% de PV como se mencionó. Por lo que semanalmente posterior al pesaje de los animales, se ajustaba el suplemento a ofrecer de manera individual, esto se hizo a lo largo de todo el periodo experimental.

El análisis bromatológico de los granos de canavalia arrojó los siguientes resultados:

**Cuadro 5.** Análisis bromatológico de granos de canavalia.

%					
<i>Humedad</i>	<i>Proteína cruda</i>	<i>Grasa cruda</i>	<i>Fibra cruda</i>	<i>Extracto libre de nitrógeno</i>	<i>Ceniza</i>
11,67	32,65	1,78	9,93	41,19	2,78

Los resultados de los análisis bromatológicos para los diferentes suplementos se expresan en el Cuadro 6, no se reportaron taninos condensados en los mismos. Con estos resultados, se puede observar que los 3 suplementos fueron muy equivalentes entre sí, variando en su presencia o no y en el porcentaje de inclusión de canavalia pero no en la composición bromatológica de las mismas, lo que eliminaría cualquier posible efecto de la composición de los suplementos en los resultados.

**Cuadro 6.** Análisis bromatológico de los suplementos suministrados a los animales.

%					
<i>Suplementos</i>	<i>Humedad</i>	<i>Proteína cruda</i>	<i>Fibra Cruda</i>	<i>Grasa cruda</i>	<i>Ceniza</i>
<b>T</b>	8,78	25,09	10,00	6,19	4,68
<b>C</b>	8,43	26,15	10,08	6,06	4,34
<b>C +</b>	9,04	26,83	9,53	6,06	4,07

Todos los animales de la Sección de Ovinos se les desinfecta el cordón umbilical al nacimiento con solución yodada, antes del destete reciben un tratamiento preventivo con coccidiostato al 5% (Baycox®, Laboratorios Bayer). Las vacunaciones que se suministran al rebaño se realizan un mes después del destete con bacterina clostridial (Covexin®,

Laboratorios Intervet), Antirábica (Ravax, Laboratorios Cala) y Aftosa (Aftovac, Laboratorio Laverlam).

#### **4. Mediciones realizadas**

##### **4.1. Cuantificación de huevos de parásitos gastrointestinales**

Una vez por semana, siempre en el mismo día y hora, antes de salir a pastoreo se colectaron heces de los animales, extraídas de la ampolla rectal para evitar contaminación. Éstas fueron colocadas en bolsas limpias, previamente identificadas con el número del animal correspondiente, para ser procesadas en el Laboratorio de la Sección de Ovinos, el mismo día de la colecta.

Las muestras se evaluaron mediante la técnica coproscópica cuantitativa de McMaster modificada descrita por Morales y Pino (2009) usando solución saturada de sacarosa (Sheater azúcar) como solución de flotación. Se colocaron 28 ml de la solución de flotación y 2 g de heces, se agitó en un mortero y se tamizó con un colador de malla fina, y luego con una pipeta Pasteur desechable fueron llenados ambos compartimientos de la cámara de Mc Master, para después de 5 minutos proceder a la observación y conteo con un microscopio marca Optika, utilizando el objetivo 10X. El resultado obtenido se multiplicó por 50, expresando el conteo de nematodos en huevos por gramo de heces (HPG) y el de coccidia en ooquistes por gramo de heces (OPG).

##### **4.2. Géneros parasitarios**

Con el propósito de identificar los géneros de nematodos implicados en la infección, y determinar si los géneros parasitarios se afectan por los tratamientos fue realizada a los 22 días de iniciado el experimento, una serie de coprocultivos a partir del pool de heces de cada uno de los tres tratamientos. Para ello se utilizó la metodología descrita por Morales y

Pino (2009), colocando la materia fecal sobre servilletas húmedas el fondo de una placa de Petri, que fue llevada a estufa marca Memmert para mantener condiciones de temperatura y humedad de 28 °C y 74%, respectivamente. Los cultivos fueron mantenidos por ocho días, destapándolos y moviéndolos a diario para permitir la entrada de suficiente aire a las cápsulas y evitar el crecimiento fúngico (Niec, 1968).

Luego de 15 días se hizo la recuperación de las larvas mediante la técnica de Baerman, para lo cual se colocó la muestra de heces en una capa de gasa anudada que a su vez fue dispuesta en un recipiente de vidrio de boca ancha, con una capacidad de 250 ml, este se llenó con 50 ml agua tibia (40-50 °C) y se dejó allí durante 24 horas, este calor del agua estimuló la motilidad de las larvas, que migraron desde las heces al agua del vaso (García y Rivera, 1985). Luego, el material colectado se almacenó en tubos Falcon, y se llevó a refrigeración a 4° C aproximadamente, para posteriormente extraer el líquido superior con una pipeta Pasteur desechable y verter el residuo del fondo del tubo Falcon en un tubo de centrifugación, para ser procesado durante 3 minutos a 1500 g (Niec, 1968).

Luego se tomó una gota del fondo del tubo con una gota de lugol para su fijación y coloración para observa su morfología, la muestra se colocó en una lámina porta objeto para su observación en microscopio en un aumento de 10y 40X, (Morales y Pino 2009).

Una vez observada la morfología se procedió a la identificación siguiendo los criterios morfológicos para la identificación de larvas infectantes (Niec, 1968; Morales y Pino 2009), fueron contabilizadas y clasificadas por género 100 larvas por coprocultivo.

### **4.3. Pesaje**

Los animales fueron pesados semanalmente, de manera individual en las instalaciones del Laboratorio- Sección de Ovinos, mediante el uso de una romana marca Biserva tipo automática de 450 kg de capacidad y una apreciación de 100g, a fin de estimar la ganancia de peso de los mismos, y por consiguiente su respuesta productiva ante los tratamientos. El pesaje fue realizado el mismo día de la semana, aproximadamente a la misma hora (7 am).

#### **4.4. Pruebas sanguíneas**

Las muestras sanguíneas tanto para hematología como química sanguínea fueron extraídas bisemanalmente por venopunción yugular, luego de la desinfección de la zona de punción con alcohol isopropílico al 70% v/v.

##### **4.4.1. Hematología:**

Para las hematologías se utilizaron tubos Vacutainer® tapa morada que contienen anticoagulante ácido etilendiaminotetracético (EDTA), y fueron procesadas en el laboratorio de Patología clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, y con las cuales se determinó:

###### **4.4.1.1. Hematocrito (Hto)**

Para la determinación del porcentaje de hematocrito en los animales se utilizó el método de microhematocrito por centrifugación (Coles, 1974; Schalm, 1981; Hansen y Perry, 1994; Meyer y Harvey, 2000), el cual se basa en llenar un tubo de hematocrito rojo en 2/3 partes y centrifugar a alta velocidad para lograr la compactación globular, se utilizó una centrífuga micro capilar marca International Equipment Company a 1500g por 5 minutos y se deslizó el tubo sobre la escala de referencia haciendo coincidir la parte superior de la columna plasmática con el 100% de la escala y la parte inferior con el cero de la columna globular (León y Torres, 2010), se utilizó la tabla de lector de tubo de microhematocrito Critocap.

###### **4.4.1.2. Hemoglobina (Hbg)**

Se realizó el método de cianometahemoglobina basado en espectrofotometría (Coles, 1974) este método se basa en diluir sangre total en reactivo de Drabkin, el cual es una

solución que contiene ferricianuro de potasio, y cianuro de potasio. La cianometahemoglobina es un producto coloreado muy estable (Briones *et al.*, 2009), para esta medición se trabajó con un espectrofotómetro marca Leitz de 60 ciclos y los resultados fueron comparados con la tabla de calibración propia del equipo.

#### **4.4.1.3. Proteínas totales (PT)**

Las PT fueron determinadas por el método basado en refractometría (Schalm, 1981) y se utilizó un refractómetro de mesa marca Atago, se centrifugó la muestra en la centrífuga micro capilar marca International Equipment Company a 1500 g por 5 minutos y se fragmentó el capilar inmediatamente por encima de la columna de glóbulos rojos, para facilitar la salida del plasma y posteriormente se colocó una gota del plasma exento de hemólisis y de lipemia en la pantalla del equipo y se observó por el visor del equipo apoyado con luz artificial tomando como referencia la escala de la derecha del equipo y se expresa el resultado en g/dl.

#### **4.4.1.4. Contaje diferencial de células blancas (neutrófilos, eosinófilos y linfocitos)**

El contaje se hizo de manera manual en un frotis de sangre completa, teñido con hemacolor, y un microscopio con objetivo de 40 X, se diferencia cada tipo y contando un total de 100 células, y se expresa cada una en el total de células contabilizadas por tipo (Coles, 1979; Meyer y Harvey, 2000), obteniendo de esta manera contajes relativos de estas células que se expresan en porcentaje.

#### **4.4.2. Química sanguínea.**

Las muestras de sangre de los tubos Vacutainer® tapa roja (sin anticoagulante) de cada muestreo fueron centrifugadas a 1500g por 10 minutos para obtener el suero, este fue



dividido en dos alícuotas en tubos Eppendorf de 1,5ml y congeladas a 4° C hasta su procesamiento. Se leyó la absorbancia de todas las variables hepáticas a determinar en un equipo de química sanguínea de tipo húmeda marca Stat Fax 1904 que cuenta con un sistema de aspirado tipo mosquito, las variables evaluadas fueron:

#### **4.4.2.1. Alanina aminotransferasa (ALT)**

Se determinó según el método de cinética cuantitativa de ALT desarrollado por Wroblewski y LaDue (1956) se usó el kit marca Chemroy que consta de un reactivo formado por buffer y enzima ALT, los cuales se homogeneizaron a razón de 5 partes de buffer y 1 de enzima, se trabajó con un tubo de ensayo por muestra y control, donde se añadieron 1 ml de reactivo que fue incubado a 37°C por 3 minutos, el reactivo solo fue considerado control y posteriormente se añadió cada uno de los sueros correspondientes a las muestra justo antes de su lectura en el equipo, pasados los 3 minutos fue anotado el resultado para su posterior análisis en el paquete estadístico.

#### **4.4.2.2. Aspartato aminotransferasa (AST)**

El valor de AST se calculó mediante la determinación cinética cuantitativa de la AST en suero, basado en el método de Bergmeyer propuesto en el año 1978 (Cole, 1988) de esta manera se preparó el reactivo a trabajar a razón de 5 partes de buffer y 1 parte de enzima, se calibró el equipo con agua destilada a 340 nm y se añadió tanto para muestra y control 1ml de reactivo y 0,1 ml de suero y fue incubada por 3 minutos a 37°C para posteriormente leer la absorbancia en el equipo.

#### **4.4.2.3. Colesterol**

Para la determinación del colesterol se empleó el método cuantitativo colorimétrico de colesterol total propuesto por Fleeg y Richmond en 1973 (Allain *et al.*, 1974), usando también un kit marca Chemroy, siguiendo pasos similares a la determinación de urea, se dispensaron los tubos de ensayo con los reactivos del kit y se incubaron los mismos a 37°C por 5 minutos y se leyó la absorbancia antes de 15 minutos posterior a la incubación.

#### **4.4.2.4. Urea**

Se utilizó el kit marca Chemroy, que está conformado por dos reactivos uno enzimático y uno de colorimétrico y también contiene un estándar BUN, este kit trabaja con una modificación del método descrito por Sampson *et al.* (1980).

#### **4.4.2.5. Glucosa**

Para la determinación de cuantitativa de glucosa se utilizó el método de glucosa enzimática colorimétrica en suero, usando el kit marca Chemroy basado en la técnica descrita por Trinder (Young, 1975). Se dispensaron los tubos necesarios que posteriormente se incubaron a 37°C por 5 minutos, se agregó 10 µL de estándar y la muestra a sus respectivos tubos y se mezcló bien, se incubaron de nuevo los tubos de ensayo a 37 °C por 5 minutos y se leyó la muestra y el estándar contra el reactivo blanco a 500 nm.

#### **4.4.2.6. Bilirrubina total**

La determinación de bilirrubina total se llevó a cabo mediante el uso del kit marca Labiomed basados en la metodología de Sims- Horn (Sims y Horn, 1958) por reacción de punto final, el kit cuenta con 3 reactivos (Acelerador, Ácido Sulfanílico y Nitrito de Sodio), se preparó el diazo reactivo mezclando 0,01 ml de Nitrito de Sodio con 0,3 ml de Ácido

Sulfanílico, se dispensó reactivo y suero en los tubos de ensayo y se leyó la absorbancia a 525 nm.

## 5. Análisis estadístico

Para todos los análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico Statistix 8 (Statistix, 2003), la normalidad fue evaluada por el test de Wilk Shapiro, se aplicaron estadísticas descriptivas paramétricas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar), y todos los análisis se consideró un nivel de significación de un 5% ( $\alpha=0,05$ )

- En las cargas parasitarias se analizaron los supuestos del Análisis de Varianza (Anavar), los cuales no se cumplían (Homocedasticidad y Normalidad), debido a la gran variabilidad tanto de los HPG como OPG, por esto se decide trabajar con pruebas no Paramétricas (Kruskal-Wallis), con los datos reales.
- Para evaluar la distribución de los géneros parasitarios de la población en los diferentes tratamientos se utilizó la prueba de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ).
- En cuanto al peso, se evaluó el cumplimiento de los supuestos del Anavar, los cuales se cumplían, por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.
- En las variables de hematología fueron analizados los supuestos de Anavar y se determinó que los datos eran normales por lo que se trabajaron con estadística paramétrica.
- En el caso de las variables de química sanguínea se analizaron los supuestos del Anavar, donde se determinó que los datos de bilirrubina y Urea no eran normales por lo que se eliminaron datos tomando en cuenta la herramienta gráfica de la curva de la normalidad, de esta manera se eliminaron datos que estuvieran por encima de

3 desviaciones estándar por encima de la media. Luego de esto se le aplicó estadística paramétrica a todas las variables de química sanguínea.

- En las variables donde hubo diferencia significativa se aplicó la prueba de medias de Tukey.

Se planteó el siguiente modelo estadístico (Chacín, 2000).

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + s_j + (\tau_i \times s_j) + \epsilon_{ijk}$$

i= Niveles del factor dosis de canavalina (1, 2, 3)

j= Niveles de semana (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)

k= Repeticiones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

Donde:

$y_{ijk}$  = Peso corporal, variable sanguínea, variable de carga parasitaria de la cordera “k” sometida al tratamiento “i” medida en el tiempo “s”

$\mu$  = media general

$\tau_i$ = efecto del i-ésimo dosis de canavalina

$s_j$ = efecto de la j-ésima semana

$(\tau_i \times s_j)$ = efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo nivel del factor dosis de canavalina y el j-ésimo nivel del factor semana.

