

**Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus*)**

[Characterization of condensed tannin of the species maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) and jureminha (*Desmanthus virgatus*)]

S.E.S.B.S. Cruz<sup>1</sup>, P.M.G. Beelen<sup>2\*</sup>, D.S. Silva<sup>3</sup>, W.E. Pereira<sup>3</sup>, R. Beelen<sup>2</sup>, F.S. Beltrão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aluna de pós-graduação - UFPB - Areia, PB

<sup>2</sup>Centro de Ciências Agrárias - UFAL

BR 104 N, km 85

57100-000 - Rio Largo, AL

<sup>3</sup>Centro de Ciências Agrárias - UFPB - Areia, PB

**RESUMO**

Caracterizaram-se os taninos condensados (TC) e determinaram-se a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii* Pax & Hoffman), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd). As concentrações em tanino solúvel, tanino ligado ao resíduo e tanino total (TT) das espécies foram determinadas pelo método butanol-HCL e a adstringência pelo método de difusão radial. Para a DIVMS, foi utilizado método de dois estágios. Foram observadas diferenças entre as espécies ( $P<0,01$ ) quanto à concentração e adstringência dos taninos. As maiores concentrações foram encontradas na jureminha, 2,4% TT e 13,7<sup>3</sup> de adstringência. Não foi detectado tanino na flor-de-seda. O teor em PB foi acima de 16% em todas as espécies estudadas, e o FDA e lignina abaixo de 39 e 15%, respectivamente. A DIVMS foi baixa na jureminha, 43%, e alta na flor-de-seda, 80%. A correlação entre a DIVMS e a concentração em taninos condensados foi baixa ( $r=0,097$ ).

Palavras-chave: Nordeste, forrageiras nativas, adstringência, fator antinutricional, pro-antocianidinas, ruminante

**ABSTRACT**

Condensed tannins (CT) of the species maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) and jureminha (*Desmanthus virgatus*) were characterized and the chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of those species were determined. Concentration of soluble tannin (ST), bound tannin (BT) and total tannin (TT) of the plants was determined using butanol-HCL method; astringency was determined, using radial diffusion method, and the IVDMD was determined using two-stages method. Concentration and astringency of condensed tannins varied between species ( $P<0.01$ ). Jureminha was the species that presented the highest value (2.4% TT and 13.7<sup>3</sup> astringency). No tannins were detected in flor-de-seda. Crude protein was higher than 16% in all studied species, and the ADF and lignin values were lower than 39 and 15%, respectively. The IVDMD was low in jureminha (43%) and high in flor-de-seda (80%). The correlation between IVDMD and TT was low ( $r^2=0.097$ ).

Keywords: Brazilian Northeastern, native forages, astringency, anti-nutritional factor, proantocyanidin, ruminant

---

Recebido em 25 de julho de 2006

Aceito em 10 de abril de 2007

\*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: sescruz@hotmail.com

Apoio: FAPESq-MCT-CNPq (Edital 003/03)

## INTRODUÇÃO

No período de escassez de alimentos na região semi-árida, pequenos e grandes ruminantes consomem folhas de árvores e arbustos que caem no solo. Essas folhas são de baixo valor nutritivo e não atendem às necessidades nutricionais dos animais.

Tanto as forrageiras nativas da região semi-árida quanto as adaptadas a essa região são alvo de pesquisas, em busca de alimentos com alto valor nutritivo para os animais criados no semi-árido. A maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) (Soares, 1995), a flor-de-seda (*Calotropis procera*) (Vieira et al., 2002), a jureminha (*Desmanthus virgatus*) (Nascimento et al., 1996) e o feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) (Araújo et al., 2000) são exemplo de plantas estudadas.

As características nutritivas dessas espécies têm permitido seu emprego, geralmente na forma de feno, no arraçoamento de caprinos e ovinos durante o período de estiagem (Silva e Medeiros, 2003).

Os métodos tradicionais de análise de alimentos não incluem medidas quantitativas dos taninos e, em razão disso, pouco se sabe a respeito da natureza desses compostos nas espécies tropicais, em especial nas nativas do Nordeste brasileiro (Beelen, 2002).

