

Efecto del horario de pastoreo extensivo y un antihelmíntico sobre la carga parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes

Grazing schedule and antihelmintic effect over gastrointestinal parasite burden in small ruminants

Fernando Ruiz-Zárate^{1*}, Osciel Fabela-Castorena², Armando Jacinto Aguilar-Caballero³, Raquel Olivas-Salazar¹, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez¹, Ana Verónica Charles-Rodríguez¹

¹Departamento de Producción Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. frzarat@gmail.com (*Autor responsable). ²Tesista de licenciatura del programa de zootecnia.

³Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5. CP 97315, Mérida, Yucatán.

RESUMEN

Para evaluar el efecto del horario de pastoreo y el de un antihelmíntico en la carga parasitaria gastrointestinal de cabras Murciano Granadinas y Boer (n=83) y ovejas Dorper (n=20) sin preñar y que recién destetaron, regularmente desparsitadas con Ivermectina, se formaron dos grupos: A) Pastoreo matutino, n=51 (9:00 a 13:00 h) y B) Pastoreo vespertino, n=52 (13:00-17:00 h). Ambos grupos se subdividieron en dos. Al inicio del estudio uno recibió tratamiento antihelmíntico: 1 mL de Levamisol al 10%, inyectable, por cada 20 kg PV; el otro, un placebo. Los efectos principales que se evaluaron fueron: horario de pastoreo (matutino vs vespertino) y antihelmíntico (con vs sin), y las variables de respuesta: número de huevos por gramo de heces fecales (HPG) transformados por log₁₀ (n+1), paquete celular sanguíneo o hematocrito (PCS), condición corporal (CC) y lectura FAMACHA. El horario de pastoreo afectó (P<.0001) a HPG con 316.4 y 215.9, número de huevos por gramo de heces transformados para el horario matutino y vespertino, respectivamente; de igual manera, por el antihelmíntico afectó (P=.02) con 239.8 y 292.5, número de huevos por gramo de heces transformados para los animales con y sin antihelmíntico, respectivamente. El PCS no fue alterado (P>.05) por los efectos principales, ya que se obtuvo 19.33 y 20.82% para el horario matutino y vespertino, y 20.85 y 19.30 para con y sin antihelmíntico, respectivamente. La CC fue diferente (Chi²=.04) en el horario de pastoreo: a favor del grupo en horario vespertino, pero no por la dosis de antihelmíntico. Los valores de FAMACHA no presentaron diferencia estadística con los efectos principales. El pastoreo vespertino y el uso de un antihelmíntico fueron favorables al disminuir la carga de PGI. Se sugiere que no se utilice siempre el mismo principio activo en los antihelmínticos.

Palabras clave: cabras, ovejas, PGI, NGI, desparsitante

ABSTRACT

To evaluate the effect of the grazing schedule and an anthelmintic over gastrointestinal parasite burden, in Saltillo, Coahuila, México (25° 21' LN y 101° 2' LO) Murciano Granadina and Boer does (n= 83) and Dorper sheep (n=20) no pregnant and no lactating, regularly dewormed with ivermectina, they form two groups: A) grazing during the morning, n= 51 (9:00-13:00 h) and grazing during the afternoon, n= 52 (13:00-17:00 h). These two groups were subdivided in two; at the starting of the study one of them received a shot of levamisol 10% injectable 1 mL per 20 kg BW and the other group received a saline solution as placebo. The principal effects were: grazing schedule (morning vs afternoon) and anthelmintic (with vs without); the response variables were: the number of eggs per gram of feces (EPG) transformed by log₁₀ (n+1), packed cell volume (PCV) or hematocrit, Body condition score (BCS) and FAMACHA. The grazing schedule affected (P<.0001) EPG with 316.4 and 215.9, EPG transformed for the morning and afternoon grazing; so, EPG was affected (P=.02) by the anthelmintic with 239.8 and 292.5 EPG for animals with and without anthelmintic respectively. PCV was no affected (>.05) by the principal effects: it was obtained 19.33 and 20.82 for morning and afternoon grazing schedule; 20.85 and 19.30 % for animals with and without anthelmintic respectively. BCS was different (X²= .04) in the grazing schedule favoring the afternoon grazing schedule, but no the anthelmintic doses. FAMACHA was not different with the principal effects. The afternoon grazing schedule and the anthelmintic favored in diminishing EPG. It is suggested not utilize the same active principle in anthelmintic drugs.

