



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y
SERVICIO EN ZOOTECNIA

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

ANÁLISIS DE PARASITOSIS OVINA EN UN SISTEMA DE PASTOREO CON
PASTO ESTRELLA SOLO O ASOCIADO CON LEUCAENA

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

Presenta:

ITZEL SANTIAGO FIGUEROA

Bajo la supervisión de: ALEJANDRO LARA BUENO



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Diciembre 2015

Chapingo, Estado de México

**ANÁLISIS DE PARASITOSIS OVINA EN UN SISTEMA DE
PASTOREO CON PASTO ESTRELLA SOLO O ASOCIADO CON
LEUCAENA**

Tesis realizada por **ITZEL SANTIAGO FIGUEROA** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

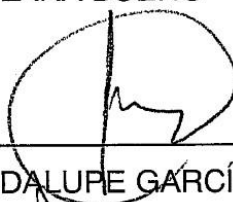
MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

DIRECTOR:



Dr. ALEJANDRO LARA BUENO

ASESOR:



Ph. D. JOSÉ GUADALUPE GARCÍA MUÑIZ

ASESOR:



Dr. LUIS ALBERTO MIRANDA ROMERO

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
DATOS BIOGRÁFICOS.....	viii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
OBJETIVO	2
Objetivos particulares.....	2
HIPÓTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA EN EL TRÓPICO	3
1.1 Superficie de ganadería tropical en México	3
1.2 Producción de ovinos en trópico mexicano	3
1.3 Manejo de rebaños ovinos en trópico	3
2. PARÁSITOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN TRÓPICO	4
2.1 Impacto de los parásitos en los sistemas de producción ovina en trópico	4
2.2 Principales parásitos en los sistemas ovinos de trópico	4
2.3 Factores que afectan o favorecen la incidencia de parásitos gastrointestinales en ovinos	5
2.4 Métodos de diagnóstico	7
2.5 Control de nematodos gastrointestinales	10
2.6 Control no químico de parásitos	11
3. LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y LA CARGA	12
PARASITARIA	12
3.1 Descomposición de excretas	12
3.2 Metabolitos secundarios	12
3.3 Diversidad biológica.....	13
LITERATURA CITADA	14
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y NIVEL DE INFESTACIÓN DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVEJAS PELIBUEY EN DOS SISTEMAS DE PASTOREO.....	20
PRODUCTIVE PERFORMANCE AND LEVEL OF GASTROINTESTINAL NEMATODES INFESTATION IN PELIBUEY EWES IN TWO GRAZING SYSTEM	20

1. RESUMEN	20
1.1 ABSTRACT	21
2. INTRODUCCIÓN	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Localización	23
3.2 Animales.....	23
3.3 Muestras.....	24
3.4 Diseño experimental	24
3.5 Análisis estadístico	25
4. RESULTADOS.....	26
4.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	27
4.2 CARGA PARASITARIA	29
4.3 PARÁMETROS SANGUÍNEOS	32
5. DISCUSIÓN	37
4. CONCLUSIONES	40
5. AGRADECIMIENTOS	40
6. LITERATURA CITADA.....	40

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Niveles de infestación parasitaria en ovinos (Adaptado de Hansen y Perry, 1996).	8
Cuadro 2. Parámetros sanguíneos normales en la especie ovina (Adaptado de Avellanet et al., 2007)	10
Cuadro 3. Composición del suplemento ofrecido a las ovejas pastoreando un monocultivo de pasto estrella o un sistema silvopastoril intensivo de leucaena asociado con pasto estrella.	24
Cuadro 4. Modelo estadístico de mejor ajuste a las variables analizadas.	25
Cuadro 5. Estadísticos descriptivos de las variables medidas en ovejas Pelibuey pastoreando en una pradera de pasto estrella en monocultivo y un Sistema silvopastoril intensivo de pasto estrella asociado con leucaena.	27
Cuadro 6. Parámetros estimados en el modelo ajustado para las variables corporales (peso y condición) de las corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.	30
Cuadro 7. Parámetros estimados para el modelo ajustado para la carga total de nematodos y conteo de <i>Haemonchus contortus</i> de corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.	31
Cuadro 8. Parámetros estimados por el modelo ajustado para el conteo de nematodos de los géneros <i>Strongyloides</i> sp y <i>Trichostrongylus</i> sp en heces de corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.....	32
Cuadro 9. Parámetros estimados por el mejor modelo de ajuste para el porcentaje del hematocrito y contenido de hemoglobina en sangre de corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.	35
Cuadro 10. Parámetros estimados por el mejor modelo de ajuste para los niveles de eritrocitos y leucocitos en sangre de corderas Pelibuey, alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.	36
Cuadro 11. Parámetros estimados por el modelo de mejor ajuste para los niveles de neutrófilos y monocitos sanguíneos en corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de dispersión de datos, regresión fija general (línea sólida) y regresión aleatoria (línea punteada) del peso corporal de corderas Pelibuey alimentadas en dos sistemas de pastoreo.....	28
Figura 2. Gráfico de dispersión de datos, regresión fija general (línea sólida) y regresión aleatoria (línea punteada) del porcentaje de hematocrito de corderas Pelibuey alimentadas en pastoreo de solo pasto estrella y pasto estrella asociado con leucaena.....	34

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por permitirme formar mi perfil profesional y en especial al gran equipo de investigadores que forman el Posgrado en Producción Animal.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por brindarme los recursos económicos para realizar mis estudios de Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera.

Al Dr. Alejandro Lara Bueno, por el tiempo y esfuerzo dedicado para que fuera posible la realización del presente trabajo.

Al Dr. José Guadalupe García Muñiz, por su oportuna asesoría y trabajo dedicado en esta investigación.

Al Dr. Luis Alberto Miranda Romero, por su aporte para la mejoría de este trabajo.

A la Dra. Citlalli González Ariceaga y a la Q.F.B Margarita Hernández Espinoza, por el apoyo para la realización de los análisis de muestras.

A la Unión Ganadera Local de Tamuín, por ofrecer sus instalaciones para el análisis de muestras y a la Cooperativa Agropecuaria y Forestal Chapingo S. C. de R. L, por permitir la realización del experimento en las instalaciones del Rancho “El Gargaleote”, en especial al Ing. Jaime Gumeta Ramos y al señor Martín López Rubio por su apoyo durante la fase experimental.

A mi Familia: a mis padres, hermanas, a mi esposo y a mi hijo por ser un pilar de apoyo en todo momento.

Gracias...

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos Generales:



Nombre	Itzel Santiago Figueroa
Fecha de Nacimiento	11 de junio de 1991
Lugar de Nacimiento	Tlalnepantla, México
CURP	SAFI910611MMCNGT03
Profesión	Ingeniero Agrónoma Especialista en Zootecnia
Cédula Profesional	08764292

Desarrollo Académico

Bachillerato	Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo
Licenciatura	Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo
Maestría	Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo

INTRODUCCIÓN GENERAL

Los nematodos gastrointestinales (NGI) representan una de las principales causas de baja productividad en los sistemas de producción ovina en el trópico, lo que ocasiona incrementos en los costos de producción debido a la fuerte inversión que se realiza en antiparasitarios (Rojas *et al.*, 2006). La combinación de medidas corporales como condición corporal y el conteo de huevecillos en heces de NGI puede ayudar en la ejecución de un programa de desparasitación selectivo en el cual sean desparasitados solo los animales que lo requieran (Medina-Pérez *et al.*, 2015) y con esto contribuir a la disminución de la resistencia que se crea en los nematodos frente a los principales antihelmínticos de uso comercial (Díez *et al.*, 2008). Además de estas estrategias, es necesario encontrar otras alternativas para disminuir el impacto de los parásitos sobre el comportamiento productivo.

Se ha reportado que la suplementación con energía y proteína en dietas para los ovinos en pastoreo ayuda a aumentar la resiliencia de estos animales frente a los nematodos, disminuyendo las pérdidas en la producción (Hoste *et al.*, 2005; Retama-Flores *et al.*, 2011). Con base en esto, los sistemas de alimentación en pastoreo en los que se asocian especies forrajeras con alto aporte de proteína, como el caso de leguminosas y gramíneas, ayudan a que los animales en pastoreo consuman una dieta más balanceada (Espinoza *et al.*, 2001; García *et al.*, 2008) disminuyendo así el impacto negativo de los nematodos en la productividad del rebaño.

Se han realizado investigaciones en sistemas silvopastoriles con resultados positivos sobre una menor incidencia de NGI en bovinos pastando en sistemas silvopastoriles, lo cual se atribuye a diversos factores, siendo el más importante la altura del pastoreo y la rápida descomposición de las excretas (Soca *et al.*, 2005; Soca *et al.*, 2007). En ovinos se ha evaluado el efecto *in vitro* de diversas plantas forrajeras sobre los nematodos gastrointestinales (Rojas *et al.*, 2006;

Galicia-Aguilar *et al.*, 2012; Munguía-Xóchihua *et al.*, 2013); sin embargo, no se ha hecho suficiente investigación del efecto del pastoreo de ovinos en un sistema silvopastoril intensivo sobre los nematodos gastrointestinales.

OBJETIVO

Determinar el comportamiento productivo a través de parámetros de crecimiento, carga parasitaria y parámetros sanguíneos de ovejas Pelibuey pastando un monocultivo de pasto estrella y un sistema silvopastoril asociando pasto estrella y leucaena.

Objetivos particulares

1. Modelar el peso vivo y la condición corporal de corderas Pelibuey alimentadas en dos sistemas de pastoreo, en monocultivo de pasto estrella y en un sistema silvopastoril de pasto estrella asociado con leucaena.
2. Medir la carga parasitaria de corderas Pelibuey alimentadas en un sistema de monocultivo de pasto estrella y en un sistema silvopastoril de pasto estrella asociado con leucaena.
3. Evaluar parámetros sanguíneos de ovejas Pelibuey en condiciones de pastoreo en monocultivo de pasto estrella y en pastoreo de pasto estrella asociado con leucaena

HIPÓTESIS

Las ovejas que pastorean un sistema silvopastoril de pasto estrella asociado con leucaena mejoran su peso corporal y la condición corporal presentando menores cargas parasitarias y mejores indicadores sanguíneos que las ovejas que pastan en monocultivo de pasto estrella.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA EN EL TRÓPICO

1.1 Superficie de ganadería tropical en México

México cuenta con una superficie territorial total de 1 964 375 km² (INEGI, 2005), de la cual el trópico seco y húmedo ocupan 16.3 y 12.4%, respectivamente (De Alba, 1976; Citado por Améndola *et al.*, 2005).

1.2 Producción de ovinos en trópico mexicano

La producción de ovinos es importante en la economía de México ya que es una actividad que se puede desarrollar tanto en condiciones ambientales favorables como adversas (Góngora-Pérez *et al.*, 2010). Según el SIAP (2012a), la población de ovinos en México asciende a 8 405 912 cabezas y la producción es de 46 299 toneladas de carne, que corresponde al 54% del consumo nacional de carne ovina. Esto indica que la producción no es suficiente para cubrir la demanda de carne de ovinos en México (SAGARPA, 2005). El estado de San Luis Potosí cuenta con 388 006 cabezas de ovinos, ocupando el 14° lugar entre las entidades de la república mexicana (SIAP, 2012^a). De acuerdo con Améndola *et al.*, (2005), la producción de ganado ovino ha decrecido en esta entidad federativa, siendo que hasta hace pocos años fue la actividad pecuaria más importante. Del total de toneladas de carne que se produce en la región de Ciudad Valles actualmente solo el 2.8% es de ganado ovino (SIAP, 2012b).

1.3 Manejo de rebaños ovinos en trópico

Los sistemas de producción ovina están basados principalmente en el pastoreo de praderas sembradas con gramíneas o con vegetación secundaria en condiciones extensivas, siendo la dieta de muy baja calidad. De este modo, para mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción ovina es conveniente ofrecer suplementos proteínicos, energético y minerales (Góngora-Pérez *et al.*, 2010; González-Garduño *et al.*, 2013). El ganado ovino que se maneja en los trópicos es de raza Pelibuey (Améndola *et al.*, 2005).

Según lo reportado por Nuncio-Ochoa *et al.* (2001), la ganadería ovina la practican productores de estratos medios y bajos que no cuentan con tecnología e infraestructura adecuada. Aunado a esto, la producción ovina es una actividad secundaria en la mayoría de los casos, en la cual la actividad principal es la producción agrícola y el trabajo como jornaleros, siendo la crianza de ovinos una actividad para complementar los bajos ingresos.

2. PARÁSITOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN TRÓPICO

2.1 Impacto de los parásitos en los sistemas de producción ovina en trópico

Los parásitos gastrointestinales representan frecuentes pérdidas en el ganado ovino (Díaz-Rivera *et al.*, 2000) debido a un manejo sanitario deficiente, ocasionando altas tasas de mortalidad en los rebaños (Munguía-Xóchihua *et al.*, 2013) y baja rentabilidad de la empresa ovina, ya que el control de los NGI es costoso (Rojas *et al.*, 2006). Las parasitosis y la neumonía se presentan con mayor frecuencia en la época de lluvias (Nuncio-Ochoa *et al.*, 2001), lo cual disminuye la productividad del rebaño en esta época.

2.2 Principales parásitos en los sistemas ovinos de trópico

De entre los parásitos que infestan a los ovinos, los estróngilos gastrointestinales son los más persistentes en rebaños alimentados en pastoreo. Arece (2007), describe a *Haemonchus contortus* como un parásito hematófago que provoca anemia severa. Díaz-Rivera *et al.* (2000) y Arece y Rodríguez (2010) reportaron mayor incidencia de *H. contortus*, *Trichostrongylus axei*, *Ostertagia spp* y *Oesophagostomun spp*, en ovinos pastoreando una pradera con pasto llanero (*Andropogon gallanus*); al parecer, *H. contortus* posee una alta prolificidad, sobre todo en temporadas de lluvia y altas temperaturas. Por otro lado, Sievers *et al.* (2002) observaron mayor incidencia de *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Nematodirus* y *Dictyocaulus*, en ovinos de raza Corriedale con manejo extensivo. Asimismo, en un estudio con ovinos de pelo destinados al abasto, López *et al.* (2013) encontraron mayor incidencia de *H. contortus*, *T. columbriformis* y

Cooperia curticei. Sin embargo, la raza, sexo y edad de los animales influye en las poblaciones de NGI que prevalecen en los rebaños (Díaz-Rivera *et al.*, 2000; González-Garduño, 2011).

2.3 Factores que afectan o favorecen la incidencia de parásitos gastrointestinales en ovinos

2.3.1 Clima

Hay diversos factores que afectan o contribuyen con una mayor incidencia de parásitos gastrointestinales en los ovinos del trópico. Un efecto positivo para el desarrollo de los NGI es el aumento de la temperatura global por efecto del cambio climático (van Dijk *et al.*, 2009). Asimismo, humedad y temperatura ambiental altas favorece el desarrollo de nematodos y trematodos durante la época de lluvias. Los nematodos del género *Trichostrongylus*, *Nematodirus* y *Ostertagia* concentran su ovoposición en los meses de verano (Sievers *et al.*, 2002), lo cual se corrobora con el estudio de Sissay *et al.* (2007) realizado en Etiopía. Arece y Rodríguez (2010) también encontraron mayor cantidad de larvas L3 de *H. contortus*, *T. colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*, durante los meses de mayo a julio, además de que hubo una correlación positiva entre la radiación solar y la cantidad de larvas encontradas. Por otra parte, los nematodos del género *Cooperia spp* tiende a aumentar su población en los meses de diciembre y enero, durante la época más fresca del trópico mexicano (Vásquez *et al.*, 2006).

2.3.2 Sexo de los animales

Existen factores que afectan las poblaciones de parásitos gastrointestinales, uno de ellos es el sexo del animal. Díaz-Rivera *et al.* (2000) y Morteo-Gómez *et al.* (2004) encontraron que las hembras tienden a presentar mayor resistencia que los machos a infestarse con NGI. Sin embargo, las hembras fueron más susceptibles a la infestación con parásitos gastrointestinales durante el parto (Bueno *et al.*, 2002; Arece, 2007). Asimismo, en ovinos Pelibuey se encontró mayor carga de NGI en machos sacrificados para el abasto (López *et al.*, 2013).

2.3.3 Edad de los animales

La edad de los animales constituye una fuente de variación en la infestación con parásitos gastrointestinales. Los animales jóvenes son más susceptibles a los parásitos que los animales adultos, ya que su sistema inmune no está completamente desarrollado para combatirlos. La fase más crítica para las crías es el momento del destete, ya que éste se realiza bruscamente, lo que hace a los corderos más susceptibles al daño de los NGI (Arece 2007).

2.3.4 Raza

La raza es otro factor que impacta la infestación de larvas parasitarias en los ovinos. Se tiene documentado que los ovinos Florida y Pelibuey presentan mayor resistencia a los parásitos gastrointestinales que los ovinos de las razas Rambouillet, Suffolk y Hampshire, especialmente las hembras (Díaz-Rivera *et al.*, 2000; Bueno *et al.*, 2002). El cruzamiento de razas susceptible con otras resistentes a cargas altas de parásitos gastrointestinales han logrado individuos que presentan resistencia a los parásitos gastrointestinales (Liu *et al.*, 2005). Estos animales resistentes manifestaron una carga parasitaria de 418 ± 364 huevecillos por gramo de heces, además de presentar mejor condición corporal, mayor peso vivo, color normal de la mucosa ocular y un valor mayor del hematocrito (Díaz-Rivera *et al.*, 2000, Morteo-Gómez *et al.*, 2004).

2.3.5 Calidad de la dieta

El balance energía-proteína de la dieta que se ofrece aumenta la resiliencia de las ovejas frente a las altas poblaciones de NGI, por lo que la suplementación de estos nutrimentos, incluyendo minerales, es clave para minimizar los daños de infestación parasitaria, sobre todo en ovejas que pastorean gramíneas de bajo valor nutrimental (Hoste *et al.*, 2005; Retama-Flores *et al.*, 2011; Arece *et al.*, 2013). En un estudio realizado por McPherson *et al.* (2012) usando corderos provenientes de ovejas suplementadas con proteína durante la gestación, las crías presentaron mayor resistencia a la infestación de helmintos gastrointestinales. El uso de bloques de urea-melaza constituye una opción para aumentar la resistencia a helmintos gastrointestinales (Knox, 2003) ya que el

nitrógeno no proteico contenido en el bloque redujo hasta 50% el requerimiento de proteína en un tratamiento con antihelmínticos para el control de parásitos. Del mismo modo, las ovejas suplementadas con energía y proteína durante la gestación presentaron mayor resistencia a NGI que las ovejas no suplementadas, no así en la época parto en la cual no se observaron diferencias en número de larvas de helmintos en las heces (Williams *et al.*, 2010).

2.4 Métodos de diagnóstico

El diagnóstico de endoparásitos mediante el conteo de huevecillos en las heces, proporciona evidencia tangible de la presencia de adultos en el tracto digestivo del animal, tomando en cuenta que no siempre la ausencia de huevecillos en las heces es indicativa de ausencia de parasitosis debido a que las metodologías para determinar la presencia o ausencia de estróngilos son con frecuencia imprecisas (Borchert, 1981).

2.4.1 Técnica de McMaster

El cuadro clínico de la estrongilidosis es con frecuencia confuso, por lo cual es conveniente realizar el análisis coprológico. La técnica de McMaster para la determinación de estróngilos consiste en cuantificar, a partir de una solución salina saturada, los huevecillos de parásitos gastrointestinales por flotación y observarlos en el microscopio para determinar la cantidad de huevecillos presentes en un gramo de heces. A través de esta técnica se puede identificar huevecillos de nematodos, cestodos y ooquistes de coccidias (Hansen y Perry, 1994; Vadlejch *et al.*, 2012) la interpretación de los resultados, para ovinos se muestran en el Cuadro 1. Los huevecillos de *Haemonchus* muestran forma de tonel, mientras que los de *Ostertagia* son esbeltos, con un polo ligeramente afilado; los de *Cooperia* son esbeltos con polos redondeados, mientras que los de *Oesophagostomum* son parecidos a los de *Haemonchus*, pero mayores, de color pardo gris verdoso. En ocasiones es necesario realizar el cultivo artificial de larvas tipo III, debido a que puede existir una infestación múltiple con semejanza morfológica de los huevecillos de los helmintos (Borchert, 1981).

Cuadro 1. Niveles de infestación parasitaria en ovinos (Adaptado de Hansen y Perry, 1996).

Parásito	Grado de infestación (huevecillos gramo ⁻¹ de heces)		
	Baja	Moderada	Alta
Infestación mixta	500-800	800-1200	1200+
Solo <i>H. contortus</i>	100-2000	2000-7000	7000+
Solo <i>Trichostrongylus</i>	100-500	500-2000	2000+
Solo <i>Nematodirus</i>	50-100	100-600	600+
Solo <i>Oesophagostomum</i>	100-800	800-1600	1600+

2.4.2 Método FAMACHA

El método FAMACHA es una herramienta útil y práctica para hacer un diagnóstico cualitativo del nivel de parasitosis individual de los ovinos, sobre todo para el diagnóstico de haemonchosis en ovejas jóvenes. Es útil para su uso en ovinos y caprinos, ya que se puede evaluar el estado de anemia de los animales adultos como referencia para administrar o no algún tratamiento antihelmíntico, y para reducir costos ya que solo se recomienda tratar aquellos animales que presenten un nivel crítico de anemia. Este método selectivo ayuda a retrasar la aparición de resistencia de los parásitos a las principales drogas antihelmínticas (Beltrão *et al.*, 2004; Arece *et al.*, 2013; Macedo *et al.*, 2014).

2.4.3 Parámetros sanguíneos

Hematocrito y hemoglobina

La capacidad hematófaga de *H. contortus* se refleja en la disminución del valor normal del hematocrito (Cuadro 2) en la sangre de las ovejas. Sin embargo, puede haber animales con alta carga de *H. contortus* y no presentan alteraciones en su hematología, con porcentajes de hematocrito y hemoglobina dentro de los rangos normales; estos animales se consideran resistentes a altas cargas

parasitarias (Díaz-Anaya *et al.*, 2014). Sin embargo, se ha confirmado correlación negativa entre el hematocrito y el nivel de infestación por *Haemonchus contortus* (Arece y López, 2013).

Conteo leucocitario

Algunos estudios han reportado correlación negativa entre la fecundidad de los huevecillos y el número de larvas de nematodos gastrointestinales con el conteo de linfocitos, así mismo con el tamaño de estos metabolitos. La mayor correlación se da entre las células sanguíneas del sistema inmune y *H. contortus*, ya que ante la presencia gastrointestinal de este nemátodo se induce mayor inmunidad humoral, que se refleja en el aumento de linfocitos y eosinófilos circulantes, y la hiperplasia de mastocitos se incrementa a medida que la infestación de *Haemonchus* aumenta (Rowe *et al.*, 2008; Qamar y Maqbool, 2012). En el Cuadro 2 se muestran los niveles normales de leucocitos en sangre para la raza ovina.

Cuadro 2. Parámetros sanguíneos normales en la especie ovina (Adaptado de Avellanet *et al.*, 2007)

Parámetro	Mínimo	Máximo	Media
Hematocrito (%)	20.5	40.7	27.5
Hemoglobina (g dl ⁻¹)	8.0	16.3	11.3
Eritrocitos (x10 ⁶ ml ⁻¹)	5.5	12.5	8.3
Leucocitos (x10 ³ ml ⁻¹)	3.8	14.2	7.4
Linfocitos (x10 ³ ml ⁻¹)	1.51	9.51	4.0
Neutrófilos (x10 ³ ml ⁻¹)	0.3	5.4	2.4
Monocitos (x10 ³ ml ⁻¹)	0.06	0.8	0.2
Eosinófilos (x10 ³ ml ⁻¹)	0.10	2.7	0.72

2.5 Control de nematodos gastrointestinales

Existen varias alternativas para el control de los NGI en ovinos, dependiendo de las condiciones ambientales, la raza y el tipo de parásito predominante; de la resistencia a los nematodos del hospedero y del nemátodo a los antihelmínticos (Sayers y Sweeney, 2005).

2.5.1 Control químico

La doramectina e ivermectina han demostrado tener una alta eficacia en el control de NGI; de 100% a los 21 días de haberse administrado el antihelmíntico, aunque después de este periodo, la ivermectina es menos eficaz; mientras que la doramectina prolonga su acción antihelmíntica hasta 42 días después de su aplicación (Muñoz *et al.*, 2008).

El albendazol es un antihelmíntico de amplio espectro usado para el control de ecto y endoparásitos; sin embargo, debido a su uso excesivo muchos parásitos han desarrollado resistencia, como es el caso de *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Teladorsagia*, *Cooperia* y *Nematodirus* (Álvarez *et al.*, 2010).