Lima (1996), ao analisar a parte aérea da maniçoba, detectou a presença de 2,3% de tanino condensado. Nozella (2001), ao estudar plantas do Nordeste com potencial forrageiro, encontrou 9% de tanino condensado no angico (*Anadenanthera macrocarpa* benth) e 1,4% no feijão-bravo (*Capparis flexuosa*). Longo (2002), ao trabalhar com níveis crescentes de feno de leucena (*Leucaena leucocephala*), 20%, 40% e 60% de feno em substituição ao concentrado, na dieta de ovinos Santa Inês, concluiu que a presença de tanino condensado (TC) reduziu a excreção de nitrogênio nas fezes dos animais, mas diminuiu a digestibilidade da dieta.

Beelen (2002) encontrou 20,7% de TC na matéria seca (MS) das folhas de jurema preta, 12,7% na MS das folhas de mororó e 20,1% na MS das folhas de sabiá. Este autor observou que a alta concentração de tanino condensado influenciou negativamente a degradação ruminal

da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, como, também, diminuiu o consumo, a adesão microbiana às folhas das forrageiras e reduziu a atividade enzimática no conteúdo ruminal de caprinos.

O consumo de taninos por ruminantes pode ainda estar relacionado a efeitos positivos. Dentre os efeitos favoráveis, associados a concentrações por volta de 3-4% da MS, destacam-se a proteção da proteína alimentar contra a excessiva degradação ruminal, a diminuição do desperdício de amônia, o aumento da absorção de aminoácidos provenientes da dieta no intestino delgado e a prevenção do timpanismo. Efeitos negativos dos taninos sobre a nutrição incluem: redução do consumo e da digestibilidade, inibição de enzimas digestíveis e perdas de proteínas endógenas (Getacgew et al., 2000).

A diminuição da aceitabilidade das forrageiras também pode ser provocada pelo tanino, em função de sua adstringência. A adstringência é a sensação causada pela formação de complexos entre os taninos e as glicoproteínas salivares, o que pode aumentar a salivação e diminuir a aceitabilidade do alimento (Reed, 1995). Quanto menor a aceitabilidade, menor a ingestão de alimento e, por consequência, a produtividade animal.

Os objetivos deste trabalho foram caracterizar os taninos condensados presentes nas espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii* Pax & Hoffman), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd) e estimar as correlações entre a DIVMS e a composição química dessas forrageiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização dos taninos condensados e determinação da composição bromatológica e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) das espécies flor-de-seda, feijão-bravo e jureminha, foram selecionadas sete plantas de ocorrência natural na caatinga, de forma aleatória, no município de Ingá, PB. A flor-de-seda e a jureminha foram colhidas no mês de julho, e o feijão-bravo no mês de outubro de 2003. A colheita da maniçoba foi realizada em outubro de 2003, em plantas cultivadas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade

Federal da Paraíba, em Areia, PB, com 90 dias de rebrota, no início da floração. O início de floração é considerado o período ideal para o corte e fenação dessas espécies (Silva e Medeiros, 2003).

Foram colhidas sete amostras de cada espécie, sendo cada uma constituída de 100g de folhas e ramos de, no máximo, 6mm de espessura, em início de floração. Uma vez colhidas, as amostras foram picadas em forrageira e colocadas em estufa a 40°C para pré-secagem até o peso constante. Posteriormente todas as amostras foram moídas a 1mm e congeladas até serem submetidas às análises químicas e de DIVMS.

Para a determinação da concentração em tanino solúvel (TS), tanino ligado ao resíduo sólido (TL) e tanino total (TT), foi utilizado o método butanol-HCl, descrito por Terrill et al. (1992). O resultado foi convertido em % relativa ao tanino de jurema preta, com base na equação de regressão da curva-padrão feita a partir do tanino condensado purificado de jurema preta (Beelen et al., 2006). A concentração total em taninos condensados foi obtida pela soma das frações solúvel e ligada ao resíduo.

A adstringência dos taninos foi medida pelo método de difusão radial (Hagerman, 1987). Os taninos difundiram através de um gel de agarose contendo proteína sérica bovina (BSA) e formaram um precipitado em forma de anel, cujo diâmetro foi considerado proporcional a sua capacidade de precipitar proteínas (adstringência). A quantidade de taninos ativos presentes na solução que reagiu com o BSA foi determinada pela medida do anel formado após 72 horas de incubação em estufa a 35°C, e a quantidade, em mg, de proteína precipitada foi calculada pela fórmula: volume (ml) x concentração de proteína (mg/ml)/peso da amostra, em que o volume é determinado pela

altura do ágar e pelo comprimento dos raios antes e após incubação.