Key words: goats, sheep, GIP, GIN, de-wormer

INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila es el de mayor producción de carne y leche de cabra en México (INEGI, 2009); sin embargo, los ovinos no siguen la misma tendencia ya que, debido a su baja población, no son contribuyentes importantes a la economía del estado, lo cual puede deberse a las condiciones semidesérticas de la región, donde las cabras cuentan con mejores mecanismos para sobrevivir bajo débiles sistemas de producción (Aboul-Naga, 2014). La mayoría de los pequeños rumiantes en México y en el mundo se manejan principalmente en pastoreo extensivo con encierro nocturno, ya que su dieta la integran básicamente plantas nativas (Íñiguez, 2004). Los nematodos gastrointestinales (NGI) y la disponibilidad de forraje son las principales limitantes en la producción de ovinos y caprinos bajo pastoreo (Aguilar-Caballero *et al.*, 2013). Los parásitos gastrointestinales (PGI) en los animales causan pérdidas económicas considerables (Bowman, 2006), ya que pueden reducir la ganancia de peso (GDP) de 30% a 50% en los cabritos, y 20% la producción de leche; además, son causa de la mortalidad de los cabritos en crecimiento hasta en 50% (Torres-Acosta *et al.*, 2012). Es plenamente conocido el hecho de que los PGI adquieren resistencia a los productos químicos (Waller y Thamsborg, 2004) cuando se exagera en su aplicación, por lo que han surgido propuestas para limitar el uso de estos compuestos para, en su lugar, utilizar métodos “verdes” u orgánicos como: la resistencia genética del hospedero, nutrición del hospedero (Aguilar-Caballero *et al.*, 2013; Datta *et al.*, 1998; Coop. y Kyriazakis, 2001; Haile *et al.*, 2002; Arsenos *et al.*, 2007), compuestos no nutricionales (Githiori *et al.*, 2006; Rochfort *et al.*, 2008), hierbas antihelmínticas con poca validación científica, control biológico y manejo del pastoreo (Barger, 1999; Waller y Thamsborg, 2004; Waller, 2006). Aunque no plenamente identificados, existen algunos compuestos vegetales no nutricionales tales como: enzimas vegetales (proteasas) y metabolitos secundarios (alcaloides, glucósidos y taninos) que, dependiendo de la dosis, han demostrado propiedades antihelmínticas (Githiori *et al.*, 2006). Para disminuir la carga parasitaria en pequeños rumiantes se recomiendan estrategias de pastoreo ligero (Eysker *et al.*, 2005). Estos autores estudiaron en las praderas la cinética helmíntica de varios géneros de nematodos gastrointestinales para identificar los meses del año con mayor riesgo de causar infección. Para el control de PGI

en pequeños rumiantes en pastoreo, se recomienda utilizar diferentes estrategias, incluyendo el uso controlado de antihelmínticos (Cabaret *et al.*, 2002; Jackson y Miller, 2006; Rochfort *et al.*, 2008). En virtud de que las larvas de los PGI buscan la humedad de las plantas y a medida que aumenta la temperatura ambiental durante el día la humedad baja al suelo, entonces las larvas también descienden, lo que provoca que las plantas queden libres de los PGI en la parte superior y pueden ser consumidas sin causar daño. Por lo anterior, es necesario encontrar alternativas sustentables en el manejo sanitario de los pequeños rumiantes en pastoreo, por lo que el presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de un antihelmíntico y el horario de pastoreo en el control de PGI en ovinos y caprinos en pastoreo, con encierro nocturno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo de agosto a diciembre de 2014, en la unidad caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México (25° 21' LN y 101° 2" LO), a una altura de 1770 msnm, con un clima árido seco: 280 mm y 20° C de precipitación pluvial y temperatura media anual, respectivamente, donde las lluvias se intensifican en los meses de junio a septiembre y los meses más fríos son de diciembre a febrero (García, 1984).