2.5.2 Resistencia de parásitos a antihelmínticos

Los antihelmínticos son un recurso necesario pero no renovable ya que hasta ahora no se ha encontrado alguno exento de crear resistencia por los NGI (Nari, 2001). Los parásitos gastrointestinales de ovejas y cabras han presentado resistencia a levamisol, ivermectina y oxfendazol, por lo que se recomienda no hacer uso de este último fármaco para el control de parásitos gastrointestinales de ovinos. Otras medidas, como la rotación de antihelmínticos pueden mejorar la eficacia de los desparasitantes y retrasar la resistencia de los helmínticos a éstos (Melo *et al.*, 2003). En el estudio de Sievers y Alocilla (2007) se establece que los parásitos que presentaron mayor resistencia a la ivermectina son los géneros *Nematodirus*, *Trichostrongylus* y *Cooperia*.

2.6 Control no químico de parásitos

El aumento en la conciencia de los consumidores acerca de los residuos químicos que se liberan con el uso de desparasitantes comerciales, ha impulsado la búsqueda de nuevas alternativas para el control de parásitos gastrointestinales, a partir de compuestos orgánicos de plantas y de control biológico (Athanasiadou *et al.*, 2007). Existen diversas formas biológicas y de manejo para disminuir la carga parasitaria y la infestación de parásitos en los animales. Se ha comprobado que el uso de extracto de *Monacrosporium thaumasium*, un hongo nematófago, reduce hasta en 100% la presencia de parásitos en bovinos sin hacer uso de antihelmínticos químicos (De Araujo *et al.*, 2004).

2.6.1 Las plantas como control de parásitos

Tradicionalmente, varias especies de plantas se han usado en el control biológico de parásitos gastrointestinales, ya que constituyen una opción económica y efectiva para el control de nematodos en la producción ovina (Akhtar *et al.*, 2000). En un estudio realizado por Munguía-Xóchihua *et al.* (2013) se demostró que el uso de orégano molido administrado a corderos, es un desparasitante alternativo, ya que controló hasta un 65% de la infestación por *Haemonchus contortus*. El extracto de morera también ha demostrado tener un impacto larvicida en los

géneros *Haemonchus* y *Trichostrongylus* de ovinos, debido a su contenido de compuestos polifenólicos (García *et al.*, 2005).

3.6.2 Pastoreo controlado para disminuir infestación de parásitos

El sistema de pastoreo tiene efectos en la parasitosis de las ovejas. Vásquez *et al.* (2006) mostraron menor carga de *Haemonchus spp.* en ovejas pelibuey en un sistema de pastoreo continuo que en ovejas alimentadas en un sistema de pastoreo rotacional, lo que se explica porque en el sistema de pastoreo rotacional, los animales se alimentan de forraje que se encuentra más al ras de suelo, mientras que las ovejas del sistema continuo tienen mayor oportunidad para seleccionar el forraje. Asimismo, las ovejas en pastoreo continuo tuvieron un mayor valor de hematocrito, mejor condición corporal y más coloración de la mucosa palpebral, que las ovejas en pastoreo rotacional, aunque ambos grupos de ovejas tuvieron ganancias de peso similar.

3. LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y LA CARGA PARASITARIA

3.1 Descomposición de excretas

Los sistemas de pastoreo asociando pasturas con árboles y/o arbustos forman un ambiente desfavorable para los nematodos gastrointestinales. Una de las razones es que las excretas de los animales depositadas en el suelo, son descompuestas más rápidamente en un sistema asociado con árboles que en una pradera monófitas; las excretas depositadas en el suelo con manejo silvopastoril, al día 7 ya se ha descompuesto el 99% de la materia orgánica y no contiene larvas infectantes, mientras que en el monocultivo apenas se ha descompuesto el 65% (Soca *et al.*, 2007).

3.2 Metabolitos secundarios

Otro factor que influye en la disminución de la carga parasitaria en los sistemas asociados, es el contenido de metabolitos secundarios que se encuentra en las plantas arbustivas. En estudios realizados *in vitro* se ha comprobado la eficacia antihelmíntica de extractos de *Morus alba*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia*

sepium, *Havardia albicans*, *Arachis pintoi* y *Lippia graveolens*, sobre los principales géneros de nematodos que afectan a los rumiantes en pastoreo, como *Hemonchus* y *Trichostrongylus* (García et al., 2005; Rojas et al., 2006; Galicia-Aguilar et al., 2012; Munguía-Xóchihua et al., 2013). Aunque, el impacto de los metabolitos secundarios de las plantas sobre los nematodos depende de la edad de la planta y del estado de desarrollo del parásito (Hounzangbe et al., 2005). Los taninos condensados contenidos en el follaje de *Lotus sp.* pueden bloquear el ciclo de vida de *Trichostrongylus columbriformis* disminuyendo la viabilidad de los huevecillos (Molan et al., 2003)

3.3 Diversidad biológica

Los sistemas silvopastoriles son promotores de una mayor diversidad de fauna edáfica en el espacio aéreo cercano al suelo. Esta fauna del suelo ayuda a descomponer más rápidamente las excretas, disminuyendo así la contaminación del pasto con huevos de parásitos gastrointestinales (Soca et al., 2007).

LITERATURA CITADA

- Akhtar M. S., Z. Iqbar, M. N. Khan and M. Lateef. 2000. Anthelmintic activity of medicinal plants with particular reference to their use in animals in the Indo-Pakistan subcontinent. *Small Ruminant Research* 38: 99-107.
- Álvarez L., C. Entrocasso, A. Lifschitz, J. Manazza, L. Ceballos, B. Borda and C. Lanusse. 2010. Albendazole failure to control resistant nematodes in lambs: lack of effect of fasting-induced improvement on drug absorption. *The Journal of Parasitology* 96: 1204-1210.
- Améndola M. R., E. Castillo, P. A. Martínez. 2005. Perfiles por país del recurso pastura/forraje. Food and Agriculture Organization of the United Nations. México. Disponible en: (<http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Mexico-Spanish.pdf>) Consultado el día 15 de noviembre de 2015
- Arece J. 2007. La epizootiología como herramienta para el control parasitario en ovinos. *Pastos y Forrajes* 30: 35-43.
- Arece J. y J. G. Rodríguez, 2010, Dinámica de las larvas infestantes de strongílidos gastrointestinales en ovinos en pastoreo. *Pastos y Forrajes* 33: 1-17.
- Arece J. y Y. López. 2013. Validación del método FAMACHA® en la detección de anemia en ovejas Pelibuey en Cuba. *Pastos y Forrajes* 36: 479-484.
- Arece J. Y. López, M. Molina y A. Alpízar. 2013. Cambios fisiopatológicos en ovinos Pelibuey en estabulación, después de la infestación experimental con strongílidos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes* 36: 354-359.
- Athanasiadou S., J. Githiori and I. Kyriazakis. 2007. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. *Animal* 1: 1392-1400.
- Avellanet R., R. Cuenca, J. Pastor y J. Jordana. 2007. Parámetros hematológicos y bioquímico clínicos en la raza ovina Xisqueta. *Archivos de Zootecnia* 56: 497-501.
- Beltrão M., M., C. Tasca C., M. Ferreira, R. Bononi and E. Stecca. 2004. Famacha guide as an individual clinic parameter for *Haemonchus contortus* infection in small ruminants. *Ciência Rural, Santa María* 34: 1139-1145.
- Borchert A. 1981. *Parasitología Veterinaria*. 1ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 745 p.
- Bueno M. S., E. A. Cunha, C. J. Veríssimo, L. E. Santos, M. A. C. Lara, S. M. Oliveira, E. Spósito F. y M. M. Rebouças. 2002. Infección por nematodos en razas de ovejas cárnicas criadas intensivamente en la región del sudeste del Brasil. *Archivos de Zootecnia* 51: 271-278.

- De Araujo J. V., M. Pezzi G., A. Kanadani C., N. Chavés de S., P. Sarti, R. C. and Lopes A. 2004. Control of bovine gastrointestinal nematode parasites using pellets of the nematode-trapping fungus *Monacrosporium thaumasium*. *Ciência Rural* 34: 457-463.
- Díaz-Rivera P., G. Torres-Hernández, M. M. Osorio-Arce, P. Pérez-Hernández, A. R. Pulido-Albores, C. M. Becerril-Pérez and J. G. Herrera-Haro. 2000. Resistance to gastrointestinal parasites in Florida, Pelibuey and crossbred sheep in the mexican tropics. *Agrociencia* 34: 13-20.
- Díaz-Anaya A. M., H. A. Arias-González, D. J. García-Corredor y M. O. Pulido-Medellín. 2014. Estimación de los valores de hematocrito y hemoglobina en presencia de *Haemonchus* sp. en ovinos de Oicatá, Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 55: 18-24.
- Díez-Baños P., J. Pedreira, R. Sánchez-Andrade, I. Francisco, J. L. Suárez, P. Díaz, R. Panadero, M. Arias, A. Paineira, A. Paz-Silva and P. Morondo. 2008. Field evaluation for anthelmintic-resistant ovine gastrointestinal nematodes by *in vitro* and *in vivo*. *The Journal of Parasitology* 94: 925-928.
- Espinoza F., C. Araque, L. León, H. Quintana y E. Perdomo. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en pastoreo con ovinos. *Zootecnia Tropical* 19: 307-318.
- Galicia-Aguilar H. H., L. A. Rodríguez-González, C.M. Capetillo-Leal, R. Cámara-Sarmiento, A.J. Aguilar-Caballero, C.A. Sandoval-Castro and J.F.J Torres-Acosta. 2012. Effects of *Havardia albicans* supplementation on feed consumption and dry matter digestibility of sheep and the biology of *Haemonchus contortus*. *Animal Feed Science and Technology* 176: 178:184.
- García D. E., M. Soca y M. G. Medina. 2005. Acción antihelmíntica de seis extractos de morera en la viabilidad de larvas infestantes (L₃) de nematodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes* 28: 319-328.
- García E. D., H. Wencomo B., M. Gonzalez E., M. Medina G., L. Cova J. y I. Spengler. 2008. Evaluación de diecisiete accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje. *Zootecnia Tropical* 26: 9-18.
- Góngora-Pérez D., R., S., F. Góngora-González, M. A. Magaña-Magaña y P. E. Lara y Lara. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana* 21: 131-144.
- González-Garduño R. 2011. Resistencia genética de ovinos de pelo a nematodos gastrointestinales. En: González-Garduño R, Berúmen AAC, RMOJ comp. *Tópicos Selectos en Producción Ovina*. Primera ed. Texcoco, México. Universidad Autónoma Chapingo. p. 142-153.

- González-Garduño R., K. Blardony-Ricardez, R. Sosa y M. Gaona-Ponce. 2013. Rentabilidad de la carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17: 135-148.
- Hansen J. and B. Perry. 1994. The Epidemiology, Diagnosis and Control of Helminth Parasites of Ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases. Nairobi, Kenya. 171 p.
- Hoste H., J. F. Torres-Acosta, V. Paolini, A. Aguilar-Caballero, E. Etter, Y. Lefrileux, C. Chartier and C. Broqua. 2005. Interaction between nutrition and gastrointestinal infection with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research* 60: 141-151.
- Hounzangbe A. M. S., V. Paolini, I. Fouraste, K. Moutairou and H. Hoste. 2005. In vitro effects of four tropical plants on three life-cycle stages of the parasitic nematode, *Haemonchus contortus*. *Research in Veterinary Science* 78: 155-160.
- INEGI. 2005. Información nacional, por entidad federativa y por municipio. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/>. Consultado el día 15 de noviembre de 2014.
- Knox M. R. 2003. Impact of non-protein nitrogen supplements on nematode infected sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43: 1463-1468.
- Liu S. M., T. L. Smith, J. Briegel, A. Murray, D. G. Masters, L. J. E. Karlsson, D. G. Palmer, J. C. Greeff, R. B. Besier and S. B. Gao. 2005. Comparing productive performance of nematode resistant Merino sheep with non-selected control. *Livestock Production Science* 97: 131 - 139.
- López R. O. A., G. R. González, A. M. M. Osorio, I. E. Aranda y R. P. Díaz. 2013. Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo destinados al abasto. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4: 223-234.
- Macedo F. F. A., F. J. Lourenço, G. A. Santello, E. N. Martins, N. H. A. P. Mora and A. A. Mexia. 2014. Accuracy of the FAMACHA® method in ewes fed different levels of crude protein. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 36: 209-214.
- McPherson J., F. S. Shini, A. W. Gibbond and M. J. D'Occhioa. 2012. Protein supplementation in the first 100 days of gestation fails to enhance resistance of weaned Merino lambs against *Haemonchus contortus*. *Livestock Science* 150: 11-21.
- Medina-Pérez P., N. F. Ojeda-Robertos, M. E. Reyes-García, R. Cámara-Sarmiento and J. F. J. Torres-Acosta. 2015. Evaluation of targeted selective treatment scheme to control gastrointestinal nematodes of hair sheep under hot humid tropical condition. *Small Ruminant Research* 127: 86-91.