Para as análises bromatológicas, foram utilizadas as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2003). Foram determinadas as porcentagens de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), e extrato etéreo (EE), pela metodologia de Weende; os teores de proteína bruta (PB), pelo método Kjeldahl; a fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose e lignina, pelo método de Van Soest; e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), com o resíduo do FDA e sem adição do sulfito de sódio. As determinações de FDN, FDA e lignina foram feitas de forma seqüencial, acrescentando-se às amostras 0,5g de sulfito de sódio anidro.

ODIVMS foi determinado pela metodologia em dois estágios de Tilley e Terry (1963). Para a obtenção do inoculo, foram usados quatro caprinos fistulados no rúmen, adaptados com os fenos das espécies estudadas.

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, sendo quatro espécies com sete repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância; para a comparação de médias, usou-se o teste Tukey e para as estimativas de correlação, os procedimentos Corr e Reg do SAS (User's..., 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de concentração e adstringência dos taninos condensados das espécies estudadas são apresentados na Tab.1. Observou-se alto coeficiente de variação em todos os parâmetros de caracterização dos taninos. As análises de taninos utilizam somente 10mg de amostra, e isso pode ter resultado na não homogeneidade das amostras.

Tabela 1. Concentração em tanino condensado (TC) solúvel, ligado ao resíduo total e adstringência de taninos das espécies maniçoba, flor-de-seda, feijão-bravo e jureminha

Parâmetro	Maniçoba	Flor-de-seda	Feijão-bravo	Jureminha	CV
TC solúvel %	0,53B	0,0C	0,30BC	1,44A	121,3
TC ligado ao resíduo sólido %	1,11A	0,0C	0,30B	0,96A	65,7
TC total %	1,64B	0,0C	0,60BC	2,4A	101,8
Adstringência <sup>1</sup>	12,3 <sup>-3</sup> A	0,0B	7,9 <sup>-3</sup> AB	13,7 <sup>-3</sup> A	61

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). 1: mg de proteína ligada/ml de tanino.

### Caracterização dos taninos condensados...

A jureminha apresentou os maiores valores (2,4% TT e 13,7<sup>3</sup> de adstringência). Não foi detectada a presença de tanino condensado nas amostras de flor-de-seda, fato observado também por Melo et al. (2001).

Na literatura, o principal enfoque dado à presença de taninos condensados nas forrageiras tropicais é a sua importante ação antinutricional quando em alta concentração - acima de 5% da MS. Os valores obtidos neste trabalho podem ser considerados de moderados a baixos e, provavelmente, não resultaram em problemas de ordem nutricional.

As espécies comportaram-se de forma distinta quanto à forma de apresentação do tanino em suas folhas. Os taninos solúveis representaram 32,3%, 50,0% e 60,0% do total de tanino condensado da maniçoba, feijão-bravo e jureminha, respectivamente.

Os taninos condensados solúveis representam a fração do tanino que se encontra livre na planta, normalmente localizada nos vacúolos. Uma vez o tecido vegetal rompido pelo corte mecânico de forrageiras ou pela mastigação, por exemplo, esses taninos podem se complexar com constituintes da ração e com enzimas digestíveis.

Essa complexação depende de muitos fatores e pode acontecer até mesmo antes da ingestão da planta pelo animal. Segundo Longo (2002), a temperatura é um dos fatores que pode transformar tanino solúvel em tanino ligado. Vitti et al. (2005) observaram que a temperatura

da estufa com e sem ventilação forçada não interferiu na concentração de tanino condensado de forrageiras do Nordeste brasileiro. Neste estudo, a pré-secagem do material foi feita à temperatura de 40°C. Mesmo assim, foram observados valores de tanino ligado superiores aos de TS na maniçoba. Uma análise das plantas pré-secas por liofilização poderia confirmar esse percentual de tanino ligado consideravelmente alto, se comparado aos dados encontrados na literatura para plantas tropicais.

Segundo Makkar (2003), a complexação dos taninos condensados solúveis com as proteínas alimentares em pH neutro (rúmen) pode ser benéfica para a nutrição animal, uma vez que essas serão liberadas em pH ácido (abomaso) e contribuirão com o aporte de proteína alimentar digerida no intestino delgado. A baixa concentração de tanino presente na espécie feijão-bravo (0,60% de TT) pode não ser suficiente para promover efeitos benéficos significativos na utilização do nitrogênio, como sugerido por esse autor.

Nas forrageiras estudadas, a adstringência foi baixa devido à pequena concentração de tanino condensado. A avaliação da adstringência determina a capacidade de o tanino se ligar às proteínas e explica a maioria de suas propriedades biológicas e antinutricionais (Jean-Bain, 1998).

