

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE EXTRACTOS DE TANINOS AL INICIO DE LA ENGORDA EN LA CARGA POR NEMATÓDOS EN BECERROS EN CORRAL

INFLUENCE OF TANNIN EXTRACT ADDITION ON THE AMOUNT OF NEMATODES FOUND IN FEEDLOT CALVES AT THE BEGINNING OF THE FATTENING PROCESS

Melissa B. Corona-Palazuelos¹, Eva X. Murillo-Ayala¹, Nohemí Castro-del Campo¹, Javier A. Romo-Rubio¹, Billy J. Cervantes-Pacheco², Soila M. Gaxiola-Camacho¹, Rubén Barajas-Cruz^{1*}

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa. Boulevard San Ángel S/N, Fraccionamiento San Benito, 80246. Culiacán, Sinaloa. ²Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V. Canal lateral km 1, Las Brisas, 80300, Culiacán, Sinaloa. (rubar@uas.edu.mx)

RESUMEN

Las enfermedades ocasionadas por nemátodos afectan la salud y productividad de becerros en engorda. El consumo de plantas con taninos reduce la carga por nemátodos de rumiantes en pastoreo, pero hay poca información relacionada con el efecto de la adición de extractos de taninos (ET) a la dieta en la carga de nemátodos de becerros en corral. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la adición de ET en la carga por nemátodos en becerros al inicio de la engorda en corral. Experimento 1. Treinta becerros Brahman (227 ± 13.9 kg) se alojaron en seis corraletas (6×12 m) con 24 m^2 techo, 2.4 m de comedero y 0.6 m de bebedero. El diseño experimental fue completamente al azar y los tratamientos fueron: 1) 0 % de ET (Testigo), 2) 6 g kg^{-1} MS ET condensados (TC), y 3) 6 g kg^{-1} MS de ET hidrolizables (TH). Muestras de heces se recolectaron 3 d antes y 3 d después de aplicar los tratamientos por 28 d. Los valores de los huevos por gramo de heces (hgh) fueron transformados a $\log_{10}(n+40)$, y se analizaron por ANDEVA. Los TH disminuyeron en 58 % ($p=0.10$) los hgh de *Haemonchus* spp. Experimento 2. Con base en los resultados del Experimento 1, se duplicó el número de unidades experimentales y se aumentó 2.5 veces para probar la ausencia de efecto de TH en la excreción de huevos de *Cooperia* spp. El diseño experimental fue completamente al azar y se usaron 40 becerros Brahman (212 ± 8.8 kg) alojados en ocho corraletas y los tratamientos fueron: 1) 0 % de ET (Testigo), y 2) 15 g kg^{-1} MS de TH. El procedimiento fue similar al Experimento 1, los valores de hgh fueron transformados a $\log_{10}(n+17)$, y se realizó un ANDEVA. La adición de 15 g kg^{-1} MS de TH disminuyó ($p \leq 0.05$) en 61 y 68 % la cantidad de hgh de *Haemonchus* sp y de *Cooperia*

ABSTRACT

The diseases caused by nematodes affect the health and productivity of feedlot calves. The consumption of plants containing tannins reduce the burden caused by nematodes in grazing ruminants, but there is little information related to how the addition of tannin extracts (TE) to the diet of feedlot calves diet affects the amount of nematodes. The objective of this study was to evaluate the influence of TE addition on the amount of nematodes in calves at the beginning of the fattening process. Experiment 1: Thirty Brahman calves (227 ± 13.9 kg) were housed in six pens (6×12 m) with 24 m^2 roof, 2.4 m feed bunker, and a 0.6 m water trough. The experimental design was completely randomized and the treatments were: 1) 0 % of TE (control), 2) 6 g kg^{-1} DM TE condensed (TC), and 3) 6 g kg^{-1} DM of hydrolysable TE (TH). Feces samples were collected: 3 d before and 3 d after administering the treatment for 28 d. The value of the eggs per gram of feces (EGF) was transformed to $\log_{10}(n+40)$, and was analyze using ANOVA. The TH decreased the EGF of *Haemonchus* spp by 58 % ($p=0.10$). Experiment 2: Using results of Experiment 1 as a base, the number of experimental units was duplicated and was increased 2.5 times to test the absence of the effect of TH in the egg excretion of *Cooperia*. The experimental design was completely randomized and we used 40 Brahman calves (212 ± 8.8 kg), kept in 8 pens. The treatments were as follows: 1) 0 % of TE (Control), and 2) 15 g kg^{-1} DM of TH. The procedure was similar to experiment 1, the EGF values were transformed to $\log_{10}(n+17)$, and an ANOVA was carried out. The addition of 15 g kg^{-1} DM of TH decreased ($p \leq 0.05$) the amount of EGF of *Haemonchus* sp and *Cooperia* sp, by 61 and 68 % respectively. The results suggest that including the hydrolysable tannin extracts into the calves' diets could be a sustainable alternative for controlling nematodes like *Haemonchus* in feedlot cattle.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: junio, 2015. Aprobado: junio, 2016.

Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 50: 1013-1025. 2016.

sp, respectivamente. Los resultados sugieren que la inclusión de extracto de taninos hidrolizables en la dieta puede ser una alternativa sustentable para el control de nemátodos como *Haemonchus* en bovinos en engorda.

Palabras clave: Becerros, extractos de taninos, nemátodos, engorda.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades ocasionadas por parásitos gastrointestinales son un obstáculo importante para la producción eficiente de carne en rumiantes y son una limitación en la disponibilidad mundial de alimentos, aumentan la mortalidad e imponen un costo significativo en la productividad (Sutherland y Leathwick, 2011; Lem *et al.*, 2014; Karanikola *et al.*, 2015). El uso excesivo y frecuente de fármacos ha aumentado la resistencia a los antihelmínticos (Gasbarre *et al.*, 2009; Sutherland y Leathwick, 2011; Roeber *et al.*, 2013), por lo cual es necesario desarrollarse alternativas a los antihelmínticos usados en la producción de rumiantes (Athanasiadou *et al.*, 2005; Borloo *et al.*, 2013; Zarrin *et al.*, 2015). El uso de metabolitos secundarios de las plantas pueden reducir el nivel de parasitismo, mejorar el rendimiento de los rumiantes (Athanasiadou *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2008), y la utilización de sus extractos (Otero e Hidalgo, 2004; Torres *et al.*, 2008), entre los cuales se incluyen los taninos como una alternativa prometedora a los antihelmínticos sintéticos (Quijada *et al.*, 2015). Los taninos son un grupo de compuestos polifenólicos, producto del metabolismo secundario de las plantas (Arévalo, 2008; Vázquez *et al.*, 2012). Estos son hidrolizables y condensados, los primeros están integrados por un núcleo de glucosa con una serie de ácidos tánicos esterificados, son hidrolizables por enzimas y ácidos; y los taninos condensados son polímeros de flavonoides unidos por enlaces carbono-carbono y también son denominados proantocianidinas (Min y Hart, 2003; Torres *et al.*, 2008; Beserra *et al.*, 2011). Los taninos pueden formar complejos con las proteínas de la cutícula de los parásitos y alterar sus funciones (Beserra *et al.*, 2011), por lo cual el consumo de forrajes con taninos ayuda a mejorar el desempeño productivo de animales afectados por nemátodos (Min y Hart, 2003; Torres *et al.*, 2008; Quijada *et al.*, 2015). Esta parasitosis presente en rumiantes en corral se adquiere durante el pastoreo, lo cual genera problemas en el desarrollo óptimo del animal y ocasiona pérdidas en

