

Plantas taniníferas e o controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes

Tanniferous plants and control of gastrointestinal nematodes of small ruminants

Lorena Mayana Beserra de Oliveira^{1*} Claudia Maria Leal Bevilaqua¹ Selene Maia de Morais¹
Ana Lourdes Fernandes Camurça-Vasconcelos¹ Iara Tersia Freitas Macedo¹

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

Os nematóides gastrintestinais são responsáveis por acentuada redução na produtividade de ovinos e caprinos. Na tentativa de controlar esses parasitos, são utilizados diversos anti-helmínticos sintéticos, mas o desenvolvimento da resistência tem tornado esse controle pouco eficaz. Na busca por alternativas de controle dos nematóides gastrintestinais, a utilização de plantas taniníferas tem despertado interesse de pesquisadores em várias regiões do mundo. Essa revisão visa a abordar os diversos aspectos relacionados ao fornecimento dessas plantas a ovinos e caprinos, bem como os principais resultados obtidos em pesquisas utilizando taninos para o controle de nematóides de pequenos ruminantes.

Palavras-chave: ovinos, caprinos, atividade anti-helmíntica, taninos.

ABSTRACT

The gastrointestinal nematodes are responsible for a marked reduction in the productivity of sheep and goats. In an attempt to control these parasites, different synthetic anthelmintics are used, but development of resistance has become this control little effective. In the search for alternatives to control these nematodes, the use of tanniferous plants has attracted attention from researchers in different regions of the world. This review aims to address the various aspects related to the administration of these plants to sheep and goats, and the main results obtained from studies using tannins to control nematodes in small ruminants.

Key words: sheep, goats, anthelmintic activity, tannins.

INTRODUÇÃO

O parasitismo por nematóides gastrintestinais é o principal entrave da ovinocaprinocultura, devido ao impacto que causa na produtividade e aos custos das medidas de controle (KNOX & STEEL, 1996). Esse problema é acentuado nos países em desenvolvimento, pois as fontes nutricionais são frequentemente insuficientes para os pequenos ruminantes e, como consequência, a imunidade natural é comprometida, resultando em baixa produtividade e alta mortalidade (KNOX et al., 2006).

O controle dos nematóides gastrintestinais é realizado com anti-helmínticos sintéticos. No entanto, o desenvolvimento de populações resistentes à maioria dos anti-helmínticos disponíveis atualmente (MAX et al., 2009) e a crescente preocupação com os resíduos de drogas que podem entrar na cadeia alimentar e poluir o ambiente (ATHANASIADOU et al., 2008) tornaram imprescindível a busca por medidas alternativas de controle.

Dentre as alternativas que estão sendo pesquisadas para o controle do parasitismo gastrintestinal, destaca-se o uso de plantas bioativas. Em alguns vegetais, os compostos ativos já foram identificados, mas em outros ainda são desconhecidos. Na maioria dos casos, esses compostos são os metabólitos secundários (ATHANASIADOU et al., 2008). Já que os taninos, compostos polifenólicos, são

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Av. Paranjana, 1700, Campus do Itaperi, 60740-000, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: lorena_mayana@yahoo.com.br. *Autor para correspondência

os metabólitos secundários mais amplamente encontrados nos vegetais, seus efeitos sobre a resiliência do hospedeiro e o parasitismo têm sido os primeiros a serem estudados. Ademais, a virtual ausência de taninos hidrolisáveis (TH) nas leguminosas forrageiras investigadas inicialmente direcionou a atenção para o papel antiparasitário dos taninos condensados (TC) (HOSTE et al., 2006).

Portanto, o objetivo do presente estudo é revisar os efeitos de plantas taniníferas sobre o parasitismo animal, enfatizando a importância do uso dessas plantas como medida alternativa de controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes.

Taninos

O metabolismo vegetal é dividido em primário e secundário. O metabolismo primário está associado com a formação, manutenção e reprodução das plantas. Esse é o caso das proteínas, carboidratos e lipídios. Os metabólitos secundários desempenham importante papel na adaptação das plantas ao ambiente, pois estão envolvidos na defesa contra microorganismos, insetos e herbívoros. Esses compostos também estão envolvidos na proteção contra raios ultravioleta, atração de polinizadores e animais dispersores de sementes, bem como em alelopatias. Compostos polifenólicos, terpenos, esteróides e alcalóides são exemplos desses metabólitos (BOURGAUD et al., 2001).