- Melo L. A. C., F. I. Reis, L. C. M. Bevilaqua, S. L. Vieira, M. F. A. Echevarria and M. L. Melo. 2003. Nematodes resistant to anthelmintics in sheep and goat flock in the State of Ceará, Brazil. *Ciência Rural*, Santa Maria 33: 339-344.
- Molan A. L., L. P. Meaher, P. A. Spencer and S. Sivakumaran. 2003. Effect of flavan-3-ols on *in vitro* egg hatching, larval development and viability of infective larvae of *Trichostrongylus columbriformis*. *International Journal of Parasitology* 33:1691-1698.
- Morteo-Gómez R., R. González-Garduño, G. Torres-Hernández, G. Nuncio-Ochoa, C. M. Becerril-Pérez, J. Gallegos-Sánchez and E. Aranda-Ibañez. 2004. Effect of the phenotypic variation in the resistance of Pelibuey lambs to the infestation with gastrointestinal nematodes. *Agrociencia* 38: 395-404.
- Munguía-Xóchihua J. A., W. Valenzuela-Medrano, J. C. Leyva-Corona, M. I. Morales-Pablos y J. A. Figueroa-Castillo. 2013. Potencial del orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 9: 150-154.
- Muñoz A. J., C. F. Angulo, R. Ramírez, O. O. Vale, E. Chacín, D. Simoes y A. Atencio. 2008. Eficacia antihelmíntica de doramectina 1%, ivermectina 1% y ricobendazol 15% frente a nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo. *Revista Científica (Maracaibo)* 18: 12-16.
- Nari A. 2001. Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. In *Memoria del II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*. 22-25 de ayo en Mérida Yucatán, 1-12.
- Nuncio-Ochoa G., J. Nahed-Toral, B. Díaz-Hernández, F. Escobedo Amezcua and F. Salvatierra-Izaba. 2001. Characterization of sheep production systems in the state of Tabasco. *Agrociencia* 35: 469-477.
- Qamar M. F. and A. Maqbool. 2012. Biochemical studies and serodiagnosis of haemonchosis in sheep and goats. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 22: 32-38.
- Retama-Flores C., J. F. J. Torres-Acosta, C. A. Sandoval-Castro, A. J. Aguilar-Caballero, R. Cámara-Sarmiento and H. L. Canul-Ku. 2011. Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. *Animal* 6:145-153.
- Rojas D. K., J. López, I. Tejada, V. Vázquez, A. Shimada, D. Sánchez and F. Ibarra. 2006. Impact of condensed tannins from tropical forages on *Haemonchus contortus* burdens in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) and Pelibuey lambs. *Animal Feed Science and Technology* 128: 218–228.
- Rowe A., K. McMaster, D. Emery and N. Sangster. 2008. *Haemonchus contortus* infection in sheep: Parasity fecundity correlates with worm size and host lymphocyte counts. *Veterinary Parasitology* 153: 285-293.

- SAGARPA. 2005. Estimación del consumo nacional aparente 1990-2005, Carne de ovino. Disponible en: (<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Lists/Estadsticas/Attachments/2/Estimaci%C3%B3n%20del%20Consumo%20Nacional%20Aparente%201990-2005%20Carne%20de%20ovino.pdf>) Consultado el día 18 de noviembre de 2015.
- Sayers G. and T. Sweeney. 2005. Gastrointestinal nematode infection in sheep – a review of the alternatives to anthelmintics in parasite control. *Animal Health Research Reviews* 6: 159-171.
- SIAP. 2012a. Ovinos, Población Ganadera 2003-2012. Disponible en: (http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/ovino.pdf). Consultado el día 1 de noviembre de 2015.
- SIAP. 2012b. Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso, Ciudad Valles, San Luis Potosí. Disponible en: (<http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-distrital-pecuario>). Consultado el día 18 de noviembre de 2015.
- Sievers G. y A. Alocilla. 2007. Determinación de resistencia antihelmíntica frente a ivermectina de nematodos de bovinos en dos predios del sur de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria* 39: 67-69.
- Sievers G., M. Jara, C. Cardenas y J. Nuñez. 2002. Estudio anual de la eliminación de huevos y ooquistes de parásitos gastrointestinales y larvas de nematodos pulmonares en ovinos de una estancia en Magallanes, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria* 34: 37-47.
- Sissay M., M., A. Uggla and P. Waller J. 2007. Prevalence and seasonal incidence of nematode parasites and fluke infections of sheep and goats in eastern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production* 39: 521-531.
- Soca M., L. Simón, E. García D., E. Roque, M. Soca, R. Hernández y H. Tapanes 2005. Las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles comerciales, II. Empresa Genético Pecuaria “Valle del Perú”. *Pastos y Forrajes* 28: 311-318.
- Soca M., L. Simón y E. Roque. 2007. Árboles y nematodos gastrointestinales en bovinos jóvenes: Un nuevo enfoque de las investigaciones. *Pastos y Forrajes* 30: 21-33.
- Vadlejch J., M. Petrtyl, D. Lukešová, Z. Čadková, M. Kudrnáčová, I. Jankovská and I. Langrová. 2012. The concentration McMaster technique is suitable for quantification of coccidia oocysts in bird droppings. *Pakistan Veterinary Journal* 33: 291-295.
- van Dijk J., D. Sargison N., F. Kenyon and J. Skuce P. 2009. Climate change and infectious disease: helminthological challenges to farmed ruminants in temperate regions. *Animal* 4: 377- 392.

- Williams A., R., J. C. Greeff, P. E. Vercoe, R. J. Dobson and L. J. E. Karlsson.
2010. Merino ewes bred for parasite resistance reduce larva contamination
on to pasture during the peri-parturient period. *Animal* 4: 122-127.
- Vásquez H. M., G. R. González, H. G. Torres, G. P. Mendoza y R. J. M. Ruiz.
2006. Comparación de dos sistemas de pastoreo en la infestación con
nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo. *Veterinaria México* 37:
15-27.

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y NIVEL DE INFESTACIÓN
DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVEJAS
PELIBUEY EN DOS SISTEMAS DE PASTOREO**

**PRODUCTIVE PERFORMANCE AND LEVEL OF
GASTROINTESTINAL NEMATODES INFESTATION IN PELIBUEY
EWES IN TWO GRAZING SYSTEM**

1. RESUMEN

Los rebaños ovinos en el trópico son vulnerables a la infestación de nematodos gastrointestinales, lo que afecta la salud y causa baja productividad. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del pastoreo de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo o asociado con leucaena (*Leucaena leucocephala*), en el comportamiento productivo y nivel de infestación parasitaria de corderas Pelibuey. Se utilizaron 36 corderas Pelibuey pastoreando pasto estrella de peso inicial 15.7 ± 0.14 kg en monocultivo y otras 36 corderas Pelibuey pastoreando pasto estrella asociado con leucaena de peso inicial 15.4 ± 0.14 kg. El experimento duró 63 días y cada 21 días se midió peso corporal y condición corporal; conteo total de huevecillos de nematodos, conteo de huevecillos de *Haemonchus contortus*, *Strongyloides* y *Trichostrongylus*; hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos, neutrófilos y monocitos. Las corderas alimentadas en el sistema de pasto

estrella asociado con leucaena mostraron mayor ganancia de peso ($p \leq 0.001$) que las que pastorearon en el sistema de pasto estrella en monocultivo (102 g día^{-1} vs 42 g día^{-1}). El nivel de infestación parasitaria no se afectó por la presencia o no de leucaena en el sistema de pastoreo, ya que las cargas parasitarias de ambos grupos se mantuvieron en niveles moderados. Los parámetros sanguíneos de las corderas, excepto el valor del hematocrito, también fueron similares en ambos grupos, dentro de los valores normales para la especie ovina. En conclusión, la carga parasitaria no se afectó por el sistema de pastoreo, al igual que los parámetros sanguíneos; sin embargo, el sistema silvopastoril ayudó a mejorar la salud y la productividad del rebaño que se reflejó en mayores ganancias de peso.

Palabras clave: Sistema silvopastoril, pastoreo convencional, carga parasitaria, componentes sanguíneos.

1.1 ABSTRACT

Sheep herds under tropical conditions are vulnerable to gastrointestinal nematode infestation, which affects health and reduces productivity. This study aimed to evaluate the effect of grazing star grass (*Cynodon nlemfuensis*) alone or associated with leucaena (*Leucaena leucocephala*) on productive performance and level of parasitic infestation of Pelibuey ewes. Thirty six Pelibuey ewes with initial live weight of 15.7 ± 0.14 kg, grazed star grass monoculture, and 36 Pelibuey ewes with initial live weight 15.4 ± 0.14 kg, grazed star grass associated with leucaena. The experiment lasted 63 days and each 21 days body weight, and body condition; total egg counts of nematodes, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus* and *Strongyloides*; hematocrit; haemoglobin;

erythrocytes; leukocytes; neutrophils; and monocytes were measured. Ewes fed on star grass associated with leucaena had greater weight gain ($p \leq 0.001$) than those fed on star grass monoculture (102 g day^{-1} vs 42 g day^{-1}). The level of parasitic infestation was not affected whether leucaena was present or not in the grazing system, both groups of ewes were within moderate levels for this species. Blood parameters, with exception of hematocrit, were similar for ewes in both systems and they were within normal levels for sheep. In conclusion, both the parasite load and the blood parameters were not influenced by the grazing system. However, the silvopastoral system improved herd health and productivity, which was reflected in greater weight gains.

Key words: Silvopastoral system, conventional grazing system, parasitic burden, blood components.

2. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ovina en el trópico están basados en el pastoreo de praderas con gramíneas introducidas o de vegetación secundaria, resultando en una dieta con pobre contenido energético y proteínico (Góngora *et al.*, 2010; González-Garduño *et al.*, 2013). El pastoreo de ovinos en este tipo de praderas conduce a ganancias de peso bajas, de 70 a 100 g animal⁻¹ día⁻¹ dependiendo de la pastura (Ramírez *et al.*, 2011). Aunado a esto, las enfermedades parasitarias son una de las principales causas de mortalidad en este tipo de sistemas (Munguía-Xóchihua *et al.*, 2013).

La suplementación con *Leucaena leucocephala* en sistemas de pastoreo ha demostrado que puede mejorar la ganancia de peso en pequeños rumiantes (Rubanza *et al.*, 2007), debido a que se mejora la calidad de la dieta incrementando el nivel de proteína (García *et al.*, 2008). Por ello, una dieta con mejor balance de nutrimentos ayuda a aumentar la resiliencia de ovinos a nematodos gastrointestinales, disminuyendo así el impacto de éstos en el comportamiento productivo, e incrementando la productividad del rebaño (Hoste *et al.*, 2005; Retama-Flores *et al.*, 2012).

Diversos estudios han evaluado el comportamiento productivo de las ovejas en sistemas de pastoreo suplementados con leguminosas (Espinoza *et al.*, 2001; Rubanza *et al.*, 2007; León *et al.*, 2008) y el impacto de algunos extractos de diversas plantas en el control de los nematodos (Rojas *et al.*, 2006; Galicia-Aguilar *et al.*, 2012; Munguía-Xóchihua *et al.*, 2013). Sin embargo, la inclusión de leguminosas como forraje y su efecto en el control de nematodos gastrointestinales se han llevado a cabo en laboratorio. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo, nivel de infestación de nematodos gastrointestinales y parámetros sanguíneos, de corderas Pelibuey pastoreando pasto estrella en un sistema convencional o pasto estrella asociado con leucaena en un sistema silvopastoril.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El experimento se realizó en la Unidad de Producción “El Gargaleote” ubicado en el Municipio de Tamuín, San Luis Potosí, localizado entre las coordenadas geográficas 24°29' y 21°10' Latitud Norte y 98°20' y 102°18' de Longitud Oeste, a 40 msnm (INEGI, 2005). El sitio presenta condición climática de tipo Aw'' o (e) descrito como caliente subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura media anual de 26.8°C y precipitación media anual de 927.7 mm (García, 1981). Los suelos del predio son vertisoles y fluvisoles (según clasificación FAO-UNESCO). El periodo de estudio abarcó desde el 28 de junio al 28 de agosto de 2014.