Key words: Calves, tannin extracts, nematodes, fattening

INTRODUCTION

The diseases caused by gastrointestinal parasite are a major obstacle for the efficient production of meat in ruminants and are a limiting factor in the global food availability, increase the mortality rate and impose a significant cost in productivity (Sutherland and Leathwick, 2011; Lem *et al.*, 2014; Karanikola *et al.*, 2015). The excessive and frequent use of pharmaceuticals has increased the resistance to the anthelmintic, (Gasbarre *et al.*, 2009; Sutherland and Leathwick, 2011; Roeber *et al.*, 2013), the reason for which it is necessary to develop alternatives to the anthelmintic used in the production of ruminants (Athanasiadou *et al.*, 2005; Borloo *et al.*, 2013; Zarrin *et al.*, 2015). The use of plants' secondary metabolites can reduce the level of parasitism, improve the performance of ruminants (Athanasiadou *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2008), and the utilization of their extracts (Otero and Hidalgo, 2004; Torres *et al.*, 2008), among which tannins are included as a promising alternative to synthetic anthelmintic (Quijada *et al.*, 2015). The tannins are a group of polyphenol compounds, product of a plant's secondary metabolism (Arévalo, 2008; Vázquez *et al.*, 2012). There are also hydrolysable and condensed tannins. The former are composed of a glucose core with a series of esterified tannic acids; they are hydrolysable by enzymes and acids; the latter, condensed tannins, are flavonoid polymers united by carbon-carbon bonds and are named proanthocyanidins (Min and Hart, 2003; Torres *et al.*, 2008; Beserra *et al.*, 2011). Tannins can also form part of complexes with the cuticle proteins of parasites and alter their functions (Beserra *et al.*, 2011), whereby the consumption of fodder with tannins helps improve the production performance of animals affected by nematodes (Min and Hart, 2003; Torres *et al.*, 2008; Quijada *et al.*, 2015). This parasitism that is present in ruminant, in feedlots is acquired during grazing, which generates problems in the optimal development of the animal and causes losses in production. This study was conducted with the objective of evaluating the influence that the addition of condensed and hydrolysable tannin extracts have in the level of nematode present in calves at the beginning of their fattening process in the stockyard.

producción. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la adición de extractos de taninos condensados e hidrolizables en la carga por nemátodos en becerros al inicio de la engorda en corral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización geográfica

La presente investigación incluyó dos experimentos, los cuales tuvieron una fase de campo y otra en laboratorio. La fase de campo se realizó en la Unidad Experimental para Bovinos de Engorda en Trópico Seco de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en los terrenos de Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V. localizada a 24° 51' N, 107° 26' O, 57 msnm; temperatura media anual es 24.8 °C, temperatura máxima 33.3 °C, mínima 16.3 °C; la precipitación pluvial media anual es 665.6 mm y predomina el clima tropical seco (García, 1981; INEGI, 2009). La fase de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa.

Todos los becerros en los dos experimentos fueron tratados de acuerdo con las recomendaciones de la Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching (FASS, 2010), y con apego a la normatividad oficial mexicana (NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio).

Experimento 1

En este experimento se evaluó la influencia de la adición de 6 g kg⁻¹ MS de extractos de taninos hidrolizables y condensados a la dieta en la carga por nemátodos en becerros al inicio de la engorda en corral. Para ello, 30 becerros Brahman (227 ± SE 13.9 kg) se compararon en la región semiserrana de Mocorito, Sinaloa, y se transportaron 150 km hasta la Unidad Experimental. Los becerros se alimentaron 5 d con heno de sudán (*Sorghum sudanense*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.); al día 6 después de su arribo los becerros fueron identificados con arete, pesados y vacunados con bacterinas para prevenir enfermedades causadas por *Clostridia*, *Histophilus somni* (Ultrabac7-somubac; Pfizer) y *Mannheimia haemolytica* (OneShot; Pfizer). En grupos de cinco, los becerros se distribuyeron aleatoriamente en seis corraletas con piso de tierra (6 × 12 m) con 24 m² techo, comedero lineal de 2.4 m y un bebedero de 0.6 m.

Los becerros fueron alimentados a libre acceso con solo una dieta (Cuadro 1), con disponibilidad permanente de agua limpia y fresca. El periodo de adaptación fue 21 d para establecer el

MATERIALS AND METHODS

Geographic Location

The current research includes two experiments, both of which had a field phase and a laboratory phase. The field phase was carried out in the Experimental Unit for Feedstock Cattle in the Dry Tropics In the Department of Veterinary Medicine and Zoo techniques at the Autonomous University of Sinaloa, located in the fields of Livestock Los Migueles, S.A. of C.V., located at 24° 51' N, 107° 26' W, 57 masl; average annual temperature is 24.8 °C, maximum temperature 33.3 °C, minimum 16.3 °C; the average annual rainfall is 665.6 mm and a dry tropical climate prevails (García, 1981; INEGI, 2009). The laboratory phase was carried out at the Parasitology Laboratory, Department of Veterinary Medicine and Animal Science Autonomous University of Sinaloa, in Culiacan, Sinaloa.

All of the calves in the two experiments were treated according to the recommendations in the Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching (FASS, 2010), and with adherence to the official Mexican Normative Guidelines (NOM-051-ZOO-1995; Human treatment in animal mobilization, NOM-062-ZOO-1999. Technical specifications for the production, care and use of laboratory animals).

Experiment 1

This experiment evaluated the influence of the addition of 6 g kg⁻¹ DM of hydrolysable and condensed tannin extract to the diet of calves at the beginning of their fattening in terms of the level of nematodes. For this, 30 Brahman calves (227 ± SE 13.9 kg) were bought from the semi-mountainous region of Mocorito, Sinaloa, which were then transported 150 km to the experimental site. The calves were fed Sudan hay (*Sorghum sudanense*) and alfalfa hay (*Medicago sativa* L.) for five days. On the sixth day after their arrival, the calves were identified with an ear tag, weighed and vaccinated with bacteria to prevent diseases caused by *Clostridia*, *Histophilus somni* (Ultrabac7-somubac; Pfizer) and *Mannheimia haemolytica* (OneShot; Pfizer). In groups of five, the calves were randomly distributed in six stalls with dirt floor (6 × 12 m) with a 24 m², a lineal feeder bunker of 2.4 m and a waterer of 0.6 m.

The calves were fed with free access only to one diet (Table 1), along with permanent availability to clean and fresh water. The adaptation period was 21 d to: establish social order, familiarity with the installations, adaptation to the experimental handling, along with normalizing food consumption, since food consumption is low in feedlot calves when they first arrive to the stockyard, especially in the first 7 d (Hutcheson and Cole, 1986; Fluharty and Loerch, 1996). There is a less feces excretion and the nematode egg count per gram of feces can be overestimated.

orden social, familiarización con las instalaciones, adaptación al manejo experimental y normalizar el consumo de alimento porque en los becerros recién llegados al corral el consumo es bajo, en especial durante los primeros 7 d (Hutcheson y Cole, 1986; Fluharty y Loerch, 1996). Por consecuencia, hay una menor excreción de heces y el conteo de huevos de nemátodos por gramo de heces puede ser sobreestimado.

Después de los 21 d de adaptación los becerros se pesaron individualmente y se tomaron muestras de heces de cada uno durante 3 d continuos, porque las hembras no ovopositan cada día y la muestra no reflejaría con precisión la cantidad de huevos excretados (Fernández *et al.*, 2008; Silva-Díaz *et al.*, 2015). Las heces se recolectaron a las 0600 h directamente del recto de cada becerro utilizando guante de látex estéril, se identificaron y transportaron al laboratorio. En el laboratorio se cuantificó de manera individual y por cada día la cantidad de huevos de nemátodos por gramo de heces (hgh) con el método de McMaster (Sandoval *et al.*, 2011; Morales *et al.*, 2012), para lo cual se adicionó solución saturada de glucosa a un tubo McMaster, se agregaron 2 g de heces, después de homogenizar por agitación se introdujo un filtro de gasa para filtrar el contenido del tubo. Después, con un gotero se obtuvo el líquido filtrado el cual se depositó en la cámara de McMaster, reposó 5 min e inició el conteo de los huevos con un microscopio óptico (Carl Zeiss Axiostar®, EE.UU.) utilizando un objetivo 10x. El número total de huevos encontrado en las dos secciones de la cámara se multiplicó por 100, se dividió entre 2, y el resultado se registró como hgh (Sandoval *et al.*, 2011; Morales *et al.*, 2012).