Os metabólitos secundários são utilizados tradicionalmente na medicina devido à diversidade de suas atividades biológicas (BOURGAUD et al., 2001). Entretanto, são moléculas instáveis cuja atividade depende da estrutura, além das propriedades químicas e físicas. As variações ambientais e sazonais também podem alterar a síntese destes compostos e afetar suas propriedades (ATHANASIADOU et al., 2007). Alguns metabólitos secundários, como os compostos polifenólicos, possuem características potencialmente benéficas na prevenção de doenças e proteção da estabilidade do genoma, agindo como antioxidante, antimutagênica, anticarcinogênica, anti-inflamatória e antimicrobiana (SINGH et al., 2003).

Taninos são os compostos polifenólicos mais encontrados nas plantas (SINGH et al., 2003). A quantidade sintetizada varia de acordo com a planta e as condições ambientais, apresentando grande variabilidade (OTERO & HIDALGO, 2004). Em geral, alta temperatura e luminosidade, escassez de água e solos pobres aumentam a concentração dessas moléculas. Durante o crescimento, as plantas produzem muita biomassa e poucas fontes estão disponíveis para a síntese de compostos fenólicos. Entretanto, quando

o crescimento é reduzido, o excesso de carbono fica disponível para a síntese de taninos. De acordo com a estrutura química, os taninos são classificados em hidrolisáveis e condensados (FRUTOS et al., 2004).

Os TH estão presentes em folhas de árvores e arbustos lenhosos de regiões tropicais. Quimicamente, são polímeros constituídos por um carboidrato central, como a D-glucose, com os grupos hidroxila esterificados pelo ácido gálico ou elágico (MIN et al., 2003). Nos ruminantes, os TH podem ser degradados pelos microorganismos ruminais e originar compostos potencialmente tóxicos. Provavelmente, a toxicidade é causada pela absorção dos produtos da degradação e alta concentração de fenóis no sangue, que é maior do que a capacidade de detoxificação do fígado (MAKKAR et al., 2007).

Os TC ou proantocianidinas são os taninos mais comumente encontrados em leguminosas forrageiras, árvores e arbustos (MIN et al., 2003). Estruturalmente, são polímeros formados por unidades de flavan-3-ol (catequina) ou flavan-3,4-diol (epicatequina) unidas por ligações carbono-carbono, não suscetíveis à degradação enzimática anaeróbica. Portanto, são relativamente estáveis no trato digestório dos ruminantes e raramente tóxicos. Procianidinas e prodelphinidinas são as duas principais classes de TC. O comprimento da cadeia do TC pode variar e dentro de cada polímero podem existir diversos monômeros (WAGHORN, 2008). As diferenças estruturais podem produzir uma infinidade de estruturas químicas que por sua vez afetam as propriedades físicas e biológicas dessas moléculas (MIN & HART, 2003).

Os taninos possuem capacidade de complexação com outras moléculas devido à presença de grupamentos hidroxila na estrutura química e, por esse motivo, são capazes de exercer efeitos benéficos ou adversos, dependendo da sua concentração e natureza, espécie e estado fisiológico do animal e composição da dieta. Estes compostos se complexam primariamente com proteínas e, em menor extensão, com íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos (MAKKAR et al., 2007).

A formação do complexo tanino-proteína é específica e depende do grau de afinidade química entre estes compostos. Tipo de polímero, proporção de prodelphinidinas em relação às procianidinas, tipo de grupamentos terminais e estrutura do potencial local de ligação devem ser considerados nos TC. Com relação às proteínas, os fatores são: peso molecular, estrutura e conteúdo de prolina e de outros aminoácidos hidrofóbicos (FRUTOS et al., 2004). A formação do complexo TC-proteína ocorre principalmente por pontes de hidrogênio e ligações hidrofóbicas e é dependente

do pH. A ligação ocorre em pH neutro e a dissociação em extremos de pH (MIN et al., 2003).

Efeitos dos taninos condensados sobre o parasitismo animal

Há séculos, principalmente com base no conhecimento empírico popular, plantas e extratos ricos em metabólitos secundários têm sido utilizados no controle do parasitismo em algumas regiões do mundo. Recentemente, evidências científicas da atividade antiparasitária de plantas ricas em TC têm sido geradas por um número crescente de estudos realizados para verificar, validar e quantificar cientificamente seus efeitos. Duas abordagens têm sido empregadas para essa finalidade: o fornecimento de plantas a animais natural ou experimentalmente infectados e a preparação de extratos dessas plantas para avaliação *in vitro* e *in vivo* (ATHANASIADOU et al., 2007).