$\epsilon_{ijk}$ = Efecto del error experimental normal e independientemente distribuido con media 0 y varianza  $\sigma_e^2$

- El factor semana se refiere al tiempo de medición de las variables.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Carga parasitaria

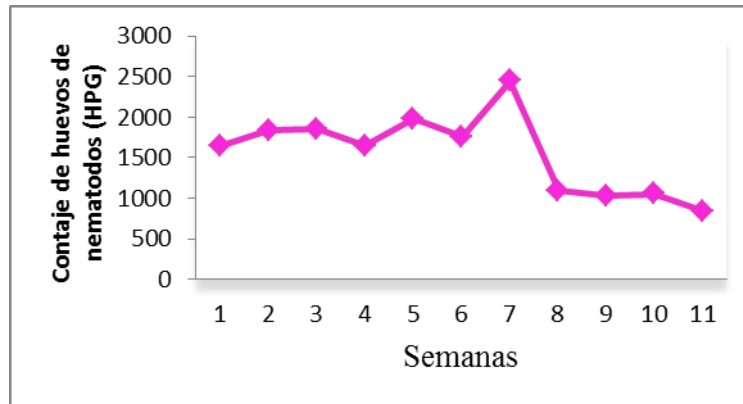
#### 1.1. Contaje de huevos de nematodos

Luego de analizar los datos de HPG se determinó que no hubo efecto de las dosis de canavalia sobre los HPG ( $P=0,1762$ ) y los valores promedio de HPG para los diferentes tratamientos se señalan en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Media de HPG de los diferentes tratamientos durante el muestreo.

T	C	C+
1346,8 ±1415, 9	1498,7 ±2248,6	1801,9 ± 1928,1

Por su parte las medias de los HPG en las distintas semanas resultaron ser estadísticamente diferentes ( $P < 0,0001$ ), en la prueba de medias se observó que a partir de la semana 8 las medias de HPG de todos los tratamientos presentaron un declive de los valores que se mantiene hasta el final del experimento (Figura 10). Los HPG a lo largo de las semanas van desde 1654,76 en la semana 1, aumenta a 2450 en la 7, y a partir de la semana 8 disminuye de 1092,86 hasta 847,62 en la semana 11, y la interacción entre semana y tratamiento no fue estadísticamente significativa.



**Figura 10.** Media semanal de contaje de huevos de nematodos (HPG) de todos los animales durante el período de experimento.

La media de los HPG de los animales muestreados en el presente experimento, representa una infección alta (HPG>1000), según la dinámica de infestación propuesta por Morales *et al.* (2002a); Morales *et al.* (2002c); Quijada *et al.* (2005) y Quijada *et al.* (2012), quienes midieron los niveles de infección parasitaria en ovinos tropicales, pertenecientes al mismo rebaño de la presente investigación, y sólo el 8,23% de los animales presentó una infección elevada (Quijada *et al.*, 2005).

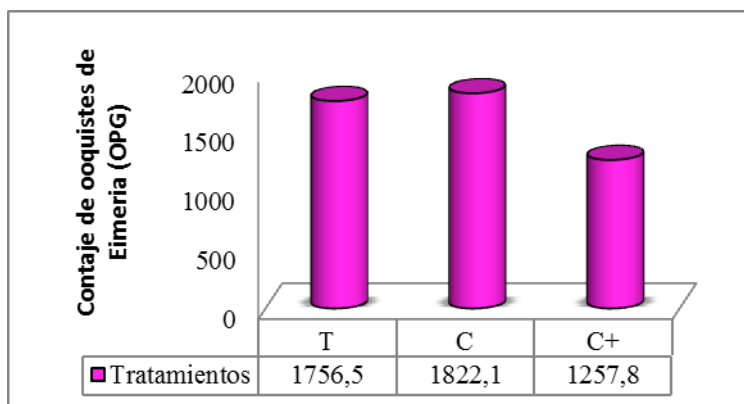
En experimentos posteriores en la misma instalación Quijada *et al.* (2006) obtuvieron como resultados una media de huevos en el rebaño por debajo de 900 HPG, lo cual difiere con los resultados del presente estudio, así como también los resultados de un estudio de prevalencia y abundancia llevado a cabo también en la Sección y en el grupo etario de corderos el contaje estuvo por debajo de 300 HPG, lo que podría clasificarse como infestación leve (López y Salazar, 2011). Los resultados hallados en la presente investigación difieren también de los presentados por Ríos- de Álvarez *et al.* (2011), en el cual se trabajó en condiciones similares a ésta, y se suplementó también con semilla de canavalia, y se observó una reducción general de la concentración de huevos de nematodos, con medias de 2020 y 1370 HPG para animales no tratados y tratados, respectivamente (P<0,05).

La carga de nematodos en todos los tratamientos del presente experimento se mostró muy similar a la reportada en el estado Yaracuy en ovejas West African pre tratamiento y

naturalmente infectadas ( $1890 \pm 2838$ HPG (Sandoval *et al.*, 2007), lo que podría entenderse como que estas cargas aproximadas prevalecen en las explotaciones de ambos experimentos.

## 1.2. Contaje de ooquistes de *Eimeria*

A diferencia de los HPG, en los OPG las dosis de canavalia tuvieron una tendencia a afectar los contajes ( $P=0,0519$ ), y en la prueba de medias se determinó que la menor media fue la del tratamiento C+ (1257,8 OPG), la cual se diferenció estadísticamente de las demás. Por otro lado las cargas de OPG no fueron estadísticamente diferentes entre las semanas de muestreo ( $P=0,0613$ ). Los valores promedio de OPG de todos los tratamientos se encuentran en la Figura 11.



**Figura 11.** Medias de contaje de ooquistes de *Eimeria* (OPG) de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.

En el caso de los OPG las medias de los diferentes tratamientos T, C y C+ se consideran infestaciones bajas, ya que según Morales (2002b) se definen animales con altas cargas a aquellos que resultan con recuentos de más de 3000 OPG. La menor media de C+ permite estimar que la canavalia a una dosis de 5g/kg PV podría ser eficiente en la

reducción del contaje total de coccidia en corderas West African en crecimiento durante el tiempo de muestreo, demostrando que MSP contenidos en algunas plantas, como es el caso de la canavalia podrían ser efectivos contra estos protozoarios al igual que fue encontrado por Ríos-de Álvarez *et al.* (2011).

En un experimento donde se alimentaban ovejas 1 mes antes y 3 meses después del parto, con heno de sainfoin o esparceta (*Onobrychis viciifolia*) que contiene taninos, se obtuvo una reducción de 48,1% de ooquistes excretados por sus corderos en comparación a los corderos del grupo control, lo cual fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) (Saratsis *et al.*, 2011), apoyando esto la hipótesis de nuestro experimento donde los MSP son efectivos contra coccidia.

## **2. Géneros parasitarios.**

En el análisis estadístico se obtuvo como resultado una diferencia significativa ( $P < 0,0001$ ) entre los tratamientos, es por esto que se plantea que en los distintos grupos la distribución de los géneros parasitarios no es igual, variando entre ellos, y este resultado se le atribuye a los suplementos ofrecidos a los animales (Cuadro 8).

En el caso del grupo **T**, representado por los animales que no recibieron canavalia, se observa que el 61% de las larvas observadas eran del género *Bunostomum*, seguido del *Haemonchus* y luego *Cooperia*. Por su parte, el tratamiento **C** presenta una distribución de especies larvarias más uniforme, donde predomina *Haemonchus*, seguido del género *Cooperia* y el género más común en el grupo testigo pasa a un cuarto lugar con 14 %. En cuanto al tratamiento **C+** con la dosis más elevada de canavalia la distribución sigue siendo uniforme, es decir con porcentajes similares para cada género como en el grupo **C**, pero en este caso, el mayor porcentaje está representado por *Cooperia*, seguido de *Bunostomum* y en un tercer lugar el *Oesophagostomun*.



**Cuadro 8.** Distribución de géneros parasitarios predominantes en los diferentes tratamientos.

%			
<b>Género</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>C+</b>
<i>Cooperia</i>	10	27	26
<i>Bunostomum</i>	61	14	24
<i>Haemonchus</i>	20	28	19
<i>Trychostrongylus</i>	2	17	10
<i>Oesophagostomun</i>	7	11	21
<i>Ostertagia</i>	0	3	0

La variación de las especies parasitarias encontradas en los diferentes tratamientos fue altamente significativa como ya se mencionó y considerando que los animales del tratamiento **T** son aquellos que no recibieron canavalia, se podría estimar que la distribución de géneros en estos animales, representa la del rebaño como tal para ese momento del muestreo y para ese grupo etario en particular y luego de analizar los diferentes géneros parasitarios se puede plantear que predominó el poliparasitismo ya que en el conteo de huevos por gramos de heces se observaron ooquistes de *Eimeria* y huevos de nematodos que posteriormente en el coprocultivo de nematodos se estableció que son parte del orden Strongylida, resultado que coincidió con los de Navarro *et al.* (2000) y Valdez (2006).

En otro estudio en el mismo rebaño se demostró la presencia de especies como *H. contortus* y *Oesophagostomum colombianum*, ambas especies hematófagas (Morales *et al.*,

2002c), otra investigación llevada a cabo por Quijada *et al.* (2006) en la misma explotación reportaron que las principales especies fueron *H. contortus* y *Trichostrongylus* y en otro estudio realizado por Vásquez *et al.* (2001) reportó que los géneros parasitarios identificados fueron *Haemonchus*, *Cooperia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomun*, encontrándose el primero en mayor proporción que los restantes.

Los resultados obtenidos en el presente experimento también coinciden con las especies de nematodos encontradas en zonas áridas del estado Lara que fueron: *T. colubriformis*, *T. axei*, *H. contortus*, *Oesophagostomum columbianum*, *Cooperia curticei*, *Bunostomum trigonocephalum* (Orden Strongylida), así como *Trichuris globulosa* (Orden Trichurida), *Skrjabinema ovis* (Orden Oxyurida) (Morales *et al.*, 2006). Por su parte en otro estudio llevado a cabo en el mismo estado por Morales *et al.* (2006) resultó la especie *T. colubriformis* ser la más abundante durante todo el año, ya que representó por si sola el 58,40% del total de la comunidad y conjuntamente con su especie congénérica *T. axei* el 89,28%, lo que no coincide con nuestros resultados.

En la región subtropical estudios coprológicos presentan a *Haemonchus spp.* como uno de los géneros dominantes, aunque al evaluar la carga parasitaria el género preponderante es *Cooperia spp.*, seguida por *Ostertagia spp.* y *T. axei* y por último *Haemonchus spp* (Guzmán *et al.*, 2010), también, en una investigación llevada a cabo en Perú por Triqueros (1998) determinó que entre los géneros dominantes en ovinos a los 180 días de edad con infestaciones de nematodos están *Bunostomum*, *Haemonchus*, *Oesophagostomum*, y *Trichostrongylus* y se plantean como géneros predominantes, siendo considerados por éste autor de alta patogenicidad. De los géneros anteriormente mencionados los dos primeros, también son predominantes del tratamiento **T** de esta investigación.

En México, otra investigación que buscaba determinar la frecuencia y género de parásitos gastrointestinales en ovinos, tuvo como resultados de los coprocultivos que las especies predominantes eran *Haemonchus*, *Cooperia*, *Bunostomun* y *Trichostrongylus* (Valdez, 2006), todas presentes en el grupo **T** de la presente investigación lo que permite

estimar que la distribución parasitaria en ovinos de condiciones climáticas similares es muy afín entre sí y con los resultados de la presente investigación, apoyando los hallazgos de los autores anteriormente citados.

En el caso de los tratamientos **C** y **C+**, se puede estimar que los géneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Cooperia* aumentan, los últimos dos considerados de baja patogenicidad (Triqueros, 1998) y su aumento permite suponer que son poco sensibles a los efectos de la canavalia, no siendo así en el caso de *Bunostomum*, dando referencia de susceptibilidad de esta especie a los efectos de la canavalia. Estos resultados no coinciden con numerosos trabajos citados por Martínez (2010) que dan a constatar que especies de gran importancia para el medio tropical como lo son *Haemonchus* y *Trichostrongylus* son susceptibles a los metabolitos secundarios de plantas como sainfoin o esparceta (*O. viciifolia*) y Zarzamora (*Rubus fruticosus*) y *Leucaena leucocephala* que contienen taninos.

### 3. Peso

En cuanto los pesos de los animales, los resultados mostraron que no hubo diferencia estadísticamente significativas entre tratamientos ( $P=0,5834$ ) (Cuadro 9). Asimismo las mediciones en las distintas semanas no resultaron ser estadísticamente diferentes ( $P=0,4591$ ).

**Cuadro 9.** Media de pesos de los animales de los diferentes tratamientos.

<b>Kg</b>		
<b>T</b>	<b>C</b>	<b>C+</b>
21,4±5,5	20,8±4,7	20,7±4,4

Los datos de peso de los animales, no resultaron estadísticamente significativos, y el mayor valor de peso correspondió al grupo T, a pesar que la inclusión de canavalia no sobrepasó el 25% del total de la dieta y que según otros autores, se presenta una depresión de la ganancia de peso de ovinos en crecimiento, al incluir 32% del total de la dieta en granos crudos de canavalia (Mora *et al.*, 1991).

En una investigación llevada a cabo por Ríos-de Álvarez *et al.* (2011b), en condiciones muy similares a las del presente estudio, incluyendo semilla de canavalia en una dosis de 2g de canavalia/kg de PV, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, reportando un aumento de 2,2 kg del peso corporal de los animales suplementados en comparación con el grupo control sin suplemento, estos resultados no coinciden con los de esta investigación donde no hubo efecto del tratamiento en los pesos de los animales.

Es conocido que un aumento en la proteína de la dieta mejora la resistencia a infecciones parasitarias a través del incremento de la inmunidad a los parásitos, no permitiendo que se establezcan, se reproduzcan y puedan sobrevivir y por lo tanto ayuda a reducir las consecuencias de las parasitosis subclínicas (Basabe *et al.*, 2009), Esta afirmación podría explicar por qué los animales de todos los tratamientos a medida que fueron creciendo y desarrollándose disminuyeron sus cargas parasitarias a partir de la semana 8.

La relación nutrición-parasitismo también es apoyada por los resultados de Holmes, 1993, quien estudió la influencia de la nutrición proteica en la patogenicidad de infecciones continuas de *H. contortus* a dos niveles de ingesta de proteína bajo nivel de proteína (88 g de proteína cruda) y alto nivel de proteína (169 g de proteína cruda) y obtuvo como resultados que los animales alimentados con alto nivel de proteína tuvieron conteos fecales que llegaron a un máximo de 13900 HPG a las 11 semanas y luego empezaron a declinar hasta llegar a 6000 HPG, mientras que los animales que consumieron bajo nivel de proteína llegaron a 45000 HPG en la onceava semana y continuaron aumentando durante el experimento.