Os valores médios referentes às análises bromatológicas e à digestibilidade *in vitro* da matéria seca são apresentados na Tab. 2.

Tabela 2. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das espécies maniçoba, flor-de-seda, feijão-bravo e jureminha

Parâmetro (% da MS)	Maniçoba	Flor-de-seda	Feijão-bravo	Jureminha	CV
Proteína bruta	17,9a	20,7a	16,7b	18,8a	12,1
Fibra em detergente neutro	40,7c	40,6c	48,7b	52,9 <sup>a</sup>	10,0
Fibra em detergente ácido	26,6c	27,4c	32,8b	38,9a	11,4
Hemicelulose	14,1b	13,2b	16,0a	14,0a	15,7
Lignina	7,7b	7,5b	15,4a	12,6a	12,1
NIDA	0,5a	0,3b	0,2c	0,5a	16,9
Extrato etéreo	6,3a	5,3a	3,9a	1,6b	28,1
Matéria mineral	6,8c	16,1a	8,9b	5,6c	8,2
DIVMS	64,9b	80,1a	55,6c	42,9d	6,8

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,01). NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Todas as espécies estudadas apresentaram teores em proteína acima de 16% da MS e baixas concentrações em FDN e NIDA, o que indica o potencial dessas forrageiras para atender às exigências dos pequenos ruminantes. De acordo com Van Soest et al. (1994), níveis de proteína inferiores a 7% na dieta podem prejudicar a fermentação ruminal, bem como provocar balanço negativo de nitrogênio.

Os valores em lignina foram mais baixos na maniçoba e flor-de-seda e mais elevados no feijão-bravo e na jureminha. O teor de lignina pode ser usado como indicativo da digestibilidade. Contudo, Forbes (1995) afirmou que nem sempre a lignina é responsável pela diminuição da digestibilidade. Existem outros fatores que diminuem a digestibilidade das forrageiras, como os taninos condensados, por exemplo.

A DIVMS da jureminha foi o menor valor dentre as forrageiras estudadas e o da flor-de-seda o mais alto. Isso indica que a jureminha possui constituintes de difícil digestão ou fatores que a dificultam. Alguns trabalhos sugerem a associação da concentração de tanino condensado com a diminuição da digestibilidade dos nutrientes (Ramírez et al., 2000; Beelen et al., 2006; Vitti et al., 2005). A jureminha apresentou a maior concentração de tanino condensado total (2,4%) e a menor digestibilidade (43%). A flor-de-seda, espécie cujo teor de tanino condensado é nulo, apresentou a maior digestibilidade da matéria seca (80%).

Estimaram-se correlações na tentativa de identificar a influência dos componentes químicos presentes nessas plantas sobre a sua qualidade nutricional. A correlação entre a DIVMS e os componentes químicos das forrageiras foi positiva e baixa, porém significativa ( $P < 0,01$ ) para o teor de PB e negativa ( $P < 0,01$ ) para os componentes da parede celular (FDN, FDA e lignina) e taninos condensados (Fig. 1).

Os valores das correlações envolvendo FDN, FDA e lignina eram esperados, uma vez que vários trabalhos na literatura apontam correlações negativas entre a DIVMS e os componentes da parede celular. Alta concentração em FDN também está associada à diminuição da ingestão e ao baixo nível de energia da dieta (Van Soest, 1994).

As correlações entre a DIVMS e as concentrações em tanino condensado solúvel e tanino total foram negativas, porém muito baixas ( $r = 0,26$  e  $r = 0,09$ ). Em dois trabalhos que estudou-se a influência dos taninos sobre a degradabilidade da jurema preta (Pereira Filho et al., 2005) e da jurema preta (26,7% TT), sabiá (20,1% TT) e mororó (12,7% TT) (Beelen et al., 2006) e observou-se que o aumento da concentração em tanino influenciou negativamente a degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e FDN. Vieira et al. (2001) não verificaram correlação entre o teor de tanino condensado (0,5 a 0,9% TT) e a solubilidade da proteína da alfafa (*Medicago sativa* L).

O método de DIVMS em dois estágios contempla a diminuição do pH para a atividade da enzima pepsina e, assim, simularia o que, teoricamente, acontece com as ligações tanino-proteína no abomaso. De acordo com Schofield et al. (2001) e Makkar (2003), os taninos condensados, quando em baixa concentração, se ligam a moléculas de proteínas e carboidratos, protegendo-as do ataque microbiano. Essas ligações podem ser desfeitas na mudança do pH do rúmen para o abomaso, disponibilizando esses nutrientes para a digestão intestinal. Essa justificativa explicaria as baixas correlações encontradas no presente trabalho, que são, provavelmente, devido à baixa concentração de taninos condensados das forrageiras estudadas. A concentração em taninos presente nessas plantas não é alta e, por isso, não seria responsável pela sua baixa digestibilidade.