3.2 Animales

Se emplearon 72 corderas de la raza Pelibuey de cuatro meses de edad aproximadamente, en un sistema de pastoreo diurno de 8 horas y encierro nocturno en corral. Al regreso de la pradera, las corderas recibieron 300 g de concentrado por animal, mismo que contenía 14% de proteína cruda y 3.34 Mcal de energía metabolizable (Cuadro 3), así como una mezcla mineral formulada con base en las deficiencias de minerales de los forrajes ofrecidos (Jiménez y Ortiz, 2013). El contenido de minerales de la mezcla ofrecida fue 0.12% de Ca, 0.17% de P, 30 ppm de Zn, 0.30 ppm de Se, 2 ppm de I, 0.2 ppm de Co y 10 ppm de Cu. El lote de animales se dividió en 2 grupos: un grupo de 36 corderas fue manejado en una pradera de 1.5 hectáreas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), conformando el tratamiento 1; mientras que el otro grupo de 36 corderas pastaron en una hectárea de pasto estrella asociado con leucaena (*Leucaena leucocephala*), constituyendo el tratamiento 2. Las corderas de ambos grupos fueron desparasitadas; la primera aplicación se realizó el día 6 de iniciado el experimento, aplicando 0.2 mg kg⁻¹ de ivermectina y 5 mg kg⁻¹ de closantel, ambas por vía intramuscular; la segunda aplicación se hizo 35 días después de iniciado el experimento con una dosis de 10 ml animal⁻¹ de closantel vía oral.

3.3 Muestras

Cada 21 días se tomaron muestras de sangre, por punción de la yugular, para realizar biometría hemática mediante un equipo Analizador de Hematología Veterinaria (Ca-700Vet STAC Medical Science & Technology); además, se recuperaron muestras de heces por estimulación anal para el análisis copro-parasitoscópico mediante la técnica de McMaster (Hansen y Perry, 1994); asimismo, se realizaron cultivos de larvas para cuantificar la carga parasitaria e identificar los principales géneros de parásitos gastrointestinales. Las ovejas se pesaron y se les midió la condición corporal utilizando una escala de 1 a 5 puntos (Russel *et al.*, 1969).

Cuadro 3. Composición del suplemento ofrecido a las ovejas pastoreando un monocultivo de pasto estrella o un sistema silvopastoril intensivo de leucaena asociado con pasto estrella.

Ingrediente	Porcentaje de inclusión
Maíz, grano	40
Sorgo, grano	39
Pasta de soya	8
Grasa de sobrepaso*	5
Melaza	4
Mezcla mineral**	3
Urea	1

*Energivac® (Contenido de ácidos grasos: 38% oleico, 45% palmítico, 4% esteárico, 8% linoleico, 2% palmitoleico, 3% otros) **Composición de la mezcla mineral: 0.12% Ca, 0.17% P, 30 ppm Zn, 0.30 ppm Se, 2 ppm I, 0.2 ppm Co y 10 ppm Cu.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, en el cual los tratamientos fueron: el monocultivo de pasto estrella y el sistema silvopastoril; la unidad experimental fue una oveja con 36 repeticiones por tratamiento. Las variables analizadas fueron: peso corporal y condición corporal de la oveja; conteo de huevecillos (huevos g⁻¹ de heces) de nematodos totales, de *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus sp.*, *Strongyloides sp.*; determinación de hematocrito (%), hemoglobina (g/dl) y otros componentes hematológicos

(células ml⁻¹) como eritrocitos, leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos y eosinófilos.

3.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el procedimiento MIXED de SAS (2013), ajustando polinomios simples para encontrar el modelo de mejor ajuste (Cuadro 4) para modelar la trayectoria de cada variable.

Cuadro 4. Modelo estadístico de mejor ajuste a las variables analizadas.

Variable modelada	Modelo estadístico
Peso corporal:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(IW-\mu_{IW})+\beta_{0i}+\beta_{1i}(X_{ijk})+\alpha_{0ik}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Condición corporal:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(BCS-\mu_{BCS})+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\beta_{3i}X_{ij}^3+\alpha_{0ik}X_{ijk}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Conteo total de huevecillos de nematodos:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(CT-\mu_{CT})+\beta_{0i}+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\alpha_{0ik}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+\alpha_{2ik}X_{ijk}^2+e_{ijk}$
Conteo de <i>H. contortus</i> :	$Y_{ijk}=S_i+b_1(CH-\mu_{CH})+\beta_{0i}+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\alpha_{0ik}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Conteo de <i>Strongyloides</i> :	$Y_{ijk}=S_i+b_1(CS-\mu_{CS})+\beta_{0i}+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\alpha_{0ik}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+\alpha_{2ik}X_{ijk}^2+e_{ijk}$
Conteo de <i>Trichostrongylus</i> :	$Y_{ijk}=S_i+b_1(CPV-\mu_{CPV})+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\beta_{3i}X_{ij}^3+\alpha_{0ik}X_{ijk}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Hematocrito:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(CPV-\mu_{CPV})+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\beta_{3i}X_{ij}^3+\alpha_{0ik}X_{ijk}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Hemoglobina:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(H-\mu_H)+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\alpha_{0ik}X_{ijk}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Eritrocitos:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(E-\mu_E)+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\alpha_{0ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Leucocitos:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(L-\mu_L)+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\beta_{3i}X_{ij}^3+\alpha_{0ik}X_{ijk}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Neutrófilos:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(N-\mu_N)+\beta_{1i}X_{ij}+\alpha_{0ik}X_{ijk}+e_{ijk}$
Monocitos:	$Y_{ijk}=S_i+b_1(M-\mu_M)+\beta_{1i}X_{ij}+\beta_{2i}X_{ij}^2+\alpha_{0ik}X_{ijk}+\alpha_{1ik}X_{ijk}+e_{ijk}$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable analizada de la k -ésima oveja manejada con el i -ésimo sistema de pastoreo en el j -ésimo día del experimento,

S_i = Efecto fijo del i -ésimo sistema de producción (pastoreando pasto estrella solo o asociado con leucaena),

b_{1i} = Coeficiente de regresión lineal asociado a la covariable de la k -ésima oveja y a la media de la covariable,

β_{1i} = Coeficiente de regresión fija del i -ésimo sistema de pastoreo en el j -ésimo día del experimento (X_{ij}),

α_{1i} = Coeficiente de regresión aleatoria de la k -ésima oveja pastando en el i -ésimo sistema de pastoreo,

e_{ijk} = Error aleatorio.

4. RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos de las variables analizadas se muestran en el Cuadro 5. El peso promedio de ambos grupos de corderas fue de 18.3 kg, mientras que la condición corporal se mostró en un rango de 1.5 a 4. El recuento total de huevecillos de nematodos fue considerado dentro del rango de una infestación moderada, de 800 a 1200 huevecillos g^{-1} de heces. De igual forma, la carga de *H. contortus* se mantuvo dentro del rango considerado como infestación baja (100-2000 huevecillos g^{-1} heces). El conteo de los nematodos *Trichostrongylus* y *Strongyloides* fue de 254 y 420 huevecillos g^{-1} de heces, respectivamente, valores considerados como de baja infestación ya que el rango que se considera baja infestación es de 100-500 huevecillos g^{-1} heces (Hansen y Perry, 1994). Los valores promedio de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos, así como neutrófilos se mostraron en el rango normal para la especie

ovina. Sin embargo, los monocitos estuvieron por encima de los rangos normales (Avellanet *et al.*, 2007).

Cuadro 5. Estadísticos descriptivos de las variables medidas en ovejas Pelibuey pastoreando en una pradera de pasto estrella en monocultivo y un sistema silvopastoril intensivo de pasto estrella asociado con leucaena.

Variable	Min	Max	Mean	SD ¹	CV ²
Peso de la cordera, kg	10	29.7	18.3	4	21.9
Condición Corporal de la oveja (unidades)	1.5	4	2.7	0.6	21.7
Conteo total de nematodos (huevecillos g ⁻¹ de heces)	0	2300	862.5	592	68.6
Conteo de <i>H. contortus</i> (huevecillos g ⁻¹ de heces)	0	690	165.2	188.6	114.2
Conteo de <i>Strongyloides</i> (huevecillos g ⁻¹ de heces)	0	920	420.7	257.4	61.2
Conteo de <i>Trichostrongylus</i> (huevecillos g ⁻¹ de heces)	0	690	254.1	200.2	78.8
Hematocrito (%)	28	45	37.9	3.5	9.3
Hemoglobina (g dl ⁻¹)	9.4	14.4	12.7	1.1	8.9
Conteo de eritrocitos (10 ⁶ ml ⁻¹)	7.3	14	10.6	1	9.8
Conteo de leucocitos (10 ³ ml ⁻¹)	4.7	15.7	8.7	1.6	1.68
Conteo de neutrófilos (células ml ⁻¹)	122	5189.6	3055.7	703.8	0.2
Conteo de monocitos (células ml ⁻¹)	73.0	3165.3	916.0	574.8	1.3

¹ Desviación estándar, ² Coeficiente de variación.

4.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.1.1 Peso corporal

El modelo de mejor ajuste para las trayectorias del peso corporal de las corderas consistió en un polinomio de primer grado para los efectos fijos y aleatorios (Cuadro 6). La regresión del peso corporal individual de las corderas y la regresión fija general para cada sistema de alimentación se muestran en el gráfico de dispersión de datos (Figura 1). Las trayectorias del peso corporal de las corderas que pastaron en el sistema silvopastoril de pasto estrella asociado con leucaena presentaron valores mayores a los de las ovejas que pastaron en el sistema monocultivo de pasto estrella ($p \leq 0.001$). La ganancia diaria de peso (GDP) fue de 42 g animal⁻¹ d⁻¹ para las corderas pastando solo pasto estrella y de 102 g animal⁻¹ d⁻¹ para aquellas que pastaron pasto estrella asociado con leucaena. Al final del experimento, las ovejas alimentadas en el sistema silvopastoril pesaron en promedio 2.74 kg más que las corderas alimentadas con solo pasto estrella ($p \leq 0.001$).

4.1.1 Condición corporal

Las trayectorias de la condición corporal se ajustaron mejor a un modelo que consiste de un polinomio de segundo grado de los efectos aleatorios y los efectos fijos mostraron significancia hasta el tercer grado (Cuadro 6). La condición corporal no mostró diferencias entre tratamientos ($p=0.4$).

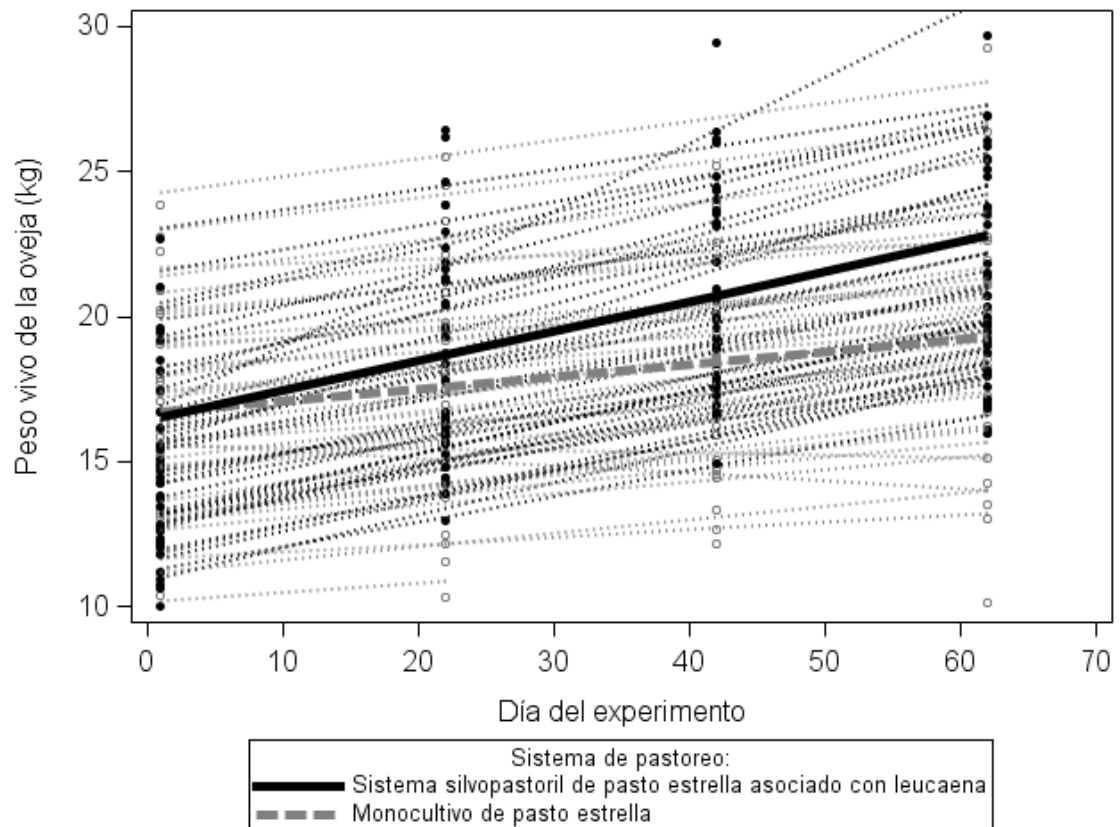


Figura 1. Gráfico de dispersión de datos, regresión fija general (línea sólida) y regresión aleatoria (línea punteada) del peso corporal de corderas Pelibuey alimentadas en dos sistemas de pastoreo.