Con estos reportes se puede precisar que la suplementación proteica si ayuda a los animales a enfrentar las parasitosis pero en el caso del presente experimento la ganancia de peso pudo haberse visto afectada por el nivel de parasitosis de todos los tratamientos, que no lograron ganancias de peso aproximadas a corderas con elevados porcentajes de proteína en la dieta pero supuestamente libres de parasitosis, este elevado porcentaje de proteína es apoyado por Martínez de Acurero *et al.* (1996) que trabajaron en Aragua con corderas West African de 5 meses de edad y de 18 kg aproximadamente, en condiciones muy similares a las del presente estudio, y formularon dietas con un porcentaje proteico mayor al 20% y las consideraron altas en proteína para animales de esa edad.

En otro experimento llevado a cabo también en la Sección de Ovinos de la Facultad de Agronomía-UCV y alimentando corderos a distintos niveles de proteína para evaluar su crecimiento se determinó que con 25% de inclusión de proteína en la dieta se logró la mayor ganancia diaria de peso en los animales con un resultado de 162 g/día (Sarmiento *et al.*, 1982), éste nivel de proteína es similiar a la ofertada en el presente ensayo para todos los tratamientos con ganancias de peso de  $46,4 \pm 1,17$ ,  $46,4 \pm 1,11$  y  $45,8 \pm 1,09$  g/día para los grupos T, C, y C+ resultados muy por debajo de los anteriormente citados.

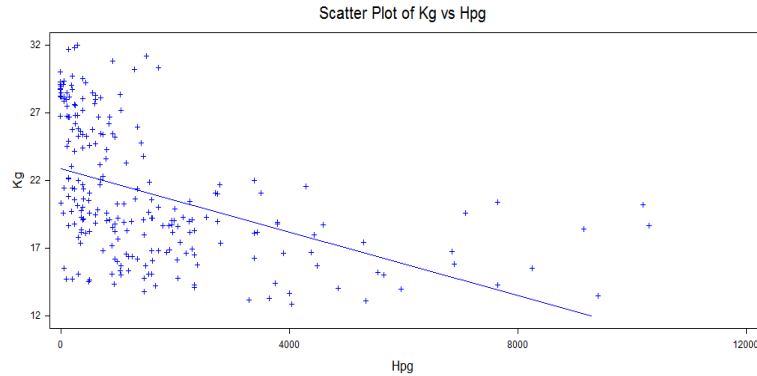
Por su parte, Sandoval *et al.*, 2007, investigando el efecto del tratamiento simultáneo antihelmíntico y antianémico sobre ovejas mestizas West African altamente parasitadas con estróngilos digestivos en Yaracuy, encontraron que antes del tratamiento las ganancias diarias de peso de los animales estaban muy cercanas a los resultados de la presente investigación (56 g/d) y que posterior a la aplicación del tratamiento la ganancia de peso aumentó a 132 g/d valores muy por encima de los encontrados en el presente estudio, aclarando que la parasitosis tiene un efecto importante en la disminución de la ganancia diaria de peso de los animales infectados.

En otra investigación llevada a cabo por Sayago *et al.* (2004) evaluando la ganancia diaria de peso de ovinos en crecimiento temprano parasitados con especies de *Eimeria* y siendo tratados con Sulfas, Amprolio y Toltrazuril fueron de  $118,76 \pm 28,86$  g/d,  $113, 83 \pm 22,15$ , y  $105,86 \pm 24,44$  g/d respectivamente, también superiores a los del presente ensayo.

Cabe recordar que todos los animales de este experimento no sólo tuvieron elevado contajes de nematodos sino intermedios de coccidia, lo que suele denominarse una infestación parasitaria mixta y que ambos tipos de parásitos afectan el desempeño productivo de los animales, lo que se presume pudo afectar la ganancia de peso de los animales.

Es importante resaltar que animales infectados con parásitos o no ganan peso, o lo pierden, se vuelven letárgicos y pueden tener diarrea, en este caso los animales de todos los tratamientos (T, C y C+) resultaron con cargas parasitarias considerables lo que pudo influir en la ganancia de peso de estos animales, esto se debe a que la parasitosis activa el sistema inmune, modificando parámetros nutricionales y retrasando el crecimiento de los animales (Basabe *et al.*, 2009), además de la irritación nerviosa local e inflamación del intestino que produce en los animales parasitados, que podría incrementar el metabolismo corporal, y reducir la utilización del alimento para el crecimiento Andrews (1938), citado por Reverón (1996).

En la presente investigación se obtuvo una correlación significativa ( $P < 0,0001$ ), y negativa (-0,4445) entre peso (kg) y el HPG (Figura 12) lo que significa que el aumento de uno de los parámetros ocasiona la disminución del otro y viceversa, este comportamiento no se repitió en los resultados entre el peso de los animales y el OPG ( $P = 0,0903$ ), lo que plantearía en este caso que la cantidad de ooquistes por gramo de heces no se ve afectada por el peso de los animales y tampoco el peso se afectaría en este caso por el número de ooquistes con los que el animal esté infectado.



**Figura 12.** Correlación entre peso de los animales y las cargas parasitarias para todos los animales experimentales durante el período de experimento.

Los resultados de la presente investigación coinciden obtenidos por Soca *et al.* (2007) donde a pesar de no encontrar efecto del peso o sexo de los animales en los HPG, se constataron correlaciones significativas entre el incremento del peso vivo y la disminución de los HPG al evaluar el comportamiento de nematodos gastrointestinales en bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles. De esta manera se observa en estos resultados que los animales con el contaje de HPG más elevado son los que presentan menor peso y esto puede deberse a que los nematodos gastroentéricos limitan seriamente la producción de rumiantes y ocasionan serias alteraciones digestivas y conllevan a pérdida de peso, y descenso en la producción (baja ganancia de peso y producción de leche) (Quijada *et al.*, 2008b) como se ha mencionado anteriormente.

Esta reducción en el peso a causa de un elevado contaje de HPG puede ser explicado por la hipótesis de Stewart (1933), citado por Reverón (1996), el cual fue uno de los primeros investigadores en señalar una depresión en la digestibilidad en las fracciones proteínicas y de fibra cruda de la ración relacionada con el número de parásitos en el tracto digestivo. Por su parte, Spedding (1954) otro autor citado también por Reverón (1996), estudió el efecto de la afección subclínica del *Trichostrongylus axei* sobre la eficiencia de corderos dosificados con diferentes cantidades de larvas infectivas, determinando que la eficiencia se redujo en 1,5 unidades en promedio y la reducción estaba directamente relacionada con el nivel de infestación impuesto.

En otro experimento llevado a cabo con bovinos de la raza Hereford, donde se midió el impacto productivo de la carga de parásitos resistentes a la Ivermectina en estos animales, se obtuvo una correlación negativa y altamente significativa entre HPG y ganancia diaria de peso y, lo cual fue considerado como la explicación en parte del menor rendimiento de los animales que poseían mayores recuentos de HPG (Fazzio *et al.*, 2001).

Por su parte, Quijada *et al.* (2005) en un experimento realizado con la finalidad de medir la distribución y abundancia de los huevos de estróngilos digestivos de ovinos de varios grupos etarios, no encontró relación estadística entre las cargas parasitarias y edades de los animales, a diferencia de Ríos de Álvarez *et al.*, 2011, que en condiciones similares al presente experimento y trabajando con animales que tenían un rango de peso inferiores y más homogéneos en los grupos experimentales que iban desde 16,6 a 23,5 kg, si obtuvo una diferencia significativa y una reducción en los contajes de HPG, a diferencia del presente estudio, donde los rangos de peso de los animales eran más amplios (13,8 a 29,3kg) para los tres tratamientos, lo que pudo haber influido en los resultados alcanzados en la presente investigación.

En el presente estudio, debido a que la correlación del contaje de ooquistes con los pesos de los animales no resultó significativa, se presume que el peso de los animales no tiene relación con el valor de OPG, por lo que cambios en el peso no afecta OPG y viceversa. Tanto los HPG como los OPG se trabajaron por estadística no paramétrica debido a que los datos no tenían una distribución normal, que podría ser debida a factores como: distribución heterogénea de los huevos en la muestra fecal, y a la periodicidad en la producción de huevos aspecto relacionado con: el número, la edad, tamaño y sexo de los parásitos y al estado nutricional del huésped (Pietrosemoli *et al.*, 1999).

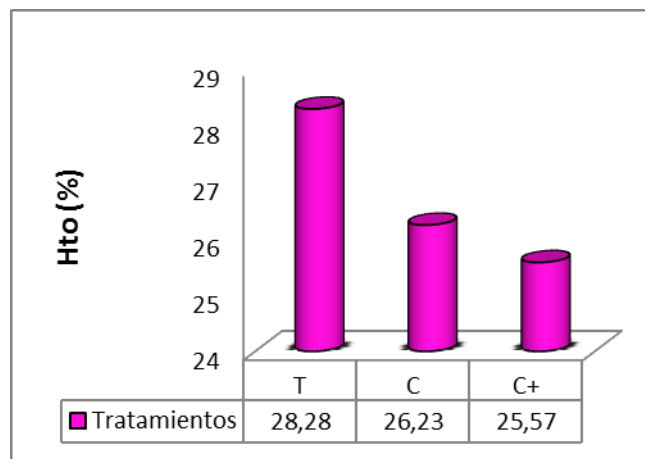


## 4. Pruebas sanguíneas

### 4.1. Hematología

#### 4.1.1. Hematocrito

Para esta variable se encontró un efecto altamente significativo de tratamiento ( $P=0,0003$ ). En la Figura 13 se puede ver como los valores de Hto descenden en los tratamientos que consumieron canavalia.



**Figura 13.** Medias de Hto de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.

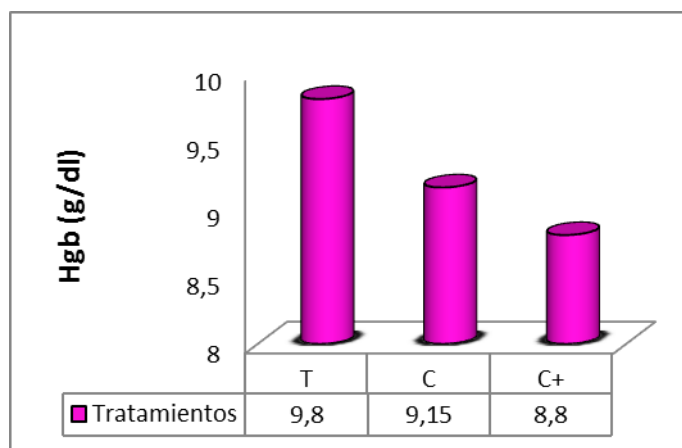
En este caso se observa que el tratamiento **C+** fue el de menor valor con 25,57%, y el único que se encuentra por debajo del rango referencial según Schalm (1981) seguido de **C** con 26,23 % y por el tratamiento **T** con el mayor valor de 28,28%, posterior a la prueba de medias de Tukey, el promedio del tratamiento **C+** resultó ser estadísticamente diferente.

Sin embargo todas las medias obtenidas se encuentran dentro de los rangos referenciales citados por Medway *et al.* (1969). En un estudio realizado en el occidente venezolano en ovinos de diferentes razas tropicales, entre las que se encuentra la West

African el Hto resultó  $30,12 \pm 5,75\%$ , según estos resultados todos los grupos de esta investigación están por debajo del valor reportado por Ramírez *et al.* (1998).

#### 4.1.2. Hemoglobina.

Los valores de Hgb se vieron afectados por los distintos suplementos ofrecidos a los animales ( $P=0,0006$ ) y los resultados obtenidos para cada tratamiento se presentan en la Figura 14.



**Figura 14.** Medias de Hgb de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.

Posteriormente a través de la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos **T** y **C+** son estadísticamente iguales al tratamiento canavalia, pero el son estadísticamente diferentes entre ellos. En este caso resultó una correlación estadísticamente significativa ( $P<0,0001$ ) y positiva (0,8285) entre los valores de Hto y Hgb.

De estos resultados se estima que el suplemento proporcionado a los animales tuvo efectos distintos entre los grupos, en este caso la media del tratamiento **C+** es el menor valor (8,80) y el único está por debajo del valor de referencia señalado por Medway *et al.*

(1969), y todos a su vez están dentro de los rangos según Schalm (1981). En la investigación mencionada anteriormente llevada a cabo en el occidente venezolano los valores de Hgb se encontraron entre 9,11 y 9,33 g/dl (Ramírez *et al.*, 1998) de nuevo el tratamiento C+ estaría por debajo de este rango.

De esta manera se observa que tanto los valores de Hto como los de Hgb se vieron afectados por los tratamientos y tuvieron una correlación altamente significativa y positiva como ya se mencionó, este resultado se considera bastante lógico pues en esencia toda la hemoglobina está presente dentro de los eritrocitos, por lo que el Hto y el contenido de Hgb están altamente correlacionados (Meyer y Harvey, 2000).

También se pudo observar que ambos resultados fueron inferiores en animales alimentados con la mayor dosis de C+ y mayores en animales T o alimentados sin canavalia, de estos resultados se puede inferir que el tratamiento C+ tiene valores de Hto y Hgb cercanos al concepto de anemia, y que según Meyer y Harvey, 2000 se estima es de tipo hemorrágica, por ser producida por parasitosis por *Haemonchus* spp. y *Eimeria* spp. entre otros, éstos géneros parasitarios son capaces de producir anemia por una combinación de pérdida de sangre y pobre nutrición (Coles, 1974).

En este rebaño experimental se llevó a cabo una investigación con la finalidad de relacionar los valores del hematocrito y hemoglobina con los niveles de infestación por estróngilos digestivos, para lo cual se utilizó un lote de ovinos preseleccionado como reproductores de remplazo y se reportó un efecto del nivel de infestación parasitaria sobre estos valores sanguíneos, que resultaron, en general, inferior en las borregas con infestaciones altas, siendo la diferencia entre los tratamientos estadísticamente significativos (Morales *et al.*, 2002c), estos resultados coinciden con los encontrados en el presente estudio.

Por su parte, Morales *et al.* (2002c) señalaron con relación a la concentración de Hgb, que también se ve influenciada por la infestación parasitaria de manera negativa. Todos estos resultados fueron apoyados por diversos investigadores quienes plantearon que los

niveles de infestación parasitaria por nematodos digestivos se relacionan negativamente con parámetros hematológicos como el valor de Hto (Morales *et al.*, 2005) (Cuadro 10), y estos valores disminuyen en animales parasitados con especies hematófagas como *Haemonchus* y *Oesophagostomun*.

De esta manera, a pesar que la diferencia entre cargas parasitarias de nematodos no fue estadísticamente significativa, la tendencia a una mayor carga de nematodos y menor contaje de coccidia para el grupo C+, coincide con que este tiene los menores valores de Hto y Hgb, en este caso podría relacionarse con estas cargas de nematodos, ya que está ampliamente reportado que las parasitosis por nematodos afectan estos valores, pero en cuanto al efecto de coccidia se ha reportado que produce anemia ligera (Hidalgo y Cordero del Campillo, 1999) y los valores de estos parásitos en este tratamiento son los más bajos del experimento. En cuanto al consumo de canavalia por rumiantes no se encontraron datos que reporten que produzcan anemia.