Manejo de animales y grupos

La unidad tiene en total 123 caprinos y 80 ovinos. Para este estudio se seleccionaron animales sin preñar y que recién destetaron. Se utilizaron cabras Murciano Granadinas y Boer (N= 83) mayores de ocho meses de edad, y ovejas Dorper mayores de seis meses (N= 20) en pastoreo extensivo y con encierro nocturno, las cuales se distribuyeron en dos grupos: A) Pastoreo matutino, n= 51 (9:00-13:00 h) y B) Pastoreo vespertino, n= 52 (13:00-17:00 h). Ambos grupos fueron subdivididos en dos, de los cuales uno recibió tratamiento antihelmíntico y el otro no recibió desparasitante, y sí un placebo de solución alcalina. En el Cuadro 1 se explica la formación de los grupos y tratamientos.

Alimentación

Los animales se pastorearon en praderas con vegetación dominada por especies de gramíneas del género *Boutelova*, plantas anuales como *Kochia scoparia* y

Cuadro 1. Distribución de los animales y formación de los tratamientos.

Tratamientos							
1 Mat* con desp**.		2 Mat sin desp.		3 Vesp*** con desp.		4 Vesp sin desp.	
Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos
5	20	5	21	5	21	5	21

*Matutino, **Desparasitante, ***Vespertino.

perenes como *Prosopis juliflora*, y por agaves y opuntias. En época de lluvias se sembró avena y cebada para que los animales pastorearan después de cosechar el grano. Adicional al pastoreo, en el corral los animales recibieron una suplementación de un alimento comercial, a razón de 0.250 kg d⁻¹ anim⁻¹, con 14% de proteína total. Todos los animales, antes o después del pastoreo, recibieron el mismo manejo sanitario y alimenticio con agua a libre acceso.

El manejo sanitario consistió en la aplicación de vacunas (bacterina triple) contra *Pasteurella*, carbón sintomático y edema maligno, antes de la época de lluvias e invierno.

Muestreos

El primer día del estudio, los animales asignados al tratamiento antihelmíntico fueron desparasitados con levamisol inyectable (10%), a razón de 1 mL por cada 20 kg de peso vivo, para así eliminar las cargas parasitarias. El día cero, 12 d y 14 d hasta el final del estudio (77 d), todos los animales fueron sometidos a diferentes muestreos: de sangre por venipunción en la yugular para determinar hematocrito; de heces fecales directamente del recto con la técnica de McMaster, para determinar número de huevos por gramo de heces (hpg) de acuerdo a Aguilar-Caballero *et al.* (2003); de lectura FAMACHA de acuerdo a Jackson y Miller (2006), para que junto con el valor del hematocrito se estime el nivel de anemia y condición corporal (CC) de animal según Honhold *et al.* (1989); Torres-Acosta *et al.* (2014).

Análisis estadístico

Los efectos principales fueron: horario de pastoreo y dosis de antihelmíntico o desparasitante. Puesto que el número de ovinos fue muy reducido en relación con los caprinos, la especie animal no se tomó en

cuenta en la evaluación. Las variables de respuesta fueron: cuenta de HPG, hematocrito, condición corporal (CC) y valores FAMACHA que se analizaron a través de la prueba de T de Student. Las cuentas de HPG, previo a su análisis, se transformaron a log₁₀ (n+1). Para su análisis se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 (dos horarios de pastoreo y dos dosis de desparasitante); para las variables no paramétricas (CC y FAMACHA) se utilizó la prueba de Kruskal Wallis (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas

Altas precipitaciones pluviales junto con alta temperatura favorecen la presencia de PGI en la vegetación y, por lo tanto, los pequeños rumiantes, ahí pastoreando, pueden consumirlos e infectarse (Waller y Thamsborg, 2004). En la Figura 1 se puede apreciar que ambos factores climáticos tuvieron una tendencia a la baja de agosto a diciembre, por lo que puede evidenciarse que la presencia de PGI en los animales del estudio tuvo la misma tendencia.

