



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Chiná

TESIS

Efecto del follaje peletizado de árboles taniníferos sobre la carga parasitaria gastrointestinal de ovinos en pastoreo en Campeche, México

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES

PRESENTA
Andrea Ojeda Castro

Chiná, Campeche, México a diciembre de 2023



2023
AÑO DE
Francisco VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

Chiná, Campeche, **04/diciembre/2023**

Oficio: DIR/1245/2023
ASUNTO: Aprobación

ANDREA OJEDA CASTRO
PRESENTE

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité Revisor que integra el sínodo del trabajo de tesis denominado **"Efecto del follaje peletizado de árboles taniníferos sobre la carga parasitaria gastrointestinal de ovinos en pastoreo en Campeche, México"** es aprobado como requisito parcial para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Aprender Produciendo"

MARCO GABRIEL ROSADO ÁVILA
DIRECTOR



MCRA/RACM/EGGL/zep*



COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este Comité y presentado por la Ing. Andrea Ojeda Castro como requisito parcial para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles el día 04 del mes de diciembre del año 2023 en Chiná Campeche.

Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina
Presidente



Dr. Bernardino Candelaria Martinez
Secretaria



Dr. Marco Antonio Ramirez Bautista
Vocal



MC. Jesús Froylán Martínez Puc
Vocal Suplente



DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en el presente documento deriva de los estudios realizados para alcanzar los objetivos planteados en mi trabajo de tesis, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná. De acuerdo a lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná. Por otra parte, de acuerdo a lo manifestado, reconozco de igual manera que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de la información generada en el desarrollo del presente estudio, le pertenecen patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná de manera que si se derivasen de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en lo especial, estos se regirán en todo caso por lo dispuesto por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.



Firma: _____

Nombre: Andrea Ojeda Castro

Resumen

La alimentación de rumiantes en sistemas de producción pecuarios tropicales depende esencialmente de gramíneas que presentan una producción estacional de biomasa; esta particularidad plantea la necesidad de desarrollar estrategias de alimentación sostenibles a través del uso de recursos forrajeros locales con producción de alimento todo el año, en el trópico existe una gran diversidad de plantas taniníferas tropicales (PTT) como *Lysiloma lastisiliquum*, *Leucaena leucocephala*, *Acacia pennatula*, *Pisidia pisipula*, *Ceratonia siliqua*, *Guazuma ulmifolia*, entre otras plantas que presentan la oportunidad de aprovechar estos recursos en cada región para disminuir la dependencia de insumos y tecnologías que merman la rentabilidad en los sistemas ganaderos, además, estas plantas taniníferas son prometedoras para controlar los nematodos gastrointestinales (NGI) en rumiantes cuando son incluidas de 3-6% de TC en la suplementación, lo que es especialmente importante, debido a que las infestaciones por NGI son una limitante para el desarrollo en la ganadería en el trópico, donde las pérdidas económicas se ven reflejadas en altas tasas de mortalidad, morbilidad, elevados costos para su control, reducción de los parámetros reproductivos y productivos.

Los árboles forrajeros tropicales se caracterizan por los altos contenidos de taninos, proteínas y su potencial alimenticio con efecto antihelmíntico, aunque su limitante es la astringencia causada a los taninos, debido a los efectos positivos que se mencionan se planteó realizar el presente trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con follaje peletizado de árboles taniníferos (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma lastisiliquum*) sobre la carga parasitaria gastrointestinal y ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México. El estudio se desarrolló en el laboratorio de investigación en nutrición animal sostenible (LINAS) del Tecnológico Nacional de México Campus Chiná, durante tres meses, se seleccionaron cuatro arbustivas con potencial forrajero (*Lysiloma lastisiliquum*, *Ceratonia siliqua*, *Piscidia piscipula* y *Leucaena leucocephala*) para comparar la cantidad de metabolitos secundarios y se seleccionó a las dos con mayor contenido. Se suplementó a ovinos en pastoreo con altas infestaciones de nematodos gastrointestinales (NGI). Se tomaron muestras de heces directamente del recto y se contabilizaron a través de la técnica de McMaster para determinar los huevos por gramo de heces (HPG) de NGI y los ovinos fueron pesados cada dos semanas durante el experimento; se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$). *L. lastisiliquum* y *L.*

leucocephala obtuvieron los mayores contenidos en Taninos Condensados (TC) con 17.32 % y 10.21% respectivamente, el tratamiento que tuvo mejor control en HPG fue el T2 (*L. lastisiliquum*) ($P \leq 0.05$), seguido de T3 (ivermectina), que fue similar a la suplementación con *L. leucocephala*. La suplementación con 350g de pellets de *L. lastisiliquum*, tiene un efecto antihelmíntico contra *Haemonchus contortus* ya que disminuye el número de HPG y mantiene la condición corporal de los ovinos en pastoreo.

Palabras clave: Astringencia, recursos forrajeros, nematodos gastrointestinales.

Abstract

Ruminant feeding in tropical livestock production systems depends essentially on grasses that have a seasonal production of biomass; this particularity raises the need to develop sustainable feeding strategies through the use of local forage resources with year-round feed production, in the tropics there is a great diversity of tropical tanniferous plants (PTTs) such as *Lysiloma lastisiliquum*, *Leucaena leucocephala*, *Acacia pennatula*, *Pisidia piscipula*, *Ceratonia siliqua*, *Guazuma ulmifolia*, among other plants that present the opportunity to take advantage of these resources in each region to reduce dependence on inputs and technologies that reduce profitability in livestock systems, in addition, these tanniferous plants are promising to control gastrointestinal nematodes (GIN) in ruminants when they are included in 3-6% of TC in supplementation, which is especially important, because NGI infestations are a limitation for the development of livestock in the tropics, where economic losses are reflected in high mortality rates, morbidity, high costs for their control, reduction of reproductive and productive parameters.

Tropical forage trees are characterized by the high content of tannins, proteins and their nutritional potential with anthelmintic effect, although their limitation is the astringency caused to the tannins, due to the positive effects that are mentioned, it was proposed to carry out the present research work with the aim of evaluating the effect of supplementation with pelletized foliage of tanniferous trees (*Leucaena leucocephala* and *Lysiloma lastisiliquum*) on gastrointestinal parasite load and weight gain of grazing sheep in Campeche, Mexico. The study was carried out in the research laboratory on sustainable animal nutrition (LINAS) of the Tecnológico Nacional de México Campus Chiná, for three months, four shrubs with forage potential (*Lysiloma lastisiliquum*, *Ceratonia siliqua*, *Pisidia piscipula* and *Leucaena leucocephala*) were selected to compare the

amount of secondary metabolites and the two with the highest content were selected. Grazing sheep with high gastrointestinal nematode (GI) infestations were supplemented. Stool samples were taken directly from the rectum and counted using the McMaster technique to determine eggs per gram of feces (HPG) from NGI and the sheep were weighed every two weeks during the experiment; an analysis of variance and comparison of means with Tukey ($P \leq 0.05$) were performed. *L. lastisiliquum* and *L. leucocephala* obtained the highest contents of Condensed Tannins (TC) with 17.32 % and 10.21 % respectively, the treatment that had the best control in HPG was T2 (*L. lastisiliquum*) ($P \leq 0.05$), followed by T3 (ivermectin), which was similar to *supplementation with L. leucocephala*. Supplementation with 350g of *L. lastisiliquum* pellets has an anthelmintic effect against *Haemonchus contortus* as it decreases the number of HPG and maintains the body condition of grazing sheep.

Keywords: Astringency, forage resources, gastrointestinal nematodes.

Agradecimientos

Agradezco al consejo nacional de ciencia y tecnología (Conacyt) por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo de investigación a través de la beca asignada.

Gracias a mi director de tesis y representante del Laboratorio de Investigación en Nutrición Animal (LINAS) del Tecnológico Nacional de México Campus Chiná Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina por compartirme sus conocimientos, haberme brindado las herramientas, manuales y equipos que se encuentran dentro de la instalación, así como el tiempo invertido al trabajo de investigación y los consejos a lo largo de mi formación académica.