**Cuadro 10.** Relación entre valores de hematocrito y concentración de gramos de hemoglobina en borregas de reemplazo discriminadas por nivel de infestación parasitaria.

<b>Niveles de infestación</b>			
<b>Variables</b>	Negativa	Moderada	Alta
<b>Hto</b>	27	27	24,5
<b>Hgb</b>	12	12,05	9,8

**Fuente:** Morales *et al*, 2002c. Modificado.

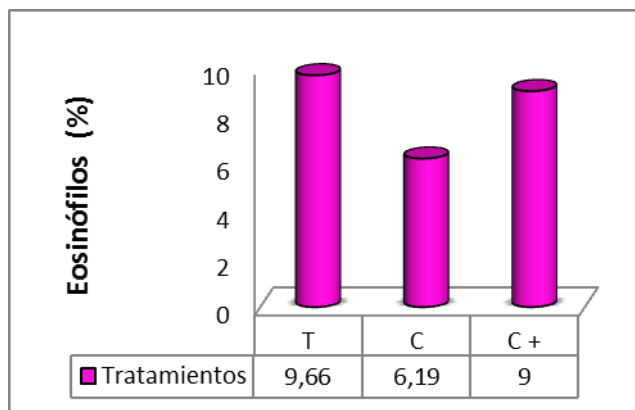
En la presente investigación los animales del tratamiento C+ son los más infestados con mayores cargas de nematodos digestivos, tienen una distribución de géneros donde el 40% son considerados hematófagos y además son los que se alimentaron con mayor dosis

de canavalia, y éstos animales resultaron con el más bajo porcentaje de Hto y menor valor de Hgb. Estos resultados coinciden con los observados en Cuba trabajando con ovinos con poliparasitismo y donde hubo correspondencia entre la intensidad parasitaria y los valores de Hgb y Hto y los animales más intensamente parasitados y estuvieron relacionados con los valores más bajos de estas variables (Navarro *et al.*, 2000).

En cuanto a la presencia de especies hematófagas, se plantea que éstas succionan cantidades importantes de plasma sanguíneo, mayores a las que el organismo es capaz de reemplazar, conduciendo a un considerable deterioro de los niveles de Hto y Hgb (Sandoval *et al.*, 2000). Algunos autores como Shalm *et al.* (1975) plantean que en el caso de tricostrongilinos de los ovinos y bovinos (excluyendo *H. contortus*) pueden producir una anemia normocítica normocrómica que tiene la apariencia de una depresión selectiva de la eritropoyesis y que el Hto ha llegado a reducirse hasta un 12% sin signos de reticulocitosis que compensen la anemia.

#### 4.1.3. Eosinófilos

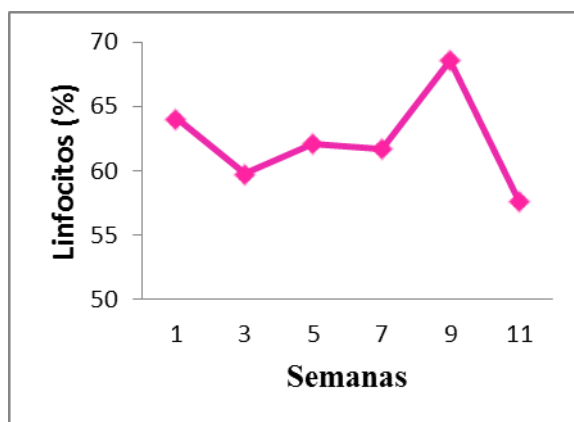
En el caso de los eosinófilos, los valores también se vieron afectados por los suplementos ofrecidos ( $P=0,0086$ ) (Figura 15) de manera que el suplemento suministrado a los animales repercutió en los contajes de este valor en los tratamientos. En la prueba de media de Tukey se obtuvo como resultado que el tratamiento **C** resultó ser estadísticamente diferente y el más bajo con 6,19%, y es el único dentro de los rangos referenciales, este grupo es estadísticamente distinto a **T** y **C+**, estos valores reflejan que estos últimos mencionados tienen valores más elevados a los referenciales según la literatura (Coles, 1974) y el grupo testigo fue el que evidenció un mayor contaje de estas células.



**Figura 15.** Medias de eosinófilos de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.

#### 4.1.4. Linfocitos

Los valores de linfocitos no fueron afectados por los suplementos ofrecidos ( $P=0,1918$ ) pero los valores de las diferentes semanas fueron estadísticamente diferentes entre sí ( $P=0,0265$ ) con un comportamiento errático durante el período de experimento (Figura 16), donde no se pudo precisar la tendencia de dicho valor ante la exposición a los distintos suplementos y condiciones ofrecidas a los animales.

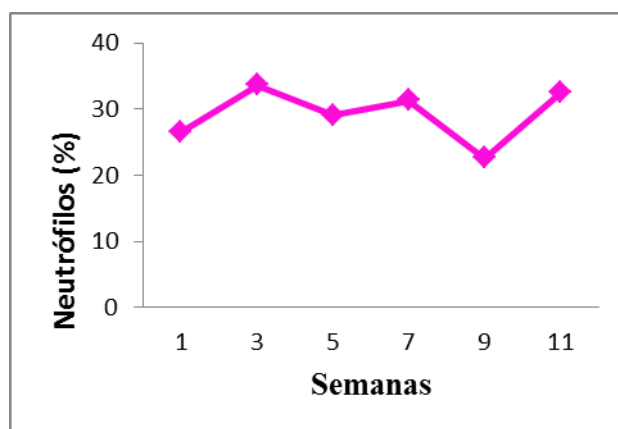


**Figura 16.** Medias semanales de linfocitos de todos los animales durante el período de experimento.

En la prueba de medias de Tukey resultó observable que los muestreos de las semanas 9 y 11 fueron estadísticamente diferentes entre sí y con las demás semanas, las medias de las semanas se mantuvieron entre 57,61 a 68 % todas dentro de los rangos normales según Coles (1974).

#### 4.1.5. Neutrófilos

Las medias de neutrófilos se afectaron por los suplementos suministrados a los animales ( $P=0,0087$ ) así como también las mediciones semanales de los animales ( $P=0,0029$ ) (Figura 17) pero sin tendencia establecida pero con un comportamiento errático durante el ensayo y todas las medias de los tratamientos se mantuvieron dentro de los rangos referenciales (Coles, 1974). Luego de la prueba de medias de Tukey se determinó que la semana 3 y la 9 son estadísticamente diferentes.



**Figura 17.** Medias semanales de neutrófilos de todos los animales durante el período de experimento.

De todos los animales experimentales los tratamientos **T** y **C+** presentaron eosinofilia (aumento de eosinófilos en sangre) la cual se estima que se dio debió a la parasitosis que

padecían, ya que esta condición se da en animales infestados, especialmente por trematodos y nematodos (Couto, 2010). Esta eosinofilia es más probable cuando los parásitos están migrando en el intestino que cuando se encuentran dentro de él (Meyer y Harvey, 2000). Se ha reportado que los eosinófilos se incrementan en sangre como reflejo de hipersensibilidad en infestaciones parasitarias donde los parásitos penetran el tejido del animal y producen daño por migración y esta respuesta inmune se produce cuando hay una sensibilización a las proteínas parasitarias que son liberadas al organismo (Coles, 1974; Schalm *et al.*, 1981).

En una investigación con ovejas mestizas West African en el estado Yaracuy se estudió la influencia de la infestación parasitaria por nematodos digestivos sobre el comportamiento leucocitario de los animales y se determinó que los elevados contajes de eosinófilos sugerían que este tipo de células es producto de una estimulación inmunológica por parte de los antígenos de los parásitos, esto se vio reflejado en el mayor valor de estas células en los grupos de animales con niveles negativos o moderados de HPG (Sandoval, 2007), en nuestros resultados el grupo testigo que obtuvo los contajes de nematodos más bajos entre los tres grupos e intermedios de coccidia contó con un mayor contaje de eosinófilos que sobrepasan el valor referencial normal.

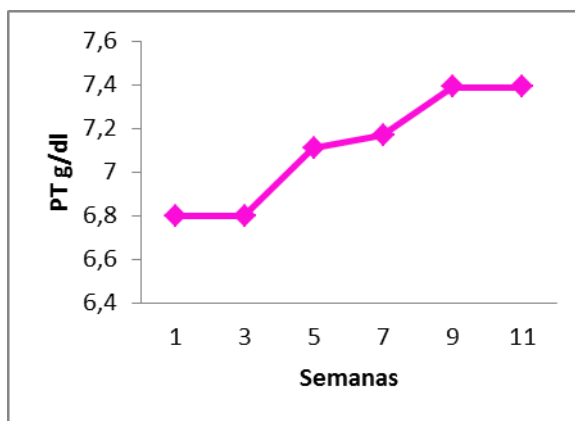
El grupo C obtuvo un valor intermedio de HPG y mayor valor de OPG con los valores más bajos de eosinófilos, y por último el tratamiento C+ con los mayores valores de HPG, menor valor de OPG y un valor de eosinófilos intermedio y por encima del rango, esto nos podría indicar que los tratamientos T y C+ fueron los más afectados por la migración larvaria de los parásitos lo que estimuló el sistema inmune de los animales del experimento, esto podría explicarse porque en el grupo C predominó el género *Haemonchus* y este género según algunos autores no penetra la mucosa del hospedador en gran extensión sino que está confinado en el lumen del tracto gastrointestinal (Balic *et al.*, 2006), por lo que se estima que la estimulación inmunológica es menor, por lo tanto así también la eosinofilia de los animales de ese grupo.



Los valores de linfocitos y neutrófilos en la investigación llevada a cabo por Sandoval (2007), mostraron con un comportamiento irregular sin presentar mayores variaciones durante el período de observación, lo cual coincide con nuestros resultados, donde según se puede ver en las Figuras 16 y 17 los valores se mantienen dentro del rango con un comportamiento errático, ésta escasa variación entre estos valores según los autores se corresponde a que la función primaria de estas células, no está directamente relacionada con el proceso parasitario

#### 4.1.6. Proteínas Totales

Los valores de PT se comportaron diferente a través de las semanas del muestreo (Figura 18) siendo estadísticamente significativo ( $P=0,0353$ ), no hubo efecto de los suplementos sobre los distintos tratamientos ( $P=0,3283$ ) y se observa que todos los grupos fueron aumentando sus niveles de este valor durante las 11 semanas de duración del experimento, estos resultados demuestran que un factor común a todos los tratamientos y que se mantiene durante el tiempo es el que permite este comportamiento a través del tiempo hasta el final de muestreo.



**Figura 18.** Medias semanales de PT de todos los animales durante el período de experimento.

Los valores referenciales de proteína total van de 5,9 a 7,8 g/dl según Fraser *et al.*, 1988, de esta manera se consideran dentro del rango todos los valores de este experimento por lo que se estima que ninguno de los animales presentó hipoproteïnemia, lo que difiere de resultados en estudios con animales altamente parasitados como los de la presente investigación.

Esta hipoproteïnemia se da principalmente por pérdida sanguínea que producen ciertos parásitos hematófagos, además por una hipoproteïnemia nutricional a causa de la disminución de consumo de agua y alimento (Schalm *et al.*, 1981; Couto, 2010), ésta condición está asociada también a animales con problemas hepáticos y la principal disminución en la proteína total es un reflejo de hipoalbuminemia (Coles, 1974; Schalm *et al.*, 1981), la disminución de las proteínas totales a causa de las parasitosis se ve evidenciada en los resultados de Sandoval *et al.*, 2007 donde las proteínas totales de los animales se incrementan post tratamiento simultáneo de antianémico con antihelmíntico a corderas West African.

Holmes (1993) estudió la influencia de la nutrición proteica en la patogenicidad de una infestación de *H. contortus* alimentando a los animales a dos niveles de ingesta de proteína, bajo y alto nivel y posteriormente infectando a 4 corderos de cada grupo a sus 4 meses de edad con 350 larvas/kg peso vivo y un grupo control sin infectar, los animales infectados presentaron anemia e hipoproteïnemia más severa en el grupo con bajo nivel de proteína. Sin embargo ambos grupos infectados respondieron bien a la pérdida sanguínea gástrica aumentando la tasa de producción de eritrocitos, estos resultados podrían explicar por qué nuestros animales mantuvieron niveles normales de proteínas totales ya que todos los grupos fueron alimentados con altos niveles de proteína, y además estos valores fueron aumentando dentro del rango a medida que los animales seguían consumiendo las dietas experimentales.

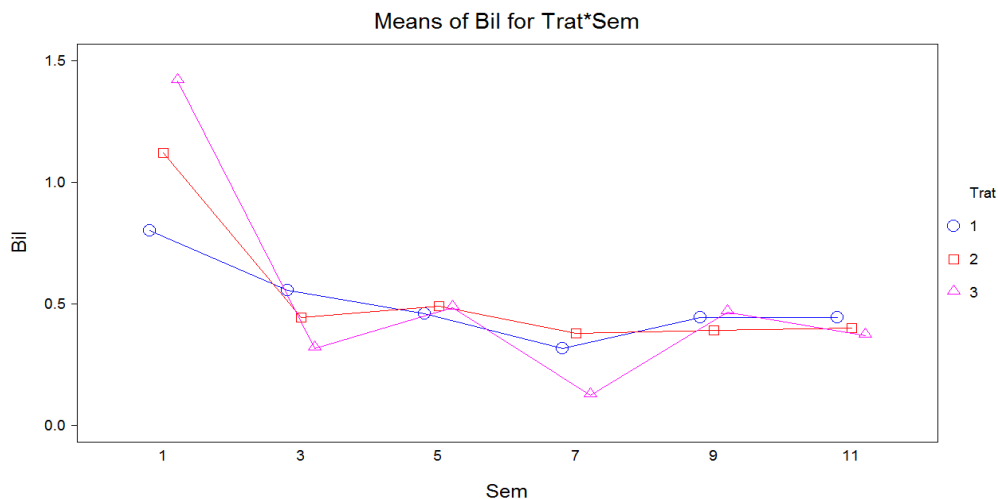
Estos resultados también son apoyados por León *et al.* (2008) quienes obtuvieron como resultados que los animales con mayor suplementación proteica mantuvieron sus valores de proteína totales dentro de los rangos que reflejaron mejor estado proteico de los

animales, en nuestro caso, no hubo efecto de tratamiento en las proteínas totales se estima que la presencia o no de canavalia en la dieta y sus distintas dosis no tienen repercusión directa en la síntesis de proteína pero si tiene un efecto nutricional el porcentaje de proteína que fue similar en las tres dietas, viéndose un efecto del tiempo de consumo en todos los grupos de muestreo.