4.2 CARGA PARASITARIA

4.2.1 Conteo total de nematodos

El modelo de mejor ajuste para las trayectorias del número total de nematodos fue un polinomio de tercer grado para los efectos fijos, mientras que para los efectos aleatorios fue un polinomio de segundo grado (Cuadro 7). El gráfico de dispersión muestra las regresiones del conteo total de nematodos para cada cordera y las regresiones fijas del conteo de nematodos para las corderas alimentadas en cada sistema de alimentación (Figura 2). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el total de nematodos gastrointestinales ($p=0.9$).

4.2.2 Conteo de huevecillos en heces de *H. contortus*

El modelo que mejor se ajustó para el conteo de huevecillos de *H. contortus* en heces, consistió de un polinomio de tercer grado para los efectos fijos y de un polinomio de segundo grado para los efectos aleatorios (Cuadro 7). No hubo diferencia significativa entre las corderas que pastaron praderas de solo pasto estrella y aquellas que pastaron en el sistema silvopastoril de pasto estrella asociado con leucaena ($p=0.30$). Las trayectorias individuales del conteo de huevecillos de *Haemonchus sp* muestran que las dosis y productos usados para el control de parásitos (ivermectina 2 mg kg⁻¹ y closantel, fueron eficaces para controlar *H. contortus*, ya que la presencia del nematodo se mantuvo en el rango de infestación moderada (Hansen & Perry, 1994) hasta un valor mínimo al finalizar el experimento (Figura 4).

4.2.3 Conteo de *Strongyloides*

El modelo de mejor ajuste de las trayectorias del conteo de huevecillos de *Strongyloides sp.* en las heces de las corderas consistió de un polinomio de tercer grado en los efectos fijos y aleatorios (Cuadro 8). No hubo diferencias ($p=0.4$) entre las corderas de ambos tratamientos para la incidencia de *Strongyloides sp.*

Cuadro 6. Parámetros estimados en el modelo ajustado para las variables corporales (peso y condición) de las corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.

Factores de análisis	Variable modeladay	
	Peso (kg)	CC(unidades)
Efectos fijosz/		
Sistema de Pastoreo		
Pasto + Leucaena	19.68(0.21)a	2.72(0.05)
Pasto solo	16.94 (0.21)b	2.76(0.05)
Covariables		
Peso vivo inicial (Kg)	1.00(0.026)***	-----
Condición corporal (Unidades)	-----	0.70(0.03)***
Coeficiente de regresion de efectos fijos por Sistema de pastoreo		
β_0 Pasto + Leucaena	16.40(0.14)***	2.7(0.05)***
β_0 Pasto solo	15.60(0.14)***	2.7(0.05)***
β_1 Pasto + Leucaena	0.10(6.0x10 ⁻³)***	-0.04(0.01)***
β_1 Pasto solo	0.04(6.0x10 ⁻³)***	-0.06(0.01)***
β_2 Pasto + Leucaena	-----*	1.8x10 ⁻³ (4.4x10 ⁻⁴)***
β_2 Pasto solo	-----	2.5x10 ⁻³ (4.4x10 ⁻⁴)***
β_3 Pasto + Leucaena	-----	2x10 ⁻⁵ (4.6x10 ⁻⁶)**
β_3 Pasto solo	-----	2x10 ⁻⁵ (4.6x10 ⁻⁶)***
Efectos aleatorios		
$\sigma_{\alpha_0}^2$	-----	-----
$\sigma_{\alpha_1}^2$	1.0(2.4x10 ⁻⁴)	7x10 ⁻⁵ (2.3x10 ⁻⁵)**
$\sigma_{\alpha_0\alpha_1}$	7.3x10 ⁻³ (4.4x10 ⁻³) ^{NS}	6.6x10 ⁻⁴ (3.5x10 ⁻⁴)***
$\sigma_{residual}^2$	0.72(0.07)***	0.09(9.5x10 ⁻³)***
Criterios de ajuste		
-2 Residual Log Probabilidad	938.7	331.5
AIC (pequeña es mejor)	944.7	337.5
BIC (pequeña es mejor)	951.5	344.3

w/ ---- = Efectos no ajustados en el modelo

y/ Error estándar dentro del paréntesis; * = $p \leq 0.05$; ** = $p \leq 0.01$; *** = $p \leq 0.001$; NS = No significativo.

z/ Efectos fijos por categoría, media de mínimos cuadrados con diferente subíndice dentro de la misma columna, muestra diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$).

CC = Condición corporal

4.2.4 Conteo de *Trichostrongylus*

El modelo de mejor ajuste para el conteo de huevecillos en heces de nematodos gastrointestinales del género *Trichostrongylus sp* fue un polinomio de tercer grado para los efectos fijos y un polinomio de primer grado para los efectos aleatorios (Cuadro 8). No hubo diferencias en la carga parasitaria de *Trichostrongylus sp* de las corderas asignadas en ambos tratamientos ($p=0.4$).

Cuadro 7. Parámetros estimados para el modelo ajustado para la carga total de nematodos y conteo de *Haemonchus contortus* de corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.

Factores de análisis	Variable respuesta modelada ^{y/}	
	Conteo total de nematodos (huevecillos g ⁻¹ de heces)	Conteo de <i>H. contortus</i> (unidades)
Efectos fijos^{z/}		
Sistema de pastoreo		
Pasto + Leucaena	870.0(43.4)	171.1(5.5)
Pasto solo	867.0(43.2)	160.0(5.6)
Covariables		
Conteo inicial de nematodos: (huevecillos g ⁻¹ de heces)	8.7x10 ⁻³ (1.2x10 ⁻³)***	
Conteo inicial de <i>H. contortus</i> : (huevos g ⁻¹ de heces)		5.3x10 ⁻⁴ (9.0x10 ⁻³)***
Coeficientes de regresión fija por Sistema de pastoreo		
β_0 Pasto + Leucaena	1.6x10 ⁴ (19.1)***	4.4x10 ³ (10.2)***
β_0 Pasto solo	1.6x10 ⁻⁴ (19.1)***	4.7x10 ³ (10.2)***
β_1 Pasto + Leucaena	-45.2(5.3)***	-21.0(1.7)***
β_1 Pasto solo	-38.8(5.3)***	-23.7(1.7)***
β_2 Pasto + Leucaena	0.9(0.2)***	4.2x10 ⁻⁴ (6.7x10 ⁻³)***
β_2 Pasto solo	0.5(0.2)**	4.6x10 ⁻⁴ (6.8x10 ⁻³)***
B_3 Pasto + Leucaena	-8.5x10 ⁻⁵ (1.6x10 ⁻⁴)***	-3.2x10 ⁵ (7x10 ⁻³)***
β_3 Pasto solo	-4.5x10 ⁻⁵ (1.6x10 ⁻⁴)***	-3.8 exp ⁻⁵ (7x10 ⁻³)***
Efectos aleatorios		
$\sigma_{\alpha_0}^2$	0.0	1.0x10 ⁻⁴ (1.9x10 ⁴) ^{NS}
$\sigma_{\alpha_1}^2$	5.4x10 ³ (1.4x10 ³)***	5.5(1.1)***
$\sigma_{\alpha_2}^2$	8.8x10 ⁻³ (0.02)**	-----
$\sigma_{\alpha_0\alpha_1}$	-1.4x10 ⁴ (4.8x10 ³) ^{aj}	-95.6(52.7) ^{NS}
$\sigma_{\alpha_0\alpha_2}$	12.2(6.3) ^{NS}	-----
$\sigma_{\alpha_1\alpha_2}$	-6.5(1.9)**	-----
$\sigma_{residual}^2$	1.0x10 ⁴ (1.3x10 ⁴)***	2.2x10 ⁴ (2.7x10 ³)***
Criterios de ajuste		
-2 Residual Log Verosimilitud	3705	3055
Criterio de Akaike (pequeño es mejor)	3717	3063
Criterio Bayesiano (pequeño es mejor)	3731	3072

^{w/} ---- = Efectos no ajustados en el modelo.

^{y/} Error estándar dentro del paréntesis; * = $p \leq 0.05$; ** = $p \leq 0.01$; *** = $p \leq 0.001$; NS = No significativo.

^{z/} Efectos fijos por categoría, media mínimos cuadrados en la misma columna con diferente subíndice son diferentes ($p \leq 0.05$).

Cuadro 8. Parámetros estimados por el modelo ajustado para el conteo de nematodos de los géneros *Strongyloides sp* y *Trichostrongylus sp* en heces de corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.

Factores de análisis	Variable respuesta modelada ^{y/}	
	Conteo de <i>Strongyloides</i> (huevecillos g ⁻¹ heces)	Conteo de <i>Trichostrongylus</i> (huevecillos g ⁻¹ heces)
Efectos fijos^{z/}		
Sistema de producción		
Pasto + Leucaena	4.3x10 ³ (19.3)	2.5x10 ³ (5.9)
Pasto solo	4.1x10 ³ (19.3)	2.5x10 ³ (6.0)
Covariables		
Conteo inicial de <i>Strongyloides</i> (huevecillos g ⁻¹ de heces)	1.2(2.7x10 ⁻³) ^{***}	
Conteo inicial de <i>Trichostrongylus</i> (huevecillos g ⁻¹ de heces)		0.7(3.4x10 ⁻³) ^{***}
Coeficientes de regresión fija por sistema de pastoreo		
β_0 Pasto + Leucaena	7.0x10 ³ (9.5) ^{***}	4.9x10 ³ (12.5) ^{***}
β_0 Pasto solo	6.9x10 ³ (9.4) ^{***}	5.0x10 ³ (12.5) ^{***}
β_1 Pasto + Leucaena	-12.4(2.4) ^{***}	-12.2(2.4) ^{***}
β_1 Pasto solo	-7.5(2.4) ^{**}	-13.6(2.4) ^{***}
β_2 Pasto + Leucaena	2.3x10 ⁻³ (0.1) ^{**}	0.3(0.1) ^{**}
β_2 Pasto solo	2.3x10 ⁻³ (0.1) ^{NS}	0.30(0.1) ^{**}
β_3 Pasto + Leucaena	-3x10 ⁻³ (8x10 ⁻⁴) ^{**}	-3x10 ⁻³ (1x10 ⁻³) ^{**}
β_3 Pasto solo	-1x10 ⁻³ (8x10 ⁻⁴) ^{NS}	-4x10 ⁻⁴ (1x10 ⁻³) ^{**}
Efectos aleatorios		
$\sigma_{\alpha_0}^2$	0.0	0.0
$\sigma_{\alpha_1}^2$	87.7(27.3) ^{**}	1.3(0.6) ^{***}
$\sigma_{\alpha_2}^2$	0.03(0.01) ^{**}	-----
$\sigma_{\alpha_0\alpha_1}$	-1.3x10 ³ (1.2x10 ³) ^{NS}	-19.2(9.1) [*]
$\sigma_{\alpha_0\alpha_2}$	5.4(2.0) ^{**}	-----
$\sigma_{\alpha_1\alpha_2}$	-1.7(0.6) ^{**}	-----
$\sigma_{residual}^2$	2.6x10 ⁴ (3.4x10 ³) ^{***}	4.6x10 ⁴ (5.0x10 ³) ^{***}
Criterio de ajuste		
-2 Residual Log Verosimilitud	3335	3243
Criterio de Akaike (pequeño es mejor)	3347	3249
Criterio Bayesiano (pequeño es mejor)	3360	3256

^{w/} ---- = Efectos no ajustados en el modelo.

^{y/} Error estándar dentro del paréntesis; * = p≤ 0.05; ** = p≤0.01; *** = p≤0.001; NS = No significativo.

^{z/} Efectos fijos por categoría, media de los mínimos cuadrados en la misma columna con diferente subíndice son diferentes (p≤0.05).

4.3 PARÁMETROS SANGUÍNEOS

4.3.1 Hematocrito

El modelo de mejor ajuste para el porcentaje de hematocrito fue un polinomio de tercer grado para los efectos fijos y de segundo grado para los efectos aleatorios. Hubo diferencias entre el porcentaje de hematocrito de las corderas alimentadas

en los sistemas de pastoreo en monocultivo de pasto estrella y el sistema silvopastoril ($p \leq 0.002$), las corderas que pastaron en el monocultivo de pasto estrella mostraron mayores porcentajes de hematocrito que las corderas alimentadas con pasto estrella asociado con leucaena; asimismo, los valores de hematocrito en ambos grupos de animales estuvieron por encima del rango normal (Figura 3).

