

LA AGROFORESTERIA Y TANINOS CONDENSADOS, UNA ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE LAS PARASITOSIS DE LOS PEQUEÑOS RUMIANTES.

Dra. Mildrey Soca Pérez.

Estación Experimental de Pastos y Forrajes “*Indio Hatuey*”. Matanzas, Cuba.

Antecedentes

Las enfermedades parasitarias se encuentran entre las causas más frecuentes e importantes que ocasionan una ineficiencia biológica y económica en los sistemas pecuarios de todo el mundo. Tales problemas disminuyen sutil o apreciablemente la producción de los animales trayendo como consecuencia bajas utilidades a los productores, lo cual favorece el desaliento y abandono de la actividad pecuaria (Cuellar, 2002).

Los sistemas de producción de rumiantes basados fundamentalmente en la utilización de pasturas, encuentran en estas parasitosis una de las limitantes más importantes para el aprovechamiento eficiente de este recurso nutricional, con efectos sobre las ganancias de peso, el desarrollo corporal, el comportamiento reproductivo y la producción de leche, e indirectos como la subutilización del recurso forrajero, la predisposición a enfermedades concomitantes y las complicaciones en el manejo, entre otras (Steffan, 2000).

Estos problemas se han visto incrementados a consecuencia de las nuevas prácticas ganaderas, las cuales buscan una mayor rentabilidad a través del incremento de la carga animal por unidad de pastoreo, ocasionando un aumento en la transmisión de las parasitosis.

Dentro de las enfermedades parasitarias las nematodosis gastrointestinales, en especial, es una enfermedad multitietiológica ocasionada por la acción conjunta de varios géneros y especies de parásitos, y puede considerarse como un complejo parasitario, el cual afecta por igual a bovinos, ovinos y caprinos.

Investigadora. Laboratorio de Parasitología.
Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Central España Republicana. Matanzas, Cuba.
Dra. en Medicina Veterinaria
Maestra en Ciencias en Pastos y Forrajes.
Doctora en Ciencias Veterinarias.
Profesora Asistente Adjunta. Universidad de Matanzas.
Teléfonos: (53) (45) 377510 – 377482. Fax: (53) (45) 377307. E-mail: mildrey.soca@indio.atenas.inf.cu

Los géneros más importantes son: *Haemonchus*, *Mecistocirrus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, en el abomaso; *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Bunostomum* y *Strongyloides*, en el intestino delgado, y *Oesophagostomum*, *Chabertia*, *Trichuris* y *Agriostomum*, en el intestino grueso (Benavides, 1996; Villar, 1997). De éstos nemátodos los géneros *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* son considerados como los más importantes desde el punto de vista patológico y epidemiológico, en los rumiantes por encontrarse distribuidos en las más diversas zonas geocológicas del planeta, y son producidos por una amplia gama de especies, las cuales pueden variar según las regiones (García-Romero *et al.*, 1994).

Durante muchos años se han propuesto diversas formas de control y prevención de estas nematodosis, entre las que se encuentran los métodos de manejo de pastizales y el pastoreo alternativo y mixto entre diferentes especies (Aumont, 1998), la selección genética de animales resistentes al parasitismo, con una mayor utilización de las razas autóctonas (Aguirre, 1997), la utilización de vacunas (López, 2002).y los controles biológicos (Mendoza de Gives, 2002; Waller, 2003). Sin embargo, el método más utilizado ha sido el químico a través de los productos antihelmínticos (Arece, 2000; Arece *et al.*, 2002; Claerebout *et al.*, 1998; Eddi *et al.*, 2000). Aunque este método aun mantiene su vigencia por ser una medida eficaz en el control parasitario, las tendencias actuales se orientan hacia un enfoque más flexible, integrando varios métodos de lucha contra estas parasitosis, debido al aumento de la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos, el costo de los nuevos productos para los ganaderos y los problemas ligados a la toxicidad, la contaminación del medio ambiente y los residuos en los productos de origen animal (carne y leche) que son utilizados en la alimentación humana (Padilha, 1996; Waller, 1996).

Dentro de estas nuevas estrategias de control de las parasitosis gastrointestinales, se han comenzado a evaluar las potencialidades de algunas sustancias presentes en los forrajes, denominadas como metabolitos secundarios, las cuales, según los investigadores constituyen una excelente alternativa para disminuir los niveles de enfermedades en los animales.

Papel de los metabolitos secundarios presentes en los árboles en el control de las enfermedades parasitarias

¿Qué son los metabolitos secundarios?

El metabolismo secundario se puede definir como la biosíntesis, transformación y degradación de compuestos endógenos mediante proteínas de especialización, las cuales se han formado como resultado de procesos de diferenciación y se clasifican según su significación biológica y función en la célula productora (Valdés y Balbín, 2000).