Después de este periodo de adaptación, los tratamientos se distribuyeron al azar en los grupos de becerros: 1) Testigo; dieta de recepción sin extracto de taninos (ET); 2) Testigo más 6 g kg⁻¹MS de ET condensados (TC); y 3) Testigo más 6 g kg⁻¹MS de ET hidrolizables (TH). El ET condensado, extraído del árbol de quebracho (*Schinopsis balansae*), se proporcionó con una preparación estabilizada de ET Bypro® (INDUNOR; Buenos Aires, Argentina), mientras que el ET hidrolizable, extraído del castaño (*Castanea sativa*), se proporcionó como la preparación estabilizada NutriP® (SilvaFeed; Turin, Italia); ambos extractos contenían 70 % de taninos. La dosis de 6 g kg⁻¹ MS de ET se seleccionó con base en los resultados de Rivera *et al.* (2016). La dosis diaria de taninos por corraleta fue disuelta en 1 kg de maíz molido y se adicionó al alimento al momento de servirlo en el comedero; la pmezcla de maíz y el alimento se realizó manualmente. En las corraletas con los becerros que recibieron la dieta testigo, se proporcionó 1 kg de maíz molido para homogenizar el aporte de energía en todos los tratamientos. Los tratamientos se aplicaron por 28 d y los becerros se pesaron los días 1 y 28. Tres días después de finalizar los tratamientos, se tomaron muestras de heces de cada becerro y se realizó el mismo procedimiento antes descrito.

Cuadro 1. Composición de la dieta para los becerros utilizados en los dos experimentos.

Table 1. Diet composition for the calves used in the experiment.

Ingredientes	Materia seca de la dieta, %
Ensilado de maíz	46.10
Rastrojo de maíz	25.33
Pasta de soya	16.28
Melaza de caña	8.29
Ganamin Total Sinaloa [†]	2.61
Ganabuffer [§]	1.38
Total	100.00 %
Análisis calculado (en base seca) [†]	
Proteína cruda, %	15.210
Energía neta de mantenimiento, Mega calorías kg ⁻¹	1.358
Energía neta de ganancia, Mega calorías kg ⁻¹	0.793

[†]Valores calculados con base al NRC (2000). [‡]Ganamin Total Sinaloa (premezcla de vitaminas y minerales; Técnica Mineral Pecuaria S.A. de C.V.; Guadalajara, Jalisco, México); contiene 68 % PC como NNP y 25 g de monensina sódica, de Rumensin 200® (Elanco Animal Health). [§]Ganabuffer (premezcla de amortiguadores del pH; Técnica Mineral Pecuaria S.A. de C.V.; Guadalajara, Jalisco, México) contiene NaHCO₃, MgO, tierra de diatomeas y bentonita. ♦ [‡]Calculated values based on the NRC (2000). [‡]Ganamin Total Sinaloa (premix with vitamins and minerals; Mineral Technical Livestock S.A. de C.V.; Guadalajara, Jalisco, México); contains 68 % CP such as NPN and 25 g of monensin sodium, from Rumensin 200®; Elanco Animal Health). [§]Ganabuffer (premix pH buffers; Mineral Technical Livestock S.A. of C.V.; Guadalajara, Jalisco, México); contains NaHCO₃, MgO, diatomaceous earth and bentonite.

After 21 d of adaptation, the calves were individually weighed and feces samples of each calf were taken during three consecutive days because the females do not oviposit every day and the sample would not reflect with precision the quantity of excreted eggs (Fernández *et al.*, 2008; Silva-Díaz *et al.*, 2015). The feces were collected at 0600 h directly from each calf's rectum using a sterile latex glove; they were labeled, and then taken to the laboratory. In the laboratory the number of nematode eggs per gram of feces (EGF) was quantified individually using the McMaster method (Sandoval *et al.*, 2011; Morales *et al.*, 2013), for which a saturated glucose solution was added to a McMaster tube, then 2 g of feces was added, and after homogenizing by agitation, a gauze filter was inserted to filter the contents of the tube. Afterwards, using a dropper the filtered liquid was obtained

Experimento 2

Con base en los resultados del Experimento 1 y en función de la concentración de taninos añadidos a la dieta y su efecto sobre la carga de nemátodos en heces, se realizó un segundo experimento en el cual se usó solo TH en una dosis 2.5 veces mayor, y también se duplicó el número de unidades experimentales. La dosis de TH se fijó en 15 g kg^{-1} MS de la MS, con base en los resultados del experimento efectuado por Krueger *et al.* (2010), quienes señalan que ese nivel de TH no mejoró la ganancia de peso ni afectó el consumo de alimento, por lo cual se consideró un nivel seguro para los becerros en nuestro experimento.

En este experimento se usaron 40 becerros Brahman ($212 \pm \text{SE } 8.8 \text{ kg}$) comprados en la región semiserrana de Guamúchil, Sinaloa, y transportados 120 km hasta la Ganadera Los Migueles. Los becerros fueron alojados en un corral con piso de tierra ($27 \times 30 \text{ m}$) con 27 m de comedero lineal de cemento, 4 m de bebedero lineal equipado con flotador y 162 m^2 de techo construido con lámina metálica. Desde su llegada los becerros se alimentaron con heno de sudán (*Sorghum sudanense*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) por 5 d. El día 15 después de su arribo los becerros fueron identificados con arete, pesados y recibieron el mismo manejo de medicina preventiva descrito en el Experimento 1. Los becerros, en grupos de cinco, fueron alojados aleatoriamente en ocho corraletas con piso de tierra ($6 \times 12 \text{ m}$) con 24 m^2 de techo, comedero lineal de 2.4 m y un bebedero de 0.6 m y fueron alimentados a libre acceso con la dieta descrita en el Cuadro 1. Después de un periodo de adaptación de 3 d en la corraleta, se recolectaron muestras de heces (día 4) en 3 d continuos y se realizó el mismo procedimiento descrito en el Experimento 1. El día 21 después del arribo, los tratamientos se asignaron aleatoriamente a los becerros: 1) Dieta de recepción sin ET (Testigo), y 2) dieta de recepción más 15 g kg^{-1} MS de extracto de taninos hidrolizables (TH).

La fuente de TH fue la misma y los tratamientos se proporcionaron de manera similar al Experimento 1. Los tratamientos se ofrecieron durante 28 d, y el día 1 fue en el cual los tratamientos se aplicaron por primera vez. Después del día 28 se recolectaron muestras de heces del recto de los becerros durante tres días continuos y se realizó el procedimiento descrito en el Experimento 1. El promedio de las mediciones de los tres días se consideró como la excreción de hgh de cada becerro. Los becerros se pesaron 6 d antes de iniciar los tratamientos y 6 d después de haber concluido su aplicación (40 d de duración). El propósito de este manejo fue reducir la interferencia en el peso de los becerros por la manipulación durante 3 d para obtener las muestras de heces.

and deposited in McMaster chamber. The liquid was allowed to settle for 5 min, at which time the counting of the eggs began using an optical microscope with a 10x objective lens (Carl Zeiss AxioStar, USA). The total number of eggs found in the two sections of the chamber were multiplied by 100, and then divided by 2, and the result was registered as EGF (Sandoval *et al.*, 2011; Morales *et al.*, 2013).