A atividade anti-helmíntica *in vitro* dos TC é avaliada sobre diferentes estágios dos nematóides, como ovos, larvas de primeiro estágio (L1), larvas de terceiro estágio (L3) e adultos. Os efeitos registrados foram redução de eclosão, desenvolvimento, motilidade e desembainhamento larvar e motilidade de adultos (HOSTE et al., 2006). As principais vantagens dos

testes *in vitro* são baixo custo, rapidez dos resultados permitindo a triagem de uma grande quantidade de plantas e possibilidade de avaliar substâncias isoladas sem interferência de outros compostos (GITHIORI et al., 2006). Normalmente, esses ensaios são realizados com nematóides que parasitam ruminantes, porque resultados obtidos com nematóides de vida livre, como *Caenorhabditis elegans*, nem sempre podem ser extrapolados para nematóides parasitos, devido a diferenças biológicas entre as espécies (GEARY & THOMPSON, 2001). Entretanto, estes testes avaliam o efeito do TC sobre os nematóides sem a interferência da fisiologia animal. Na tabela 1, estão sumarizados resultados de experimentos *in vitro* para avaliação da atividade anti-helmíntica de extratos de plantas ricas em TC.

Nos estudos *in vivo* de avaliação de atividade anti-helmíntica, os TC causam reduções na carga parasitária, excreção de ovos nas fezes e fecundidade dos parasitos. O efeito mais comumente observado é a diminuição do número de ovos por grama de fezes (OPG), que geralmente está associada com redução da fecundidade dos nematóides (HOSTE et al., 2006). O mecanismo relacionado com a baixa fecundidade permanece obscuro, mas a possível ação

Tabela 1 - Resultados de experimentos *in vitro* para avaliação da atividade anti-helmíntica de extratos de plantas ricas em taninos condensados.

Família (Subfamília)	Planta	Efeito	Fonte
Anacardiaceae	<i>Schinopsis</i> spp.	ML	ATHANASIADOU et al., 2001
Fabaceae (Mimosaceae)	<i>Acacia mearnsii</i>	AL	MINHO et al., 2008a
	<i>Leucaena leucocephala</i>	ML e DBL	ALONSO-DÍAZ et al., 2008
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	ML e DBL	ALONSO-DÍAZ et al., 2008
	<i>Hedysarum coronarium</i>	ML EO e DVL	MOLAN et al., 2000 MOLAN et al., 2002
Fabaceae (Papilionaceae)	<i>Lotus corniculatus</i>	ML EO e DVL	MOLAN et al., 2000 MOLAN et al., 2002
	<i>Lotus pedunculatus</i>	ML EO e DVL	MOLAN et al., 2000 MOLAN et al., 2002
	<i>Onobrychis vicifolia</i>	ML	MOLAN et al., 2000
		EO e DVL	MOLAN et al., 2002
		ML	BARRAU et al., 2005
DBL		BRUNET et al., 2007	
	PL	BRUNET et al., 2008b	

Efeito: Redução de AL. – Alimentação larvar; EO. – Eclosão de ovos; VL. – Viabilidade larvar; DVL. – Desenvolvimento larvar; DBL. – Desembainhamento larvar; ML. – Migração larvar; PL. – Penetração larvar na mucosa abomasal.

dos taninos sobre o trato genital feminino dos nematóides deve ser explorada (PAOLINI et al., 2003a). A redução do OPG pode diminuir a contaminação da pastagem e a dinâmica da infecção no animal (HECKENDORN et al., 2007). Os TC também podem atuar sobre a eclosão e o desenvolvimento das larvas dos nematóides, pois, como não são absorvidos pelo trato gastrointestinal dos pequenos ruminantes, ocorre sua eliminação nas fezes e redução da contaminação do pasto (MUPEYO et al., 2011).

Na maioria dos testes *in vivo*, o efeito dos TC é determinado a partir da comparação da eficácia de plantas taniníferas com plantas que não contêm esses compostos em hospedeiros natural ou experimentalmente infectados com nematóides gastrintestinais. Os efeitos desses metabólitos também podem ser avaliados em animais tratados com polietilenoglicol (PEG), um polímero sintético não-nutritivo que se complexa com os TC, inativando-os (MIN & HART, 2003). Na tabela 2, estão sumarizados resultados de experimentos *in vivo* realizados em ovinos e caprinos para avaliação da atividade anti-helmíntica de plantas ricas em TC.