Los compuestos que derivan de este tipo de metabolismo se pueden clasificar de varias formas. El ordenamiento estrictamente químico, basado en los principales grupos funcionales, es la forma más secuenciada de organización (Ikan, 1991). Desde el punto de vista de su incidencia negativa en la nutrición, se pueden clasificar según el tipo de metabolito con que interactúa (Delgado, 1998), definiendo a los factores antinutricionales como aquellas sustancias generadas por el metabolismo natural de las especies vegetales y que, por diferentes mecanismos, ejercen efectos contrarios a la nutrición óptima de los animales por la disminución de los efectos digestivos y/o metabólicos (Ojeda, 1996).

Para un mismo grupo funcional, además de la clasificación por las cadenas carbonadas presentes, la separación de los metabolitos secundarios también se realiza teniendo en cuenta la prioridad de organización de cada tipo de compuesto, la posición del grupo funcional, su configuración y la naturaleza de los residuos terminales (Thomsen, 1997).

Algunos efectos de estas sustancias en los sistemas biológicos

A lo largo de la evolución la refinada especialización del metabolismo secundario ha constituido una de las adaptaciones más sorprendentes en las plantas superiores, con el objetivo de lograr mantener el equilibrio interespecífico en la naturaleza.

El propósito fundamental de esta diferenciación enzimática estuvo encaminado, en primer lugar, a que estos compuestos cumplieran funciones específicas en el metabolismo vegetal, además de actuar como defensas importantes frente a los herbívoros, por la imposibilidad de huir ante estos (Cheecke, 1995).

Es evidente que la amplia diversidad de estructuras generadas por estas proteínas especializadas produce efectos extremadamente diversos en la biología de los organismos vivos.

Indistintamente, en la literatura se reportan efectos negativos relacionados con problemas de toxicidad en los insectos herbívoros, las aves, los pequeños mamíferos, los cerdos, los rumiantes y el hombre (Mueller-Harvey y Mc Allan, 1992); así como efectos beneficiosos en la producción industrial de fármacos (Mateos, 2003), la terapia contra el cáncer y la biotecnología (Anon, 2003a), en la domesticación y la diversificación de las plantas de interés agrícola (Anon, 2003b), en estudios biológicos y moleculares (Torpoco y Garbarino, 2003) y en las ciencias médicas (Anon, 2003c). Otro efecto polémico es la acción defaunante que causan en la microbiología ruminal (Galindo *et al.*, 1998; Colectivo de autores, 2003).

La concentración de los metabolitos secundarios en el tejido vegetal es uno de los principales elementos que diferencian la acción positiva o detrimental en la nutrición animal (Aerts *et al.*, 1999), aunque la variabilidad estructural dentro de un mismo grupo funcional, la isomería de posición y los alargamientos de los radicales carbonados, también diferencian la acción particular de cada compuesto en los diferentes animales (Cassidy *et al.*, 2000).

En el campo de la nutrición animal a nivel mundial, los taninos condensados han sido el grupo de compuestos mejor estudiados en cuanto a su repercusión fisiológica y su amplia distribución (Ben Salem *et al.*, 2000); otros metabolitos inhiben la digestión, al afectar la actividad catalítica de algunas enzimas (Delgado, 1998), y pueden restringir la absorción de los alimentos (Liener, 1997).

Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras

Todas las especies de leguminosas contienen elevados niveles de metabolitos secundarios, una parte de los cuales se han denominado Factores Antinutricionales (FANs), los que pueden causar un efecto negativo en el valor nutricional del alimento, así como en la salud animal.

Muchos de estos compuestos han aparecido como resultado natural de la co-evolución de las plantas con animales herbívoros, otros están relacionados probablemente con el mecanismo de protección de plagas y enfermedades o con la fuente de reserva para la biosíntesis de compuestos endógenos (Poulton, 1990).

El estudio de los FANs es complicado por la presencia de más de un compuesto tóxico en una sola fuente de alimento. Los niveles de estas sustancias varían con la parte de la

planta, la especie, el cultivo, la variedad, las condiciones de crecimiento, las estaciones del año, el tratamiento post-cosecha como el secado, lavado, y la germinación del material de semilla.

Los FANs son compuestos químicos generados por las plantas, que influyen en la aceptabilidad animal, inhiben la digestión, afectando la actividad catalítica de algunas enzimas (Delgado, 1998), producen efectos tóxicos (Midjavila, 1990) y pueden afectar la absorción de los alimentos (Liener, 1997).

En este sentido, las plantas contienen 1200 clases de compuestos secundarios (Kumar, 1992). Por su elevada diversidad no todos se encuentran bien estudiados, aunque existen algunos grupos como los polifenoles, glucósidos cianogénicos, alcaloides, saponinas y esteroides, fitohemoaglutininas, triterpenos, aminoácidos tóxicos y el ácido oxálico, que son los más conocidos.

Los grupos menos estudiados lo conforman las anticarbohidrasas, antiroideos, tioalidonas, tiocianatos e isotiocianatos, ácido fítico, antiaminas, antibiotinas y las sustancias que aumentan de forma particular las pérdidas catabólicas (Midjavila, 1990).