Agradezco a mi asesor Dr. Bernardino Candelaria Martínez representante del Laboratorio de Investigación y Producción Agroecológica de Especies Menores por brindarme de su tiempo, experiencia, consejos teóricos-prácticos y apoyo durante la elaboración del documento y trabajo de campo.

Índice de contenido

Resumen.....	V
Abstract.....	VI
Agradecimientos.....	VIII
1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Justificación.....	3
4. Hipótesis.....	3
5. Objetivos	3
5.1 Objetivo general	3
5.2 Objetivos específicos.....	4
6. Referencias.....	4
7. Capítulos	7
7.1 Capítulo 1 (artículo de revisión).....	7
7.2 Capítulo 2 (artículo de investigación)	24
8. Conclusión	32
9. Anexos.....	32
9.1 Oficio de recepción de escrito.....	32

1. Introducción

La alimentación en los sistemas de producción pecuaria (SPP) en México en zonas tropicales depende esencialmente de pastos el cual genera una producción estacional y esta particularidad del SPP genera la necesidad de establecer estrategias de alimentación sostenibles a través del aprovechamiento de recursos forrajeros locales, la diversidad de plantas taniníferas tropicales (PTT) en la Península de Yucatán (PY) representa una oportunidad para el establecimiento de sistemas silvopastoriles; identificar los recursos con los que cuenta cada región y/o municipio evita la dependencia de insumos y tecnologías que disminuyen la rentabilidad. (SIAP 2017).

El estado de Campeche actualmente tiene una actividad del 1.9% en la ganadería a nivel nacional, la ganadería ovina genera el 3.6% y los caprinos el 0.1% del valor de la producción agropecuaria; en la península de Yucatán hay una diversidad de árboles leguminosos forrajeros (Armendáriz-Yáñez y Rivera-Lorca, 2006). Los taninos condensados (TC) son metabolitos secundarios que se encuentran las plantas y han sido asociados como método de defensa contra insectos y herbívoros, debido a la diversidad de propiedades las leguminosas pueden causar efectos favorables o perjudiciales cuando son incluidos en la dieta de rumiantes, el consumo de TC con contenidos medio a alto (3-6%) puede tener un efecto en la disminución de parásitos gastrointestinales y aumento en la producción animal (Torres-Acosta *et al.*, 2008).

Provenza (2006) afirma que los rumiantes logran alcanzar sus necesidades nutricionales y regular la ingesta de toxinas cuando se les suministra una variedad nutrientes y toxinas, que cuando se les ofrece un alimento comercial balanceado, en diferentes trabajos de investigación se ha demostrado que rumiantes con experiencia de consumo de plantas taniníferas tropicales (PTT) han regulado la ingesta de toxinas en la PY. En una prueba de cafetería los animales tuvieron una preferencia de consumo de PTT como *Acacia pennatula*, *Lisyloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Leucaena leucocephala* en lugar de *Brosimum alicastrum* que tiene una buena digestibilidad y escasa cantidad de taninos (Díaz *et al.*, 2007).

Es difícil predecir el efecto de los taninos en los rumiantes debido a la diversidad de los polifenoles que poseen una variedad de estructuras moleculares y a la fisiología animal, los taninos se dividen en dos grupos que están conformados por los taninos hidrolizables (TH) y por los taninos condensados (TC) (Bryant *et al.*, 1992). Los taninos son astringentes, se unen a las proteínas salivales y se adhieren a las membranas mucosas de la boca del animal, lo que disminuye la

aceptación de la ración, la astringencia es la sensación que se provoca por la formación de complejos entre los taninos y glicoproteínas de la saliva, esto puede producir un incremento en la salivación y disminuir la palatabilidad del forraje (Jon Lasa, *et al.*,2010).

Un estudio realizado por Carrero en 2012 propone como alternativa viable y económica el aprovechamiento de leguminosas tanto naturales como cultivadas para mejorar la calidad de la dieta y la oferta forrajera para la producción animal.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con follaje pelletizado de árboles taniníferos (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma lastisiliquum*) sobre la carga parasitaria gastrointestinal y ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México, como alternativa viable para el control de nematodos parásitos en el tracto digestivo en rumiantes en la Península de Yucatán.

2. Antecedentes

Los taninos se componen de un grupo muy heterogéneo de compuestos fenólicos, la heterogeneidad química y estructural de estos, lo que explica la habilidad para unirse a otras moléculas y su efecto sobre el uso en la dieta de rumiantes (Frutos *et al.*, 2004), logran formar complejos con las proteínas de la dieta (Mueller-Harvey, 2006), lo que reduce su degradación ruminal (Min *et al.*, 2003) e incrementa el by-pass (Frutos *et al.*, 2004b). Existe una disponibilidad de aminoácidos absorbibles en el intestino delgado, lo que se asocia con la mejora de índices productivos del animal principalmente en la ganancia de peso y la eficiencia reproductiva (Min *et al.*, 2003; Waghorn, 2008), los taninos cuentan con propiedades anti-parasitarias y prevención del timpanismo (Min *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004b; Mueller-Harvey, 2006; Waghorn, 2008). La adición de taninos como aditivos alimentarios resulta una estrategia sostenible para los rumiantes alimentados a pasto. (DIALNET-ganadería y cambio climático).

El principal problema de la ganadería tropical es la variabilidad de la cantidad y calidad del forraje a lo largo del año, lo que afecta negativamente los parámetros productivos y reproductivos de los animales. El follaje de PTT es una alternativa viable, debido a que tienen un gran potencial como forraje (alto contenido de proteína comparado con las gramíneas y rendimiento de biomasa), además, contribuyen a la sostenibilidad de los SSP al controlar la erosión, mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo. (Moechiutti ,1995).

El consumo de TC por ovinos en cantidades moderadas se obtienen efectos positivos y no se reduce el consumo voluntario, las plantas ricas en taninos tienen efecto sobre los NGI de los rumiantes y pueden tener una actividad antiparasitaria directa (Hoste *et al.*, 2006). Torres acosta en 2008 menciona diferentes trabajos de investigación donde se demuestra que los taninos mejoran la resiliencia y la resistencia (menor cantidad de huevecillos en heces, menor carga parasitaria y menor fertilidad de hembras parásitas) de los ovinos y caprinos infectados con NGI.

3. Justificación

La creciente demanda de alimentos de origen animal que garanticen su inocuidad dentro de su proceso productivo, el uso de alimentos libres de químicos y procesos amigables con el ambiente sienta las bases para el uso de estrategias de alimentación sostenibles y de autoproducción, por lo que el presente trabajo desarrolla una alternativa viable en la alimentación de ovinos con harina peletizada de *L. leucocephala* y *L. lastisiliquum*.

En México existe un recurso natural en los SPP que es el principal sustento de alimento para los animales en pastoreo: el agostadero. La mayoría de los rumiantes del país dependen de este recurso como principal fuente de nutrientes, aunque estas plantas tienen gran cantidad de nutrientes, se considera que los compuestos secundarios de estas plantas son limitantes para su consumo y se ha observado que la incorporación en concentraciones por debajo de 50g de TC, por kg de materia seca (10-40 g/kg MS) optimiza la digestibilidad de los alimentos en rumiantes (Perevolotzky *et al.*, 2006).

4. Hipótesis

La suplementación con follaje peletizado de los árboles taniníferos *L. Leucocephala* y *L. lastisiliquum* tienen efecto positivo en la disminución y control de *H. contortus* y aumento en la ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación con follaje peletizado de árboles taniníferos (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma lastisiliquum*) sobre la carga parasitaria gastrointestinal y ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México.

5.2 Objetivos específicos

- Medir el contenido de taninos y fenoles presentes en *Lysiloma lastisiliquum*, *Ceratonia siliqua*, *Piscidia piscipula* y *Leucaena leucocephala* colectadas en el municipio de Campeche, México.
- Diseñar el proceso de elaboración de pellet con la harina elaborada de dos arbóreas forrajeras con mayor alto contenido de TC.
- Comparar la aceptación-consumo de TC de dos follajes peletizados de arbóreas forrajeras mediante una prueba de palatabilidad en ovinos de encaste en pastoreo en Campeche, México.
- Evaluar el efecto de la suplementación con follaje peletizado de dos arbóreas forrajeras con el mayor contenido de taninos condensados sobre la carga parasitaria gastrointestinal de ovinos en pastoreo en Campeche, México.
- Evaluar el efecto de la suplementación con follaje peletizado de dos arbóreas forrajeras con el mayor contenido de taninos condensados sobre la ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México.