After this period of adaptation, the treatments were randomly applied in the groups of calves. 1) Control: reception diet without tannin extracts (TE); 2) Control plus 6 g kg^{-1} DM of condensed TE (TC); and 3) Control plus 6 g kg^{-1} DM de hydrolysable TE (TH). The condensed TE, extracted from the quebracho tree was provided as a stabilized preparation of TE Bypro® (INDUNOR; Buenos Aires, Argentina), whereas the hydrolysable TE, extracted from chestnut (*Castanea sativa*), was provided as the stabilized preparation NutriP® (SilvaFeed; Turin, Italy); both extracts contained 70 % of tannins. The dosis of 6 g kg^{-1} DM of TE was selected based on the results from Rivera-Mendez *et al.* (2016). The daily dosis of tannins per pen was dissolved in 1 kg of ground maize, which was added to the feed at the moment that it was put in the feeder bunker. The premix of maize and food was manually mixed. In the pens with control group of calves, 1 kg of ground maize was given to homogenize the energy intake in all of the treatments. The treatments were applied during 28 and the calves were weighed on day 1 and on day 28. Three days after the treatments ended, fecal samples were taken from each calf and the same procedure (as mentioned above) was carried out.

Experiment 2

Based on the results from Experiment 1 and according to the concentration of tannins added the diet, along with its effect on the number of nematodes present in feces, a second experiment was conducted in which only TH was used in a dosis that was 2.5 times more, as well as doubling the number of experimental units. The TH dosis was fixed at 15 g kg^{-1} DM of the DM, based on the results of the experiment conducted by Krueger *et al.* (2010), who point out that the this TH level did not improve the weight gain nor did it affect the feed consumption, for which it was considered a safe level for the calves in our experiment.

In this experiment, 40 Brahman ($212 \pm \text{SE } 8.8 \text{ kg}$) calves were used, bought at the semi-mountainous region of Guamúchil, Sinaloa, and transported to Livestock Los Migueles. The calves were kept in a pen with a dirt floor ($27 \times 30 \text{ m}$) with 27 m of a linear feeder bunker made of cement, 4 m of a linear waterer equipped with float ball, and 162 m^2 of roofing constructed with sheet metal. Upon their arrival, the animals calves were fed with

Análisis estadísticos

Como los valores de resultados del número de huevos de nemátodos por gramo de heces no presentaron normalidad estadística ($p \leq 0.01$), antes del análisis estos fueron normalizados por su transformación a valores de $\text{Log}_{10}(n+40)$ en el Experimento 1 y a $\text{Log}_{10}(n+17)$ en el Experimento 2, donde n representó el valor observado. Con los resultados de ganancia de peso y hgh se realizó un ANDEVA para un diseño completamente al azar (Hicks, 1973). El modelo matemático (Hicks, 1973) fue: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$. Las medias de los tratamientos se compararon la prueba DMS ($p \leq 0.10$). Todos los análisis estadísticos se realizaron con la versión 9 de Statistix® 9 (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Los huevos de los nemátodos gastrointestinales encontrados al inicio del experimento corresponden a los géneros *Cooperia* sp (100 %), *Trichostrongylus* sp (71.33 %), *Haemonchus* sp (63.67 %), *Bunostomum* sp (6.67 %), *Oesophagostomum* sp (6.67 %) y *Ostertagia* sp (3.33 %). La proporción importante de *Haemonchus* sp y *Cooperia* sp corroboran a estos géneros como los predominantes en México (Olivares *et al.*, 2006; Fernández-Figueroa *et al.*, 2015). Ambos son de distribución universal (Coles *et al.*, 2006; De Graef *et al.*, 2013) y son un problema serio para la ganadería bovina en EE.UU. (Gasbarre *et al.*, 2009; Borloo *et al.*, 2013), América del Sur (Borges *et al.*, 2012; Seo *et al.*, 2015), Europa (Demeler *et al.*, 2009; De Graef *et al.*, 2013), África (Pfukenyi *et al.*, 2007) y Asia (Sato *et al.*, 2014).

En el Cuadro 2 se muestra la influencia de la alimentación con extractos de taninos en la cantidad de huevos de nemátodos por gramo de heces en becerros al inicio de la engorda en corral, y en el Cuadro 3 se muestra el resultado en la ganancia de peso. La disminución en la cantidad de hgh de *Haemonchus* ($p=0.10$) por la inclusión de los TH indica que cuando los taninos hidrolizables alcanzaron abomaso, el pH ácido que predomina en este órgano (Brake *et al.*, 2014) permitió que los TH se disociaran de los complejos tanino-proteína que se hubieran formado en el rumen (Casciola *et al.*, 2009; Beserra *et al.*, 2011), lo cual pudo permitir que los TH o sus productos de hidrólisis ácida, como los ácidos eláxico y hexahidroxidifénico (Torres *et al.*, 2008; Vázquez

Sudan hay (*Sorghum Sudanese*) and alfalfa hey (*Medicago sativa L.*) for 5 d. Fifteen days after the calves' arrival, they were identified with an ear tag, weighed, and received the same management of preventative medicine as described in Experiment 1. In groups of five, the calves were randomly put into eight pens with dirt floor, (6×12 m) with 24 m² of roofing, a lineal feeder bunker measuring 2.4 m and a watering measuring 0.6 m. The calves were fed free access with the diet described in Table 1. After a 3 d adaptation period in the pens, feces samples (on day 4) were collected for three consecutive days, and the same procedure as described in Experiment 1 was carried out. On day 21 after the arrival, treatments were randomly assigned to the calves: 1) reception diet without TE (control) and 2) reception diet plus 15 g kg⁻¹ DM of hydrolysable tannin extract (TH).

The source of HT was the same and the treatments were given similar to Experiment 1. The treatments were given during 28 d, with the first treatment being applied on day 1. After the 28th day, feces samples were collected directly from the calves' rectum during three consecutive days, and the same procedure (as described in Experiment 1) was carried out. The average calculations from those three days were considered as the EGF excretion of each calf. The calves were weighed 6 d before the treatment began and 6 d after concluding the application (40 d in total). The objective of this system of management was to reduce the interference on the calves' weight by the manipulation during the 3 days in order to obtain feces samples.

Statistical analysis

Because the values of the results of the number of nematode eggs per gram of feces did not present statistical normality, ($p \leq 0.01$), these results were normalized before the analysis by their transformation to values of $\text{Log}_{10}(n+40)$ in Experiment 1 and to $\text{Log}_{10}(n+17)$ in Experiment 2, where n represented the observed value. With the results of weight gain and EGF, an ANOVA analysis was carried out for a completely random design (Hicks, 1973). The mathematical model (Hicks, 1973) was: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$. The measurements of the treatments were compared using the DMS test ($p \leq 0.10$). All of the statistical analysis was done using the version 9 of Statistix® 9 (2007).

RESULTS AND DISCUSSION

Experiment 1

The gastrointestinal nematode eggs found at the beginning of the experiment correspond to the genera *Cooperia* sp (100 %), *Trichostrongylus* sp (71.33 %), *Haemonchus* sp (63.67 %), *Bunostomum* sp (6.67 %),

Cuadro 2. Adición de extractos de taninos en la dieta para becerros y sus efecto en la cantidad de huevos de nemátodos por gramo de heces (Experimento 1).**Table 2. Addition of tannin extracts to the diet of calves and their effect on the amount of nematode eggs per gram of feces (Experiment 1).**

Variables	Tratamientos [‡]			EE [§]	Valor de p
	Testigo	TC	TH		
Beceros	10	9	9		
Días en tratamiento	28	28	28		
<i>Haemonchus</i> sp, hgh [†]					
Día 1	37	33	17	10.864	0.33
Día 28	53 a	62 a	22 b	15.055	0.10
<i>Cooperia</i> , sp, hgh					
Día 1	120 ab	189 a	107 b	22.217	0.05
Día 28	63	104	57	24.929	0.60
<i>Trichostrongylus</i> sp, hgh					
Día 1	27	28	26	9.337	0.36
Día 28	13	24	6	8.152	0.99
<i>Oesophagostomum</i> sp, hgh					
Día 1	5	0	0	—	—
Día 28	0	0	0	—	—
<i>Bunostomum</i> sp, hgh					
Día 1	3	0	0	—	—
Día 28	0	0	0	—	—
<i>Ostertagia</i> sp, hgh					
Día 1	2	0	0	—	—
Día 28	0	0	0	—	—

[†]hgh: huevos g de heces⁻¹; [‡]TC: taninos condensados; [§]EE: error estándar de la media; TH: taninos hidrolizables. ♦ [‡]TC: condensed tannins; TH: hydrolysable tannins; [§]EE: standard error of the mean; [†]EGF: eggs per gram of feces⁻¹.

et al., 2012), se unieran a la cutícula de *Haemonchus* que habita en el abomaso, altera sus propiedades e impide sus funciones vitales (Niezen *et al.*, 1995; Casciola *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2012).