El término factor antinutricional es muy controvertido y polémico, ya que en los últimos años varios autores informan que algunos de los metabolitos pertenecientes a este grupo no solamente pueden afectar la nutrición, sino que pueden causar efectos estrogénicos e interferir en la reproducción de los rumiantes y los monogástricos (Grabiela-Anca *et al.*, 1997).

Según Ojeda (1996), los FANs pueden definirse como aquellas sustancias generadas por el metabolismo natural de las especies vegetales y que, por diferentes mecanismos, ejercen efectos contrarios a la nutrición óptima de los animales por la disminución de los efectos digestivos y/o metabólicos.

Clasificación

Los FANs constituyen un grupo muy variado de compuestos de compleja clasificación, pues en su estructura pueden encontrarse funciones fenólicas, proteínas, anillos heterocíclicos de naturaleza variada y glicósidos, donde la gran heterogeneidad de funciones químicas dificulta la unificación por grupos.

Aún así, las marcadas diferencias que existen entre los grupos e incluso dentro de un mismo grupo, han dirigido la investigación hacia aquellos FANs de más amplia distribución natural y mayor repercusión en la fisiología y la nutrición animal, tomando en cuenta los problemas clínicos más alarmantes que se presentan como el bocio, la ataxia locomotiva y las diarreas hemorrágicas (Ojeda, 1996; Delgado, 1998).

Taninos

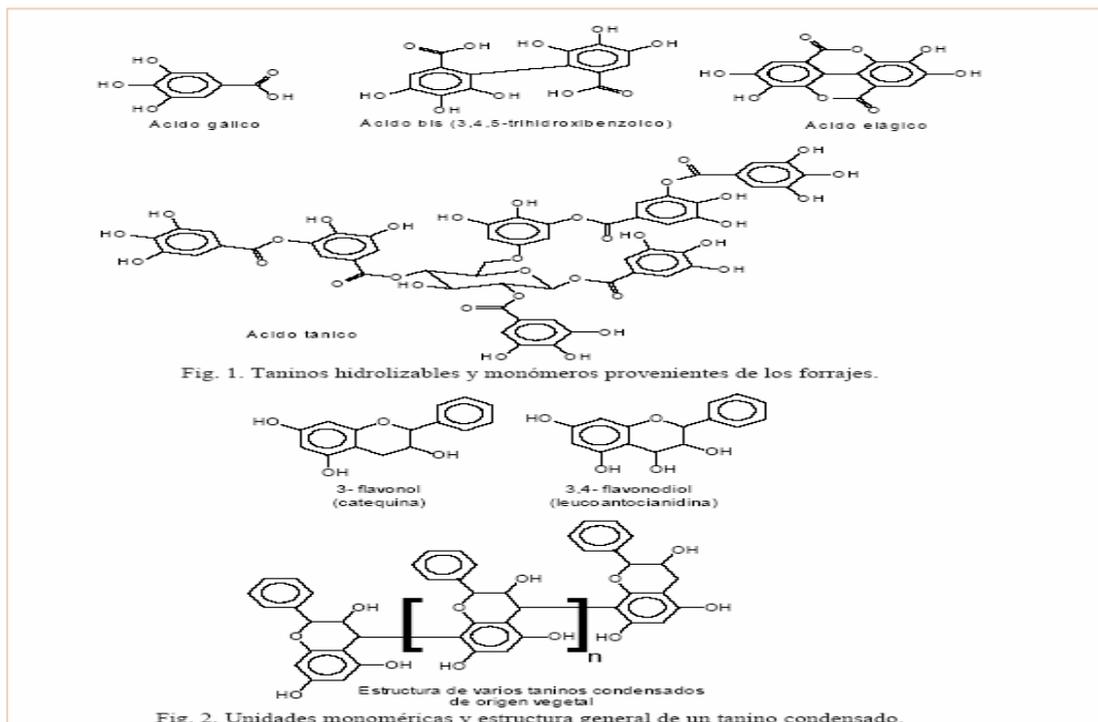
Los taninos (polifenoles) son un grupo significativamente extenso de compuestos secundarios de las plantas. De acuerdo con su definición clásica los taninos son fenoles solubles en agua con un peso molecular relativo entre 500-3 000 Dalton (D), los cuales tienen la propiedad de precipitar los alcaloides, los albuminoides y la gelatina, aparte de sus reacciones fenólicas (Kumar, 1992).

Estos interesantes compuestos están presentes en todas las plantas vasculares, y por su gran variedad estructural se subdividen en dos grandes grupos: los taninos hidrolizables y los condensados, aunque algunos autores proponen un tercer grupo que lo constituyen aquellos que están unidos a metales, formando compuestos coordinados. No obstante, es muy común encontrarse estructuras tánicas que contengan diferentes tipos de taninos acoplados de diferente naturaleza (Mueller-Harvey, 2001).