## **4.2. Química sanguínea**

### **4.2.1. Bilirrubina total**

La interacción entre el efecto tratamiento y semana fue significativa ( $P= 0,0519$ ), donde los valores de bilirrubina total en todos los tratamientos tuvieron una tendencia a verse modificados en el tiempo de muestreo. En este caso, en la primera semana los animales de cada uno de los tratamientos reportaron valores muy diferentes, donde el más alto fue el valor del tratamiento C+ (Figura 19). Los rangos de referencia van de 0 a 0,5 mg/dl (Frasser *et al*, 1988). En el presente experimento, en la semana 1 todos los animales estaban por encima de este rango, y los animales de los tratamientos que consumieron canavalia tuvieron los mayores valores, posteriormente en el siguiente muestreo, todos los tratamientos experimentaron un descenso abrupto para entrar dentro de los valores citados como normales, y en líneas generales los animales presentaron esta tendencia hacia la normalidad a medida que avanzaba el ensayo y se mantuvieron así hasta el final del mismo.



**Figura 19.** Interacción de medias semanales con medias de tratamiento de bilirrubina durante el período de experimento.

Estos resultados demuestran el efecto hepático que podrían tener los suplementos suministrados en los animales, ya que según estos resultados hubo una reacción del hígado aumentando los niveles de bilirrubina en la primera semana de muestreo. Se estima que la inclusión de canavalia pudo causar ésta reacción ya que a medida que se incrementó la dosis, el valor sérico de bilirrubina total fue mayor.

En condiciones normales la remoción de los eritrocitos por las células retículo endoteliales resulta en la liberación del grupo Hem de la hemoglobina que origina biliverdina y que a su vez es reducida a bilirrubina, a nivel sanguíneo la bilirrubina total aumenta entre otros factores por incremento en la destrucción de eritrocitos o una conjugación de bilirrubina defectuosa en el hígado, que puede ocurrir en casos de toxemia, y de enfermedades específicas (Cornelius, 1977), como en el caso de los valores encontrados en el presente estudio, durante el primer muestreo.

La bilirrubina, como ya se mencionó tiene su metabolismo a nivel hepático que es uno de los órganos más importantes del cuerpo, considerado un órgano multifuncional y con elevado grado de reparación, por esta razón los signos de daño aparecen cuando existe un daño grave o crónico extendido (Aguilar, 2012), este alto grado de reparación pudo haber

influido en las disminuciones de los valores de bilirrubina observándose que al pasar de las semanas los grupos fueron capaces de entrar en rangos de normalidad y de igualarse los tratamientos entre sí hasta el final del experimento.

Estudiando borregos en Argentina se obtuvo como resultados que los animales del grupo testigo, es decir sin tratamiento ni manipulación los valores de bilirrubina total estaban alrededor de 0,23 mg/dl (Uzal *et al.*, 1992), pero los animales bajo tratamiento con cobre que ha demostrado producir intoxicación aguda en ovinos sus valores se elevaron por encima de los rangos normales.

Por otro lado, en una investigación con ovinos y taninos de quebracho los valores de bilirrubina total para los animales que consumieron más taninos fueron los más elevados del experimento y continuaron aumentando a medida que transcurría el muestreo y en este mismo grupo experimental los autores hallaron moderada degeneración vacuolar de los hepatocitos (Hervás, 2001), estos resultados muestran que ante daño hepático la bilirrubina total aumenta de manera continua, lo que difiere de nuestro resultados donde los valores aumentaron pero se normalizaron luego, lo que da a entender que a pesar que a medida que se aumenta la dosis de canavalia en la dieta la bilirrubina total aumenta, pero a medida que las semanas de muestreo transcurrieron se igualaron los grupos, por lo que se estima que no hubo daño hepático permanente sino una posible estimulación de los componentes de la canavalia, más probablemente de los MSP de la misma sobre el hígado lo que produjo el aumento en un principio de estos valores.

#### 4.2.2. Alanina aminotransferasa

En el caso de esta variable las medias de los tratamientos resultaron ser estadísticamente diferentes ( $P=0,0277$ ) así como también sus medias semanales ( $P=0,0039$ ) (Figura 20), por lo que se estima que los distintos tratamientos del experimento se vieron afectados por la suplementación suministrada, el rango normal de ALT reportado para ovinos es 14,8 a 43,8 U/l (Frasser *et al.*, 1988), en este caso el grupo T obtuvo el mayor

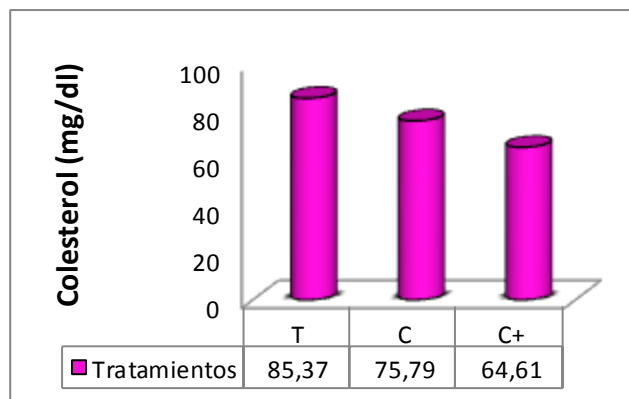
valor 22,37, seguido del C con 19,02 y por último el C+ con 18,40 U/L, aunque todos los promedios de esta enzima se encuentren dentro de los rangos normales para esta especie hay una diferencia estadística entre los tratamientos las cuales se representan en una significación según el estudio estadístico aplicado.



**Figura 20.** Medias semanales de ALT de todos los animales durante el período de experimento.

#### 4.2.3. Colesterol

Este valor se comportó similar que la ALT donde tratamiento ( $P < 0,0001$ ) y semana ( $P < 0,0001$ ) resultaron ser altamente significativos, de esta manera se presume que el valor de colesterol en suero de ovinos se puede verse modificado por consumo de diferentes niveles de canavalia y que se comportaron diferentes a través del tiempo. Este valor se encuentra dentro de los rangos reportados normales para ovinos que va desde 44,1 a 90,1 mg/dl (Frasser *et al.*, 1988), los valores para cada tratamiento están reflejados en la Figura 21 y luego de la prueba de Tukey el tratamiento C+ resultó ser estadísticamente diferente a los otros dos tratamientos.



**Figura 21.** Media de colesterol de los animales de los diferentes tratamientos durante el período de experimento.

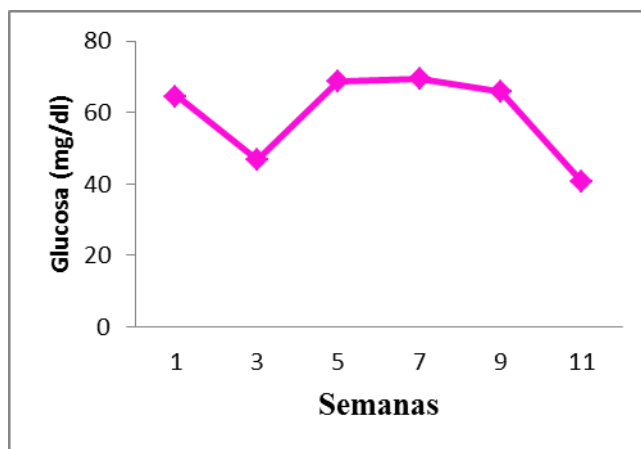
Se ha reportado que la presencia de *Bunostomum* en el íleon y yeyuno de rumiantes produce anemia, hipoproteinemia e hipocolesterinemia (Valdez, 2006) y tanto el tratamiento T como C+ tuvieron elevados contajes de este género parasitario, pero no fue suficiente para que los valores séricos de colesterol fueran menores al rango.

Este parámetro también es considerado un indicador de la integridad celular y necrosis hepática, aporta detalles del estatus energético del animal por ser un componente de los indicadores lipídicos (Aguilar, 2012) y de alguna manera del balance energético del animal (Galvis *et al.*, 2003), por estas razones el hecho que todos los valores se encuentren dentro de los rangos referenciales da motivos para estimar que ninguno de los tratamientos del experimento presentó daño significativo debido género parasitario predominante anteriormente mencionado, por otro género parasitario, ni por daños causados por MSP de la canavalia, y se estima que no hubo daño hepático en ellos.

#### 4.2.4. Glucosa

En este caso las medias semanales fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0,0001$ ) (Figura 22), y los tratamiento tuvieron una tendencia a ser diferentes ( $P = 0,0572$ ) de esta manera se plantea que los suplementos influyeron a través de las semanas de muestreo y

hubo una diferencia entre ellas importante, el promedio de este valor fue de  $59,30 \pm 16,11$  mg/dl, la cual se considera dentro de los valores normales reportados en ovinos que va de 44,0 a 81,2 mg/dl (Frasser *et al.*, 1988).



**Figura 22.** Medias de glucosa semanales de todos los animales durante el período de experimento.

La concentración de glucosa sérica se usa en perfiles metabólicos como un estimador nutricional para indicar el balance proteico y energético del animal, igual que los cuerpos cetónicos y los ácidos grasos no esterificados, ésta afirmación es apoyada por resultados de León *et al.* (2003) que obtuvo mayores valores de glucosa sérica en animales de los grupos que consumieron más proteína. En el caso del presente experimento los resultados obtenidos indican que los animales de todos los tratamientos consumieron dietas adecuadas con un buen balance nutritivo para los animales experimentales durante el tiempo de muestreo.

En el caso de los experimentos realizados por Bücher (1998), las ovejas en estudio presentaron cambios poco significativos de este metabolito, llegando el autor a la conclusión de que sólo se observarían disminuciones de la glucosa sanguínea bajo los rangos de referencia, cuando existe un manifiesto déficit energético.



#### 4.2.5. Urea

Los valores de urea no resultaron estadísticamente diferentes ni los tratamientos (P=0,9866), ni semanales (P=0,0723), el valor referencial es 10,3 a 26,0 mg/dl (Fraser *et al.*, 1988) y en el caso de este experimento todos los valores estuvieron fuera del rango y por encima de los valores referenciales anteriormente mencionados. Los niveles de urea en sangre están influenciados por factores como consumo y degradación proteica o nitrógeno no proteico en la dieta, catabolismo tisular (producto de ayuno prolongado) y niveles de energía en la dieta, este último por la estrecha relación que existe entre ambos metabolismos (León, 2012).

El valor de urea en sangre, se ha propuesto como reflejo del consumo de proteína y se plantea que animales que consumen niveles adecuados de proteínas se mantienen dentro de los rangos referenciales este valor (León *et al.*, 2008), por su parte daño renal, toxemia y dietas hiperprotéicas aumentan los valores de urea sanguínea (Coppo *et al.*, 2003) en el caso del consumo de proteína por parte de los animales, es de esperar que si los animales consumen niveles de proteína elevados la uremia aumenta.

Este aumento en la uremia se debe a que estos mayores consumos proteicos motivan una mayor absorción de amoníaco en el rumen y por consiguiente aumento de la síntesis de urea en el hígado (León, 2012), lo que podría explicar por qué en nuestro experimento la uremia de todos los animales se mantuvo elevada por encima de los valores referenciales durante todo el experimento, ya que todos los grupos consumieron dietas consideradas altas en proteína.

La degradación de proteína de la dieta también puede afectar este valor como ya se mencionó, lo que podría apoyarse por los resultados hallados en una investigación con ovejas y taninos condensados de quebracho donde los animales con mayor exposición a taninos tuvieron concentraciones de urea sanguínea más bajas que pudiera estar relacionada con la disminución de la degradación de proteína consumida producida por efecto de los taninos a nivel ruminal (Hervás, 2001).

La generación de urea en rumiantes ocurre como consecuencia de la detoxificación del amoníaco resultante del direccionamiento de aminoácidos hacia gluconeogénesis, por lo que animales con alta capacidad de detoxificar grandes cantidades de amoníaco son capaces de generar altos niveles de urea en sangre, además algunos autores reportan una relación positiva entre urea y colesterol (Galvis *et al.*, 2003), que no coinciden con nuestros resultados donde la correlación entre estos valores no fue significativa.

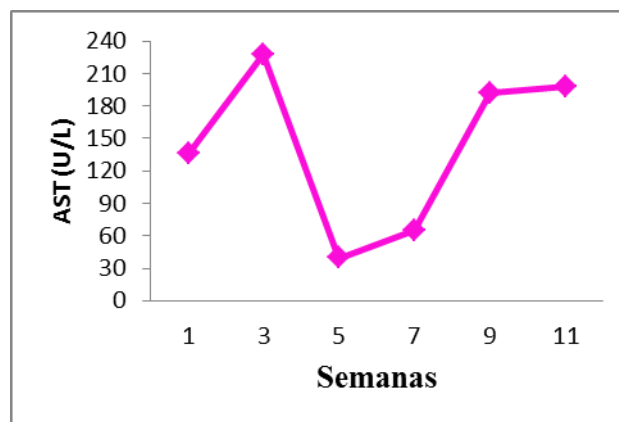
Se ha planteado que la administración en exceso de proteína en vacas próximas al servicio podría alterar el ambiente ruminal generando un aumento de amoníaco a este nivel con posterior aumento del nitrógeno uréico sanguíneo una vez realizado el ciclo de la urea en el hígado (Ortiz *et al.*, 2013), y en cabras en lactancia la uremia se elevó en el pico de lactancia posiblemente a consecuencia de un excesivo aporte de proteína en el concentrado sumado al catabolismo de proteínas corporales en función de satisfacer los requerimientos de los animales en este período (Bücher, 1998).

En una investigación con borregas en Chile donde se evaluó el efecto de la suplementación de nitrógeno no protéico sobre la fermentación ruminal y el metabolismo del animal se concluyó que los grupos tratados con nitrógeno no protéico obtuvieron valores de urea sanguínea por encima del rango referencial, resultados similares a los nuestros y en este caso a los mayores valores de urea fueron del grupo con mayor nitrógeno (Noro *et al.*, 2012b).

#### 4.2.6. Asparato aminotransferasa

La media de AST fue estadísticamente diferente en el transcurso de las semanas de muestreo ( $P < 0,0001$ ) (Figura 23). El comportamiento de las semanas durante el experimento fue errático hasta el final del tiempo de muestreo. En los distintos tratamientos su efecto no fue significativo ( $P = 0.0738$ ), por lo que se estima que este valor no fue

afectado por los suplementos suministrados a los animales y hubo una correlación significativa ( $P=0,0097$ ) y positiva ( $0,2423$ ) con los valores de urea.



**Figura 23.** Medias semanales de AST de todos los animales durante el período de experimento.

En el caso de la estadística descriptiva aplicada se observa que el promedio de casi todas las semanas para todos los tratamientos están por fuera de los valores referenciales que van de 49,0 a 123,3 U/L (Frasser *et al.*, 1988), la semana 5 está por debajo y el resto por encima, solo la semana 7 está dentro del rango con 64,91 U/L.

Tomando en cuenta que en la mayoría de las semanas el valor de AST estuvo más elevado del valor normal en todos los animales se podría pensar que en todos los grupos hubo un factor común que logró modificar el valor de la AST, que no sería la canavalina en la dieta pues el grupo **T** también se mostró afectado a medida que transcurría el ensayo, y no hubo tendencia definida en los valores en el transcurso del tiempo.