La ausencia de efecto de los taninos condensados en la excreción de huevos de *Haemonchus* puede estar relacionada con la dosis usada en nuestro experimento, aunque se ha documentado el efecto antihelmínico de los taninos condensados (Min y Hart, 2003; Calderon-Quintal *et al.*, 2010). Sin embargo, este efecto es evidente solo si los rumiantes en pastoreo consumen el equivalente 20 g kg⁻¹ MS de TC en la MS de la dieta (Butter *et al.*, 2000), cantidad tres veces mayor a la de nuestro experimento. La aparición de un número aparentemente mayor de hgh de *Haemonchus* en d 28 comparado con d 1, se debe a una ovoposición de las hembras no similar entre días, por lo cual los valores pueden oscilar dentro de cierto rango (Fernández *et al.*, 2008; Silva-Díaz *et al.*,

Oesophagostomum sp (6.67 %) and *Ostertagia* sp (3.33 %). The large proportion of *Haemonchus* sp and *Cooperia* sp verify these genera are indeed dominant in Mexico (Olivares *et al.*, 2006; Fernández-Figueroa *et al.*, 2015). Both are of universal distribution (Coles *et al.*, 2006; De Graef *et al.*, 2013) and represent a serious problem for cattle production in the U.S. (Gasbarre *et al.*, 2009; Borloo *et al.*, 2013), South America (Borges *et al.*, 2012; Seo *et al.*, 2015), Europe (Demeler *et al.*, 2009; De Graef *et al.*, 2013), Africa (Pfukenyi *et al.*, 2007) and Asia (Sato *et al.*, 2014).

Table 2 shows the influence of the feed with tannin extracts on the number of nematode eggs per gram of feces in calves beginning their fattening process in the stockyard, while Table 3 shows the results of weight gain. The decrease in the number of EGF of *Haemonchus* (p=0.10) due to the inclusion of TH indicates that when the hydrolysable tannins reached

Cuadro 3. Adición de extractos de taninos en la dieta y sus efecto en la ganancia de peso de becerros al inicio de la engorda en corral (Experimento 1).**Table 3. Addition of tannin extracts to the diet and their effect on the weight gain of calves at the beginning of the fattening process in the stockyard (Experiment 1).**

Variables	Tratamientos [†]			EE [§]	Valor de p
	Testigo	TC	TH		
Beceros	10	9	9		
Días en tratamiento	28	28	28		
Peso corporal, kg					
Día 1	233.100	221.000	227.560	4.644	0.19
Día 28	270.000	257.220	262.780	5.951	0.30
Ganancia diaria de peso, kg d ⁻¹	1.318	1.294	1.222	0.129	0.86

[†] TC: taninos condensados; [§] EE: error estándar de la media; TH: taninos hidrolizables. ♦ [†] TC: condensed tannins; TH: hydrolysable tannins; [§] EE: standard error of the mean.

2015). En becerros Nellore resistentes a nemátodos hay oscilaciones de hasta cuatro veces el valor inicial en una prueba de 105 d (Bricarello *et al.*, 2007).

La excreción de *Cooperia* no fue modificada por la adición de los dos tipo de taninos ($p=0.60$). La ausencia de efecto de la adición de 6 g kg⁻¹ MS de TH en la cantidad de hgh de *Cooperia*, puede relacionarse con la ubicación de este nemátodo, el cual se aloja en el intestino delgado (Borloo *et al.*, 2013; Karanikola *et al.*, 2015), a diferencia de *Haemonchus* que habita en abomaso. Las condiciones de pH prevalecientes en el intestino delgado de los bovinos tienden a ser ligeramente ácidas (Brake *et al.*, 2014); los taninos llegan a este órgano y es probable que TH y TC formen complejos con proteínas tanto de origen alimenticio (Arévalo, 2008; Beserra *et al.*, 2011; Brake *et al.*, 2014), como enzimas propias del tracto digestivo, y con células del epitelio intestinal (Frutos *et al.*, 2004). Así, se puede suponer que la cantidad de TH sería suficiente para asociarse con los componentes de la cutícula de *Haemonchus* en el abomaso, pero poca para interactuar con *Cooperia* en el intestino, y entonces la cantidad de TH incluidos en la dieta no sería suficiente para que se manifestara, en caso de existir el efecto de los TH sobre la excreción de hgh de *Cooperia*. La ausencia de efecto de TC en la excreción de hgh de *Cooperia*, concuerda con la afirmación de Butter *et al.* (2000), que se requiere 20 g kg⁻¹ MS de TC en la dieta para hacer evidente su efecto antihelmíntico; por lo cual la dosis de 6 g kg⁻¹ usada en nuestro experimento en TC y TH sería insuficiente para evidenciar una actividad antihelmíntica en los nemátodos en el intestino de los becerros.

the abomasum, the acidic pH that predominates in this organ (Brake *et al.*, 2014) allowed the TH to disassociate from the tannin-protein complexes that would have formed in the rumen (Casciola *et al.*, 2009; Beserra *et al.*, 2011), which could allow the HT or its products from acid hydrolysis, like ellagic and hexahydroxydiphenic acids (Torres *et al.*, 2008; Vázquez *et al.*, 2012), join to the cuticle of the *Haemonchus* that is found in the abomasum, alter its properties and avoid its vital functions (Niezen *et al.*, 1995; Casciola *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2012).

The absence of the effect of the condensed tannins in the excretion of the *Haemonchus* eggs can be related to the dosis used in our experiment, even though the anthelmintic effect of the condensed tannins is documented (Min and Hart, 2003; Calderón-Quintal *et al.*, 2010). However, this effect is evident only if grazing ruminants consume the equivalent of 20 g kg⁻¹ DM of TC in the DM of the diet (Butter *et al.*, 2000), an amount three times the one used in our experiment. The appearance of an apparently higher number of EGF of *Haemonchus* on day 28 compared with on day one is due to the females' oviposition between dissimilar days, and as such the values can oscillate between a certain range (Fernández *et al.*, 2008; Silva-Díaz *et al.*, 2015). In Nellore calves, who are resistant to nematodes, there are oscillations up until four times the initial value in a trial of 105 d (Bricarello *et al.*, 2007).

The excretion of *Cooperia* was not modified for the addition of the two types of tannins ($p=0.60$). The absence of the effect of the addition of 6 g kg⁻¹ MS of TH in the amount of EGF of *Cooperia*, can be related

La cantidad de hgh de *Trichostrongylus* tampoco fue modificada por los dos tipos de taninos ($p=0.99$), y la ubicación en el intestino de este parásito (Coles *et al.*, 2006; De Graef *et al.*, 2013) lleva a un razonamiento similar al expuesto para *Cooperia*. Los datos de la excreción de hgh de *Oesophagostomum*, *Bunostomum* y *Ostertagia* no se analizaron porque desde el inicio del prueba estuvieron presentes solo en el grupo Testigo y las cargas fueron muy bajas (2 a 5 hgh); además, no se encontraron huevos de ellos en ningún becerro después de aplicar los tratamientos.

El peso final ($p=0.30$) y la ganancia de peso ($p=0.86$) no fueron modificados por los tratamientos. La adición de 6 g kg^{-1} MS de TH disminuyó en 58 % la excreción de *Haemonchus* ($p=0.10$), pero no afectó la excreción de huevos de *Cooperia* ($p=0.60$) ni de *Trichostrongylus* ($p=0.99$) los cuales infestaron todos los becerros, y su presencia sería suficiente para afectar la ganancia de peso, lo cual no ocurrió.