Los taninos hidrolizables son polifenoles de carbohidratos como la glucosa y los ácidos carboxílicos fenólicos como el ácido gálico (galotaninos), otros provienen del ácido hexahidroxidibenzoico (ácido elágico) y se denominan elagitaninos, los derivados del ácido químico (taragalotaninos), y las combinaciones del ácido químico con el ácido cafeico conocidos como cafetaninos.

Principales resultados alcanzados en investigaciones parasitológicas

Antes de 1960, cuando los antihelmínticos actuales no estaban disponibles, muchas de las drogas utilizadas para tratar estas parasitosis en rumiantes se derivaban del extracto de muchas plantas (Chenopodium, extracto de helechos, ajo y artemisa) o del sulfato de cobre (Lecleec, 1922 citado por Hoste, 2002).



Estructura química de los taninos condensados.

Una gran variedad de plantas perennes, entre ellas las leguminosas han sido señaladas con propiedades antihelmínticas en algunos momentos de su crecimiento (Hammond *et al.*, 1997). Se ha comprobado que las leguminosas, no solo las arbóreas, sino también algunas forrajeras tradicionales, presentan altos niveles de taninos condensados. Según Waller (1998) y Nieven *et al.* (1998), las plantas con estas características disminuyen las infestaciones parasitarias en los animales, además contribuyen a mejorar el plano nutricional por su rol en la protección de la proteína pasante a nivel de la degradación ruminal.

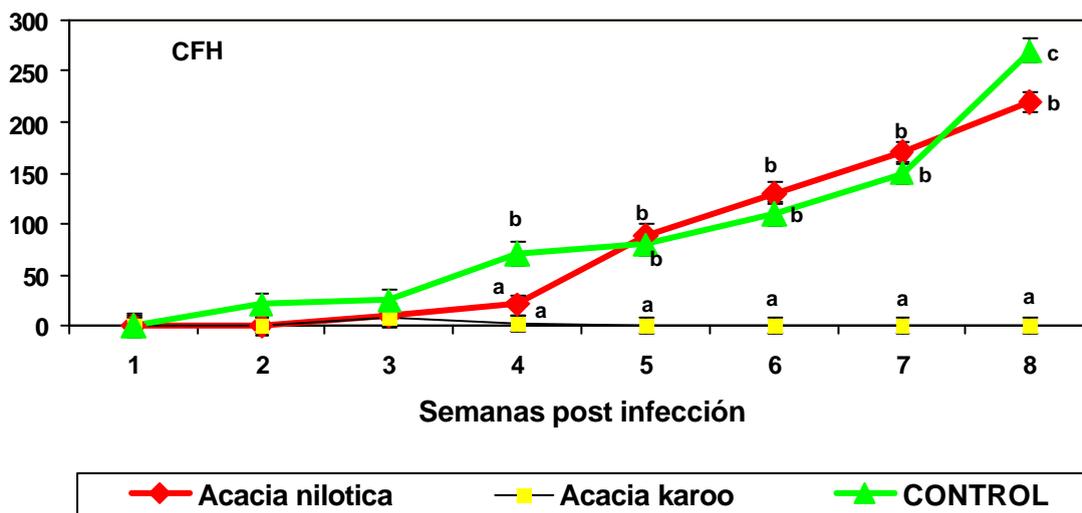
Los resultados alcanzados hasta el momento, en estudios con ovinos, la sitúan como una estrategia importante de investigación para el futuro en los países tropicales y templados, dentro del programa de control integrado del parasitismo. Estos trabajos han estado dirigidos fundamentalmente en dos vertientes, los primeros relacionados con los resultados bajo condiciones de pastoreo/ramoneo y en segundo lugar con la utilización de los extractos de las plantas, ya que no siempre se encuentra una relación adecuada entre el nivel de metabolitos y el consumo del forraje por los animales.

Resultados en pastoreo

En investigaciones realizadas en Nueva Zelanda en la década de los 90, con ovinos, en condiciones de ramoneo vs pastoreo, en sistemas con plantas que presentaban taninos condensados, se alcanzó una disminución significativa del parasitismo gastrointestinal en los animales (Hoste, 2002). Según el autor la inclusión de plantas con estas características en la dieta de los animales contribuye a la restauración del apetito y la reducción de la frecuencia de diarreas, lo cual está relacionado con una disminución de los parásitos adultos y de las excreciones de huevos en las heces fecales.

Estos efectos también han sido reportados en cabras en pastoreos, donde se ha observado un decrecimiento significativo del conteo fecal de huevo y la reducción de las afectaciones a nivel de la mucosa gastrointestinal, causadas por el género *Haemonchus* (Kabasa *et al.*, 2000; Paolini *et al.*, 2003).

Sin embargo, no todas las especies arbóreas poseen los mismos efectos antihelmínticos, como lo demuestran los resultados alcanzados por Hoste (2002), al utilizar dos especies del género *Acacia* como suplementación en ovinos. Las diferencias en cuanto a los efectos entre ambas plantas se deben según el autor a los bajos valores de consumos hechos por los animales en el forraje de *A. nilotica*.



a, b Valores con superíndices diferentes difieren a ** P<0,01

Poder antihelmíntico de arbóreas forrajeras como suplemento en ovinos.