4.3.2 Hemoglobina

Las trayectorias de hemoglobina en sangre fueron ajustadas mediante polinomios de segundo grado, tanto para los efectos fijos como para los efectos aleatorios (Cuadro 9). El sistema de pastoreo (monocultivo y silvopastoril) no mostró efectos en la concentración de hemoglobina en sangre de las corderas ($p=0.4$); en la mayoría de las corderas de ambos grupos se observaron niveles de hemoglobina superiores al valor promedio para la especie animal, pero dentro de los rangos normales (Avellanet *et al.*, 2007).

4.3.4 Leucocitos

El modelo de mejor ajuste para el conteo de leucocitos en sangre fue un polinomio de tercer grado para efectos fijos y un polinomio de segundo grado para efectos aleatorios (Cuadro 10). Las trayectorias del nivel de leucocitos en sangre de ambos sistemas no mostraron diferencias significativas ($p=0.38$) y se mantuvieron dentro del rango normal de acuerdo con lo propuesto por Avellanet *et al.* (2007).

4.3.4 Leucocitos

El modelo de mejor ajuste para el conteo de leucocitos en sangre fue un polinomio de tercer grado para los efectos fijos y un polinomio de segundo grado para los efectos aleatorios (Cuadro 10). Las trayectorias del nivel de leucocitos en sangre de ambos sistemas no mostraron diferencias significativas ($p=0.38$) y se mantuvieron dentro del rango normal de acuerdo con lo propuesto por Avellanet *et al.*, (2007).

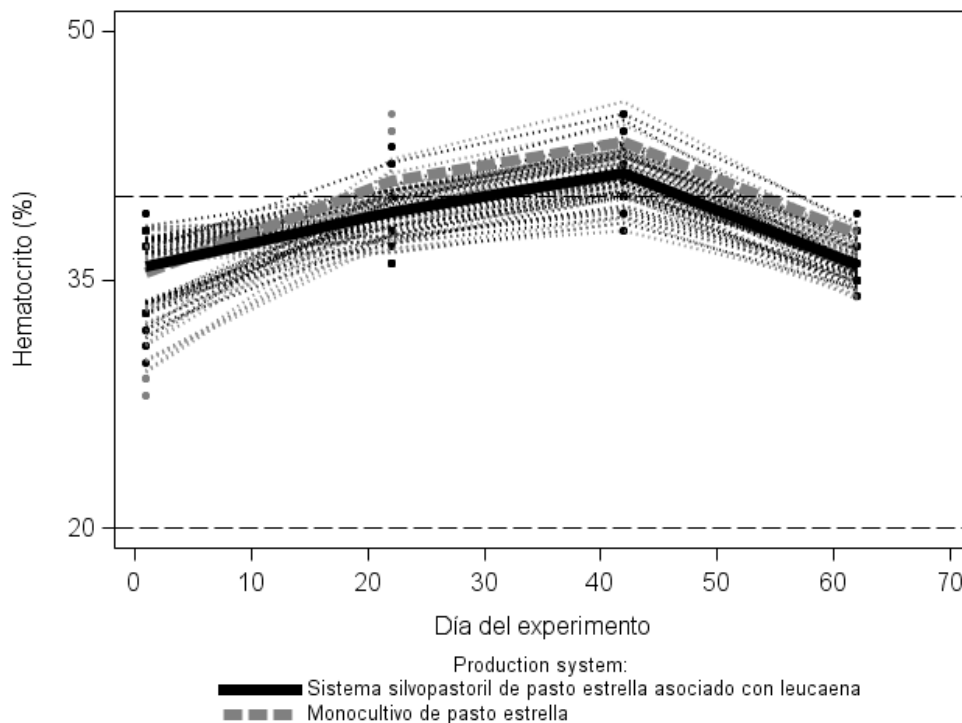


Figura 2. Gráfico de dispersión de datos, regresión fija general (línea sólida) y regresión aleatoria (línea punteada) del porcentaje de hematocrito de corderas Pelibuey alimentadas en pastoreo de solo pasto estrella y pasto estrella asociado con leucaena.

4.3.5 Neutrófilos

El modelo de mejor ajuste para el nivel de neutrófilos fue un polinomio de segundo grado para los efectos fijos y un polinomio de primer grado para los efectos aleatorios (Cuadro 11). No hubo diferencia en el nivel de neutrófilos sanguíneos entre las corderas que pastaron solo pasto estrella y las que se alimentaron con pasto estrella asociado con leucaena ($p=0.1$).

4.3.6 Monocitos

El modelo de mejor ajuste para el nivel de monocitos en sangre fue estimado mediante un polinomio de primer grado para los efectos fijos y un polinomio de segundo grado para los efectos aleatorios (Cuadro 11). Tampoco hubo diferencia

en el nivel de monocitos sanguíneos entre las corderas que pastaron solo pasto estrella y las que se alimentaron con pasto estrella asociado con leucaena ($p=0.1$).

Cuadro 9. Parámetros estimados por el mejor modelo de ajuste para el porcentaje del hematocrito y contenido de hemoglobina en sangre de corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.

Factores de análisis	Variable respuesta modelada ^{y/}	
	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g dl ⁻¹)
Efectos fijos^{z/}		
Sistema de pastoreo		
Pasto + Leucaena	37.35(0.40) ^b	12.70(0.05)
Pasto estrella	38.50(0.40) ^a	12.80(0.05)
Covariables		
Hematocrito inicial (%)	0.80(0.05) ^{***}	
Hemoglobina inicial (g dl ⁻¹)		0.30(0.03) ^{***}
Coeficientes de regresión fija por sistema de pastoreo		
β_0 Pasto + Leucaena	34.90(0.27) ^{***}	11.74(0.12) ^{***}
β_0 Pasto solo	34.40(0.27) ^{***}	11.35(0.12) ^{***}
β_1 Pasto + Leucaena	0.03(0.06) ^{NS}	0.11(0.01) ^{***}
β_1 Pasto solo	0.20(0.06) ^{***}	0.15(0.01) ^{***}
β_2 Pasto + Leucaena	0.01(2.0x10 ⁻³) ^{***}	-1.0x10 ⁻³ (1.0x10 ⁻⁴) ^{**}
β_2 Pasto solo	2.0x10 ⁻³ (2.0x10 ⁻³) ^{NS}	-2.0x10 ⁻³ (1.0x10 ⁻⁴) ^{***}
β_3 Pasto + Leucaena	-1.0x10 ⁻⁴ (2.0x10 ⁻⁴) ^{***}	-----
β_3 Pasto solo	-1x10 ⁻⁴ (2.0x10 ⁻⁴) ^{***}	-----
Efectos aleatorios		
$\sigma_{\alpha_0}^2$	0.03(8.0x10 ³) ^{***}	0.0
$\sigma_{\alpha_1}^2$	5.8x10 ⁻⁶ (1.6x10 ⁻⁶) ^{***}	2.0x10 ⁻⁴ (7x10 ⁻⁴) [*]
$\sigma_{\alpha_0\alpha_1}$	-4.0x10 ⁻⁴ (1.0x10 ⁻⁴) ^{***}	-3.0x10 ⁻³ (1x10 ⁻³) [*]
$\sigma_{residual}^2$	2.10(0.3) ^{***}	0.50 (0.05) ^{***}
Criterios de ajuste		
-2 Residual Log Verosimilitud	1303.8	682.7
Criterio de Akaike (pequeño es mejor)	1311.8	688.7
Criterio Bayesiano (pequeño es mejor)	1320.9	695.5

^{w/} ---- = Efectos no ajustados en el modelo.

^{y/} Error estándar dentro del paréntesis; * = $p \leq 0.05$; ** = $p \leq 0.01$; *** = $p \leq 0.001$; NS = No significativa.

^{z/} Efectos fijos por categoría, media de los mínimos cuadrados en la misma columna con diferente subíndice son diferentes ($p \leq 0.05$).

Cuadro 10. Parámetros estimados por el mejor modelo de ajuste para los niveles de eritrocitos y leucocitos en sangre de corderas Pelibuey, alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.

Factores de análisis	Variable respuesta modelada ^{y/}	
	Eritrocitos (millones ml ⁻¹)	Leucocitos (células ml ⁻¹)
Efectos fijos^{z/}		
Sistema de pastoreo		
Pasto + <i>Leucaena</i>	10.50(0.06)	8.6x10 ³ (1.3x10 ³)
Pasto solo	10.70(0.06)	8.7 x10 ³ (1.3x10 ³)
Covariables		
Conteo inicial de eritrocito: (millones ml l ⁻¹)	2.1x10 ⁻⁷ (0.0)	
Coeficientes de regresión fija por sistema de pastoreo		
β_0 Pasto + <i>Leucaena</i>	9.80(0.14) ^{***}	8.4x10 ³ (3.8x10 ³) ^{***}
β_0 Pasto solo	9.50(0.14) ^{***}	9.4x10 ³ (3.8x10 ³) ^{***}
β_1 Pasto + <i>Leucaena</i>	0.08(0.01) ^{***}	-6.90(43.90) ^{NS}
β_1 Pasto solo	0.12(0.01) ^{***}	-1.1x10 ³ (44.10) [*]
β_2 Pasto + <i>Leucaena</i>	-2.0x10 ⁻³ (2.0x10 ⁻⁴) ^{***}	1.50(1.80) ^{NS}
β_2 Pasto solo	-2.0x10 ⁻³ (2.0x10 ⁻³)	4.60(1.80) [*]
β_3 Pasto + <i>Leucaena</i>	-----	-0.02(0.02) [*]
β_3 Pasto solo	-----	-0.05(0.02) ^{**}
Efectos aleatorios		
$\sigma_{\alpha_0}^2$	0	3.3x10 ⁷ (7.7x10 ⁶) ^{***}
$\sigma_{\alpha_1}^2$	-----	1.1x10 ⁴ (7.0x10 ⁻⁴) [*]
$\sigma_{\alpha_0\alpha_1}$	-----	-3.0x10 ⁻³ (1.0x10 ⁻³) [*]
$\sigma_{residual}^2$		0.50 (0.05) ^{***}
Criterios de ajuste		
-2 Residual Log Verosimilitud	752.9	682.7
Criterio de Akaike (pequeño es mejor)	754.9	688.7
Criterio Bayesiano (pequeño es mejor)	757.1	695.5

^{w/} ---- = Efectos no ajustados en el modelo.

^{y/} Error estándar en paréntesis; * = p≤ 0.05; ** = p≤0.01; *** = p≤0.001; NS = No significativo.

^{z/} Efectos fijos por categoría, media de los mínimos cuadrados con diferente subíndice en la misma columna son diferentes (p≤0.05).

Cuadro 11. Parámetros estimados por el modelo de mejor ajuste para los niveles de neutrófilos y monocitos sanguíneos en corderas Pelibuey alimentadas con pasto estrella en monocultivo y en asociación con leucaena.

Factores de análisis	Variable respuesta modelada ^{y/}	
	Neutrófilos (células ml ⁻¹)	Monocitos (células ml ⁻¹)
Efectos fijos^{z/}		
Sistema de pastoreo		
Pasto + Leucaena	2.9x10 ³ (57.50)	9.3x10 ³ (20.00)
Pasto solo	3.1x10 ³ (56.60)	8.9x10 ³ (20.40)
Covariables		
Conteo inicial de neutrófilo: (células ml ⁻¹)	0.20(0.05) ^{***}	
Conteo inicial de monocito: (células ml ⁻¹)		0.43(0.01) ^{***}
Coeficientes de regresión fija por sistema de pastoreo		
β_0 Pasto + Leucaena	2.9x10 ³ (96.80) ^{***}	1.6x10 ³ (41.00) ^{***}
β_0 Pasto solo	2.9x10 ³ (97.00) ^{***}	1.7x10 ³ (41.00) ^{***}
β_1 Pasto + Leucaena	6.10(2.50) ^{NS}	-23.80(3.40) ^{***}
β_1 Pasto solo	3.00(2.50) [*]	-35.40(3.40) ^{***}
β_2 Pasto + Leucaena	-----	0.10(0.40) ^{NS}
β_2 Pasto solo	-----	0.20(0.40) ^{***}
Efectos aleatorios		
$\sigma_{\alpha_0}^2$	2.0x10 ³ (2.2x10 ⁵) ^{NS}	0
$\sigma_{\alpha_1}^2$	-----	58.00(13.70) ^{***}
$\sigma_{\alpha_0\alpha_1}$	-----	-9.1x10 ³ (15.00) ^{***}
$\sigma_{residual}^2$	4.5x10 ⁶ (4.4x10 ⁵) ^{***}	5.8x10 ⁵ (6.2x10 ³) ^{***}
Criterios de ajuste		
-2 Residual Log Verosimilitud	4478.5	3906.4
Criterio de Akaike (pequeño es mejor)	4482.5	3912.4
Criterio Bayesiano (pequeño es mejor)	4487.1	3919.2

^{w/} ---- = Efectos no ajustados en el modelo.