Aunque de manera frecuente la infestación por nemátodos se relaciona con una menor capacidad de los bovinos para ganar peso (Sutherland y Leathwick, 2011; Lem *et al.*, 2014), este efecto no siempre se manifiesta en los experimentos. En novillos Angus (196 kg de peso inicial) en corral de engorda e inoculados con larvas de *Cooperia* y *Ostertagia*, no hubo diferencia en la ganancia de peso entre los desparasitados o no con Tiabendazol, aunque el antihelmíntico redujo significativamente el conteo de huevos de nemátodos (Ames *et al.*, 1969). En pastoreo no hubo diferencia en la ganancia de peso entre becerros Nellore con menos de 50 huevos de *Haemonchus* y *Cooperia* por gramo de heces (hgh), respecto a los que tuvieron más de 500 hgh (Bricarello *et al.*, 2007); además, el nivel de infestación con nemátodos no cambió la ganancia de peso de becerros en pastoreo (Seo *et al.*, 2015).

Experimento 2

Los huevos de los nemátodos gastrointestinales encontrados son de los siguientes géneros: *Haemonchus* sp (82.5 %), *Cooperia* sp (75 %), *Trichostrongylus* sp (25 %) y *Oesophagostomum* sp (15 %). Como en el Experimento 1, los géneros predominantes fueron *Haemonchus* sp y *Cooperia* sp. En el Cuadro 4 se muestra la influencia de la adición de TH a la dieta en el conteo de huevos de nemátodos en becerros al inicio de la engorda intensiva y en el Cuadro 5, la influencia en la ganancia de peso.

to the location of this nematode, which is found in the small intestine (Borloo *et al.*, 2013; Karanikola *et al.*, 2015), contrary to the *Haemonchus* that is found in the abomasum. The pH conditions that are found in the small intestines of bovines tend to be slightly acidic (Brake *et al.*, 2014); the tannins arrive at this organ and it is probable that the TH and TC from complexes with both foodborne proteins (Arévalo, 2008; Beserra *et al.*, 2011; Brake *et al.*, 2014), and enzymes belonging to the digestive tract, and with intestinal epithelial cells (Frutos *et al.*, 2004). Thus, it can be assumed that the amount of TH would be enough to circulate with the components of the *Haemonchus* cuticle in the abomasum, but not enough to interact with *Cooperia* in the intestine, and as such the amount of TH included in the diet would not be sufficient for them to manifest, in the event that the effect of the TH on the *Cooperia* EGF excretion. The absence of the TC effect in the *Cooperia* EGF excretion, is consistent with the assertion of Butter *et al.* (2000), that 20 g kg^{-1} DM of TC is required in the diet in order to reveal the anthelmintic effect; for which the dosis of 6 g kg^{-1} used in our experiment in TC and TH would not be sufficient to evidence an anthelmintic activity in the nematodes of the calves' intestine. The quantity of *Trichostrongylus* EGF was neither modified for the types of tannins ($p = 0.99$), and the intestinal location of this parasite (Coles *et al.*, 2006; De Graef *et al.*, 2013) follows the same type of logic as *Cooperia*. The excretion date of *Oesophagostomum*, *Bunostomum* and *Ostertagia* EGF were not analyzed because since the beginning of the test they were only present in the Control group and the numbers were very low (2 a 5 EGF); additionally the eggs of these were not found in any of the calves after the application of the treatment.

The final weight ($p=0.30$) and the weight gain ($p=0.86$) were not modified by the treatments. The addition of 6 g kg^{-1} MS of TH decreased the *Haemonchus* excretion ($p=0.10$), by 58%, but did not affect the excretion of eggs of *Cooperia* ($p=0.60$), or those of *Trichostrongylus* ($p=0.99$), which infested all of the calves, and whose presence would be sufficient to affect the weight gain, which did not happen.

Even though nematode infestation is frequently related to a calf's lower ability to gain weight (Sutherland and Leathwick, 2011; Lem *et al.*, 2014), this effect is not always present in experiments. In Angus stee (initial weight of 196 kg), in feedlot

Cuadro 4. Influencia de la adición de TH a la dieta en el conteo de huevos de nemátodos en becerros al inicio de la engorda intensiva (Experimento 2).**Table 4. Influence of the addition of TH to the diet on the number of nematode eggs at the beginning of intensive fattening (Experiment 2).**

Variables	Tratamientos ¹				Valor de p
	Testigo		Taninos hidrolizables		
	Media	± EE ¹	Media	± EE ¹	
Beceros ² , n	20		20		
Periodo de medición, d	28		28		
Parasitados con <i>Haemonchus</i>					
Beceros ³ , n	17		16		
Huevos g ⁻¹ de heces ²					
Día 1	100	42.743	104	18.911	0.28
Día 28	70	18.371	27	6.951	0.03
Parasitados con <i>Cooperia</i>					
Beceros, ⁴ n	16		14		
Huevos g ⁻¹ de heces ²					
Día 1	160	50.133	136	53.594	0.94
Día 28	122	32.127	39	34.345	0.04

¹EE: error estándar de la media; ²Número de becerros asignados a cada tratamiento; ³Número de becerros excretando huevos de *Haemonchus* al inicio de la prueba; ⁴Número de becerros excretando huevos de *Cooperia* al inicio de la prueba. ♦ ¹EE: standard error of the mean² Number of calves assigned to each treatment. ³Number of calves excreting *Haemonchus* eggs at the beginning of the study. ⁴Number of calves excreting *Cooperia* eggs at the beginning of the study.

La adición durante 28 d de 15 g kg⁻¹MS de TH disminuyó en 61 % los hgh de *Haemonchus* (p = 0.03) y en 68 % el conteo de hgh de *Cooperia* (p = 0.04), con relación al Testigo. El uso de la dosis de 15 g kg⁻¹MS de TH mostró la actividad antihelmíntica de los taninos reportada en rumiantes en pastoreo (Athanasiadou *et al.*, 2005; Calderon-Quintal *et al.*, 2010; Quijada *et al.*, 2015), y que se atribuye a la capacidad de los taninos para interactuar con las proteínas de la cutícula de los nemátodos interfiriendo sus procesos vitales (Niezen *et al.*, 1995; Otero e Hidalgo, 2004; Casciola *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2012). Estos resultados sugieren que al aumentar la cantidad de TH ofrecidos a los becerros, se incrementó la disponibilidad de taninos que interactuaron con los nemátodos tanto en abomaso como en intestino delgado, y son congruentes con la afirmación de que la actividad antihelmíntica de los TH es dependiente de la dosis (Bachaya *et al.*, 2009).

La ausencia de impacto de TH en el peso final (p=0.25) y en la ganancia de peso (p=0.64) es un resultado esperado, dado que Krueger *et al.* (2010) no observaron efecto en estas variables al proporcionar 15 g kg⁻¹MS de TH a vaquillas en engorda in-

and inoculated with *Cooperia* and *Ostertagia larvae*, there was no difference in weight gain between those that were dewormed or not with Tiabendazol, even though the anthelmintic significantly reduced the nematode egg count (Ames *et al.*, 1969). In pastures, there was no difference in weight gain between the Nellore calves with less than 50 *Haemonchus* and *Cooperia* eggs per gram of feces (EGF), compared to those with more than 500 EGF (Bricarello *et al.*, 2007); moreover, the level of infestation with nematodes did not change the weight gain in grazing calves (Seo *et al.*, 2015).

Experiment 2

The gastrointestinal nematodes' eggs found belong to the following genera: *Haemonchus* sp (82.5 %), *Cooperia* sp (75 %), *Trichostrongylus* sp (25 %) and *Oesophagostomum* sp (15 %). Like Experiment 1, the predominant genera were *Haemonchus* sp and *Cooperia* sp. Table 4 shows the influence of the addition of TH to the diet on the number of nematode eggs in calves at the beginning of intensive fattening, while Table 5 shows the influence on weight gain.