Mecanismos de ação dos taninos condensados sobre nematóides gastrintestinais

Para esclarecer os efeitos dos TC sobre os nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes, foram desenvolvidas duas hipóteses baseadas na sua capacidade de complexação com proteínas. A primeira é o efeito direto sobre larvas e adultos. De acordo com essa hipótese, os TC se ligam com a cutícula dos nematóides, que é rica em prolina e hidroxiprolina, e alteram suas propriedades físicas e químicas (ATHANASIADOU et al., 2000b; HOSTE et al., 2006). Contudo, a atividade de extratos de plantas taniníferas sobre adultos foi pouco avaliada *in vitro* (KOTZE et al., 2009). Ao contrário, diversos experimentos demonstraram que a motilidade larvar foi adversamente modificada após contato com extratos ricos em TC. Nesses estudos, os efeitos inibitórios sobre as larvas desapareceram após adição de PEG aos extratos (MOLAN et al., 2000; BARRAU et al., 2005; ALONSO-DÍAS et al., 2008; KOTZE et al., 2009). O efeito anti-helmíntico *in vitro* dos taninos apoia a teoria da ação direta desses metabólitos. Entretanto, o mecanismo de ação sobre os diferentes estágios dos nematóides permanece obscuro (BRUNET & HOSTE, 2006).

Tabela 2 - Resultados de experimentos *in vivo* realizados em ovinos e caprinos para avaliação da atividade anti-helmíntica de plantas ricas em taninos condensados.

Família (Subfamília)	Planta	Efeito	Fonte	
Anacardiaceae	<i>Schinopsis</i> spp.	OPG e CP	ATHANASIADOU et al., 2001	
		CP	PAOLINI et al., 2003a	
		OPG	PAOLINI et al., 2003b	
	<i>Acacia cyanophylla</i>	OPG	AKKARI et al., 2008	
Fabaceae (Mimosaceae)	<i>Acacia mearnsii</i>	OPG e CP	MINHO et al., 2008b; MAX et al., 2009	
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	EL	BRUNET et al., 2008a	
		OPG	MARTÍNEZ-ORTÍZ-DE-MONTELLANO et al., 2010	
	<i>Hedysarum coronarium</i>	OPG e CP	NIEZEN et al., 2002	
	<i>Lespedeza cuneata</i>	OPG e CP	SHAIK et al., 2006; LANGE et al., 2006; TERRIL et al., 2007	
		EL e OPG	JOSHI et al., 2011	
Fabaceae (Papilionaceae)	<i>Lotus corniculatus</i>	CP	RAMÍREZ-RESTREPO et al., 2005	
		OPG	HECKENDORN et al., 2007	
		<i>Onobrychis viciifolia</i>	DBL	BRUNET et al., 2007
			OPG	HECKENDORN et al., 2007
		OPG	RÍOS-DE ÁLVAREZ et al., 2008	

Efeito: Redução de OPG. – Ovos por grama de fezes; CP. – Carga parasitária; EL. – Estabelecimento larvar; DBL. – Desembainhamento larvar.

O consumo de plantas taniníferas por ovinos e caprinos foi associado com a modulação da biologia de populações de parasitos adultos, pois afetou a excreção de ovos (LANGE et al., 2006; HECKENDORN et al., 2007; MAX et al., 2009; JOSHI et al., 2011) e/ou a carga parasitária (SHAIK et al., 2006; MINHO et al., 2008b; MAX et al., 2009). Essas consequências provavelmente estão relacionadas com o efeito dos TC ao alterar a integridade do parasito reduzindo sua fecundidade ou causando sua eliminação, o que diminui a contaminação da pastagem. Experimentos *in vivo* indicaram que o consumo de plantas taniníferas também diminuiu significativamente o estabelecimento de L3 (BRUNET et al., 2007; BRUNET et al., 2008a; JOSHI et al., 2011). Alguns estudos *in vitro* confirmaram que extratos dessas plantas reduzem o estabelecimento larvar ao afetar o desembainhamento ou a associação dessas larvas com a mucosa (BRUNET & HOSTE 2006; BRUNET et al., 2007; BRUNET et al., 2008b). O estabelecimento larvar pode ser prejudicado por uma falha no desembainhamento causada pela presença de TC no trato digestório do hospedeiro (BRUNET et al., 2008b).