6. Referencias

Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A.J., Capetillo-Leal, C. 2007a. Preference and intake rate of forage tree by goats when offered in cafeteria trials is affected by their tannin and potential digestible NDF.

Armendáriz-Yáñez, I.R., Rivera-Lorca, J.A. 2006. Content of secondary metabolites of some indigenous browse legumes from Yucatan Peninsula, with particular reference to phenolic compounds. BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. Pp. 279-289.

Barry, T.N. and Blaney, B.J. 1987. Secondary compounds of forages. In: The nutrition of herbivores. J.B. Hacker and J.H. Ternouth (Eds.), pp. 91-119. University of Queensland. Academic Press (Australia).

Barry, T.N. and McNABB, W.C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81, 263-272. between woody plants and browsing mammals. *J. Range Manage.* 45: 18.

Bryant J. P., R. Paul B., y Clausen T. P., 1992. Chemically mediated interactions Perevolotsky, A., Landau, S., Slanikove, N., Provenza, F. 2006. Upgrading tannin-rich forages by supplementing ruminants with Polyethylene Glycol (PEG). *BSAS Publication 34*. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. Pp. 221-234.

Bortlik, Karlheinz; Beggio, Maurizio; Lambelet, Pierre; Huynh-Ba, Tuong y Aeschbach, Robert. 2010. Reduction of astringency in compositions containing phenolic compounds. P.2

H. Hoste, J.F.J. Torres-Acosta, C.A. Sandoval-Castro, I. Mueller-Harvey, S. Sotiraki, H. Louvandini, S.M. Thamsborg, T.H. Terrill, Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock, *Veterinary Parasitology*, Volume 212, Issues 1–2, 2015, Pages 5-17. Parasitosis: Pérdidas productivas e impacto económico. (s/f). Ganadería.com. Recuperado el 26 de octubre de 2023, <https://www.ganaderia.com/destacado/Parasitosis:-P%C3%A9rdidas-productivas-e-impacto-econ%C3%B3mico>

Lasa, J., Mantecón, C., Ángel Gómez, M., & Pv Albeitar. (s/f). Utilización de taninos en la dieta de rumiantes. Recuperado el 26 de octubre de 2023, de https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/33-taninos.pdf

Perevolotsky, A., Landau, S., Slanikove, N., Provenza, F. 2006. Upgrading tannin-rich forages by supplementing ruminants with Polyethylene Glycol (PEG). *BSAS Publication 34*. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. Pp. 221-234.

Provenza, F. D. (2006). Behavioural mechanisms influencing use of plants with secondary metabolites by herbivores. *BSAP Occasional Publication*, 34, 183–195. <https://doi.org/10.1017/s1463981500042412>

Schwab, C.G. 1995. Protected proteins and amino acids for ruminants. In: Biotechnology in animal feeds and animal feeding. R.J. Wallace and A. Chesson (Eds.), pp. 115-141. V.C.H. Press, Weinheim (Alemania).

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2016. Producción *Anual* Ganadera. Consultado el 7 de Junio del 2017. Disponible en www.siap.gob.mx.

Tiemann, T.T., C.E. Lascano, H.-R. Wettstein, A.C. Mayer, M. Kreuzer, H.D. Hess, Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs, *Animal*, Volume 2, Issue 5, 2008, Pages 790-799.

Torres- Acosta, Juan Felipe de J., Alonso-Díaz, Miguel Ángel, Hoste, Hervé, Sandoval-Castro, Carlos A., Aguilar-Caballero, A.J. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [en línea]. 2008, 9(1), 83-90

Waghorn, G.C., Ulyatt, M.J., John, A. and Fisher, M.T. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of aminoacids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. *Brit. J. Nutr.* 57, 115-126.

7. Capítulos

7.1 Capítulo 1 (artículo de revisión).

ÁRBOLES TANINÍFEROS EN EL CONTROL DE NEMATODOS

GASTROINTESTINALES DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN ZONAS TROPICALES

Ojeda-Castro, Andrea¹, Candelaria-Martínez, Bernardino², Chiquini-Medina,

Ricardo, A.^{2*}

¹ Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná. Campeche, Campeche, México. C.P.24520.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná. Campeche, Campeche, México. C.P.24520

*Autor de correspondencia: ricardo.cm@china.tecnm.mx

ABSTRACT

In this review, we gathered information on the effect of the inclusion of tanniferous trees in the diet of small ruminants for the reduction of gastrointestinal parasites and weight gain in tropical areas. Tropical forage trees are characterized by high tannin content, protein and their nutritional potential with anthelmintic effect. Condensed tannins have a positive effect on the decrease of gastrointestinal nematodes and an increase in animal production, mainly on weight gain.

Keywords: Secondary metabolites, food potential, taniniferous trees

RESUMEN

En la presente revisión se reunió información sobre el efecto de la inclusión de árboles taniníferos en la alimentación de pequeños rumiantes para la reducción de parásitos gastrointestinales y ganancia de peso en zonas tropicales. Los árboles forrajeros tropicales se caracterizan por los altos contenidos de taninos, proteínas y su potencial alimenticio con efecto antihelmíntico. Los taninos condensados tienen efecto positivo en

la disminución de nematodos gastrointestinales y un aumento en la producción animal principalmente en la ganancia de peso.

Palabras clave: Metabolitos secundarios, potencial alimenticio, árboles taniníferos

INTRODUCCIÓN

La alimentación de rumiantes en sistemas de producción pecuarios tropicales depende esencialmente de gramíneas que presentan una producción estacional de biomasa; esta particularidad plantea la necesidad de desarrollar estrategias de alimentación sostenibles a través del uso de recursos forrajeros locales con producción de alimento todo el año. En estas regiones agroclimáticas existe una amplia diversidad de plantas taniníferas tropicales (PTT) como tzalam (*Lysiloma lastisiliquum* L.), huaxin (*Leucaena leucocephala*), chimay (*Acacia pennatula*), jabín (*Piscidia piscipula* L.), algarrobo (*Ceratonia siliqua*), pixoy (*Guazuma ulmifolia*), entre otras. Se presenta la necesidad de identificar y aprovechar estos recursos en cada región para disminuir la dependencia de insumos y tecnologías que merman la rentabilidad en los sistemas ganaderos (SIAP 2017). Además, estas plantas taniníferas son prometedoras para controlar los nematodos gastrointestinales (NGI) en rumiantes (Hoste *et al.*, 2015), cuando son incluidas de 3-6% de TC en la suplementación en rumiantes. Lo que es especialmente importante, debido a que las infestaciones por nematodos gastrointestinales son una limitante para el desarrollo en la ganadería en el trópico, donde las pérdidas económicas se ven reflejadas en altas tasas de mortalidad, morbilidad, elevados costos para su control, reducción de los parámetros reproductivos y productivos (Almada-Arturo, 2015).

Los taninos condensados (TC) son una clase de flavonoides que son los pigmentos principales de muchas semillas, y también están presentes en los tejidos vegetativos de

algunas plantas forrajeras y funcionan como método de defensa contra insectos y herbívoros; existe una mejora en la producción animal debido a la diversidad de propiedades químicas que contienen como son los metabolitos secundarios (Torres-Acosta *et al.*, 2008).

Por su parte Provenza (2006) afirma que los rumiantes logran satisfacer mejor sus necesidades nutricionales y regular la ingesta de toxinas cuando la dieta suministrada incluye una diversidad de ingredientes naturales, a diferencia de dietas basadas en alimento comercial balanceado, además que los animales con experiencia de consumo de PTT han regulado exitosamente la ingesta de toxinas.

Una de las características de los taninos es su astringencia, que es provocada cuando se unen los taninos a las proteínas salivales y se adhieren a las membranas mucosas de la boca del animal y se forman complejos entre taninos y glicoproteínas de la saliva que, por consecuencia, incrementan la salivación y disminuye la palatabilidad del forraje (Jon Lasa *et al.*, 2010).