Resultados bajo condiciones experimentales

Para confirmar los resultados obtenidos con plantas en condiciones naturales de infestación y para explicar los posibles mecanismos que están detrás de los efectos de los taninos, se han desarrollado durante los últimos 5 años disímiles experimentos bajo condiciones muy controladas, los cuales tienden a confirmar la información obtenida en condiciones de pastoreo/ramoneo.

Estudios In vivo

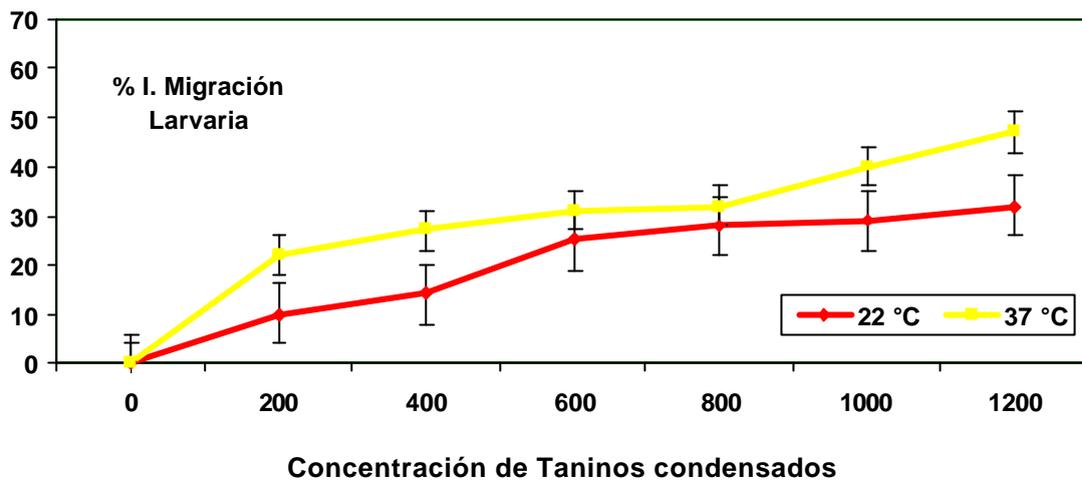
Según Athanasiadou *et al.* (2000^a, 2001), la aplicación de extractos de Quebrachos (*Acacia mearnsii*) a corderos infestados con *T. colubriformis* causo la reducción de mas del 50% de la excreción de huevos. Resultados similares alcanzaron Max *et al.* (2002), al utilizar este mismo extracto en ovinos infestados con *H. contortus* en Tanzania, lo que demuestra la actividad antihelmíntica de estos metabolitos secundarios sobre el parasitismo gastrointestinal.

Estudios In vitro

Las pruebas In vitro realizadas en huevos, larvas o gusanos han venido para confirmar los efectos antihelmínticos de los taninos condensados. Estos resultados sugieren que los mecanismos de acción de los taninos pueden ser directos, aunque algunas evidencias han sugerido un efecto indirecto a través de la estimulación de la respuesta animal.

Al respecto, Hoste (2002), refiere que los taninos condensados producen una reducción importante en la fecundidad de las hembras de nemátodos gastrointestinales y que adicionalmente puede provocar diferentes cambios en la biología de los gusanos dependiendo de las etapas parasitarias en que son tratadas.

Efectos sobre la migración de larvas L1 de nemátodos gastrointestinales, han sido reportados por Hoste (2002), al utilizar extractos obtenidos de *Lotus pedunculatus*, ricos en taninos condensados, donde se demostró que en la medida que aumenta la concentración de estos metabolitos, hay un mayor porciento de la inhibición de la migración larvaria.



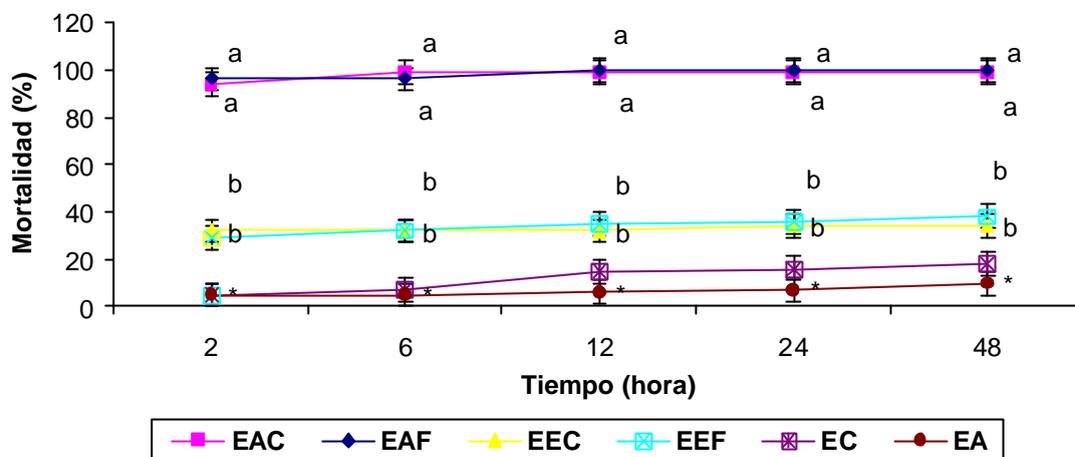
Efectos de los taninos condensados, obtenidos de *Lotus pedunculatus*, sobre la migración de larvas L1 de nemátodos gastrointestinales.