La concentración sérica de AST es considerada la enzima hepática más sensible para expresar lesiones hepatocelulares en grandes especies, esto fue planteado por Aguilar (2012) quien evaluó este parámetro en México trabajando con ovejas de pelo vacías semi-estabuladas y obtuvo como resultados valores dentro del rango que iban entre 47,63 y 122,13 U/L, este mismo autor señaló que esta enzima es producida en intestino y en

músculo estriado tanto esquelético como cardíaco. Esta enzima también aumenta su concentración por alteración de músculos esquelético y cardíaco, intoxicaciones, hipovitaminosis E y ciertas afecciones intestinales (Coppo *et al.*, 2003).

Los autores que han asociado la AST con la salud y funcionalidad hepática consideran que es de esperar que animales que tengan la capacidad de detoxificar grandes cantidades de amoníaco y por ende de generar altos niveles de urea en sangre tengan una buena funcionalidad hepática y presenten valores más bajos de AST (Galvis *et al.*, 2003), en nuestros resultados no se reflejó esta afirmación pues todos los grupos experimentales tuvieron elevada la uremia así como también los valores de AST de hecho en nuestro resultados estos valores presentaron una correlación positiva y altamente significativa que ya se mencionó, de esta manera se estima que el factor que esté modificando estos indicadores metabólicos es común para todos los grupos, descartando así que puedan ser afectados por los suplementos del experimento.

Contrario a los autores anteriormente mencionados, otros investigadores plantean que además de ser un indicador de daño hepático algunos también proponen que el exceso de proteína en la dieta de los animales se ve reflejado metabólicamente en elevadas concentraciones séricas de esta enzima que sugieren déficit energético (poca disponibilidad de energética para metabolizar el exceso de proteína; desequilibrio energético- proteína) (Aguilar, 2012).

Esto es apoyado por investigadores que plantean que en las dietas de los rumiantes con elevado contenido de proteína rápidamente degradable en el rumen aumenta la producción de amonio ruminal, el cual se absorbe y es metabolizado en el hígado a urea lo que aumentaría los niveles de urea sanguínea como ya se mencionó anteriormente, esta síntesis de urea está controlada por enzimas ureagénicas y la AST es una de las enzimas auxiliares en este proceso (Noro y Wittwer, 2012a).

Por su parte, autores como Chalupa *et al.* (1970), Noro y Wittwer (2012a), y Noro *et al.* (2012b) reportaron que la detoxificación del amoníaco aumenta por el incremento de la

actividad enzimática uregénica, debido al incremento de metabolitos de metabolitos necesitados para la producción de urea o ambos y cabe recordar que la AST es considerada una enzima de este proceso por lo que se estima que si se aumenta la detoxificación de urea ésta enzima aumentaría en sangre como en el caso de nuestros resultados.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio y el objetivo general planteado, se puede concluir que bajo las condiciones en las que nuestro ensayo fue planteado la dosis de 5 g canavalia/kg PV en corderas tropicales tuvo un efecto positivo de disminución de los contajes de ooquistes de *Eimeria*. Sin embargo no se encontró, para ninguno de los tratamientos, una disminución en los contajes de huevos de estróngilos. Por otra parte, se encontró una relación estrecha entre el peso de los animales más pesados y las menores cargas de estróngilos.

En cuanto a los géneros de nematodos *Bunostomum* es el que predomina en los animales experimentales y a su vez éste género resultó sensible a la inclusión de granos de canavalia molidos en el suplemento. El género *Haemonchus* disminuye un poco en el grupo con mayor suministro de canavalia considerándose susceptible a esta dosis, planteándose un efecto directo del consumo de canavalia sobre los géneros parasitarios presentes en corderas tropicales en crecimiento, siendo capaces de afectar la distribución de los mismos en los grupos.

La ganancia de peso de los animales de todos los tratamientos fue baja en comparación con la obtenida en otros ensayos en condiciones similares pudiendo atribuirse esto a la parasitosis elevada de los animales.

El tratamiento que consumió más canavalia tuvo valores hematológicos que concuerdan con cuadros anémicos, y fue el tratamiento con mayor carga de nematodos. Ninguno de los tratamientos presentó hipoproteinemia y la respuesta inmune de los animales no pareció verse afectada por el consumo de canavalia, ya que el tratamiento con mayor dosis de canavalia presentó eosinofilia, en respuesta a la presencia de los parásitos gastrointestinales que los afectaban.

Respecto a el estado hepático de los tratamientos se puede estimar que no hubo daño crónico en este órgano en tratamientos que consumieron canavalia demostrado por la disminución del valor de bilirrubina al transcurrir el tiempo de muestreo. Por otro lado los

valores séricos de AST y de urea se mantuvieron fuera de los rangos en todos los tratamientos lo que permite presumir que se debe a un factor común en los tres grupos, en este caso no sería la parasitosis sino el elevado porcentaje protéico de la dieta de los grupos experimentales, que eleva estos valores en rumiantes según ha sido reportado en la literatura.

Tomando en cuenta estos resultados se puede concluir en líneas generales que la suplementación con harina de granos de canavalia en las dosis suministradas a corderas tropicales en crecimiento es recomendada para controlar las infestaciones parasitarias controlando los contajes de *Eimeria* y de algunos géneros de nematodos sin producir daños aparentes en la salud de los animales que la consumen.

## VII. RECOMENDACIONES

Para el estudio del contaje de nematodos se recomienda trabajar con animales más pequeños y con grupos más homogéneos en cuanto al peso, para evitar así un posible enmascarado del efecto del peso sobre los HPG.

Debido a que los granos de canavalia resultaron ser efectivos para el control del contaje de ooquistes de *Eimeria*, sería interesante para investigaciones futuras hacer un estudio más detallado acerca de los géneros de éstos parásitos que son sensibles a estos compuestos.

Como se demostró en este caso y en investigaciones citadas, el suministro de harina de granos de canavalia tiene un importante valor nutricional por lo que sería interesante evaluar el efecto indirecto del consumo de harina de granos de canavalia pero con animales sanos o con infestaciones leves, lo que eliminaría el efecto de la parasitosis y permitiría expresar solo el posible efecto de la canavalia en este valor, ya que en nuestro caso pudo haberse enmascarado por el daño que ocasiona la parasitosis gastrointestinal *per se* en ovinos.



## VIII. BIBLIOGRAFÍA

**Aguilar**, E. 2012. Variaciones en la enzima AST y colesterol en hembras ovinas de tres sistemas de producción de ganadería tropical. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz. México. 26p. [en línea]. Dirección de URL: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30152/3/AguilarHdz.pdf> [Consulta: 26 de junio 2013].

**Aguilar-Caballero**, A., Torres-Acosta, J. y Sarmiento, R. 2009. Importancia del parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. *Avances en el control de parásitos gastrointestinales de ovinos en el trópico*. González Garduño R. y Berúmen Alatorre AC. Compiladores. pp. 1-11.

**Allain**, P., Poon, L., Chan, C., Richmond, W. y Fu, P. 1974. Enzymatic determination of Total Serum Cholesterol. *Clinical Chemistry*. 20 (4): 470-475.

**Avendaño**, M. 2010. Los productos naturales en la búsqueda de nuevos fármacos. Una visión de conjunto. *Real Academia Nacional de Farmacia*. [en línea]. Dirección URL: <http://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/viewFile/1150/1196> [Consulta: 3 de marzo 2011].

**Aymard**, G. y Cuello, N. 1991. Catalogo y adiciones a las especies neotropicales del género *Canavalia* (Leguminosae-Papilionae-Phaseoleae-Diocleinae). *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Producción, procesamiento, y utilización en la alimentación animal. Compilación de trabajos presentados en el primer Seminario-Taller sobre *Canavalia ensiformis*. Maracay, Venezuela. 45p.

**Balic**, A., Cunningham, C. y Meeusen, N. 2006. Eosinophil interactions with *Haemonchus contortus* larvae in the ovine gastrointestinal tract. *Parasite Immunology*. 28: 107- 115.

**Basabe**, J., Eiras, D.F. y Romero, J.R. 2009. Nutrition and gastrointestinal parasitism in ruminant production. *Archivos de Zootecnia*. 58:131-144.

**Bertorelli**, L. y **Ramírez**, A. 2000. Estudio electroforético de las albúminas y globulinas de cuatro genotipos de *Canavalia ensiformis*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 50: 74-80.

**Borchert**, A. 1964. Nematelmintos (Gusanos tubulares). Generalidades. En: *Parasitología Veterinaria*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp. 203- 216.

**Briones**, N., **Jiménez**, T. y **Farías**, M. 2009. Evaluación de espectrofotómetros para la elaboración de material de referencia empleado en la calibración y el control de la determinación de hemoglobina. *Revista de la Facultad de Medicina*. 32 (1). [en línea]. Dirección de URL: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04692009000100008](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692009000100008). [Consulta: 5 de julio 2013].

**Bücher**, D. 1998. Caracterización del balance metabólico energético y proteico en el período de ordeño de ovejas Latxa Cara Rubia a pastoreo. Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al Grado de Licenciado En Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Zootecnia. Universidad Austral de Chile. [en línea] <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvb919c/sources/fvb919c.pdf>. [Consulta: 3 de marzo 2013].

**Cabrera**, J. 1986. Algunos aspectos nutricionales de la utilización de la *Canavalia ensiformis* en rumiantes. Facultades Agronomía y Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Postgrado en Producción Animal. Tesis de Magister Scientiarum. 109 p.

**Cáceres**, O., **González**, E. y **Delgado**, R. 1995. *Canavalia ensiformis*: leguminosa forrajera promisorio para la agricultura tropical. *Pastos y Forrajes*. 18 (2): 107-119.

**Cole**, B. 1978. Methods of enzymatic analysis: drugs and pesticides. *Biochemical Education*. 16 (2) 112-113.

**Coles**, E. 1974. Erythrocytes. Capítulo 4. En: *Veterinary Clinical Pathology*. Segunda Edición. W. B. Saunders Company. Philadelphia. Estados Unidos. pp. 99- 141.

**Coop**, R. L y Sykes, A.R. 2002. Interactions between gastrointestinal parasites and nutrients. Capítulo 14. En: Freer, M. y Dove, H. (eds.) *Sheep Nutrition*. CAB Internacional. pp. 313-332.

**Coppo**, N., Coppo, J., Revidatti, M., Capellari, A., Navamuel, J. y Fioranelli, S. 2003. Influencia de la suplementación con pulpa de citrus sobre parámetros indicadores de efectos indeseables en vaquillonas de recria. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Resumen V-007. [en línea] Dirección de URL: <http://www.revistacyt.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/04-Veterinarias/V-007.pdf>. [Consulta: 4 de mayo 2013].

**Cornelius**, C. 1977. Nuevos conceptos sobre el metabolismo de los pigmentos biliares y función hepática. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 9 (2): 166- 169.

**Couto**, A. 2010. Caracterización genética y perfil hematológico y bioquímico de la raza “criolla lanada serrana” del Panalto Serrano Catarinense- Santa Catarina, Brasil. Tesis presentada como requisito para optar por el título de Doctor en Veterinaria. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. [en línea]. Dirección de URL: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/827/2009COUTO%20HACK%2c%20KARINA.pdf?sequence=1>. [Consulta: 28 de junio 2013].

**Cuéllar**, J. 2009. Nuevas opciones para el control de parásitos la ovinocultura tropical. En: *Primer Simposio de Ovinocultura Tropical*. Chiapas. México. pp. 1-21.

**Cuellar**, A. 1986. Parasitosis del aparato digestivo. Sección II. Aparato Digestivo. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Eds. Pijoan, P y Tórtora, J. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 103-118.

**Cuéllar**, J. 2007. Control no farmacológico de parásitos en ovinos -Nematodos gastroentéricos. [en línea]. Dirección de URL: <http://www.ovinos-caprinos.com.ar/SANIDAD/Control%20no%20farmacologico%20de%20parasitos%20en%20ovinos.pdf>. [Consultado: 20 de noviembre 2010].

**Chacín**, F. 2000. Diseño y análisis de experimentos I. (1ª ed.). Impreso en los talleres FEPUVA- Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 150-152.

**Chalupa**, W., J. Clark, P. Opliger y R. Lavker. 1970. Detoxication of ammonia in sheep fed soy protein or urea. *Journal of Nutrition*. 100: 170-176.

**Domínguez**, M. y Parra, R. 1988. Nutrición de rumiantes y microbiología ruminal. Capítulo V. En: desarrollo de la producción y utilización comercial de la *Canavalia ensiformis* en la alimentación animal. Informe del primer año de actividades. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Veterinaria. Maracay. Venezuela. pp. 130-140.

**Elizalde**, A., Porrilla, Y. y Chaparro, D. 2009. Factores antinutricionales en semillas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Artículos Originales. 7 (1): 45-54.

**Escobar**, A., Paredes, L. y Fernández, L. 1986. Suplementación de becerros predestete con harina de canavalia (grano molido). Instituto de Producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, Informe Anual 1986. pp. 35- 36.

**Escobar**, A., Viera, J., Dixon, R., Mora, M. y Parra, R. 1983. *Canavalia ensiformis*: una leguminosa para la producción animal en los trópicos. Instituto de Producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, Informe Anual 1983. pp. 131-164.

**Espinosa**, J. y Espinoza, A. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa para el desarrollo pecuario de algunas regiones de México: una revisión. *Interciencia*. 32 (6).

**Fazio**, L., Yacachuri, N., Galván, W., Peruzzo, E., Streitenberger, N. y Sánchez, R. 2001. Efecto de nematodos gastrointestinales resistentes a ivermectina en engorde a corral: observaciones preliminares. *Sitio Argentino de Producción Animal*. pp. 1-7.

**Fitches**, E. 1998. The mechanisms of action of insecticidal lectins from snowdrop (GNA) and jackbean (Concanavalin A) on tomato moth larvae. Durham Thesis, Durham

University. Durham E-Thesis. [en línea]. Dirección de URL: <http://etheses.dur.ac.uk/4654/>. [Consulta: 3 de julio 2013].

**Frasser, C., Mays, A., Amstutz, H., Archivald, J., Armour, J., Blood, D., Newberne, P. y Snoeyenbos, G.** 1988. Valores y Procedimientos clínicos. Parte III. En: El Manual Merck de Veterinaria. Tercera Edición en español. Merck y Co., INC. Madrid, España. pp. 1011-1055.

**Galvis, R., Correa, H. y Ramírez, N.** 2003. Interacciones entre el balance nutricional, los indicadores del metabolismo energético y proteico y las concentraciones plasmáticas de Insulina e IGF-1 en vacas en lactancia temprana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16 (3): 237-248.