Carga parasitaria

La carga parasitaria gastrointestinal (HPG) fue afectada por el horario de pastoreo (P<.0001) y por la aplicación del desparasitante o antihelmíntico (P=.02); el tiempo de muestreo también fue diferente para esta variable, así como las interacciones (P<0.05) horario de pastoreo x dosis de antihelmíntico x tiempo de muestreo. El Cuadro 2 presenta los resultados del conteo de huevos por gramo de heces transformados (log₁₀, n+1); el pastoreo matutino y la no aplicación del antihelmíntico favoreció la carga

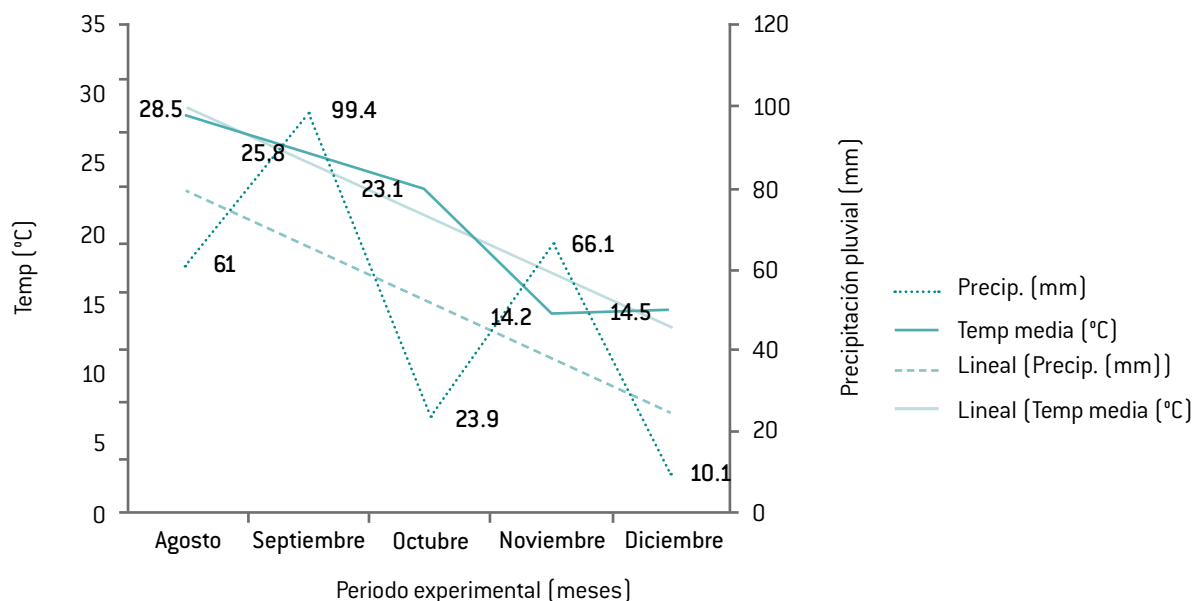


Figura 1. Temperatura media anual y precipitación pluvial durante los meses de agosto a diciembre de 2014.

Cuadro 2. Media de mínimos cuadrados, error estándar y probabilidad estadística de número de huevos por gramo de heces fecales (hpg) transformados por $\log_{10}(n+1)$ de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 (matutino) y de 13:00-17:00 h (vespertino), con y sin antihelmíntico.

Efecto principal	MMC*	EE*	P***
Pastoreo matutino	316.4 ^a	16.3	<.0001
Pastoreo vespertino	215.9 ^b	16.1	<.0001
Con antihelmíntico	239.8 ^a	17.1	.02
Sin antihelmíntico	292.5 ^b	15.2	.02

*Media de mínimos cuadrados, **Error estándar, ***Probabilidad estadística. ^{a, b}Columnas con el mismo efecto principal y con literal diferente son estadísticamente diferentes ($P < .05$).

parasitaria en los pequeños rumiantes. Cabe mencionar que dentro del manejo rutinario del rebaño comúnmente se utilizaba Ivermectina como principio activo en los productos antihelmínticos. Como estrategias sustentables de control de PGI, Van Wyk *et al.* (2006) sugieren pastorear los animales en lugares libres de parásitos después de haber monitoreado su presencia; además, mencionan verificar las con-

diciones climatológicas que indiquen baja presencia de larvas de PGI, como sería el horario de pastoreo cuando la humedad relativa es baja. Aunque también mencionan la efectividad de los antihelmínticos contra los PGI.