El objetivo de esta revisión es presentar una visión general y actualizada sobre el potencial de los árboles taniníferos para el control de nematodos gastrointestinales de ovinos en el trópico.

RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se realizó una revisión sistemática de artículos científicos y publicaciones en bases de datos como Refseek, Scielo, Dialnet, Redalyc y Google scholar sobre el potencial de los árboles taniníferos tropicales sobre el control de parásitos gastrointestinales y la mejora de ganancia de peso en ovinos.

Estrategias de búsqueda. La consulta de información se realizó mediante las palabras claves, "taninos condensados" + "nematodos gastrointestinales", "plantas taniníferas" + "ovinos en pastoreo" + "*Haemonchus contortus*" + "zona tropical", "leguminosas ricas en taninos" + "ganancia de peso" + "rumiantes", "metabolitos secundarios" + "potencial forrajero", "concentración" + "taninos" + "en la inclusión" + "en ovinos". Se consideró, un rango de 16 años (2006-2022) en las publicaciones, de igual modo se tomó en consideración títulos en español e inglés, publicados dentro de este rango de tiempo.

Se consultaron 150 publicaciones, de la cuales 46 fueron relacionados con el efecto de los metabolitos secundarios de las plantas taniníferas en los pequeños rumiantes. Para la selección de información se tomó en consideración los resúmenes y documentos completos, se obtuvo un total de 31 artículos científicos, mismos que fueron considerados en la presente revisión, los resultados fueron organizados en dos subtemas para facilitar su análisis y discusión.

La alimentación en sistemas de producción de carne de pequeños rumiantes en zonas tropicales

En las zonas tropicales los sistemas de producción de ovinos y caprinos son poco competitivos en comparación con las zonas templadas debido a que los pastos empleados presentan un alto contenido de fibra y baja calidad nutritiva, especialmente en regiones con suelos ácidos de baja fertilidad y con largos períodos de sequía (Tiemann *et al.*, 2008), lo que afecta negativamente los parámetros productivos y reproductivos de los animales.

El agostadero en las zonas tropicales de México es un recurso natural en los sistemas de producción pecuarios (SPP) considerado el sustento de mayor importancia para los

animales en pastoreo. Una gran parte de los rumiantes del país dependen de este recurso como principal fuente de nutrientes, aunque las plantas que más abundan en los agostaderos tienen un alto valor nutricional, se considera como una limitante para su consumo debido a su elevado contenido de compuestos secundarios (Perevolotzky et al., 2006).

Las innovaciones tecnológicas en la alimentación de pequeños rumiantes en el trópico más frecuentes son el ensilaje de rastrojo de maíz, alimento iniciador para corderos (creep feeding), dietas integrales para la etapa de engorda y dietas para hembras en etapa de gestación y lactancia, también inclusiones de urea en dietas tradicionales (Rodríguez castillo 2017).

Los rumiantes pueden satisfacer las necesidades de nutrientes y regular la ingesta de compuestos secundarios cuando se les ofrece una variedad de alimentos. Esta variedad fundamental se obtiene de las PTT que a dosis bajas y en mezclas apropiadas sus metabolitos secundarios pueden presentar efectos benéficos sobre la salud y nutrición animal; la variedad de alimentos permite que los animales expresen sus preferencias alimentarias, que a la vez mejoran su bienestar.

Efecto de la inclusión de taninos condensados de árboles y arbustos forrajeros sobre la disminución de NGI y ganancia de peso en ovinos.

Las especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero del trópico se caracterizan por las altas concentraciones de taninos condensados (TC) con concentraciones 2 a 4% en base seca, estos parámetros son óptimos para la obtención de beneficios fisiológicos en los rumiantes (Tiemann *et al.*, 2008). También presentan alto contenido de proteína (14 a 28%) con contenidos de fibra menores de 40% lo que permite un mayor consumo

voluntario y digestibilidad obteniendo incrementos del 50% o más en los rendimientos productivos como la ganancia de peso, en comparación con gramíneas tropicales, además de que contribuyen a la sostenibilidad de los SSP al controlar la erosión, mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo y las biomoléculas que contienen se consideran como responsables de reducir los niveles de parásitos gastrointestinales y aumento en la producción animal, sobre todo en pequeños rumiantes jóvenes (Rey-Obando *et al.*, 2011).

Así mismo, los ovinos mantenidos en pastoreo están expuestos a diferentes enfermedades, dos de las principales afecciones son las enfermedades parasitarias gastrointestinales, y la formación de gas en el rumen (Márquez-Lara y Suarez-Lodoño, 2008). Después de ser ingeridas las larvas infectantes son desenvainadas en el aparato digestivo, y mudan 2 veces hasta ser pre-adultos, donde se mueven libremente por la superficie de la mucosa gástrica y maduran sexualmente, luego copulan y las hembras empiezan a poner huevos, concluyendo así el ciclo (Cepeda-Martinez, 2017).

(Sepúlveda-Jiménez *et al.*, 2018) Los efectos ocasionados por el consumo de plantas taniníferas sobre las poblaciones de NGI pueden clasificarse en directos con las interacciones que tienen sobre las funciones fisiológicas de los NGI e indirectos que constituyen la mejora en la absorción de proteínas. Se ha demostrado que una mayor asimilación de proteínas está asociada con la mejora en la inmunidad del hospedero (Hoste *et al.*, 2012).

El mecanismo de acción de los taninos sobre las larvas (L3) de *H. contortus* evita el desarrollo de su ciclo evolutivo y en los nematodos adultos los taninos se unen al aparato

bucal y reproductor de los parásitos (por la afinidad de los taninos a las proteínas ricas en prolina de la cutícula del nematodo) (Torres-Acosta, 2008).

La respuesta de los animales a la ingesta de TC depende de la concentración de éstos en las plantas, pues plantas con concentraciones entre 5% y 10% de MS reducen el consumo y la digestibilidad del forraje, mientras que concentraciones comprendidas entre 2% y 4% de la MS favorecen la absorción intestinal de las proteínas debido a la disminución de la proteólisis por parte de la microflora ruminal, trabajos realizados por Cristel, SL, & Suárez, V. en 2006¹⁶ han demostrado que el consumo de forrajes con contenidos medio a alto en TC por los ovinos parasitados, resultó en una reducción de los conteos de huevos por gramo de heces (HPG) y parásitos adultos.

En una prueba de cafetería realizada por (Torres-Acosta, 2008) los animales tuvieron una preferencia de consumo de PTT que contienen una gran variedad de metabolitos secundarios como *Acacia pennatula*, *Lisyloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Leucaena leucocephala* en lugar de *Brosimum alicastrum* que tiene una buena digestibilidad y escasa cantidad de taninos.

Bonilla-Valverde (2017) evaluó una dieta formulada con grano de maíz, harina de soya y paja de maíz con inclusión de extracto de taninos de *Schinopsis balansae* y *Castanea sativa* con concentraciones de 0.15, 0.30 y 0.45 % en ovinos alimentados a libre acceso, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia mejoraron con la inclusión de 0.15 y 0.30 % de extracto de taninos en la dieta.

Martínez-Martínez (2018) incluyó un 4% de MS de TC comerciales SilvaFeed® en la dieta de ovinos con un consumo de 1200 g d⁻¹ de MS y no afectó las variables productivas como ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

Maldonado-Peralta (2018) ofreció follaje fresco de *Guazuma ulmifolia* a ovinos en pastoreo con *Cynodon nlemfuensis* y suplementados con 0. 25 y 50% de *G. ulmifolia* en proporción al requerimiento de MS y obtuvieron un consumo de MS superior en 20% con el tratamiento de 50% de *G. ulmifolia* mejorando la conversión alimenticia. Rodríguez Fernández *et al.*, (2013) diseñaron arreglos silvopastoriles con follaje fresco de *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete* y se ofreció a cabras en pastoreo con praderas de pasto guinea *Panicum maximum* cv. Tanzania y arreglos basados en *G. ulmifolia*, *C. cujete* y *L. leucocephala*, las mayores ganancias de peso se presentaron con los arreglos de *G. ulmifolia* y *C. cujete* con 22.5 y *L. leucocephala* con 33.6 g día, mientras que con la gramínea la ganancia de peso fue de 13.2 g día.