Sin embargo, existen otros metabolitos presentes en las especies arbóreas, que están siendo referidos con estas propiedades. Entre estas especies se encuentra el árbol del Neem (*Azadirachta india A. Juss*) que ha sido muy empleado en la medicina tradicional, ampliamente conocido como bioinsecticida y por sus propiedades antihelmínticas en algunos momentos de su crecimiento (Pietrosemoli *et al.*, 1999; Febles, 2000; Vinent, 2003).

La morera (*Morus alba*) también ha sido reportada como una especie con propiedades terapéuticas no solo en animales sino en el hombre; estas características se deben a la presencia de metabolitos secundarios como los fenoles libres, fitoesteroles y cumarinas (Mingle, 1999). Además se ha utilizado la raíz y la cortezas de las plantas con propiedades diuréticas, oncológicas y antihelmínticas, las cuales han reportado excelentes resultados (Sánchez, 2002).

En estudios recientes García *et al.* (2005) al estudiar diferentes extractos de esta planta sobre la viabilidad de larvas L₃ de nemátodos gastrointestinales, encontraron que el extracto acuoso fraccionado fue el de mayor porcentaje de mortalidad alcanzó en menor tiempo. Sin embargo, debemos apuntar que en esta especie no se le ha reportado la presencia de taninos condensados, lo que nos indica que las plantas que hoy utilizamos

para la alimentación de nuestros animales poseen un grupo de metabolitos o sustancias biológicas importantes para el control de estas parasitosis.



a, b, c Valores con superíndices desiguales en cada medición difieren estadísticamente mediante la dócima de SNK para $P < 0,05^*$ (N=5). *valores de los EC y EA con superíndice ^c

Comportamiento de la mortalidad de las larvas L₃ de nemátodos gastrointestinales durante las 48 horas de aplicado los extracto de *M. alba*.

Consideraciones finales

La utilización de las plantas arbóreas en los sistemas productivos para ovinos no solo constituirán un excelente potencial para la alimentación de los rumiantes sino una alternativa para la disminución de las nematodosis gastrointestinales en el trópico.

Agradecimientos

Al MSc. Danny E. García, por su apoyo, estímulo y confianza en estas investigaciones.

Referencias bibliográficas

1. Aerts, R.J.; Barry, T.N.; MC Nabb, W.C. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 75:1

2. Aguirre, D.H. 1997. Resistencia genética del ganado a las parasitosis. *Panorama Agropecuario*. 18 (49):45
3. Anón. 2003a. Análisis de los ácidos nucleicos en la clasificación bacteriana. [en línea]. Disponible en: <http://www.ffyb.uba.ar./Programa/P2000-2/MICROSUP.html>. [Consulta: Agosto 2003].
4. Anón. 2003b. Domesticación y diversificación de *Phaseolus* en Mesoamérica y Los Andes. [en línea]. Disponible en: <http://www.redpar-fpolar.info.ve/fagro/v24-2/m242a001.html>. [Consulta: Agosto 2003].
5. Anón. 2003c. Efecto de los esteroides y antibióticos en membranas. [en línea]. Disponible en:
6. <http://www.fc.uaem.mx/PERSONAL/proftc/bioqui/nina/ninalin2.html>. [Consulta: Agosto 2003].
7. Arece, J. 2000. El control integrado del parasitismo gastrointestinal en los rumiantes: La garantía de un rebaño sano. *Pastos y Forrajes*. 23:65
8. Arece, J.; Rojas, F.; González, E. & Cáceres, O. 2002. Eficiencia de LABIOMECA en el parasitismo en ovinos, terneros y equinos en condiciones de producción. *Pastos y Forrajes*. 25:223
9. Athanasiadou, S.; Kyriazakis, I.; Jackson, F. & Coop, R.L. 2000. Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitized with *T. colubriformis*. *International Journal for Parasitology*. 30:1025-1030
10. Athanasiadou, S.; Kyriazakis, I.; Jackson, F. & Coop, R.L. 2001. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. *Veterinary Parasitology*. 99: 205
11. Aumont, G. 1998. Integrated control of gastrointestinal nematodes in ruminants in the humid tropics. Conferencia. Curso "Ruminant production at grazing in the humid tropics. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
12. Benavides, E. 1996. Diseño de planes racionales de control de parásitos internos de los rumiantes con base en los resultados de investigaciones sobre su dinámica poblacional. In: Epidemiología, Diagnóstico y Control de Enfermedades Parasitarias en bovinos. Compendio No.2. CORPOICA. Medellín, Colombia. p. 79-88