A segunda hipótese proposta para explicar a atividade anti-helmíntica dos TC é o efeito indireto ao aumentar a resposta imune de pequenos ruminantes contra parasitos. De acordo com essa teoria, os TC protegem as proteínas da degradação ruminal, aumentando sua disponibilidade no intestino delgado. A presença de surfactantes, como os ácidos biliares, no intestino delgado pode ser muito importante para a dissociação do complexo TC-proteína (ATHANASIADOU et al., 2000b; ATHANASIADOU et al., 2001; HOSTE et al., 2006). Como uma maior disponibilidade protéica, aumenta a homeostase do hospedeiro e imunidade contra parasitos, a melhora na utilização de nutrientes em hospedeiros que recebem taninos pode contribuir para o aumento na resiliência de animais infectados com nematóides gastrintestinais (WAGHORN & McNABB, 2003). Contudo, poucos estudos avaliaram o efeito indireto dos taninos e seus resultados permanecem largamente inconclusivos (HOSTE et al., 2006; BRUNET et al., 2008a). RÍOS-DE ÁLVAREZ et al. (2008) encontraram um maior número de células inflamatórias na mucosa intestinal de ovinos após o fornecimento de uma planta taninífera. Contudo, não foi registrada alteração significativa no número de células inflamatórias da mucosa abomasal e intestinal de caprinos após o fornecimento de outra planta rica em TC. Neste último experimento, tal fato foi atribuído ao curto período experimental, que pode não ter sido suficiente para a expressão de resposta imune (BRUNET et al., 2008a).

Fatores que interferem na eficácia anti-helmíntica dos taninos condensados

De acordo com a literatura, alguns fatores relacionados com as plantas, os parasitos e os hospedeiros podem influenciar na atividade anti-helmíntica dos TC (MIN & HART, 2003; HOSTE et al., 2006; ATHANASIADOU et al., 2007; RÍOS-DE ÁLVAREZ et al., 2008). A concentração e estrutura dos TC parecem ser os dois principais fatores moduladores da eficácia desses metabólitos contra nematóides. Uma revisão dos experimentos realizados em ovinos e caprinos com plantas taniníferas sugeriu que deve existir no mínimo 30 a 40g de TC kg⁻¹ de matéria seca (MS) (3 a 4% de MS) para ser observada atividade antiparasitária (HOSTE et al., 2006). Além desse efeito benéfico, tais concentrações de TC também são importantes para aumentar a produtividade animal ao corrigir problemas associados com a indiscriminada proteólise que ocorre nos ruminantes (OTERO & HIDALGO, 2004). No rúmen, que possui pH neutro, o complexo TC-proteína permanece estável, contudo, posteriormente, ocorre sua dissociação, devido ao baixo pH do abomaso e alto pH do intestino delgado. Dessa forma, as proteínas escapam da degradação ruminal e ficam disponíveis para a digestão no abomaso e intestino delgado, aumentando a disponibilidade de aminoácidos essenciais (MIN & HART, 2003). Além de reduzir a degradação ruminal de proteínas, os TC aumentam a eficiência da síntese protéica microbiana, devido à inibição ou estimulação de microorganismos. Os TC também reduzem a excreção de nitrogênio e metano, diminuindo a contaminação ambiental (MAKKAR et al., 2007).

Entretanto, altas concentrações de TC nas plantas (6-10% da MS) podem causar efeitos adversos, pois ocorre formação do complexo TC-proteína salivar durante a mastigação que causa uma sensação de adstringência, aumenta a salivação, diminui a palatabilidade e o consumo de alimentos (OTERO & HIDALGO, 2004). Esses compostos, em altas concentrações, também diminuem a digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, proteínas, carboidratos e fibras, afetando negativamente a produtividade (MIN et al., 2003).

Além do conteúdo de TC na dieta, suas características químicas e estruturais também podem interferir na atividade antiparasitária (BRUNET & HOSTE et al., 2006; HOSTE et al., 2006; BRUNET et al., 2008b). A proporção relativa dos monômeros de TC é um fator que pode influenciar na eficácia sobre nematóides. Os monômeros das prodelfinidinas e

derivados do galoil apresentaram maior eficácia do que os monômeros das procianidinas (MOLAN et al., 2000; BRUNET & HOSTE, 2006; BRUNET et al., 2008b). Uma possível explicação para tal diferença é a habilidade dos TC de formar complexos com proteínas. Devido à estrutura química, as prodelphinidinas podem formar mais pontes de hidrogênio com essas macromoléculas (BRUNET et al., 2008b).