Cuadro 5. Adición de TH a la dieta y su efecto sobre la ganancia de peso de becerros infestados por nemátodos al inicio de la engorda intensiva (Experimento 2).**Table 5. Addition of TH to the diet and its effect on the weight gain of cows infested by nematodes at the beginning of intensive fattening (Experiment 2).**

Variables	Tratamientos ¹				Valor de p
	Testigo		Taninos hidrolizables		
	Media	± EE ¹	Media	± EE ¹	
Becerras ² , n	20		20		
Periodo de medición, d	40		40		
Parasitados con <i>Haemonchus</i>					
Becerras ³ , n	17.000		16.000		
Peso inicial, kg	215.900	4.314	208.600	4.446	0.26
Peso final, kg	255.500	5.079	246.900	5.235	0.25
Ganancia, kg día ⁻¹	0.991	0.058	0.955	0.060	0.64
Parasitados con <i>Cooperia</i>					
Becerras, ⁴ n	16.000		14.000		
Peso inicial, kg	217.600	4.046	205.700	4.325	0.06
Peso final, kg	257.900	4.992	244.600	4.337	0.08
Ganancia, kg día ⁻¹	1.008	0.061	0.973	0.065	0.70

¹EE: error estándar de la media; ²Número de becerros asignados a cada tratamiento; ³Número de becerros excretando huevos de *Haemonchus* al inicio de la prueba; ⁴Número de becerros excretando huevos de *Cooperia* al inicio de la prueba. ♦ ¹EE: standard error of the Mean. ²Number of calves assigned to treatment. ³Number of calves excreting *Haemonchus* eggs at the beginning of the study. ⁴Number of the calves excreting *Cooperia* eggs at the beginning of the study.

tensiva. El efecto positivo en la ganancia de peso de bovinos en engorda intensiva solo se observó cuando se usan concentraciones de TH igual o menores a 6 g kg⁻¹MS de la MS (Rivera *et al.*, 2016).

Como ya se comentó, una disminución en el conteo de huevos de nemátodos, no siempre se refleja en un aumento en la ganancia de peso de los bovinos en engorda en corral o en pastoreo (Ames *et al.*, 1969; Bricarello *et al.*, 2007; Seo *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

La inclusión de extracto de taninos hidrolizables en la dieta se puede considerar como una alternativa sustentable para el control de los nemátodos de los bovinos en engorda. El extracto muestra actividad contra *Haemonchus* en concentración de 0.6 %, y para afectar a los nemátodos intestinales como *Cooperia* se requiere una concentración mínima de 1.5 % de la materia seca de la dieta.

The addition of 15 g kg⁻¹ DM of TH during the 28 days decreased *Haemonchus* EGF (p=0.03) by 61 % and the number of *Cooperia* EGF (p=0.04) by 68 % when compared to the Control. The use of the dosis of 15 g kg⁻¹ DM of TH showed the anthelmintic activity of the tannins reported in grazing ruminants (Athanasiadou *et al.*, 2005; Calderon-Quintal *et al.*, 2010; Quijada *et al.*, 2015), and that is attributed to the tannin's capacity to interact with the cuticle proteins of the nematodes interfering in their vital processes (Niezen *et al.*, 1995; Otero e Hidalgo, 2004; Casciola *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2012). These results suggest that the increase in the amount of TH in the calves, increased the ability of the tannins to interact with the nematodes both in the abomasum as well as in the small intestine, and they are consistent with the argument that anthelmintic activity of the TH depends on the dosis (Bachaya *et al.*, 2009).

The absence of the TH impact in final weight (p=0.25) and in weight gain (p=0.64) is an expected result, given that Krueger *et al.* (2010) did

LITERATURA CITADA

- Ames, E. R., R. Rubin, and J. K. Matsushima. 1969. Effect of gastrointestinal nematode parasites on performance of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 28:698-704.
- Arévalo, P. 2008. Taninos condensados en especies forrajeras y sus efectos en la productividad animal. *Rev. Electr. Nutritime* 5: 584-591.
- Athanasiadou, S., O. Tzamaloukas, I. Kyriazakis, F. Jackson, and R. L. Coop. 2005. Testing for direct anthelmintic effects of bioactive forages against *Trichostrongylus colubriformis* in grazing sheep. *Vet. Parasitol.* 127: 233-243.
- Bachaya, H. A., Z. Iqbal, M. N. Khan, A. Jabbar, A. H. Gilant, and Islam-Ud-Din. 2009. *In vitro* and *in vivo* anthelmintic activity of *Terminalia arjuna* bark. *Int. J. Agr. Biol.* 11: 273-278.
- Beserra, L. M., C. M. Leal, S. Maia, A. L. Fernandes, y L. T. Freitas. 2011. Plantas taaniníferas e o controle de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes. *Cienc. Rural* 41: 1967-1974.
- Borges, F. A., G. D. Almeida, R. P. Heckler, R. L. Lemes, M. K. V. Onizuka, and D. G. L. Borges. 2012. Anthelmintic resistance impact on tropical beef cattle productivity: effect on weight gain of weaned calves. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 280-284.
- Borloo, J., J. De Graef, I. Peelaers, D. L. Nguyen, M. Mitreva, B. Devreese, C. H. Hooke, J. Vercruysse, E. Claerebout, and P. Geldhof. 2013. In-depth proteomic and glycomic analysis of the adult-stage *Cooperia oncophora* excretome/secretome. *J. Proteome Res.* 12: 3900-3911.
- Brake, D. W., E. C. Titgemeyer, E. A. Bailey, and D. E. Anderson. 2014. Small intestine digestion of raw cornstarch in cattle consuming a soybean hull-based diet is improved by duodenal casein infusion. *J. Anim. Sci.* 92: 4047-4056.
- Bricarello, P. A., L. G. Zaros, L. L. Couthino, R. A. Rocha, F. N. J. Kooyman, E. De Vries, J. R. S. Consalves, L. G. Ling, A. V. Pires, and A. F. T. Amarante. 2007. Field study on nematode resistance in Nellore-breed cattle. *Vet. Parasitol.* 148: 272-278.
- Butter, N.L., J.M. Dawson, D. Wakelin, and P.J. Buttery. 2000. Effect of dietary tannin and protein concentration on nematode infection (*Trichostrongylus colubriformis*) in lambs. *J. Agr. Sci.* 134: 89-99.
- Calderón-Quintal, J. A., J. F. J. Torres-Acosta, C. A. Sandoval-Castro, M. A. Alonso, H. Hoste, and A. Aguilar-Caballero. 2010. Adaptation of *Haemonchus contortus* to condensed tannins: can it be possible?. *Arch. Med. Vet.* 42: 165-171.
- Casciola, W., M. De la Iglesia, M. Favaro, M. Lamboglia, S. Uberti, J. Sosa, E. Reggiardo, I. Nescier, E. Elizalde, G. Fernández, y C. Boggero. 2009. Estudio del efecto de los taninos condensados sobre la producción y composición de la leche de oveja. *Ciencias Agrar.* 8: 29-34.
- Coles, G. C., F. Jackson, W. E. Pomroy, R. K. Prichard, G. von Samson-Himmelstjerna, A. Silvestre, M. A. Taylor, and J. Vercruysse. 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 136: 167-185.
- De Graef, J., E. Claerebout, and P. Geldhof. 2013. Anthelmintic resistance of gastrointestinal cattle nematodes. *Vlaams Diergen Tijds* 82: 113-123.
- not observed effect on these variables when 15 g kg⁻¹ DM of TH was provided to heifers in intensive fattening. The positive effect on weight gain in cattle in intensive fattening was only observed when TH concentrations were 6 g kg⁻¹ DM of MS or less (Rivera-Mendez *et al.*, 2016).
- As was already mentioned, a decrease in the number of nematode eggs does not always reflect an increase in weight of fattening cattle, in feedlot or grazing (Ames *et al.*, 1969; Bricarello *et al.*, 2007; Seo *et al.*, 2015).