13. Ben Salem, H.; Nefzaoui, A.; Ben Salem, L. & Tisserand, J.L. 1999. Intake digestibility, urinary excretion of purine derivatives and growth by sheep given fresh, air-dried or polyethylene glycol-treated of foliage of *Acacia cyanophylla* Lindl. *Animal Feed Science and Technology*. 98:297
14. Cassidy, A.; Hanley, B. & Lamuela-Raventos, Rosa. 2000. Isoflavones lignans, and stilbenes origins, metabolism and potential importance to human health. *Journal of the Science of Food Agriculture*. 80:1044
15. Cheecke, P. R. 1995. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effect on livestock. *J. Anim. Sci* 73:909
16. Claerebout, E.; Dorny, P.; Vercruyse, J.; Agneessens, J. & Demeulenaere, D. 1998. Effects of preventive anthelmintic treatment on acquired resistance to gastrointestinal nematodes in naturally infected cattle. *Veterinary Parasitology*. 76:287
17. Colectivo de Autores. 2003. Impacto de los árboles, arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas de baja calidad. En: Boletín de divulgación de resultados y noticias del trabajo científico. MES. Ciudad de La Habana, Cuba. No. 1, p. 8
18. Cuellar, J.A. 2002. Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas. En: Memorias, 2do. Curso Internacional "Epidemiología y control Integrado de nemátodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes. Eds. F.J., Torres & A.J., Aguilar. Yucatán, México. p. 1-9
19. Delgado, E.J. 1998. Factores antinutricionales. Curso de Fisiología digestiva. ICA. La Habana, Cuba. p. 2
20. Eddi, C.; Caracostantogolo, J.; Moltedo, H.; Lamberti, R.; Cutullé, C.; Shapiro, J. & Castaño- Zubieta, Raquel. 2000. Control de parásitos gastrointestinales en destete empleando lactonas macrocíclicas. *THERIOS*. 29 (151):36-40
21. Febles, G. 2000. Estudios acerca del empleo del árbol del Nim en el sistema agropecuario de Cuba. Memoria. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. P. 262

22. Gabriela-Anca, Camelia.; Dean, K. & Wiley, D. 1997. Phytoestrogens and floral development in dioecious *Maclura pomifera* (Raf.) Schoneid. and *Morus rubra* (L.) (Moraceae). *Plant Science*. 130:27
23. Galindo, J.; Castillo, E.; Aldama, A.M.; Marrero, Y.; García, C. & Martínez, P. 1998. Efecto del pastoreo de *Leucaena leucocephala* en todo el área con gramíneas en la población microbiana ruminal. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 237
24. García-Romero, C.; Valcárcel-Sancho, F.; Cordero del Campillo, M. & Rojo-Vázquez, F.A. 1994. Etiología y epizootiología de las infestaciones por tricostrongídeos en bovinos en Galicia. *Med. Vet.* Vol. 11 (3):212-218
25. Hammond, J.A.; Fielding, D. & Bishop, S.C. 1997. Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. *Veterinary Research Communications*. 21:213
26. Hoste, H. 2002. Importancia del Oxido de cobre, plantas taníferas y taninos condensados en el control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes. En: Memorias, 2do. Curso Internacional "Epidemiología y control Integrado de nemátodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes. Eds. F.J., Torres & A.J., Aguilar. Yucatán, México. p. 72-76
27. Ikan, R. 1991. Natural products. A Laboratory guide. Academic Press, USA. 360 p.
28. Kabasa, J. D.; Opuda-Asibo, J. & ter Meulen, U. 2000. The effect of oral administration of polyethylene glycol on faecal helminth egg counts in pregnant goats grazed on browse containing condensed tannins. *Tropical Animal Health and Production*. 32: 73.
29. Kumar, R. 1992. Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. In: Legumes trees and other fodder trees as protein source for livestock. (Eds. Speedy, A. W. & Pugliese, P.L.). FAO Animal Production and Health Paper. No. 102. p. 145
30. Liener, I.E. 1997. Plant lectins. Properties, nutritional significance and function. In: Antinutrients and phytochemicals in food. American Chemical Society, USA. p. 31