Outro aspecto considerado na modulação da eficácia anti-helmíntica dos TC é a espécie de nematóide (HOSTE et al., 2006). Isso pode estar relacionado com a localização do parasito ou biodisponibilidade dos taninos no trato gastrointestinal do hospedeiro (ATHANASIADOU et al., 2007; HECKENDORN et al., 2007). ATHANASIADOU et al. (2000a), ATHANASIADOU et al. (2000b) e PAOLINI et al. (2003a) demonstraram efeito sobre nematóides do intestino. Espera-se que, devido às condições fisiológicas, os taninos estejam complexados com as proteínas no abomaso e indisponíveis para exercer atividade anti-helmíntica sobre espécies abomasais. Acredita-se que esses complexos se dissociem no intestino delgado e, portanto, sejam mais efetivos contra parasitos intestinais (ATHANASIADOU et al., 2001). Contudo, quando uma dieta é rica em proteína, os TC podem permanecer unidos a essas macromoléculas no intestino delgado, apresentando pouca eficácia anti-helmíntica, pois existirá pequena disponibilidade de taninos (ATHANASIADOU et al., 2007). Em outros experimentos, verificou-se que os TC possuem eficácia sobre nematóides do abomaso (PAOLINI et al., 2003b; HECKENDORN et al., 2007; MARTÍNEZ-ORTÍZ-DE-MONTELLANO et al., 2010). SHAIK et al. (2006) constataram ação sobre espécies abomasais e intestinais. A partir desses resultados, supõe-se que a eficácia dos taninos deve estar mais relacionada com sua estrutura química e concentração do que com a espécie de nematóide. HECKENDORN et al. (2007) relataram ainda que a eficácia dos TC pode estar relacionada com o sexo do parasito, pois foi registrada maior redução sobre a carga de fêmeas do que de machos. Entretanto, como o mecanismo de ação dessas moléculas é desconhecido, é difícil explicar essa diferença.

Outro aspecto que pode influenciar na eficácia anti-helmíntica dos TC é o estágio de desenvolvimento do parasito (HOSTE et al., 2006; BRUNET et al., 2008a). Os taninos afetam o estabelecimento larvar e, conseqüentemente, reduzem a carga parasitária quando atuam sobre L3. Entretanto, quando o hospedeiro já está infectado com adultos, ocorre apenas alteração da função reprodutiva dos nematóides, reduzindo, portanto, o OPG e a

contaminação da pastagem (PAOLINI et al., 2003a; PAOLINI et al., 2003b; MARTÍNEZ-ORTÍZ-DE-MONTELLANO et al., 2010; JOSHI et al., 2011). Contudo, LANGE et al. (2006) demonstraram que os TC foram mais eficazes sobre nematóides adultos do que sobre o estabelecimento das larvas e atribuíram esses resultados à espécie de nematóide, estrutura dos taninos e espécie de hospedeiro.