^{y/} Error estándar en paréntesis; * = p≤0.05; ** = p≤0.01; *** = p≤0.001; NS = No significativo.

^{z/} Efectos fijos por categoría, media de los mínimos cuadrados con diferente subíndice en la misma columna, son diferentes (p≤0.05).

5. DISCUSIÓN

El mayor aumento de peso en las corderas alimentadas en el sistema asociado de pasto estrella con leucaena puede deberse a un mejor balance de nutrimentos cuando las ovejas consumieron pasturas asociadas por el mayor aporte de proteína de la leguminosa arbórea, mejorando la productividad de las corderas (García *et al.*, 2008). Esto concuerda con lo reportado por Arece *et al.*, (2013); aunque el comportamiento de las corderas no se afectó debido a que la carga de nematodos gastrointestinales se mantuvo dentro del nivel bajo sugeridos por Hansen y Perry (1994). Otros autores (Retama-Flores *et al.*, 2012) han documentado que un mejor balance de proteína y energía en la dieta contribuyen

a incrementar la resiliencia de los ovinos frente a los nematodos gastrointestinales. Resultados similares fueron reportados por Medina y Sánchez (2006) en ovejas Pelibuey suplementadas con follaje de leucaena, donde la ganancia diaria de peso no se afectó aun en presencia de cargas altas de nematodos gastrointestinales; sin embargo, las ganancias de peso fueron bajas (47 g día^{-1}) en comparación con las que se encontraron en este trabajo. De Combellas (1999) obtuvieron ganancias de peso de 105 g día^{-1} en corderos predestete cuando éstos fueron alimentados con follaje de leucaena.

En cuanto a la condición corporal, De Combellas (1999) no observó diferencias entre las ovejas que pastaron pasto estrella solo y aquellas que pastaron pasto estrella asociado con leucaena. Contrariamente, otros estudios han reportado mayor condición corporal en ovejas suplementadas con leucaena (León *et al.*, 2003).

Los niveles de infestación con parásitos gastrointestinales en las ovejas se mantuvieron dentro del rango moderado para todos los géneros de nematodos identificados en el presente estudio, debido quizás a la buena efectividad de los antihelmínticos y de las dosis aplicadas durante el periodo experimental. Otros experimentos con ovejas aplicando ivermectina en dosis similares a la que se aplicó en el presente experimento (2 mg/kg), mostraron conteos similares de huevecillos de *Haemonchus* (González-Garduño *et al.*, 2003), aunque estos mismos autores consideran que, para no asumir resistencia de los nematodos a ivermectina, se debe tener una efectividad de 98% sobre *Haemonchus*. Otros autores han encontrado en bovinos una reducción significativa en el conteo de huevecillos de nematodos en las heces cuando los animales pastaron en un sistema silvopastoril (Soca *et al.*, 2007). Sin embargo, se ha encontrado que las ovejas suplementadas con follaje de leucaena no mostraron cambios en el nivel de infestación parasitaria comparadas con ovejas sin suplementar (Medina y Sánchez, 2004), por lo que concluyeron que la inclusión de leucaena a la dieta de los animales no afecta la carga de nematodos gastrointestinales en las ovejas.

El valor del hematocrito se dio dentro del rango normal sugerido por Avellanet *et al.* (2007) en ambos tratamientos. Aun con la presencia de *H. contortus*, parásito hematófago con mayor impacto en rumiantes. Díaz *et al.* (2014) reportaron resultados similares a los nuestros en ovejas criollas de Colombia. No obstante, el nivel de hematocrito observado en el presente estudio fue más alto comparados con lo reportado por Qamar & Mqbool (2012) en ovejas infectadas con *H. contortus* y en ovejas saludables.

La concentración de hemoglobina en suero sanguíneo fue menor a lo encontrado por Qamar & Mqbool (2012) quienes observaron valores superiores en ovejas saludables y parasitadas tratadas con ivermectina, aunque los niveles del metabolito sanguíneo fueron inferiores a los de las ovejas parasitadas sin tratar. Otros trabajos han reportado niveles de hemoglobina similares entre ovejas parasitadas y con aplicación de ivermectina (Rowe *et al.*, 2008).

La concentración de neutrófilos en suero sanguíneo fue similar a la reportada por Qamar & Mqbool (2012) para ovejas infectadas con *H. contortus* y desparasitadas con ivermectina, no obstante que los neutrófilos son las células sanguíneas que se afectan con la presencia de alta infestación con parásitos gastrointestinales. Las corderas utilizadas en el presente experimento mostraron niveles de infestación moderados de nematodos (Hansen y Perry, 1996), por lo que, de igual modo, los neutrófilos se mantuvieron en un rango normal.

El resultado del conteo de monocitos en suero sanguíneo de las corderas estuvo por encima del rango normal reportado para esta especie (Avellanet *et al.*, 2007), y también fueron superiores a los reportados por Qamar & Mqbool (2012) y Rowe *et al.* (2008) cuando utilizaron ovejas infectadas con *H. contortus* en sus respectivas investigaciones; por lo que ambos reportes encontraron correlación positiva entre el nivel de infestación parasitaria y las proporciones de monocitos y leucocitos en suero sanguíneo.

4. CONCLUSIONES

El sistema silvopastoril de leucaena asociado con pasto estrella, mejora el comportamiento productivo de las ovejas Pelibuey en crecimiento, que se refleja en mayores ganancias de peso.

La carga de nematodos gastrointestinales no se afecta por el sistema de pastoreo, manteniéndose dentro del rango de infestación moderado.

El nivel de infestación moderado no afectó los parámetros sanguíneos de las ovejas.

El protocolo de desparasitación aplicado, ayuda a mantener niveles moderados de infestación, sin embargo, no elimina completamente los parásitos, por lo que se recomienda realizar un diagnóstico de resistencia de los nematodos a la aplicación de antihelmínticos.

5. AGRADECIMIENTOS

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo recibido durante los estudios de Maestría. A la Cooperativa Agropecuaria y Forestal Chapingo S.C. de R. L. por facilitar las instalaciones y semovientes durante la fase experimental del estudio. A la Unión Ganadera Local de Tamuín por las facilidades otorgadas para el conteo e identificación de los parásitos y la determinación de los componentes sanguíneos realizados en el Laboratorio de Análisis Veterinarios.

6. LITERATURA CITADA

- Arece J., Y. López, M. Molina y A. Alpízar. 2013. Cambios fisiopatológicos en ovinos Pelibuey en estabulación, después de infestación experimental con strongílidos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes* 36: 354-359.
- Avellanet R., R. Cuenca, J. Pastor y J. Jordana. 2007. Parámetros hematológicos y bioquímico clínicos en la raza ovina Xisqueta. *Archivos de Zootecnia* 56: 497-501.
- De Combellas J. 1999. Comportamiento productivo de ovejas West African pastoreando pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*). *Revista Facultad de Agronomía* 16: 204-210.

- Díaz-Anaya A. M., H. A. Arias-González, D. J. García-Corredor y M.O. Pulido-Medellín. 2014. Estimación de los valores de hematocrito y hemoglobina en presencia de *Haemonchus* sp. en ovinos de Oicatá, Colombia. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias 55: 18-24.
- Espinoza F., C. Araque, L. León, H. Quintana y E. Perdomo. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en pastoreo con ovinos. Zootecnia Tropical 19: 307-318.
- Galicia-Aguilar H. H., L. A. Rodríguez-González, C. M. Capetillo-Leal, R. Cámara-Sarmiento, A. J. Aguilar-Caballero, C. A. Sandoval-Castro and J. F. J Torres-Acosta. 2012. Effects of *Havardia albicans* supplementation on feed consumption and dry matter digestibility of sheep and the biology of *Haemonchus contortus*. Animal Feed Science and Technology 176: 178:184.
- García de M. E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Tercera edición, UNAM, Instituto de Geografía. pp: 24-30.
- García E. D., B. H. Wencomo, E. M. González, G. M. Medina, J. L. Cova y I. Spengler. 2008. Evaluación de diecisiete accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje. Zootecnia Tropical 26: 9-18.
- Góngora-Peréz D., F. Góngora-González, M. A. Magaña-Magaña, y P. E. Lara y Lara. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el Estado de Yucatán, México. Agronomía Mesoamericana 21: 131-144.
- González-Garduño R., G. Torres-Hernández, M. G. J. Nuncio-Ochoa, J. A. Cuéllar-Ordaz and M. E. Z. Zermeno-García. 2003. Detection of anthelmintic efficiency in nematodes of hair sheep using the faecal reduction test. Livestock Research for Rural Development 15: 11-20.
- González-Garduño R., K. Blardony-Ricardez, R. Sosa, y M. Gaona-Ponce. 2013. Rentabilidad de la carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. Avances en Investigación Agropecuaria 17: 135-148.
- Hansen J. and B. Perry. 1994. The Epidemiology, Diagnosis and Control of Helminth Parasites of Ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases. Nairobi, Kenya. 171 p.
- Hoste H., J. F. Torres-Acosta, V. Paolini, A. Aguilar-Caballero, E. Etter, Y. Lefrileux, C. Chartier and C. Broqua. 2005. Interaction between nutrition and gastrointestinal infection with parasitic nematodes in goats. Small Ruminant Research 60: 141-151.
- INEGI. 2005. Información nacional, por entidad federativa y por municipio. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/>. Consultado el día 18 de agosto de 2015.

- Jiménez R., J. D., y M. Ortiz T. 2013. Composición mineral de leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) asociada con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) en la región huasteca potosina de México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 40 p.
- León E. A., M. C. Olmos, A. Rodríguez, Y. Fonseca y A. Labrada. 2003. Variación del crecimiento e indicadores hematoquímicos en reproductoras Pelibuey cubana suplementadas con leucaena durante la campaña de cubriciones. *Pastos y Forrajes* 26: 61-65.
- León E. A., C. A. Rodríguez, C. M. C. Olmos, J. Y. Fonseca, y S. A. Labrada. 2008. Inclusión de follaje fresco de leucaena y miel-urea en dietas de 55 ovejas reproductoras Pelibuey cubana lactantes explotadas en pastos naturalizados. *Zootecnia Tropical* 26: 367-370.
- Medina R. y A. Sánchez. 2006. Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra estrongílidos digestivos. *Zootecnia Tropical* 24: 55-68.
- Munguía-Xóchihua J., A., W. Valenzuela-Medrano, J. C. Leyva-Corona, M. I. Morales-Pablos, y J. A. Figueroa-Castillo. 2013. Potencial del orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 9: 150-154.
- Qamar M. F. and A. Maqbool. 2012. Biochemical studies and serodiagnosis of haemonchosis in sheep and goats. *Journal of Animal and Plant Sciences* 22: 32-34.
- Ramírez A. L., B. L. López, A. J. Petit y V. J. C. Ku. 2011. Producción ovina en sistemas agroforestales en el trópico. *Bioagrociencias* 4: 33-42.
- Retama-Flores C., J. F. J. Torres-Acosta, C. A. Sandoval-Castro, A. J. Aguilar-Caballero, R. Cámara-Sarmiento and H. L. Canul-Ku. 2012. Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. *Animal* 6:145-153.
- Rojas D. K., J. López, I. Tejada, V. Vázquez, A. Shimada, D. Sánchez and F. Ibarra. 2006. Impact of condensed tannins from tropical forages on *Haemonchus contortus* burdens in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) and Pelibuey lambs. *Animal Feed Science and Technology* 128: 218–228.
- Rowe A., K. McMaster, D. Emery and N. Sangster. 2008. *Haemonchus contortus* infection in sheep: Parasity fecundity correlates with worm size and host lymphocyte counts. *Veterinary Parasitology* 153: 285-293.
- Russel A. J. F., J. M. Doney and R. G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agriculture Science Cambridge* 72: 451-454.

- Rubanza C. D. K., M. N. Shem, S. S. Bakengesa, T. Ichone and T. Fujihara. 2007. Effects of *Acacia nilotica*, *A. polyacantha* and *Leucaena leucocephala* leaf meal supplementation on performance of Small East African goats fed native pasture hay basal. *Small Ruminant Research* 70: 165-173.
- SAS. 2013. SAS User's Guide Statistics, version 9.3. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Soca M., L. Simón y E. Roque. 2007. Árboles y nematodos gastrointestinales en bovinos jóvenes: Un nuevo enfoque de las investigaciones. *Pastos y Forrajes* 30: 21-23.