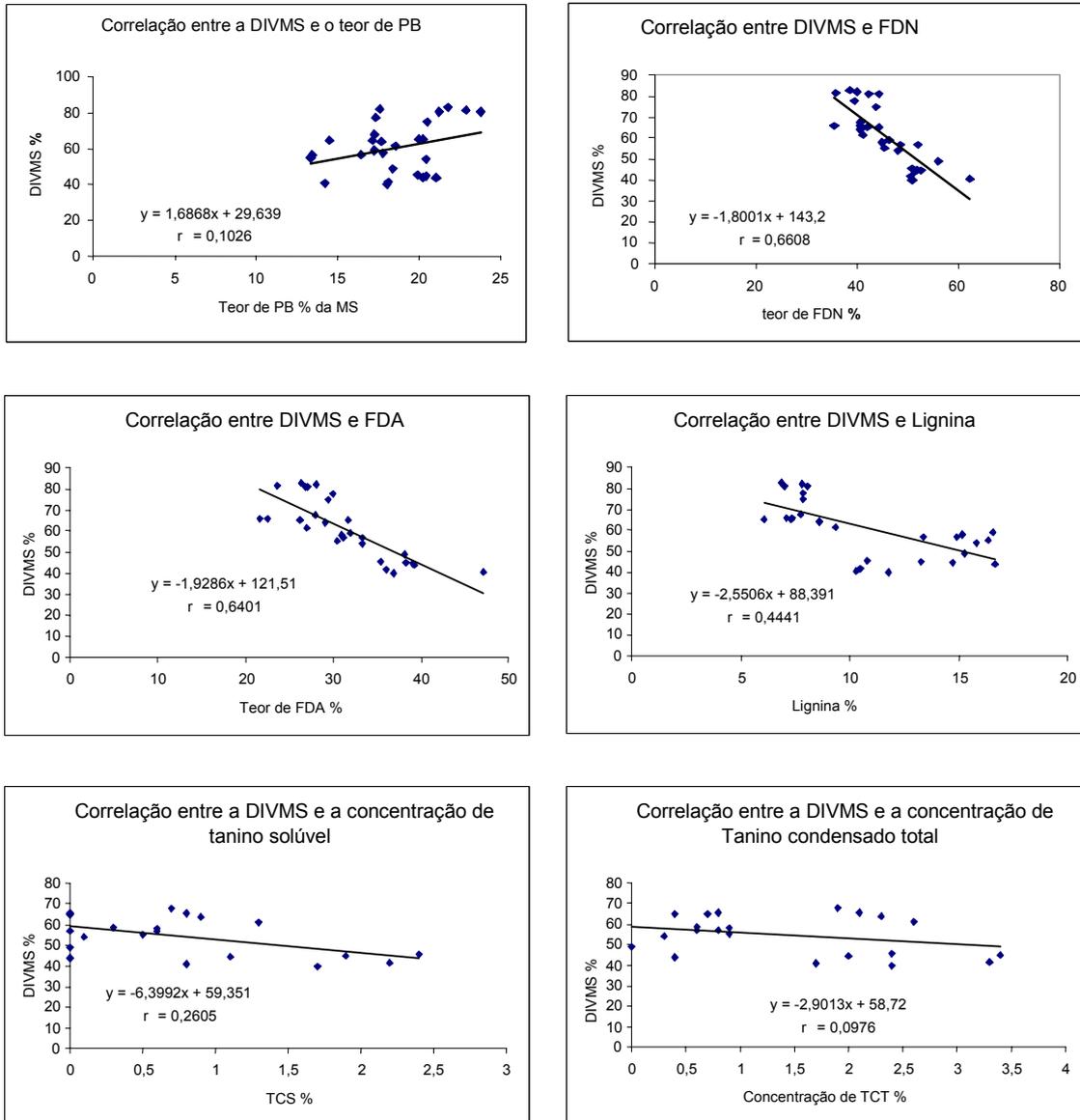


Figura 1. Correlação entre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e a composição química-bromatológica de quatro espécies forrageiras do semi-árido nordestino.