Se ha establecido que corderos machos jóvenes o lactantes alimentados con leguminosas incrementan su peso debido a que su organismo responde favorablemente a las adiciones suplementarias de proteína en la dieta; en cambio no sucede lo mismo en los animales adultos en los que los aminoácidos no son una limitante para su desempeño (Márquez-Lara y Suarez-Lodoño, 2008).

Cuadro 1. Efecto de los taninos condensados sobre nematodos gastrointestinales de ovinos

Referencia	Especie de planta	Parásito	Método de empleo	Especie ganadera	Condición del experimento	Hallazgo
López-Rodríguez (2022)	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>H. contortus</i>	extracto hidroalcohólico de follaje	Ovinos	In vitro con concentraciones de 100, 90, 80, 70, 60 y 50 mg mL ⁻¹	El extracto hidroalcohólico de <i>L. leucocephala</i> mostró 71% sobre la inhibición de la eclosión de huevo a 100 mg mL ⁻¹ .
Nora Antonio-Irineo (2021)	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Bursera simaruba</i>	<i>H. contortus</i> ., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., y <i>Nematodirus</i> spp	extractos acuosos	Ovinos	In vitro con tres concentraciones 0.75, 1.00 y 1.25 mL	Los extractos de <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Gliricidia sepium</i> a dosis de 1.25 mL tuvieron una mayor actividad ovicida.
Méndez-Ortiz (2019)	<i>Gymnopodium floribundum</i>	<i>H. contortus</i>	Harina de hoja	Ovinos	In vivo, alimento con 20, 30 y 40 % de harina	La harina de hoja de <i>G. floribundum</i> se al 40% en la dieta redujo la carga de gusanos hembra de <i>H. contortus</i> .
Sandoval GV (2019)	<i>Schinopsis balansae</i>	<i>H. contortus</i> y <i>Trichostrongylus</i>	Extracción acuosa del duramen del árbol de Quebracho	Caprinos y ovinos	In vivo, 500 g de maíz molido más la adición diaria de 25 g de TC.	Los hpg fueron bajos y similares en los primeros tres muestreos, los hpg del testigo disminuyeron resultando inferiores al grupo que consumió taninos, el tratamiento representó una dosis sin efecto antihelmíntico.

Rivero-Pérez (2018)	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>H. contortus</i>	Extracto hidroalcohólico de vaina	Ovinos	In vitro con concentraciones 50, 25, 12.5 y 6.25 mg/mL	El extracto tuvo efecto en la inhibición de la eclosión de huevos de nematodos de campo y sobre la larva infectiva L3.
Castañeda-Ramírez (2017)	<i>Acacia collinsii</i> , <i>Lysiloma latisiliquum</i> , <i>Havardia albicans</i> , <i>Senegalia gaumeri</i> , <i>Mimosa bahamensis</i> , <i>P. piscipula</i> , <i>Acacia pennatula</i> , <i>Gymnopodium floribundum</i> , <i>L. leucocephala</i> y <i>Bunchosia swartziana</i> .	<i>H. contortus</i>	extractos de metanol:agua	Ovinos y caprinos	In vitro, se probó la eclosión de huevecillos y el establecimiento en L3.	No se encontró un efecto en la eclosión de huevecillos de <i>H. contortus</i> pero si en el establecimiento de L3.
G.I. Ortiz-Ocampo (2016)	<i>Acacia Pennatula</i> y <i>Coffea arabica</i>	<i>H. contortus</i>	Extracto acetona:agua	Ovinos	In vitro, se probó la inhibición de desenvaine larvario	<i>H. contortus</i> toleró el extracto de <i>A. pennatula</i> en las concentraciones de 150 y 300 µg de extracto/ml PBS y el extracto de <i>C. arabica</i> redujo el desenvaine desde 150 µg de extracto/ml.

G.I. Ortiz-Ocampo (2016)	<i>Coffea arabica</i>	<i>H. contortus</i>	extractos acetona:agua del subproducto precolado	Ovinos	In vivo con la inclusión de 10% del extracto del subproducto precolado	El extracto de <i>C. arabica</i> no redujo el valor de hpg <i>H. contortus</i> .
C. Martínez-Ortiz-de-Montellano (2010)	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	<i>H. contortus</i>	Follaje fresco	Ovinos	In vivo, se consumió <i>ad libitum</i>	<i>L. latisiliquum</i> influye directamente en la biología de los adultos de <i>H. contortus</i> afectando el tamaño del nematodo y la fecundidad de las hembras.
JA Calderón-Quintal et al. 2010	<i>A. pennatula</i> , <i>L. latisiliquum</i> , <i>Piscidia piscipula</i> y <i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Haemonchus contortus</i> cepas CENID-INIFAP y UNAM	Extractos acetona:agua del follaje	Ovinos	In vitro, se probó la inhibición de la migración larvaria	<i>A. pennatula</i> y <i>L. latisiliquum</i> inhibieron la migración larvaria en dos cepas de <i>H. contortus</i> , la cepa CENID-INIFAP. <i>A. pennatula</i> , <i>L. latisiliquum</i> y <i>P. piscipula</i> tuvieron efecto sobre la cepa UNAM.
Abdul Jabbar (2007)	TC comercial*	<i>H. contortus</i>	Extracto comercial de TC	Ovinos	In vivo. Dietas con 2% y 3% de TC	Los hpg tuvieron una reducción gradual, que diferían significativamente en los días 60-120 en ambas dietas.
Felix Heckendor n (2007)	<i>Cichorium intybus</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Onobrychis viciifolia</i> .	<i>H. contortus</i> y <i>Cooperia curticei</i>	Forraje fresco	Ovinos	In vivo	Hubo una reducción significativa de 89, 63 y % de hpg de <i>H. contortus</i> con <i>C. intybus</i> , <i>C. achicoria</i> , <i>L. corniculatus</i> y <i>O. viciifolia</i> . No se encontró efecto antihelmíntico contra <i>C. curticei</i> .

Abdul Jabbar (2007)	<i>Chenopodium album</i> y de <i>Caesalpinia crista</i>	<i>H. contortus</i>	Extracto metanólico acuoso crudo de follaje de <i>Chenopodium album</i> y semillas de <i>Caesalpinia crista</i>	Ovinos	In vitro se probó la inhibición de la eclosión de los huevos	<i>C. crista</i> (0,134 mg/mL) es más potente en la eclosión de huevos que <i>C. album</i> (0,449 mg/mL).
Abdul Jabbar (2007)	<i>Chenopodium album</i> y <i>Caesalpinia crista</i>	<i>H. contortus</i>	Extracto metanólico acuoso crudo	Ovinos	In vivo	La reducción máxima de hpg de <i>H. contortus</i> se observó con <i>C. crista</i> (93.9%). En 93.9 y 82.2% con y <i>C. album</i> a 3,0 g/kg, respectivamente.

*TC comercial preparado a partir de tanino comercialmente disponible {Kenya fuente, utilizada en la industria textil y que contiene 1,19% g CT/kg MS según lo determinado por el reactivo Butanol-HCl método (Porter *et al.*, 1986)}

DISCUSIONES

En el Cuadro 1 se muestra que los extractos de follaje de especies consideradas taniníferas como *L. leucocephala* ocasionan inhibición de la eclosión de huevecillos (López-Rodríguez 2022; Rivero-Pérez, 2018) y sobre la larva infectiva L3 de *H. contortus* (López-Rodríguez 2022; Rivero-Pérez, 2018; Castañeda-Ramírez, 2017).

Méndez-Ortiz (2019), Sandoval GV (2019), G.I. Ortiz-Ocampo (2016), C. Martínez-Ortiz-de-Montellano (2010) y Felix Heckendorn (2007) probaron in vivo diferentes extractos de plantas como *Gymnopodium floribundum*, *L. leucocephala*, *Schinopsis balansae*, *Cichorium intybus*, *Lotus corniculatus*, *Onobrychis viciifolia* y *Lysiloma latisiliquum* donde coincidieron en los resultados favorables en todos los casos con reducciones de hpg de *H. contortus*, excepto G.I. Ortiz-Ocampo (2016) con extracto de *Coffea arabica* que no redujo el valor de hpg del nematodo.