Después del efecto del químico, la población volvió a incrementarse y, al final, la carga en todos los grupos bajó, lo cual es posible por las condiciones climáticas (frío y baja o nula precipitación pluvial) de la época del año. Los animales en pastoreo matutino presentaron más alta carga que los de pastoreo vespertino.

Hematocrito

Esta variable no fue afectada ($P > .05$) por el horario de pastoreo, el antihelmíntico o el tiempo de muestreo. El Cuadro 3 muestra estos valores. Los valores de hematocrito estimados en el presente estudio no fueron altos (Torres-Acosta *et al.*, 2014), ya que corresponden a una lectura de FAMACHA de 4, aproximadamente, lo que indica alto grado de anemia; sin embargo, no llegó al límite bajo.

La Figura 3 presenta la tendencia que tuvo el valor de hematocrito (%) para los animales con los dos horarios de pastoreo, con y sin antihelmíntico durante el periodo experimental. Los cuatro grupos presentan una misma tendencia a la baja. Se esperaba

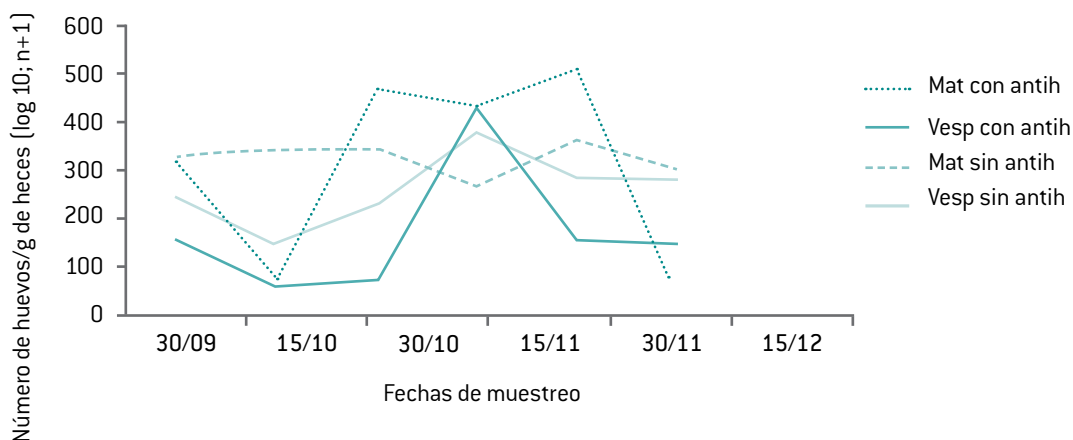


Figura 2. Carga parasitaria gastrointestinal (log₁₀; n+1) en pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 h (matutino) y de 13:00-17:00 h (vespertino) con y sin desparasitante (antihelmítico).

Cuadro 3. Media de mínimos cuadrados, error estándar y probabilidad estadística del paquete celular (hematocrito) de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 (matutino) y de 13:00-17 h (vespertino) con y sin aplicación de un desparasitante.

Efecto principal	MMC*	EE*	P***
Pastoreo matutino	19.33 ^a	0.74	.15
Pastoreo vespertino	20.82 ^a	0.74	.15
Con antihelmítico	20.85 ^a	0.78	.13
Sin antihelmítico	19.30 ^a	0.69	.13

*Media de mínimos cuadrados, **Error estándar, ***Probabilidad estadística, ^{a,b}Columnas con el mismo efecto principal y con la misma literal son estadísticamente iguales (>0.5).

un comportamiento contrario a la carga parasitaria (Torres-Acosta *et al.*, 2014), sin embargo, no fue así.

El valor de hematocrito se usa como indicador del nivel de anemia en los animales, sin embargo, esta anemia pueden causarla varios factores y no necesariamente los PGI (Van Wyk y Bath, 2002); asimismo, Guzmán y Callacná (2013) mencionan que los valores hematológicos en las cabras varían de acuerdo con su estado fisiológico y alimenticio, además de su estado de salud. Estos resultados reflejan que la disponibilidad y calidad del forraje en el campo fue disminuyendo conforme avanzó el periodo

experimental al final del otoño, lo que provocó una baja en el paquete celular sanguíneo de los animales.