**García, C.** 2010. Mecanismos de acción de las plantas ricas en taninos sobre la población adulta de nematodos gastrointestinales de los pequeños rumiantes. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Toulouse. 129p. [en línea]. Dirección de URL: [http://oatao.univ-toulouse.fr/7061/1/martinez\\_ortiz\\_de\\_montellano.pdf](http://oatao.univ-toulouse.fr/7061/1/martinez_ortiz_de_montellano.pdf) [Consulta: 8 de febrero 2013].

**García, D.** 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*. 27 (2): 101- 116.

**García, F. y Rivera, M.** 1985. Manual de Prácticas de Parasitología Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 55p.

**González, J.** 1983. Efecto de la cocción a presión del grano de *Canavalia ensiformis* con tratamiento previo de remojo sobre los factores antinutricionales para pollos de engorde. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el grado de *Magister Scientiarum*. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 16-20.

**González, R.** 2004. Degradación ruminal de harinas de granos de dos variedades de Canavalia (*Canavalia ensiformis* y *Canavalia gladiata*). *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*. 38 (1): 53- 56.

**González, R.,** Torres, G., Nuncio, M., Cuéllar, J. y Zermeño, M. 2003. Detección de eficiencia antihelmíntica en nemátodos de ovinos de pelo con la prueba de reducción de huevos en heces. *Livestock Research for Rural Development*. 15(12). [en línea]. Dirección de URL: <http://www.lrrd.org/lrrd15/12/gonza1512.htm>. [Consulta: 22 de septiembre 2010].

**Guzmán, M.,** Fiel, C. y Steffan, P. 2010. La infección cruzada de *Haemonchus contortus* de ovinos a bovinos y el riesgo de transmisión de resistencia antihelmíntica. *Revista Veterinaria Argentina*. 27 (272).

**Habela, M.,** Sevilla, R.G., Corchero, E., Fruto, J.M., y Peña, J. 2002. Nematodosis gastrointestinales en ovinos. [en línea]. Dirección de URL: [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/parasitarias/parasitarias\\_ovinos/87-nematodosis\\_gastrointestinales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_ovinos/87-nematodosis_gastrointestinales.pdf) [Consulta: 15 de enero 2011].

**Hansen, J. y B. Perry.** 1994. Packed cell volume determination (PCV, Haematocrit). Capítulo 5. Supplementary diagnosis procedure. En: The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases, Nairobi, Kenya; 171 p.

**Haro, J.** 2002. Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes a Pastoreo. *Acta Universitaria*. 12 (3): 56- 63.

**Hegarty, M.** 1978. Toxic amino acids of plant origin. Capítulo VIII. Other toxicities. En: Effects of poisonous plants on livestock. Eds: Keeler, R., Van Kampen, K. y James, L. Academy Press, INC. Nueva York. Estados Unidos. pp. 587-590.

**Hervás, G.** 2001. Los taninos condensados de quebracho en la nutrición de ovejas. Efecto sobre la fermentación en el rumen y la digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. Tesis presentada para optar al título de Doctor. Departamento de Producción animal. Universidad de León. [en línea]. Dirección de URL:

[http://digital.csic.es/bitstream/10261/5114/1/Herv%C3%A1s\\_2001%20\(Tesis%20doctoral\).pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/5114/1/Herv%C3%A1s_2001%20(Tesis%20doctoral).pdf) [Consulta: 20 de junio de 2013].

**Hidalgo**, M. y Cordero del Campillo, M. 1999. Coccidiosis. Parasitosis del Aparato digestivo. Capítulo 17. En: Parasitología Veterinaria. Eds. Cordero del Campillo, M., Rojo, F., Martínez, A., Sanchez, M., Hernández, S., Navarrete, I., Diez, P., Quiroz, H. y Carvalho, M. Mc Graw-Hill-Interamericana de España. Madrid. España. pp. 195- 212.

**Holmes**, P. 1993. Interactions between parasites and animal nutrition: the veterinary consequences. *Proceedings of the Nutrition Society*. 52: 113- 120.

**Hughes**, H.P., Speer, C.A., Kyle, J. y Dubei, J. 1987. Activation of murine macrophages and a bovine monocyte cell line by bovine lymphokines to kill the intracellular pathogens *Eimeria bovis* and *Toxoplasma gondii*. *Infection and Immunity*. 55:784-791.

**Iason**, G. 2005. The role of plant secondary metabolites in mammalian herbivory: ecological perspectives. *Proceedings of the Nutrition Society*. 64:123-131.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (INIA)**. 2012. Históricos de datos climatológicos. Reporte de Estación Agroclimática CENIAP [En línea]. Dirección de de  
URL: [http://agrometeorologia.inia.gob.ve/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=1793&Itemid=31](http://agrometeorologia.inia.gob.ve/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1793&Itemid=31). [Consulta: 16 de octubre 2013].

**Jackson**, F. y Coop, R. L. 2000. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology*. 120:95-107.

**Kingsbury**, J. 1978. Ecolog of poisoning. Capítulo II. General Topics. En: Effects of poisonous plants on livestock. Eds: Keeler, R., Van Kampen, K. y James, L. Academy Press, INC. Nueva York. Estados Unidos. pp. 81-92.

**León**, A. y Torres, D. 2010. Manejo de rebaños ovinos en el occidente de Venezuela y valores sanguíneos en ovinos. *Mundo Pecuario*. 6 (2): 169- 227.

**León, A., Vargas, R., Michelangeli, C., Carabaño, J., Risso, J. y Montilla, J.** 1993. Valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis* en dietas para aves y cerdos. En: Vargas, R.E., A. León y A. Escobar (Eds.) *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Producción, Procesamiento y Utilización en Alimentación Animal. Futuro. San Cristóbal, Venezuela. pp. 213-227.

**León, E., Olmos, M., Rodríguez, A., Fonseca, Y. y Labrada, A.** 2003. Variación del crecimiento e indicadores hematoquímicos en reproductoras Pelibuey cubana suplementadas con *Leucaena* durante el período de cubriciones. *Pastos y forrajes*. 26 (1): 61-65.

**León, E., Rodríguez, A., Olmos, M., Fonseca, Y. y Labrada, A.** 2008. Inclusión de follaje fresco de leucaena y miel- urea en dietas de ovejas reproductoras Pelibuey Cubana lactantes explotadas en pastos naturalizados. *Zootecnia Tropical*. 26 (3): 367- 370.

**León, J.** 2012. Perfil metabólico e inicio de la actividad ovárica post-parto en vacas doble propósito. Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiarum en Reproducción Animal y Tecnología de la Inseminación Artificial. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Postgrado en Reproducción Animal y Tecnología de la Inseminación Artificial. [en línea]. Dirección de URL: [http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/3293/1/T026800002637-0-Tesis\\_Final\\_Jhonny\\_Leon-000.pdf](http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/3293/1/T026800002637-0-Tesis_Final_Jhonny_Leon-000.pdf). [Consulta: 5 de abril 2013].

**Levine, N.** 1978. Tricostrogilos. Capítulo 15. Parte D. Nematodos. Sección II. Los parásitos. En: Tratado de Parasitología Veterinaria. Traducido del inglés Tarazona, J. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 106-115.

**Liener, D.** 1979. Phytohemagglutinins. Capítulo 16. En: *Hervibores their interaction with secondary metabolites*. Eds. Rosenthal, G. y Janzan, D. Academy Press, Inc. Nueva York. Estados Unidos. pp. 567-591.

**López, S. y Salazar, J.** 2011. Prevalencia y abundancia de estróngilos en el rebaño ovino de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela- Campus Maracay.



Trabajo de Investigación presentado como requisito para aprobar la asignatura Trabajo de Investigación. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Bioanálisis. 40p.

**Lynd, J.** y Ansman, T. 1991. Simbiosis nodular tripartita distintiva gobierna la síntesis de componentes altamente nitrogenados en la *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Alternativas de uso en la *Canavalia ensiformis* en la alimentación de rumiantes. *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Producción, procesamiento, y utilización en la alimentación animal. Compilación de trabajos presentados en el primer Seminario-Taller sobre *Canavalia ensiformis*. Maracay, Venezuela. pp. 77-84.

**Martínez de Acurero, M.,** Acuro, G., Azócar, R., Caraballo, A. y Fuenmayor, C. 1996. Efecto de la suplementación proteico energética sobre el comportamiento productivo de corderas West African. *Zootecnia Tropical*. 14 (1): 69-78.

**Martínez, C.** 2010. Mecanismos de acción de las plantas ricas en taninos sobre la población adulta de nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. Tesis en cotutela. Presentada como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México. [en línea]. Dirección de URL: [http://oatao.univ-toulouse.fr/7061/1/martinez\\_ortiz\\_de\\_montellano.pdf](http://oatao.univ-toulouse.fr/7061/1/martinez_ortiz_de_montellano.pdf). [Consulta: 20 de abril 2013].

**Medina, R.** y Sánchez, A. 2006. Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra strongílidos digestivos. *Zootecnia Tropical*. 24 (1) 55-68 p.

**Méndez, A.** 2002. Efecto de la Concanavalina A sobre el valor de la energía metabolizable y la digestibilidad del nitrógeno de las harinas de maíz y soya, en gallos adultos. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento Médico Quirúrgico. Cátedra de Medicina Poblacional. Universidad Central de Venezuela. 59 p.

**Méndez, A.,** Vargas, R., Sivoli, L. y Michelangeli, C. 2004. La Concanavalina A reduce la Energía Metabolizable Verdadera del maíz. *Zootecnia Tropical*. 22:251-263.

**Meyer, D.** y Harvey, J. 2000. Evaluación de anormalidades eritrocitarias. Capítulo 3. El laboratorio en medicina veterinaria interpretación y diagnóstico. En: El laboratorio en Medicina Veterinaria. Interpretación y diagnóstico. Segunda Edición. Editorial Inter-médica. Buenos Aires, Argentina. pp. 45-88.

**Michelangeli, C.,** Pérez, G., Méndez, A. y Sívoli, L. 2004. Efecto del tostado del grano de *Canavalia ensiformis* sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento. *Zootecnia Tropical*. 22 (1): 87- 101.

**Milton, J.** 1978. The role of ruminal microbes in the metabolism of toxic constituents from plants. Capítulo II. General topics. En: Effects of poisonous plants on livestock. Eds: Keeler, R., Van Kampen, K. y James, L. Academy Press, INC. Nueva York. Estados Unidos. pp. 101-120.

**Mireles, E.,** Valencia, M. y Gutiérrez, I. 2010. Parasitosis gastrointestinal natural y la ganancia diaria de peso en corderos lactantes en el trópico seco de Guerrero, México. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 11: 1-9.

**Molan, A. L;** Waghorn, G. C. & McNabb, W. C. 2002. Effect of condensed tannins on egg hatching and larval development of *Trichistrongylus culobriiformis in vitro*. *Vet, Recor*. 150 (3), 65-60.

**Mora, M.** 1983. *Canavalia ensiformis*: uso en rumiantes. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister Scientiarum en Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 195p.

**Mora, M.,** Combellas, J., Silva, E. y Rodríguez, E. 1987. Función ruminal de ovinos alimentados con *Canavalia ensiformis*. II. Efectos sobre el consumo de forraje. Instituto de Producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, Informe Anual 1987: 57-58.

**Mora, M.,** Domínguez, M. y Escobar, A. 1991. Alternativas de uso en la *Canavalia ensiformis* en la alimentación de rumiantes. *Canavalia ensiformis (L.) DC*. Producción, procesamiento, y utilización en la alimentación animal. Compilación de trabajos

presentados en el primer Seminario-Taller sobre *Canavalia ensiformis*. Maracay, Venezuela. pp. 251-252.

**Morales, G, Pino, L., León, E., Rondón, Z., Guillén, A., Balestrini, C. y Silva, M. 2002c.** Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de infestación parasitaria en ovinos de remplazo. *Veterinaria Tropical*. 27(2): 87-98.

**Morales, G. y Pino L. 2009.** Nematodes parásitos de los rumiantes domésticos en Venezuela diagnóstico y control. Primera Edición, Caracas Venezuela. pp. 39-54.

**Morales, G. y Pino, L. 2002b.** Distribución y abundancia de los huevos de estróngilos digestivos y de los ooquistes de *Eimeria* spp., en las heces de ovinos estabulados. *Veterinaria Tropical*. 27 (1): 5-15.

**Morales, G., Pino, A. y Sandoval, E. 2006.** La estrongilosis digestiva de ovinos a pastoreo en Venezuela. *Revista electrónica de Veterinaria*. 7 (11): 1-15.

**Morales, G., Pino, L. y Sandoval, E. 2005.** La estrongilosis digestiva de los ovinos a pastoreo en Venezuela. III Curso Intensivo de Producción de Ovinos. Coordinación de Extensión. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. pp. 24-42.

**Morales, G., Pino, L., León, E., Rondón, Z., Guillén, A., Balestrini, C. y Silva, M. 2002a.** Niveles de infección parasitaria en ovinos de reemplazo naturalmente infectados. *Veterinaria Tropical*. 27 (2): 127-135.

**Moreno, G., Osoro, K., Mateos, A., García, U., Frutos, P., Celaya, R., Ferreira, L., Hervás, G., Ortega, L. y Ferre, I. 2009.** Effects of heather (*Ericaceae*) supplementation on gastrointestinal nematodes and live weight changes in naturally- infected cashmere goats managed under two different stocking rates. En: Nutritional and foraging ecology of sheep and goats. *Options Méditerranéennes. SERIES A: Mediterranean Seminars. Number 85.* pp. 425-430.

**Nari**, A. 2001. Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. En: *Memorias II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*. Mérida, Yucatán, México. [en línea]. Dirección de URL: <http://www.aleprycs.net/documents/21709/28520/DIAGNOSTICO-CONTROL+RESISTENCIA+ANTIHELMINTICA+EN+PEQ.+RUMIANTES.pdf>  
[Consulta: 1 de abril 2013].

**Nari**, A., Eddi, C., Martins, J. y Benavides, E. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: estado actual con énfasis en América Latina. [en línea]. Dirección de URL: <http://www.rlc.fao.org/es/ganaderia/pdf/y4813s00.pdf> [Consulta: 9 de septiembre 2010].

**National Research Council (NRC)**. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminant. Sheep, Goats, Cervids and new world camelids. The National Academies Press. Washington, Dc. 256p.

**Navarro**, L., González, T., García, S., Vale, M. y Mencho, J. 2000. Influencia de parásitos gastrointestinales sobre hemoglobina y hematocrito de ovinos jóvenes. *Revista de Producción Animal*. 12: 55-58.

**Niec**, R. 1968. Cultivo e identificación de larvas infectantes de nemátodos gastrointestinales del bovino y ovino. *Manual Técnico INTA-Argentina*. 3: 1-37.

**Noro**, M. y Wittwer, F. 2012a. Interrelaciones entre ureagénesis y gluconeogénesis hepática en rumiantes alimentados con elevado contenido de nitrógeno. *Veterinaria México*. 43: (2) 143- 154.