### CONCLUSÕES

As concentrações e a adstringência dos taninos condensados presentes nas espécies estudadas são baixas ou nulas e provavelmente não acarretam problemas de ordem nutricional para ruminantes. Todas as espécies apresentaram

teores em proteína superiores a 16% da MS e baixa concentração em FDN e NIDA, o que indica o potencial dessas forrageiras para atender às exigências de pequenos ruminantes. A flor-de-seda destacou-se por apresentar DIVMS de 80% e ausência de taninos condensados na sua composição.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, E.C.; VIEIRA, M.E.Q.; CARDOSO, G.A. Valor nutritivo e consumo voluntário de forrageiras nativas da região semi-árida do Estado de Pernambuco: VI Feijão Bravo (*Capparis flexuosa*, L). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000.
- BEELEN, P.M.G. *Taninos condensados de leguminosas nativas do semi-árido nordestino*. 2002. 71f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- BEELEN, P.M.G.; BERCHIELLI, T.T.; BEELEN, R. et al. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. *Small Rum. Res.*, v.61, p.35-44, 2006.
- FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford: CAB International, 1995. 531p.
- GETACGEW, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *Br. J. Nutr.* v.84, p.73-83, 2000.
- HAGERMAN, A.E. Radial diffusion method for determining tannins in plant extracts. *J. Chem. Ecol.*, v.13, p.437-439, 1987.
- JEAN-BAIN, C. Aspects nutritionnels et toxicologiques des tanins. *Vet. Med.*, v.149, p.911-920, 1998.
- LIMA, J.L.S. *Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades*. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/PNE/RBG-KEW, 1996. 44p.
- LONGO, C. *Avaliação do uso da Leucaena Leucocephala na dieta de ovinos da raça santa inês sobre consumo, digestibilidade e retenção de nitrogênio*. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- MAKKAR, H.P.S. Effects and fates of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Rum. Res.*, v.49, p.241-256, 2003.
- MELO, M.M.; VAZ, F.A.; GONÇALVES, L.C. et al. Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. *Rev. Bras. Saude Prod. Anim.*, v.2, p.15-20, 2001.
- NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; OLIVEIRA, M.E.A.; NASCIMENTO, H.T.S. et al. *Forrageiras da bacia do Parnaíba: usos e composição química*. Teresina: EMBRAPA-CPAMN/Recife, 1996. 86p.
- NOZELLA, E.F. *Determinação de tanino em plantas com potencial forrageiro para ruminantes*. 2001. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; KAMALAK, A. et al. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) tratada com hidróxido de sódio. *Liv. Res. Rural Dev.*, v.17, 2005. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd178/cero1708.htm>>. Acessado em: 19 set. 2005.
- RAMÍREZ, R.G.; NEIRA-MORALES, R.R.; LEDEZMA-TORRES, R.A. et al. Ruminant digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern México. *Small Rum. Res.*, v.36, p.40-55, 2000.
- REED, J.D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *J. Anim., Sci.*, v.73, p.1516-1528, 1995.
- SCHOFIELD P.; MBUGUA D. M.; PELL A. N. Analysis of condensed tannins: a review. *Anim., Feed Sci. Techn.*, v.91, p.21-40, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2002. 166p.
- SILVA, D.S.; MEDEIROS, A.N. Eficiência do uso dos recursos da Caatinga: produção e conservação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. Anais... João Pessoa, SINCORTE, 2003. p.571-582.
- SOARES, J.G.G. *Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi-árido brasileiro*. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1995. 4p. (Comunicado Técnico).
- TERRILL, T.H.; ROWAN, A.M.; DOUGLAS A. et al. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food Agric.*, v.58, p.321-329, 1992.
- TILLEY, L.M.; TERRY, R.A.A. Two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.19, p.104-111, 1963.
- USER'S guide: statistics. 3.ed. Cary, NC: SAS Intitute, 2001.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VIEIRA, E. L.; SILVA, A.M.A.; SILVA, R.M.N. et al. Tratamento do feno de malva branca (*Sida cordifolia*) e flor de seda (*Calotropis procera*) submetidos a amonização e tratamento alcalino. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais...Recife: SBZ, 2002. (CD).
- VIEIRA, M.E.Q.; COSTA, C.; SILVEIRA, A.C. e et al. Porcentagem de saponinas e taninos em vinte e cinco cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L) em duas épocas de corte –Botucatu, SP. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1432-1438, 2001.
- VITTI, D.M.S.S.; NOZELLA, E.F.; ABDALLA, A.L. et al. The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons. *Anim. Feed Sci. Techn.*, v.122, p.123-133, 2005.