Condición corporal (CC) y FAMACHA

La condición corporal promedio general fue de 3.5, lo cual ubica a los animales en una CC buena, ya que 1= a un animal emaciado y 5 = a un animal obeso; sin embargo, fue mejor ($X^2 = .04$) en el grupo con horario de pastoreo vespertino que en el grupo de animales con horario matutino; en el caso de los animales con y sin antihelmítico no hubo diferencia estadística ($X^2 = .08$), mientras que en el de la FAMACHA, ésta fue de 2.5 en promedio general, lo que indica que los animales estaban cercanos al límite de un estado anémico, ya que 1 = a un animal sin anemia y 5 = un animal altamente anémico; sin embargo, no hubo diferencia ($X^2 > .05$) en los grupos de animales que salieron a pastorear en la mañana (matutino) o en la tarde (vespertino); tampoco hubo diferencia con los animales con o sin antihelmítico. Los valores de ambas variables en este estudio reflejan que los animales en general estaban en buenas condiciones. Estos dos métodos se recomiendan para seleccionar animales en riesgo de tener una alta carga parasitaria y para poder establecer estrategias de una desparasitación selectiva (Van Wyk y Bath, 2002; Torres-Acosta *et al.*, 2014).

En el Cuadro 4 se presentan las sumas de rangos de la prueba de Kruskal-Walils, donde se observa que sólo la CC fue estadísticamente más alta en el pastoreo vespertino que en el matutino; en las otras observaciones no hubo significancia.

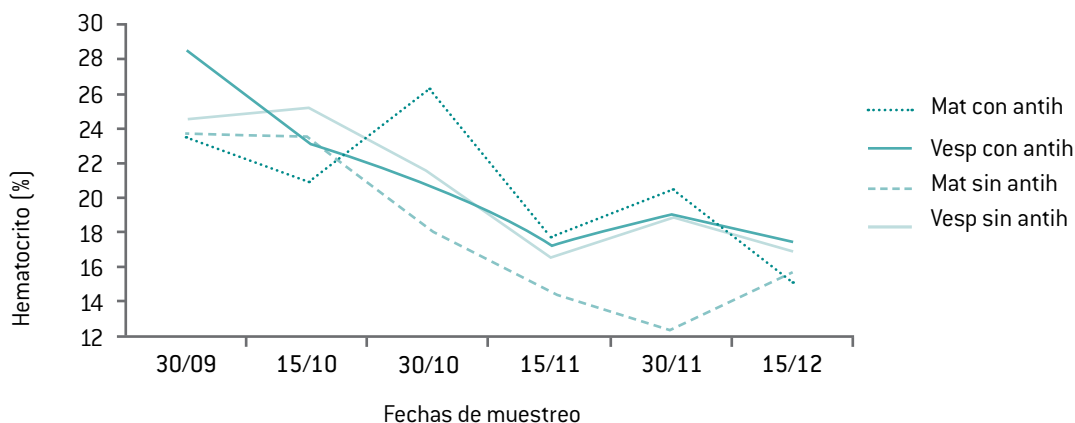


Figura 3. Hematocrito [paquete celular] de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 h [matutino] y de 13:00-17:00 h [vespertino] con y sin desparasitante [antihelmíntico].

Cuadro 4. Suma de rangos de la prueba de Kruskal Wallis y valor de Chi cuadrada para Condición corporal (CC) y FAMACHA de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 [matutino] y de 13:00-17:00 h [vespertino] y con y sin antihelmíntico.

Variable	Pastoreo		X ²	Antihelmíntico		X ²
	Matutino	Vespertino		Con	Sin	
CC	34627.5	39677.5	.04	31051.5	43253.5	.08
FAMACHA	37988.0	36317.0	.20	33973.0	40332.0	.30

CONCLUSIONES

El pastoreo vespertino y el uso de un antihelmíntico favorecieron la disminución de la carga de PGI en los animales. El uso de los antihelmínticos sigue siendo eficiente en el control de PGI, siempre y cuando no se abuse de su uso ni se utilice siempre el mismo principio activo en los productos comerciales.