CONCLUSIONES

La evidencia bibliográfica consultada permite dilucidar que el uso de árboles tropicales con potencial forrajero y altos contenidos de taninos condensados en sus tejidos pueden ser empleados con éxito para el control de nematodos gastrointestinales in vitro e in vivo, principalmente contra *H. contortus*. Parece ser que el efecto antagónico sobre alguna de las etapas del proceso fisiológico de los nematodos gastrointestinales está asociado al tipo y concentración de taninos condensados en las plantas estudiadas, así como al método de aplicación. Sin embargo, es necesaria la experimentación en condiciones de manejo productivo convencional de las regiones tropicales para vislumbrar dicho potencial antihelmíntico

de las especies taniníferas, y desarrollar un método práctico y económico que facilite la adopción por los productores.

El mayor porcentaje de las investigaciones consultadas se emplearon extractos de plantas taniníferas tropicales que han demostrado tener propiedades antihelmínticas y alto contenido de nutrientes, por todo lo anterior se sugiere evaluar el efecto del consumo de estas plantas en fresco o en harinas sobre la incidencia de NGI en rumiantes.

La utilización de plantas taniníferas son una alternativa viable y económica para la alimentación de pequeños rumiantes en los sistemas de producción en zonas tropicales debido a su preferencia de consumo y a sus altos contenidos de nutrientes.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada al primer autor, para realizar estudios de posgrado.

REFERENCIAS

1. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2016. Producción *Anual Ganadera*. Consultado el 7 de Junio del 2017. Disponible en www.siap.gob.mx.
2. H. Hoste, J.F.J. Torres-Acosta, C.A. Sandoval-Castro, I. Mueller-Harvey, S. Sotiraki, H. Louvandini, S.M. Thamsborg, T.H. Terrill, Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock, *Veterinary Parasitology*, Volume 212, Issues 1–2, 2015, Pages 5-17.
3. Parasitosis: Pérdidas productivas e impacto económico . (s/f). Ganadería.com. Recuperado el 26 de octubre de 2023, <https://www.ganaderia.com/destacado/Parasitosis:-P%C3%A9rdidas-productivas-e-impacto-econ%C3%B3mico>
4. Torres-Acosta, Juan Felipe de J. , Alonso-Díaz, Miguel Ángel, Hoste, Hervé, Sandoval-Castro, Carlos A., Aguilar-CaballeroA.J. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [en línea]. 2008, 9(1), 83-90.

5. Lasa, J., Mantecón, C., Ángel Gómez, M., & Pv Albeitar. (s/f). *Utilización de taninos en la dieta de rumiantes*. Com.ar. Recuperado el 26 de octubre de 2023, de https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/33-taninos.pdf
6. Provenza, F. D. (2006). Behavioural mechanisms influencing use of plants with secondary metabolites by herbivores. *BSAP Occasional Publication*, 34, 183–195. <https://doi.org/10.1017/s1463981500042412>
7. Tiemann, T.T., C.E. Lascano, H.-R. Wettstein, A.C. Mayer, M. Kreuzer, H.D. Hess, Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs, *Animal*, Volume 2, Issue 5, 2008, Pages 790-799.
8. Perevolotsky, A., Landau, S., Slanikove, N., Provenza, F. 2006. Upgrading tannin-rich forages by supplementing ruminants with Polyethylene Glycol (PEG). *BSAS Publication 34*. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. Pp. 221-234.
9. José del Carmen Rodríguez Castillo; Salomón Moreno Medina; Jorge Hernández Hernández. EL INDICADOR CASI EN LA RENTABILIDAD OVINA. Pp. 1-21. <https://www.redalyc.org/journal/141/14153918010/>
10. Tiemann, T.T., Ávila, P., Ramírez, G., Lascano, C.E., Kreuzer, M., Hess, H.D. 2008. In vitro ruminal fermentation of tanniferous plants: plant-specific tannins effects and counteracting efficiency og PEG. *Animal Feed Science and Technology*.
11. María, A., Obando, R., Chamorro, D. R., Cardozo, M. C., & Rodríguez Gutiérrez, H. (n.d.). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Redalyc.org. Retrieved October 26, 2023, from <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295022382032.pdf>
12. Márquez Lara D y Suárez Londoño Á. El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Rev Med Vet*. 2008;(16): 87-109.
13. Cepeda Martínez, E. R. (2017). Estudio parasitológico de nematodos gastrointestinales en ovinos del municipio de Ubaté, Cundinamarca. (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2312>
14. Sepúlveda-Jiménez G, Porta-Ducoing H, Rocha-Sosa M. La Participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Rev Mex Fitopatol* 2018;21(3):355-63.
15. Hoste H, Martínez-Ortiz-De-Montellano C, Manolaraki F, Brunet S, Ojeda-Robertos N, Fourquaux I, et al. Direct and indirect effects of bioactive tanninrich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Vet Parasitol* 2012;186(1-2):18-27. <https://doi.org/10.1016/i.vetpar.2011.11.042>
16. Cristel, S. L., & Suárez, V. (2006). Resistencia antihelmíntica: evaluación de la prueba de reducción del conteo de huevos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35(3), 29-43.

17. Bonilla-Valverde, E., Flores-Aguirre, L., Barajas-Cruz, R., Romo-Valdez, J., Montero-Pardo, A., & Romo-Rubio, J. (2017). Respuesta productiva de corderos en engorda a la suplementación con extractos de taninos. *Abanico Veterinario*, 7(1), 14–25.
<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/133>
18. Martínez-Martínez, R. (2018). COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS DE PELO USANDO UN EXTRACTO COMERCIAL DE TANINO CONDENSADO. *Agro Productividad*, 11(5).<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/371>
19. Maldonado-Peralta, M. A. (2018). COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS PELIBUEY EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON FOLLAJE DE Guazuma ulmifolia Lam. *Agro Productividad*, 11(5), 29–33. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/367>
20. Rodríguez Fernández, G., & Roncallo Fandiño, B. (2013). Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete. *Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria*, 14(1), 77–89.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062013000100009&script=sci_abstract&tlng=es
21. López-Rodríguez, G., Rivero-Perez, N., Olmedo-Juárez, A., Valladares-Carranza, B., Rosenfeld-Miranda, C., Hori-Oshima, S., & Zaragoza-Bastida, A. (2022). Efecto del extracto hidroalcohólico de hojas de Leucaena leucocephala sobre la eclosión de Haemonchus contortus in vitro. *Abanico veterinario*, 12. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.8>
22. Antonio-Irineo, N., Flota-Bañuelos, C., Hernández-Marín, A., Arreola-Enríquez, J., & Fraire-Cordero, S. (2021). Estudio preliminar sobre la inhibición in vitro de nematodos gastrointestinales de ovinos con extractos acuosos de plantas forrajeras. *Abanico veterinario*, 11. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.10>
23. Méndez-Ortíz, F. A., Sandoval-Castro, C. A., Vargas-Magaña, J. J., Sarmiento-Franco, L., Torres-Acosta, J. F. J., & Ventura-Cordero, J. (2019). Impact of gastrointestinal parasitism on dry matter intake and live weight gain of lambs: A meta-analysis to estimate the metabolic cost of gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 265, 1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.11.008>
24. (N.d.). Researchgate.net. Retrieved October 27, 2023, from https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Martinez/13/publication/337035132_Effects_of_condensed_tannins_towards_dairy_caprine_gastrointestinal_nematodes/links/5def7da14585159aa4711ae0/Effects-of-condensed-tannins-towards-dairy-caprine-gastrointestinal-nematodes.pdf
25. (N.d.). Org.Mx. Retrieved October 27, 2023, from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322019000100102&script=sci_abstract&tlng=pt
26. Castañeda-Ramírez, G. S., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., González-Pech, P. G., Parra-Tabla, V. P., & Mathieu, C. (2017). Is there a negative