CONCLUSION

The inclusion of the hydrolysable tannings in the diet can be considered as a sustainable alternative to control the nematodes found in feedlot cattle. The extract shows activity with *Haemonchus* in a concentration of 0.6 %, and in order to affect intestinal nematodes like *Cooperia*, a minimum concentration of 1.5 % of the diet dry matter is required.

—End of the English version—



- Demeler, J., A. M. J. Van Zeven, N. Kleinschmidt, J. Vercruysse, J. Höglund, R. Koopmann, J. Cabaret, E. Claerebout, M. Areskog, and G. von Samson-Himmelstjerna. 2009. Monitoring the efficacy of ivermectin and albendazole against gastrointestinal nematodes of cattle in Northern Europe. *Vet. Parasitol.* 160: 109-115.
- FASS, 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching. Federation of Animal Science Societies. Champaign, IL.
- Fernández, D., J. B. de Oliveira, S. Calderón, y J. J. Romero. 2008. Prácticas de diagnóstico y control de parásitos de caninos y felinos en 50 clínicas veterinarias del área metropolitana de Costa Rica. *Ciencia Vet.* 26: 51-71.
- Fernández-Figueroa A., R. Arieta-Román, E. Graillet-Juárez, D. Romero-Salas, M. Romero-Figueroa, y I. Felipe-Ángel. 2015. Prevalencia de nemátodos gastrointestinales en bovinos doble propósito en 10 ranchos de Hidalgotitlan Veracruz, México. *Abanico Vet.* 5: 13-18.
- Fluharty, F. L. and S. C. Loerch, 1996. Effects of Dietary energy source and level on performance of newly arrived feedlot calves. *J. Anim. Sci.* 74:504-513.
- Frutos P., G. Hervás, F. J. Giraldez, y A. R. Mantecón. (2004). Tannins and ruminant nutrition. *Span. J. Agric. Res.* 2: 191-202.

- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed. México D.F. 91 p.
- Gasbarre, L. C., L. L. Smith, J. R. Lichtenfels, and P. A. Pillitt. 2009. The identification of cattle nematode parasites resistant to multiple classes of anthelmintics in a commercial cattle population in the US. *Vet. Parasitol.* 166: 281-285.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*. Holt, Reinhart and Wiston, New York. 349 p.
- Hutcheson, D. P., and N. A. Cole. 1986. Management of transit-stress syndrome in cattle: nutritional and environmental effects. *J. Anim. Sci.* 62:555-560.
- INEGI, 2009. Anuario Estadístico del Estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Karanikola, S. N., J. Krücken, S. Ramünke, T. de Waa, J. Höglund, J. Charlier, C. Weber, E. Müller, S. J. Kowalczyk, J. Kaba., and G. von Samsom-Himmelstjerna. 2015. Development of a multiplex fluorescence immunological assay for the simultaneous detection of antibodies against *Cooperia oncophora*, *Dictyocaulus viviparus* and *Fasciola hepatica* in cattle. *Parasites & Vectors* 8:335. DOI: 10.1186/s13071-015-0924-0.
- Krueger, W.K., H. Gutiérrez-Bañuelos, G. E. Carstens, B. R. Min, W. E. Pinchak, R. R. Gomez, R. C. Anderson, N. A. Krueger, and T. D. A. Forbes. 2010. Affects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. *Anim. Feed Sci. Technology* 159: 1-9.
- Lem, M. F., K. P. Vincent, W. P. Josue, Y. Jeannette, M. T. Gertrude, and T. Joseph. 2014. In vitro ovicidal and larvicidal activities of stem bark of *Terminalia glaucescens* (Combretaceae) against *Haemonchus contortus*. *Am. J. Plant Sci.* 5: 2859-2868.
- Min, B. R. and S. P. Hart. 2003. Tannins for suppression of internal parasites. *J. Anim. Sci.* 81: 102-109.
- Morales, G., L. A. Pino, E. Sandoval, D. Jiménez, y J. Morales. 2013. Relación entre la condición corporal y el nivel de infestación parasitaria en bovinos a pastoreo como criterio para el tratamiento antihelmíntico selectivo. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 23: 80-89.
- Niezen, J. H., T. S. Waghorn, W. A. G. Charleston and G. C. Waghorn. 1995. Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *J. Agr. Sci.* 125: 281-289.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (7th Revised Ed.) National Academy Press, Washington, D. C. 248 p.
- Olivares, P. J., G. Segura, y M. T. Valencia. 2006. Prevalencia de nematodos gastroentéricos en terneros predestete del trópico de Guerrero, México, durante la época lluviosa. *RED-VET* 7: 1-5.
- Otero, M. J., y L. G. Hidalgo. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. *Sitio Arg. Prod. Anim.* 16: 1-11.
- Pfukenyi, D. M., S. Mukaratirwa, A. L. Willingham, and J. Monrad. 2007. Epidemiological studies of parasitic gastrointestinal nematodes, cestodes and coccidia infections in cattle in the highveld and lowveld communal grazing areas of Zimbabwe. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 74: 129-142.
- Quijada, J., C. Fryganas, H. M. Ropiak, A. Ramsay, I. Mueller-Harvey, and H. Hoste. 2015. Anthelmintic Activities against *Haemonchus contortus* or *Trichostrongylus colubriformis* from small ruminants are influenced by structural features of condensed tannins. *J. Agric. Food Chem.* 63: 6346-6354.
- Rivera-Méndez, C.R., A. Plascencia, N. Torrentera, and R. A. Zinn. 2016. Effect of level and source of supplemental tannin on growth-performance of Holstein steers during the late finishing phase. *J. Appl. Anim. Res.* *In press*.
- Roeber, F., A. R. Jex, and R. B. Gasser. 2013. Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance – an Australian perspective. *Parasites & Vectors* 6: 153. <http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/153>.
- Sandoval, E., G. Morales, N. Ybarra, M. Barrios, y J. Borges. 2011. Comparación entre dos modelos diferentes de cámaras de McMaster empleadas para el conteo coproscópico en el diagnóstico de infecciones por nemátodos gastroentéricos en rumiantes. *Zootec. Trop.* 29: 495-501.
- Sato, M. O., M. Sato, K. Chaisiri, W. Maipanich, T. Yoonuan, S. Sanguankiat, T. Pongvongsa, B. Boupha, K. Moji, yand J. Waikagul. 2014. Nematode infection among ruminants in monsoon climate (Ban-Lahanam, Lao PDR) and its role as food-borne zoonosis. *Braz. J. Vet. Parasitol.* 23: 80-84.
- Seo, H. L., L. C. P. M. Filho, L. A. Honorato, B. F. da Silva, A. F. T. do Amarante, and P. A. Bricanello. 2015. The effect of gastrointestinal nematode infection level on grazing distance from dung. *Plus One*, DOI: 10.1371/journal.pone.0126340.
- Silva-Díaz, H., J. Monteza-Salazar, and A. Rentería-Valle. 2015. Elisa y examen microscópico directo en la detección de *Giardia* en muestras fecales de niños en Chongoyape, Chiclayo, Perú. *Rev. Exp. Med.* 1: 5-9.
- Statistix. 2007. *Statistix User's Manual*, Release 9.0. Analytical Software, Tallahassee, FL.
- Sutherland I. A., and D. M. Leathwick. 2011. Anthelmintic resistance in nematode parasites of cattle: a global issue?. *Trends Parasitol.* 27: 176-181.
- Torres, A. J. F., M. A. Alonso, H. Hoste, C. A. Sandoval, A., y J. Aguilar. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 9: 83-90.
- Vázquez, A. A., E. Alvarez, J. A. López, A. Wall, y L. A. De la Rosa. 2012. Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. *Tecnociencia Chihuahua* 6: 84-93.
- Zarrin M., M. Rahdar, and A. Gholamian. 2015. Biological control of the nematode Infective larvae of *Trichostrongylidae* family with filamentous fungi. *Jundishapur J. Microbiol.* 8:e17614 DOI: 10.5812/jjm.17614.