31. López, Eugenia. Desarrollo de vacunas contra nemátodos gastroentéricos en ovinos: pasado, presente y futuro. En: Memorias, 2do. Curso Internacional "Epidemiología y control Integrado de nemátodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes. Eds. F.J., Torres & A.J., Aguilar. Yucatán, México. p. 97-102
32. Mateos, P.F. 2003. Metabolitos secundarios. Producción industrial de metabolitos secundarios. [en línea]. Disponible en: <http://www.Metabolitos Secundarios.html> [Consulta: Agosto 2003].
33. Max, R.A.; Wakelin, D.; Buttery, P.J.; Kimambo, A.E.; Kassuku, A.A. & Mtenga, L.A. 2002. Potential of controlling intestinal parasitic infections in small ruminants (sheep and goats) with extracts of plants high in tannins. Memorias. Taller "Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products". Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. México. 191 p.
34. Mendoza de Gives, P. 2002. Control biológico de nematodos parásitos de rumiantes utilizando enemigos naturales. En: Memorias, 2do. Curso Internacional "Epidemiología y control Integrado de nemátodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes. Eds. F.J., Torres & A.J., Aguilar. Yucatán, México. p. 82-86
35. Midjavila, S. 1990. Sustancias nocivas en los alimentos. En: Toxicología de los alimentos. (Ed. Derache, R.). Omega. Barcelona, España. p. 109
36. Miller, J.E. & Gray, G.D. 1996. Resistencia genética a helmínticos em rumiantes. In: Controle dos nematodeos gastrointestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL. p. 237
37. Mingle, Z. 1999. Chinese tradicional medicinal prescription by mulberry leaves. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*. 10 (4): 280-282
38. Mueller-Harvey, Irene. 2001. Analysis of hydrolysable tannins. *Animal Feed Science and Technology*. 91:3
39. Mueller-Harvey, Irene & MC Allan, A.B. 1992. Tannins. Their biochemistry and nutritional properties. In: Advances in plant cell biochemistry and biotechnology I. Morrison London IM:JAI Press Ltd, London, U. K. p. 151

40. Niezen, J.H.; Robertson, H.A.; Waghorn, G.C. & Charleston, W.A.G. 1998. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Veterinary Parasitology*. 80: 15-27
41. Ojeda, F. 1996. Factores antinutricionales presentes en los árboles forrajeros. Diplomado en Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
42. Padilha, Terezinha. 1996. Resíduos de anti-helmínticos na carne e leite. In: Controle dos nematódeos gastrintestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). EMBRAPACNPGL. Coronel Pacheco, Brasil. p. 77
43. Paolini, V.; Bergeaud, J. P.; Grisez, C.; Prevot, F.; Dorchies, Ph. & Hoste, H. 2003. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*. 113:253
44. Pietrosevoli, S.; Olavez, R.; Montilla, T. & Campos, Z. 1999. Empleo de hojas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en el control de nemátodos gastrointestinales de bovinos en pastoreo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16 Supl 1: 220-225
45. Poulton, J.E. 1990. Cyanogenesis in plants. *Plant Physiol*. 94:401
46. Sánchez, M. 2002. La morera en el mundo: Usos y potencialidades. V Taller Internacional Sobre la utilización de los sistemas silvopastoriles para la producción animal y la I Reunión Regional Morera "Planta multipropósito". Palacio de Convenciones Plaza América. Varadero, Matanzas, Cuba.
47. Steffan, P.E. 2000. Control de los nemátodos internos de los bovinos mediante el uso racional de antihelmínticos. Conferencia Electrónica. Red Latinoamericana de Helminología. INTA-FAO. Argentina.
48. Thamsborg, S.M.; Jorgensen, R.J.; Waller, P.J. & Nansen, P. 1996. The influence of stocking rate on gastrointestinal nematode infections of sheep over a 2 year grazing period. *Veterinary Parasitology*. 67:207
49. Thomsen, K. 1997. Cyanogenic constituents in woody plants in natural lowland rain forest in Costa Rica. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 124:273
50. Torpoco, Virginia & Garbarino, J.A. 2003. Estudio de hongos chilenos I. Metabolitos en *Geasprum triplex* Jungh. [en línea]. Disponible en: [http://www.TECNIA.\(1998\)8\(2\).html](http://www.TECNIA.(1998)8(2).html). [Consulta: Agosto 2003].

51. Valdez, R. & Balbin, María Irene. 2000. Curso de fisiología y bioquímica vegetal. UNACH, La Habana. 89 p.
52. Villar, C.E. 1997. Aspectos básicos para el manejo integral del parasitismo en bovinos. Información Técnica. No. 4. CORPOICA, Regional 8. Villavicencio, Meta, Colombia. 8p.
53. Vinent, N. 2003. Plantas antiparasitarias. Revista ACPA. N. 2. p. 16
54. Waller, P.J. 1996. Controle integrado de nematódeos parasitos de ruminantes. In: Controle dos nematódeos gastrintestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). EMBRAPACNPGL. Coronel Pacheco, Brasil. p. 179
55. Waller, P.J. 1998. Parasite epidemiology, resistance and the prospects for implementation of alternative control programs. In: Biological control of gastrointestinal nematodes of ruminants using predacious fungi. Proceedings. FAO. Roma, Italia. p. 1
56. Waller, P.J. 2003. Global perspectives on nematode parasite control in ruminant livestock: the need to adopt alternatives to chemotherapy, with emphasis on biological control. *Animal Health Research Reviews*. 4(1): 35-43