- association between the content of condensed tannins, total phenols, and total tannins of tropical plant extracts and in vitro anthelmintic activity against *Haemonchus contortus* eggs? *Parasitology Research*, 116(12), 3341–3348. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5650-4>
27. Ortiz-Ocampo, G., Chan Pérez, J., Covarrubias-Cárdenas, A., Santos-Ricalde, R., Sandoval-Castro, C., Hoste, H., Capetillo-Leal, C., González-Pech, P., & Torres-Acosta, J. (2016). EFECTO ANTIHELMÍNTICO in vitro E in vivo DE RESIDUOS DE *Coffea arabica* SOBRE UN AISLADO DE *Haemonchus contortus* CON BAJA SUSCEPTIBILIDAD A TANINOS. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*, 19 (1), 41-50.
 28. Martínez-Ortíz-de-Montellano, C., Vargas-Magaña, J. J., Canul-Ku, H. L., Miranda-Soberanis, R., Capetillo-Leal, C., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., & Torres-Acosta, J. F. J. (2010). Effect of a tropical tannin-rich plant *Lysiloma latisiliquum* on adult populations of *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Parasitology*, 172(3–4), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.04.040>
 29. Calderón-Quintal, J., Torres-Acosta, J., Sandoval-Castro, C., Alonso, M., Hoste, H., & Aguilar-Caballero, A. (2010). Adaptación de *Haemonchus contortus* a taninos condensados: ¿será posible?. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42 (3), 165-171.
 30. Jabbar, A., Zaman, M. A., Iqbal, Z., Yaseen, M., & Shamim, A. (2007). Anthelmintic activity of *Chenopodium album* (L.) and *Caesalpinia crista* (L.) against trichostrongylid nematodes of sheep. *Journal of Ethnopharmacology*, 114(1), 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.07.027>
 31. Heckendorn, F., Häring, D. A., Maurer, V., Senn, M., & Hertzberg, H. (2007). Individual administration of three tanniferous forage plants to lambs artificially infected with *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei*. *Veterinary Parasitology*, 146(1–2), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.01.009>

7.2 Capítulo 2 (artículo de investigación)

Efecto del follaje peletizado de árboles taniníferos sobre la carga parasitaria gastrointestinal de ovinos en pastoreo en Campeche, México

Ojeda-Castro, Andrea¹, Candelaria-Martínez, Bernardino², Chiquini-Medina,

Ricardo, A.^{2*}

¹ Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná. Campeche, Campeche, México. C.P.24520.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná. Campeche, Campeche, México. C.P.24520

*Autor de correspondencia: ricardo.cm@china.tecnm.mx

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation with pelleted foliage of tanniferous trees (*Leucaena leucocephala* and *Lysiloma lastisiliquum*) on gastrointestinal parasite load and weight gain of grazing sheep in Campeche, Mexico. The study was carried out in the sustainable animal nutrition research laboratory (LINAS) of the Tecnológico Nacional de México Campus Chiná, for three months, four shrubs with forage potential (*Lysiloma lastisiliquum*, *Ceratonia siliqua*, *Piscidia piscipula* and *Leucaena leucocephala*) were selected to compare the amount of secondary metabolites and the two with the highest content were selected. Grazing sheep with high gastrointestinal nematode (GI) infestations were supplemented. Stool samples were taken directly from the rectum and accounted for using the McMaster technique to determine eggs per gram of stool (HPG) from NGI and the sheep were weighed every two weeks during the experiment; an analysis of variance and a comparison of means with Tukey ($P \leq 0.05$) were performed. *L. lastisiliquum* and *L. leucocephala* obtained the highest contents of Condensed Tannins (TC) with 17.32 % and 10.21% respectively, the treatment that had the best control in HPG was T2 (L.

lastisiliquum) ($P \leq 0.05$), followed by T3 (ivermectin), which was similar to supplementation with *L. leucocephala*. Supplementation with 350g of *L. lastisiliquum* pellets has an anthelmintic effect against *Haemonchus contortus* as it decreases the number of HPG and maintains the body condition of grazing sheep.

Key words: tanniferous trees, gastrointestinal nematodes, secondary metabolites.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con follaje peletizado de árboles taniníferos (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma lastisiliquum*) sobre la carga parasitaria gastrointestinal y ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de investigación en nutrición animal sostenible (LINAS) del Tecnológico Nacional de México Campus Chiná, durante tres meses, se seleccionaron cuatro arbustivas con potencial forrajero (*Lysiloma lastisiliquum*, *Ceratonia siliqua*, *Piscidia piscipula* y *Leucaena leucocephala*) para comparar la cantidad de metabolitos secundarios y se seleccionó a las dos con mayor contenido. Se suplementó a ovinos en pastoreo con altas infestaciones de nematodos gastrointestinales (NGI). Se tomaron muestras de heces directamente del recto y se contabilizaron a través de la técnica de McMaster para determinar los huevos por gramo de heces (HPG) de NGI y los ovinos fueron pesados cada dos semanas durante el experimento; se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$). *L. lastisiliquum* y *L. leucocephala* obtuvieron los mayores contenidos en Taninos Condensados (TC) con 17.32 % y 10.21% respectivamente, el tratamiento que tuvo mejor control en HPG fue el T2 (*L. lastisiliquum*) ($P \leq 0.05$), seguido

de T3 (ivermectina), que fue similar a la suplementación con *L. leucocephala*. La suplementación con 350g de pellets de *L. lastisiliquum*, tiene un efecto antihelmíntico contra *Haemonchus contortus* ya que disminuye el número de HPG y mantiene la condición corporal de los ovinos en pastoreo.

Palabras clave: árboles taniníferos, nematodos gastrointestinales, metabolitos secundarios.

INTRODUCCIÓN

En México se distinguen cinco regiones agroecológicas, las zonas áridas-semiáridas, templada y trópico seco-húmedo, y enfocándonos en la última área tiene la posibilidad de aumentar de manera significativa la producción de alimentos de origen pecuario, gracias a la disponibilidad de recursos como suelo, agua y la gran diversidad de plantas que posee, además, el costo de producción es menor en comparación a los sistemas intensivos de otras zonas de México. Sin embargo, para ello se enfrentan diversos desafíos como son: la falta de tecnología, el mejoramiento del nivel de producción, la mejora en el manejo nutricional y reproductivo de los rumiantes (Martínez- González *et al.*, 2017).

Los nematodos gastrointestinales (NGI) afectan el comportamiento productivo y reproductivo de los animales y constituyen una de las principales causas de pérdidas económicas especialmente en regiones tropicales, donde la alimentación de los ovinos se basa en el pastoreo, las parasitosis tienen mayor frecuencia en animales en desarrollo, provocando retraso en el crecimiento y baja ganancia de peso, entre los parásitos que afectan con mayor frecuencia al tracto gastrointestinal en los rumiantes

se encuentra *Haemonchus contortus* y destaca por su amplia distribución y por su elevada patogenicidad (González-Garduño *et al.*, 2011).

La eficacia del control de los NGI a través del uso de medicamentos antihelmínticos es ineficiente, debido a la aparición de cepas resistentes y un método de control alternativo contra los NGI es la selección de arbóreas forrajeras con propiedades antihelmínticas debido a su alto contenido de taninos condensados y a su vez mejoran la calidad de la dieta y la oferta forrajera para una buena producción animal (Palomo-Couoh *et al.*, 2016)³. En este sentido Provenza (2006)⁴ afirma que los rumiantes logran alcanzar sus necesidades nutricionales y regular la ingesta de toxinas cuando se les suministra una variedad nutrientes y toxinas. Es importante notar que los taninos son astringentes, se unen a las proteínas salivales y se adhieren a las membranas mucosas de la boca del animal, esto puede producir un incremento en la salivación y disminuir la palatabilidad del forraje (Jon Lasa, *et al.*,2010).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje peletizado de dos arbóreas forrajeras (*L. leucocephala* y *L. latisiliquum*) con alto contenido de taninos condensados sobre la carga parasitaria gastrointestinal y ganancia de peso de ovinos en pastoreo en Campeche, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Nutrición Animal Sostenible (LINAS) del Tecnológico Nacional de México Campus Chiná, en el estado de Campeche, México (19°46'13"N y 90°30'11"W) zona de trópico húmedo, durante tres meses de octubre 2021 a enero 2022.