A eficácia dos TC também pode estar relacionada com as condições do trato gastrointestinal do hospedeiro (HOSTE et al., 2006). MAX et al. (2009) avaliaram a eficácia de um extrato rico em TC em ovinos e caprinos e observaram redução do OPG e da carga parasitária apenas nos ovinos. De acordo com esses autores, ao contrário dos ovinos, os caprinos possuem adaptações fisiológicas no trato digestivo que inativam os taninos antes que esses compostos possam atuar sobre os nematóides. A eficácia dos taninos em ovinos também foi constatada em outros experimentos (ATHANASIADOU et al., 2001; HECKENDORN et al., 2007; AKKARI et al., 2008; MINHO et al., 2008b). Entretanto, diversos estudos constataram a eficácia desses metabólitos em caprinos (LANGE et al., 2006; SHAIK et al., 2006; TERRIL et al., 2007; BRUNET et al., 2008a). Por esse motivo, mais estudos devem ser realizados para comparar a eficácia de um mesmo tipo de tanino nessas duas espécies animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de taninos nas plantas pode influenciar positivamente a sanidade de pequenos ruminantes. Entretanto, seus efeitos dependem do tipo e da concentração desses metabólitos. Dessa forma, não se tem uma indicação precisa de como utilizá-los no controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes. Alguns aspectos, como o mecanismo de ação dos TC sobre nematóides gastrintestinais e os fatores relacionados com a variabilidade de seus efeitos, ainda necessitam de mais investigação para que as plantas taniníferas sejam consideradas alternativas efetivas de controle do parasitismo gastrintestinal de pequenos ruminantes e, conseqüentemente, aumentem a produtividade da ovinocaprinocultura.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste (BNB), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AKKARI, H. et al. Feeding *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage to Barbarine lambs with or without PEG: Effect on excretion of gastro-intestinal nematode eggs. **Animal Feed Science and Technology**, v.147, p.182-192, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.anifeeds.2007.09.017.
- ALONSO-DÍAZ, M.A. et al. *In vitro* larval migration and kinetics of exsheathment of *Haemonchus contortus* exposed to four tropical tanniferous plants. **Veterinary Parasitology**, v.153, p.313-319, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.01.011.
- ATHANASIADOU, S. et al. Effects of short term exposure to condensed tannins on adult *Trichostrongylus colubriformis*. **Veterinary Record**, v.146, p.728-732, 2000a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1136/vr.146.25.728.
- ATHANASIADOU, S. et al. Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasited with *Trichostrongylus colubriformis*. **International Journal Parasitology**, v.30, p.1025-1033, 2000b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 8 nov. 2010.
- ATHANASIADOU, S. et al. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: *in vitro* and *in vivo* studies. **Veterinary Parasitology**, v.99, p.205-219, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010.
- ATHANASIADOU, S. et al. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. **Animal**, v.1, n.9, p.1392-1400, 2007. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1017/S1751731107000730.
- ATHANASIADOU, S. et al. Exploiting synergisms and interactions in the nutritional approaches to parasite control in sheep production systems. **Small Ruminant Research**, v.76, p.2-11, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.smallrumres.2007.12.016.
- BARRAU, E. et al. Effect of bioactive compounds from Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) on the *in vitro* larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. **Parasitology**, v.131, p.531-538, 2005. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FPA%20R%201%203%204%203%201%208%200%207%200%202%205%203%20a.pdf&code=b746d39b79c585c43e3ad43a422129d3>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1017/S0031182005008024.
- BRUNET, S.; HOSTE, H. Monomers of condensed tannins affect the larval exsheathment of parasitic nematodes of ruminants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.7481-7487, 2006. Disponível em: <<http://pubs.acs.org>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1021/jf0610007.
- BRUNET, S. et al. The kinetics of exsheathment of infective nematode larvae is disturbed in the presence of a tannin-rich plant extract (sainfoin) both *in vitro* and *in vivo*. **Parasitology**, p.1-10, 2007. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1017/S0031182007002533.
- BRUNET, S. et al. Effect of the consumption of *Lysiloma latifolium* on the larval establishment of gastrointestinal nematodes in goats. **Veterinary Parasitology**, v.157, p.81-88, 2008a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.07.013.
- BRUNET, S. et al. Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) extract and monomers of condensed tannins on the association of abomasal nematode larvae with fundic explant. **International Journal for Parasitology**, v.38, p.783-790, 2008b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.ijpara.2007.10.018.
- BOURGAUD, F. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. **Plant Science**, v.161, p.839-851, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 8 nov. 2010. doi: 10.1016/S0168-9452(01)00490-3.
- FRUTOS, P. et al. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.2, n.2, p.191-202, 2004. Disponível em: <[http://www.inia.es/gecontrec/pub/191-202-\(11603\)-Tannins_1161688199328.pdf](http://www.inia.es/gecontrec/pub/191-202-(11603)-Tannins_1161688199328.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2010.
- GEARY, T.G.; THOMPSON, D.P. *Caenorhabditis elegans*: how good a model for veterinary parasites? **Veterinary Parasitology**, v.101, p.371-386, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1016/S0304-4017(01)00562-3.
- GITHIORI, J.B. et al. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. **Veterinary Parasitology**, v.139, p.308-320, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.04.021.
- HECKENDORN, F. et al. Individual administration of three tanniferous forage plants to lambs artificially infected with *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei*. **Veterinary Parasitology**, v.146, p.123-134, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.01.009.
- HOSTE, H. et al. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in Parasitology**, v.22, p.253-261, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W7G-4JT3S5H-2&_user=10&_coverDate=06%2F30%2F2006&_alid=768609101&_rdoc=17&_fmt=high&_orig=search&_cdi=6626&_sort=d&_docanchor=&view=c&_ct=349&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=0c09437e31c57c97e74c6037705bd608>. Acesso em: 8 nov. 2010. doi: 10.1016/j.pt.2006.04.004.
- JOSHI, B.R. et al. Effect of feeding sericea lespedeza leaf meal in goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v.178, p.192-197, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.12.017.
- KNOX, M.R.; STEEL, J.W. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production system in developing countries of south-east Asia and the Pacific. **International Journal for Parasitology**, v.26, p.963-970, 1996. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 24 jun. 2011. doi: 10.1016/S00207519(96)80072-5.
- KNOX, M.R. et al. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.139, p.385-393, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.04.026.
- KOTZE, A.C. et al. Exploring the anthelmintic properties of Australian native shrubs with respect to their potential role in livestock grazing systems. **Parasitology**, v.136, p.1065-1080, 2009. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1017/S0031182009006386.