LITERATURA CITADA

- ABOUL-NAGA, A., M. A. Osman, V. Alary, F. Hassan, I. Daoud. 2014. Raising goats as adaptation process to long drought incidence at the coastal zone of western desert in Egypt. *Small Rum. Res.* 121:106-110.
- AGUILAR-CABALLERO, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R., Sandoval-Castro, C., Ortega-Pacheco, A. 2013. Suplementación alimenticia para el control de

los nematodos gastrointestinales en ovinos bajo pastoreo en México. Chay-Canul, A., Casanova-Lugo, F. En: *La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México.* UJAT. ISBN: 978-607-606-120-6. Pp. 249-256.

AGUILAR-CABALLERO, A.J., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C., Vargas-Magaña, J. and May-Martínez, M. 2003. Efecto de la suplementación durante la época de lluvia sobre la tolerancia y resistencia de cabritos criollos infectados naturalmente con NGI en dos épocas (lluvia-seca) en Yucatán, México. XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 8-10 de octubre, Puebla, México.

ARSENOS, A., P. Fortomaris, E. Papadopoulos, D. Kufidis, C. Stamataris, D. Zygoyiannis. 2007. Meat quality of lambs of indigenous dairy Greek breeds as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. *Meat Science* 76: 779-786.

- BARGER, I.A. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *Int. J. Parasitol.* 29: 41-47.
- BOWMAN, D.D. 2006. Successful and currently ongoing parasite eradication program. *Vet. Parasitol.* 139: 293-307.
- CABARET, J., M. Bouilhol, C. Mage. 2002. Managing helminthes of ruminants in organic farming. *Vet. Res.* 33: 625-640.
- COOP, R.L. y I. Kyriazakis. 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *TRENDS in Parasitol. Review.* 17: 325-330.
- DATTA, F.U., J.V. Nolan, J.B. Rowe, G.D. Gray. 1998. Protein supplementation improves the performance of parasitised sheep fed a straw-based diet. *Int. J. Parasitol.* 28: 1269-1278.
- EYSKER, M., N. Bakker, F.N.J. Kooyman, H.W. Ploeger. 2005. The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. *Vet. Parasitol.* 129: 95-104.
- GARCÍA, E., 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4a edición. Ed. Offset Larios, México, pág. 103.
- GITHIORI, J. B., Athanasiadou S., Thamsborg S. M. 2006. Use of plants in novel aproches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. *Vet. Parasitol.* 139: 308-320.
- GUZMÁN, M. L.E., Callacná, C.M.A. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Scientia Agropecuaria.* 4: 285-292
- HONHOLD, N., Petit, H. y Halliwell, R.W. 1989. Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 21: 121-127.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2009. Aguascalientes, Ags. Cuadros 64, 68.
- ÍÑIGUEZ, L. 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and Inter-Andean valleys. *Small Rum. Res.* 51: 137-144.
- JACKSON, F., J. Miller. 2006. Alternative approaches to control-Quo vadit? *Vet. Parasitol.* 139: 371-384.
- ROCHFORT, S., A.J. Parker, F.R. Dunshea. 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry* 69: 299-322.
- SAS (Statistical Analysis System) SAS Institute Inc. 2004. SAS/ACCESS® 9.1 for windows. Cary, N. C. SAS Institute, Inc.
- TORRES-ACOSTA, J.F.J., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Caballero, A.J., Cuéllar-Ordaz, J.A. 2012. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Vet. Parasitol.* 189: 89-96.
- TORRES-ACOSTA, J.F.J., M. Pérez-Cruz, H.L. Canul-Ku, N- Soto-Barrientos, R. Cámara-Sarmiento, A.J. Aguilar-Caballero, I. Lozano-Argáes, C. Le-Bigot. 2014. Building a combined target selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Rum. Res.* 121: 27-35.
- VAN WYK, J.A., G.F Bath, 2002. The FAMACHA® system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 33: 509-529.
- VAN WYK, T.A., H. Hoste, R.M. Kaplan, R.B. Besier. 2006. Targeted selective treatment for worm management-Howdo we sell rational programs to farmers? *Vet. Parasitol.* 139: 336-346.
- WALLER, P.J. 2006. Sustainable nematode control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Anim. Feed Sci. Tech.* 126: 277-289.
- WALLER, P.J. y S.M. Thamsborg. 2004. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *TRENDS in Parasitol. Review.* 20: 493-497.