Se seleccionaron cuatro arbustivas con potencial forrajero (*Lysiloma lastisiliquum*, *Ceratonia siliqua*, *Piscidia piscipula* y *Leucaena leucocephala*) para comparar la cantidad de fenoles totales (FT), taninos totales (TT) y taninos condensados (TC) y se seleccionaron las dos con mayor contenido de metabolitos secundarios para elaborar pellets y suplementarlo a ovinos en pastoreo con altas infestaciones de NGI.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones (T1: pellet con *L. leucocephala*, T2: pellet con *L. lastisiliquum*, T3: control con químico (ivermectina) y un testigo, con ovinos alimentados en pastoreo incluyendo sementales, hembras adultas y ovinos jóvenes con un total de 32 animales para el experimento.

Conteo de huevos por gramo de heces (HPG)

Se tomó una muestra individual de heces directamente del recto, con bolsas de polietileno, se identificaron con el número de animal y fue conservada en una nevera con refrigerantes hasta su procesamiento en el Laboratorio de Nutrición e Investigación Animal Sostenible. Las muestras se procesaron a través de la técnica de McMaster para determinar la cuenta de HPG de NGI para cada animal.

Ganancia de peso

Cada animal de cada tratamiento se pesó durante todo el experimento cada dos semanas obteniendo un total de nueve pesajes.

Análisis estadístico

Los datos de HPG de NGI y las ganancias de peso fueron analizados a través del programa Statistica v7 para comparar los resultados entre las razas se evaluaron las medianas a través de la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

L. lastisiliquum y *L. leucocephala* obtuvieron los mayores resultados en metabolitos secundarios como se muestra en el Cuadro 1, resultados observados en el presente estudio son similares a los que presenta García y Medina en 2006⁶ donde *L. lastisiliquum* mostró los niveles más sobresalientes de polifenoles totales presentó concentraciones importantes de taninos totales y taninos condensados (5,32 y 5,25%, respectivamente).

Cuadro 1. Análisis comparativo de metabolitos secundarios.

ARBOREA	FENOLES TOTALES	TANINOS TOTALES	TANINOS CONDENSADOS
	%*	%*	%**
<i>Lysiloma lastisiliquum</i>	10.14	4.53	17.32
<i>Ceratonia siliqua</i>	3.29	2.27	6.66
<i>Piscidia piscipula</i>	2.52	0.3	9.19
<i>Leucaena leucocephala</i>	3.79	2.5	10.21

*Equivalentes a Acido tanico (Método Folin y Folin +PVPP), **Equivalentes a Catequina (Método Vainillina)

El tratamiento que tuvo mejor control en HPG fue el T2 (*L. lastisiliquum*) con una media de control de 968.750, resultado que concuerda con el estudio realizado por Martínez-Ortíz *et al.*, (2010) que evaluó el consumo *ad libitum* con follaje fresco de *L. lastisiliquum* y afirma que influye directamente en la biología de los adultos de *H. contortus* afectando el tamaño del nematodo y la fecundidad de las hembras; seguido de T3

(ivermectina) con 1054.082, sin mostrar diferencia significativa con el T1 (*L. leucocephala*) con 1298.611 que coincide con los resultados del estudio de Calderon-Quintal *et al.* (2010) donde demostró que extractos de TC de *L. latisiliquum* y *L. leucocephala* tiene efectos antihelmínticos; López-Rodríguez, *et al.*, (2022), dejando de lado el testigo con 2833.125 como se muestra en el cuadro 2, la ganancia de peso entre el T1 y el T3 no tuvo diferencia significativa, Rodríguez Fernández, *et al.*, (2013) demostró que las mayores ganancias de peso se presentó con follaje fresco de *L. leucocephala* con 33.6 g día en cabras en pastoreo.

Cuadro 2. Carga parasitaria, peso de ovinos y ganancia de peso.

TRATAMIENTO	HPG TOTAL	PESO PROMEDIO (KG)	GANANCIA DE PESO
T1 <i>L. leucocephala</i>	1298.61	28.47	30.4
T2 <i>L. latisiliquum</i>	968.75	28.65	29.5
T3 Control químico	1054.08	30.00	30.6
Testigo	2833.12	29.12	28.4

CONCLUSIÓN

La suplementación de ovinos en pastoreo con pellet de follaje de *L. leucocephala* y *L. latisiliquum* pueden ser empleados con éxito para el control de nematodos gastrointestinales. Por lo tanto, es una alternativa rentable de suplementación en zonas tropicales.

BIBLIOGRAFIA

1. Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S.P., Villalobos-Cortés, A., Hernández-Meléndez, J. (2017). Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, 26:132–152.

<http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/78>

2. González-Garduño, R., Córdova-Pérez, C., Torres-Hernández, G., Mendoza-de Gives, P., Arece-García, J. (2011). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. *Veterinaria México*, 42(2):125-135.
3. Palomo-Couoh, J. G., Aguilar-Caballero, A. J., Torres-Acosta, J. F. de J., & Magaña-Monforte, J. G. (2016). Evaluation of different models to segregate Pelibuey and Katahdin ewes into resistant or susceptible to gastrointestinal nematodes. *Tropical Animal Health and Production*, 48(8), 1517–1524. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1122-6>
4. Provenza, F. D. (2006). Behavioural mechanisms influencing use of plants with secondary metabolites by herbivores. *BSAP Occasional Publication*, 34, 183–195. <https://doi.org/10.1017/s1463981500042412>
5. Lasa, J., Mantecón, C., Ángel Gómez, M., & Pv Albeitar. (s/f). *Utilización de taninos en la dieta de rumiantes*. https://www.produccionanimal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/33-taninos.pdf
6. García, D. E., & Medina, M. G. (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia tropical*, 24(3), 233–250. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692006000300004&script=sci_abstract
7. Martínez-Ortiz-de-Montellano, C., Vargas-Magaña, J. J., Canul-Ku, H. L., Miranda-Soberanis, R., Capetillo-Leal, C., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., & Torres-Acosta, J. F. J. (2010). Effect of a tropical tannin-rich plant *Lysiloma latisiliquum* on adult populations of *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Parasitology*, 172(3–4), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.04.040>
8. Calderón-Quintal, J., Torres-Acosta, J., Sandoval-Castro, C., Alonso, M., Hoste, H., & Aguilar-Caballero, A. (2010). Adaptación de *Haemonchus contortus* a taninos condensados: ¿será posible? *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42 (3), 165-171.
9. López-Rodríguez, G., Rivero-Perez, N., Olmedo-Juárez, A., Valladares-Carranza, B., Rosenfeld-Miranda, C., Hori-Oshima, S., & Zaragoza-Bastida, A. (2022). Efecto del extracto hidroalcohólico de hojas de *Leucaena leucocephala* sobre la eclosión de *Haemonchus contortus* in vitro. *Abanico veterinario*, 12. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.8>
10. Rodríguez Fernández, G., & Roncallo Fandiño, B. (2013). Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*. *Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria*, 14(1), 77–89. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062013000100009&script=sci_abstract&tlng=es

8. Conclusión

La suplementación de ovinos en pastoreo con pellet de follaje de *L. leucocephala* y *L. latisiliquum* pueden ser empleados con éxito para el control de nematodos gastrointestinales, principalmente contra *H. contortus*, además, tiene una mejora en la ganancia de peso de los animales. Por lo tanto, es una alternativa rentable de suplementación en zonas tropicales.

9. Anexos

9.1 Oficio de recepción de escrito.

----- Mensaje reenviado -----

De: "Dr. Jorge Cadena Iñiguez" <agroproductivadeditor@gmail.com>

Para: "Ricardo Antonio Chiquini-Medina" <ricardochiquini@yahoo.com.mx>

Cc:

Enviado: mar, 14 de nov de 2023 a la(s) 9:20 a. m.

Asunto: [AgroP] Acuse de recibo del envío

Ricardo Antonio Chiquini-Medina:

Gracias por enviar el manuscrito "ÁRBOLES TANINÍFEROS EN EL CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN ZONAS TROPICALES" a Agro Productividad. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://revista->

[agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/authorDashboard/submission/2742](https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/authorDashboard/submission/2742)

Nombre de usuario/a: ricardochiquini

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Dr. Jorge Cadena Iñiguez

[Agro Productividad](#)