- LANGE, K.C. et al. Effect of sericea lespedeza (*Lespedeza cuneata*) fed as hay, on natural and experimental *Haemonchus contortus* infections in lambs. **Veterinary Parasitology**, v.141, p.273-278, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.06.001.
- MAKKAR, H.P.S. et al. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. **Animal**, p.1371-1391, 2007. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org>>. Acesso em: 23 nov. 2010. doi: 10.1017/S175173110700029.
- MARTÍNEZ-ORTÍZ-DE-MONTELLANO, C. et al. Effect of a tropical tannin-rich plant *Lysiloma latisiliquum* on adult populations of *Haemonchus contortus* in sheep. **Veterinary Parasitology**, v.172, p.283-290, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 23 nov. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.04.040.
- MAX, R.A. et al. The effect of wattle tannin drenches on gastrointestinal nematodes of tropical sheep and goats during experimental and natural infections. **Journal of Agricultural Science**, v.147, p.211-218, 2009.
- MIN, B.R.; HART, S.P. Tannins for suppression of internal parasites. **Journal of Animal Science**, v.81, p.102-109, 2003. Disponível em: <<http://jas.fass.org>>. Acesso em: 11 out. 2010.
- MIN, B.R. et al. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.3-19, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00041-5.
- MINHO, A.P. et al. *In vitro* effect of condensed tannin extract from acacia (*Acacia mearnsii*) on gastrointestinal nematodes of sheep. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.17, p.144-148, 2008a. Disponível em: <www.cbvp.com.br>. Acesso em 25 jun. 2011.
- MINHO, A.P. et al. Effect of *Acacia molissima* tannin extract on the control of gastrointestinal parasites in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.147, p.172-181, 2008b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.09.016.
- MOLAN, A.L. et al. The effect of condensed tannins from seven herbage on *Trichostrongylus colubriformis* larval migration *in vitro*. **Folia Parasitology**, v.47, p.39-44, 2000. Disponível em: <<http://www.paru.cas.cz/fovia/pdfs/showpdf.php?pdf=20500>>. Acesso em: 8 nov. 2010.
- MOLAN, A.L. et al. Effect of condensed tannins on egg hatching and larval development of *Trichostrongylus colubriformis* *in vitro*. **Veterinary Record**, v.150, p.65-69, 2002. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1136/vr.150.3.65.
- MUPEYO, B. et al. Effects of feeding willow (*Salix* spp.) upon death of established parasites and parasite fecundity. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.8-20, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2010.11.015.
- NIEZEN, J.H. et al. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.105, p.229-245, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010.
- OTERO, M.J.; HIDALGO, L.G. Tannins condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.2, p.1-9, 2004. Disponível em: <<http://www.produccion-animal.com.ar>>. Acesso em: 11 out. 2010.
- PAOLINI, V. et al. Effects of condensed tannins on established populations and on incoming larvae of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* in goats. **Veterinary Research**, v.34, p.331-339, 2003a. Disponível em: <<http://orgprints.org>>. Acesso em: 8 nov. 2010. doi: 10.1051/vetres:2003008.
- PAOLINI, V. et al. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v.113, p.253-261, 2003b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/S0304-4017(03)00064-5.
- RAMÍREZ-RESTREPO, C.A. et al. Use of *Lotus corniculatus* containing condensed tannins to increase summer lamb growth under commercial dryland farming conditions with minimal anthelmintic drench input. **Animal Feed Science and Technology**, v.122, p.197-217, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2004.05.005.
- SINGH, B. et al. Potential therapeutic applications of some antinutritional plant secondary metabolites. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.5579-5597, 2003.
- RÍOS-DE ÁLVAREZ, L. et al. The effect of dietary sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on local cellular responses to *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. **Parasitology**, v.135, p.1117-1124, 2008. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org>>. Acesso em: 25 jun. 2011. doi: 10.1017/S0031182008004563.
- SHAIK, S.A. et al. *Sericea lespedeza* hay as a natural deworming agent against gastrointestinal nematode infection in goats. **Veterinary Parasitology**, v.139, p.150-157, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.02.020.
- TERRIL, T.H. et al. Effect of pelleting on efficacy of sericea lespedeza hay as natural dewormer in goats. **Veterinary Parasitology**, v.146, p.117-122, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.02.005.
- WAGHORN, G.C.; MCNABB, W.C. Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.62, p.383-392, 2003. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1079/PNS2003245.
- WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.147, p.116-139, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 out. 2010. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.09.013.