**Noro**, M., Scandolo, D. y Wittwer, F. 2012b. Respuesta metabólica en ovinos suplementados con alto contenido de nitrógeno no proteínico en la dieta. *Zootecnia Tropical*. 30 (3) 225- 235.

**Ortiz**, W., Pacheco, A. y Quirino, R. 2013. Evaluación del nitrógeno ureico sanguíneo y pH uterino en vacas suplementadas con pollinaza como fuente proteica. *Revista Electrónica Veterinaria*. 14 (6). [en línea]. Dirección de URL:

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060613/061303.pdf>. [Consulta: 12 de junio 2013].

**Otero, M.** e Hidalgo, L. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). *Livestock research for Rural Development*. 16 (2): 1-9.

**Pedraza, R.,** Martínez, S., Hernández, J. y Franco, F. 2005. Los taninos en los forrajes y su papel en la nutrición de los rumiantes. Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camaguey. Cuba y Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. [en línea]. Dirección de URL: <http://www.reduc.edu.cu/147/05/1/14705105.pdf> [Consulta: 20 de mayo 2012].

**Pietrosemoli, S.,** Olavez, R., Montilla, T. y Campos, Z. 1999. Empleo de hojas de Neem (*Azadirachta indica* A Juss) en control de nematodos gastrointestinales de bovinos a pastoreo. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 16 (1): 220-225.

**Poppi, D.,** MacRae, J., Brewer, A., Dewey, P. y Walker, A. 1985. Calcium and phosphorus absorption in lambs exposed to *Trichostrongylus colubriformis*. *Journal of Comparative Pathology*. 95: (3) 453- 464.

**Power, L.,** Rivera, M., Ruiz, H. y Moissant, E.1976. Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos de Venezuela. Las producidas por helmintos parasitarios. Universidad Central de Venezuela. Cátedra de Parasitología y Enfermedades Parasitarias. Vol. II, Capítulo III. pp. 147-155.

**Quesada, A.** 2008. Las plantas medicinales. *Revista Biocenosis*. 21 (1-2) 20-23.

**Quijada, J.,** Bethancourt, A., Pérez, A., Vivas, I. Y Salcedo, P. 2008a. Distribución y abundancia de los huevos de estróngilos digestivos en bovinos infectados naturalmente. *Revista MVZ Córdoba*. 13:1280-1287.

**Quijada, J.,** Bethancourt, A., Rosales, N., Pérez, A., Salvador, A., Vivas, I. y Aguirre, A. 2008b. Prevalencia, distribución, y abundancia de huevos de estróngilos digestivos y ooquistes de *Eimeria spp* en caprinos estabulados infectados naturalmente. *Zootecnia Tropical*. 26 (4): 475-480.

**Quijada, J.,** Bethancourt, A., Sulvarán, D., Salcedo, P., Aguirre, A., Vivas, I., López, E. y Pérez, A. 2012. Estrongilidos digestivos en caprinos: contajes fecales de huevos y valores de la escala FAMACHA en un rebaño infectado naturalmente. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 12 (5): 418- 425.

**Quijada, J.,** Garcia, F., Vivas, I., Simoes, D. y Rondón, Z. 2006. Prevalencia de infecciones por estrongilos digestivos en un rebaño ovino del Estado Aragua en la época de lluvia. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 16 (34):341-346.

**Quijada, J.,** Vivas, I., Pérez, A., García, F., García, M. y Rondón, Z. 2005. Distribución y abundancia de huevos de estróngilos en ovinos de diferentes grupos etarios naturalmente infectados. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 46 (1).

**Quiroz, H.** 1990. Parasitología y enfermedades parasitarias en animales domésticos. Cuarta reimpresión. Editorial Limusa, S.A de C.V. pp. 120-443.

**Ramírez, L.,** Torres, D., León, P., Azuaje, K., Sánchez, F. y Díaz, A. 1998. Observaciones hematológicas en rumiantes tropicales. *Revista Científica. FCV-LUZ*. 3(2): 105- 112.

**Ramos, G.,** Frutos, P., Giráldez, F. y Mantecón, A. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de Zootecnia*. 47. 180: 597- 620.

**Reverón, A.** 1996. Temas ovinos y Caprinos. 3<sup>a</sup> Edición. Espansade S.R.L Editores. Maracay. Venezuela. pp. 223-225.

**Rincón, A.** 2007. Tecnologías para la producción ovina tropical. Primera Edición. Colección de Textos Universitarios. Ediciones Vicerrectorado Académico. Universidad del Zulia. pp. 73-75.

**Ríos- de Álvarez, L.** 2009. Mechanisms of action of plant secondary metabolites and their effect on the immune response of parasitised sheep. Tesis PhD. Universidad de Edimburgo. 171p.

**Ríos, G.** 1991. Alternativas de uso en la *Canavalia ensiformis* en la alimentación de rumiantes. *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Producción, procesamiento, y utilización en la alimentación animal. Compilación de trabajos presentados en el primer Seminario-Taller sobre *Canavalia ensiformis*. Maracay, Venezuela. pp. 230-231.

**Ríos-de Álvarez, L., Huntley, J., Jackson, F., Cortez, F., Grant, G. y Greer A.** 2011b. Effect of the intake of jack bean (*Canavalia ensiformis*) on the control of gastrointestinal parasites and the growth of tropical lambs. 23<sup>rd</sup> International Conference of the World Association for the advancement of Veterinary Parasitology. 295p.

**Ríos-de Álvarez, L., Jackson, F., Grant, G., Huntley, J.F.** 2007. Lectinas: ¿Metabolitos secundarios de las plantas con efecto antihelmíntico en ovinos? XXXVIII Jornadas de Estudio y XII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA/AIDA. Zaragoza, España.

**Ríos-de Álvarez, L., Jackson, F., Greer, A., Bartley, Y., Bartley, D.J., Grant, G., Huntley, J.F.** 2011. *In vitro* screening of plant lectins and tropical plant extracts for anthelmintic properties. *Veterinary Parasitology*. 186 (3): 390-398.

**Rivas, R., García, F., Ríos, L., Bermúdez, V. y Vale, O.** 2003. Patogenicidad de un aislado mixto de especies *Eimeria* inoculado experimentalmente en corderos predestete. Instituto de Producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, Informe Anual 2003: 75. Abstract.

**Rodríguez, J. y Coello L.** 1988. Evaluación de factores antinutricionales del grano de *Canavalia ensiformis*: efecto de varios tratamientos. Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Mención Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 12-15.

**Rodríguez, R. y Rodríguez, Y.** 2007. La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 41 (4): 303-311.

**Romero, J.** y Boero, C. 2001. Epidemiología de la gastroenteritis verminosa de los ovinos en regiones templadas y cálidas de la Argentina. *Analecta Veterinaria*. 21(1): 21-37.

**Rossanigo, C.** 2007. Coccidiosis y Criptosporidiosis. Capítulo 4. En: Enfermedades parasitarias de los bovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. Eds. Suarez, V., Olaechea, F., Romero, J. y Rossanigo, C. *Publicación Técnica. EEA INTA Anguil*. Argentina. pp. 231- 236.

**Ruckebusch, Y.,** Phaneuf, L. y Dunlop, R. 1994. Motilidad gastrointestinal del rumiante. Capítulo 25. Secreciones digestivas exocrinas. Capítulo 26. Sección III. Aparato digestivo. En fisiología de pequeñas y grandes especies. Editorial El Manual Moderno, S.A de C.V. México, D.F. pp. 291- 317.

**Salas, B.** 2000. Identificación de poblaciones de *Haemonchus contortus* resistentes a antihelmínticos por medio de técnicas de biología molecular. Temas selectos de parasitología. Vol. 1 181-188pp. [en línea]. Dirección de URL: [http://fmvzenlinea.fmvz.unam.mx/file.php/60/Material\\_lectura/Temas\\_Selectos.pdf](http://fmvzenlinea.fmvz.unam.mx/file.php/60/Material_lectura/Temas_Selectos.pdf). [Consulta: 7 de abril 2013].

**Sampson, E.,** Baird, M., Burtis, C. 1980. A coupled-enzyme equilibrium method of measuring urea in serum: Optimization and evaluation of the AACC Study Group on urea candidate reference method. *Clinical Chemistry*. 26: 816-826.

**Sandoval, C.,** Castro, F. y Herrera, G. 2001. Cambios en la población de protozoarios ruminales por efecto de la inclusión de *Canavalia ensiformis* en la dieta de bovinos. *Revista Biomédica*. 12: 166- 171.

**Sandoval, E.** 2007. Evaluación del comportamiento leucocitario en ovejas a pastoreo como un criterio para determinar la susceptibilidad a la infección con estróngilos digestivos. *Revista Electrónica Veterinaria*. 8 (9): 1-7.

**Sandoval, E.,** Morales, G., Jiménez, D., Pino, L. y Márquez, O. 2007. Efecto de tratamientos antiparasitario y antianémico sobre la ganancia de peso e indicadores



hematológicos en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales. *Zootecnia Tropical*. 25(4): 285-290.

**Sangeeta**, M. 2012. Isolation and characterization of concanavalin A of Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) seed. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Magister Scientiarum en Ciencias de la vida. Instituto Nacional de Tecnología, Rourkela. Departamento de Ciencia de la vida. Odisha, India. [en línea]. Dirección de URL: [http://ethesis.nitrkl.ac.in/3130/1/sangeeta\\_thesis1123.pdf](http://ethesis.nitrkl.ac.in/3130/1/sangeeta_thesis1123.pdf). [Consulta: 2 de julio 2013].

**Santamaría**, M. y Berumen, A. 2004. Coccidiosis en ovinos. *3er Seminario de Producción Intensiva de ovinos*. Universidad Autónoma de Tabasco. pp. 15-18.

**Saratsis**, A., Stefanakis, A., Joachim, A., Tzanidakis, N., Voutzourakis, N. y Sotiraki, S. 2011. Effect of sainfoin on lamb coccidiosis. En: 23<sup>rd</sup> International Conference of the World Association for the advancement of Veterinary Parasitology. 298p.

**Sarmiento**, L., Rondón. y Martínez, N. 1983. Diferentes niveles de proteína en el crecimiento de corderos. Instituto de Producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, Informe Anual 1982: 112-113. Abstract.

**Sayago**, D., Ríos, L., Rondón, Z., García, F., Colmenares, O., Machado, I. y Muñoz, G. 2004. Uso de controles profilácticos y terapéuticos de coccidiosis en corderos tropicales. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. Producción Animal. 45 (1): 45-54.

**Schalm**, O., Jain, N. y Carroll. 1981. Hematología Veterinaria. Editorial Hemisferio. Primera Edición. Buenos Aires. Argentina. Capítulo IX. El eritrocito en la enfermedad. pp. 437- 441.

**Simón**, V. y Simón, M. 1999. Nematodos. Capítulo 10. En: Parasitología Veterinaria. Eds. Cordero del Campillo, M., Rojo, F., Martínez, A., Sanchez, M., Hernández, S., Navarrete, I., Diez, P., Quiroz, H. y Carvalho, M. Mc Graw-Hill-Interamericana de España. Madrid. España. pp. 113-123.

- Sims, F.** y Horn, C. 1958. *American Journal of Clinical Pathology*. 29: 412p.
- Sívoli, L.** 2002. Efecto de la combinación de la deshidratación en doble tambor y tostado sobre la digestibilidad y energía metabolizable del almidón de *Canavalia ensiformis* en gallos adultos. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Ciencias Biomédicas. Catedra de Bioquímica. Universidad Central de Venezuela. 74 p.
- Sívoli, L.,** Mendez, A. y Michelangeli, C. 2005. Toxicidad del aminoácido no proteínico L-canavanina en pollos de engorde. *Revista Científica FCV-LUZ*. 15: 155-158.
- Skerman, P.,** Cameron, D. y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. En: Colección FAO: Producción y protección vegetal. N° 2. Capítulo 14. Leguminosas pratenses tropicales. Catálogo de leguminosas pratenses tropicales. pp. 257-258.
- Soca, M.,** Simón, L. y Roque, E. 2007. Árboles y nematodos en bovinos jóvenes. Un nuevo enfoque de las investigaciones. *Pastos y Forrajes* (30).
- Soulsby, E.** 1987. Protozoa. Subclase Coccidia. En: parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Nueva Editorial Interamericana. Primera Edición en español. pp. 602-614.
- Statistix.** 2003. Analytical software. Version 8.0. Copyright 1985- 2003.
- Sykes, A.** 1989. Efectos del parasitismo sobre el metabolismo en los ovinos. En: Producción Ovina. Ed. Haresign, W. Primera Edición. pp. 331-346.
- Tafti, A. K.,** y Mansourian, M. 2008. Pathologic lesions of naturally occurring coccidiosis in sheep and goats. *Comparative Clinical Pathology*. 17(2): 87-91.
- Tizard, I.** 2002. *Inmunología Veterinaria*. (6ª ed.). México D.F. México. Interamericana Editores. pp. 309-316.
- Tobata-Kudo, H.,** Kudo, H. y Tada, I. 2005. *Strongyloides ratti*: Chemokinesis of glycolytic enzyme- and lectin treated third stage infective larvae in vitro. *Parasitology International* 54:147-152.

**Triqueros, A.** 1998. Parasitosis gastrointestinal en ovinos tropicales Pelibuey en Pucallpa-Perú. *Investigaciones Agropecuarias*. 9:1. [en línea]. Dirección de URL: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v09\\_n1/parasitosis.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v09_n1/parasitosis.htm) [Consulta: 22 de abril 2013].

**Uzal, F., Robles, C., Garro, J., Olaechea, F., Arrigo, J. y Wolff, M.** 1992. Intoxicación aguda por cobre en ovinos. *Veterinaria Argentina*. 9 (89): 599- 603.

**Valdez, E.** 2006. Estudio observacional de las parasitosis gastrointestinales en ovinos y caprinos del Municipio Tiquicheo, Michoacán. Trabajo de grado presentado para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia. [en línea]. Dirección de URL: <http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2006/Octubre/estudio%20observaciona%20de%20las%20parasitosis%20gastrointestinales%20en%20ovinos%20y%20caprinos%20del%20municipio%20de%20tiquicheo,%20michoacan.pdf>. [Consulta: 5 de junio 2013].

**Vargas, R., y Michelangeli, C.** 1994. Utilización de la *Canavalia ensiformis* (L.) DC en dietas para aves y cerdos. *Memorias II Encuentro Regional de Nutrición y Alimentación de Animales Monogástricos*. La Habana, Cuba. [en línea]. Dirección de URL: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/segencuentr/rubenv.htm>. [Consulta: 5 de julio 2013].

**Vásquez, Y., Morales, G., Pino, A., Moreno, L. y Combellas, J.** 2001. Cronobiología de la emisión de huevos de estróngilos digestivos en ovinos infectados en condiciones naturales. *Zootecnia tropical*. 19 (1): 279-287.

**Wroblewski, F. y La Due, J.** 1956. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. pp. 91: 569.

**Young, D.** 1975. *Clinical Chemistry*. 21: 304D.