

## Digestibilidade *in vitro* de leguminosas do semiárido com inóculo cecal de avestruzes

### *In vitro* digestibility of legumes from semi-arid with caecal inoculum liquor of ostriches

Alex Martins Varela de Arruda<sup>1</sup>

#### RESUMO

Para avaliar a digestibilidade *in vitro* de leguminosas do semiárido nordestino usando inóculo cecal de avestruzes por meio da técnica Tilley e Terry Reversa, usou-se o feno de alfafa (*Medicago sativa*) como referência aos fenos de canafístula (*Senna multijuga*), de cunhã (*Clitoria ternatea*), de leucena (*Leucaena leucocephala*), de mata-pasto (*Senna obtusifolia*) e de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*). Verificou-se, pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ), diferença significativa na digestibilidade *in vitro* das frações nutricionais entre os fenos de leguminosas, obtendo-se média geral para a matéria seca de 49,62% (DIVMS), de 23,38% para proteína bruta (DIVPB), de 17,88% para proteína insolúvel em detergente neutro (DIVPIDN), de 34,52% para fibra em detergente neutro (DIVFDN) e de 42,07% para fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DIVFDNcp). A composição nutricional intrínseca a cada uma das leguminosas influenciou a magnitude da atividade fermentativa dos micro-organismos do ceco-cólon de avestruzes incubados *in vitro*, observando-se melhores valores de digestibilidade para feno de alfafa, seguido dos fenos de mata-pasto e de leucena, os quais foram superiores às demais leguminosas do semiárido.

**Palavras-chave:** forrageiras tropicais, digestão microbiana, *Struthio camelus*, técnica laboratorial.

#### ABSTRACT

To evaluate the *in vitro* digestibility of forage legume from semi-arid northeast region using caecal inoculum liquor of ostriches with Reverse Tilley and Terry technique, the alfalfa hay (*Medicago sativa*) was used as reference food for comparison between hays of canephori (*Senna multijuga*), clitoria (*Clitoria ternatea*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), kills pasture (*Senna obtusifolia*) and thrush (*Mimosa*

*caesalpiniiifolia*). There was, by Duncan test ( $P < 0.05$ ), significant difference to *in vitro* digestibility of the nutritional fractions among the legume hays resulting in general mean value of 49.62% for dry matter (DIVMS), of 23.38% for crude protein (DIVPB), of 17.88% for insoluble protein in neutral detergent fiber (DIVPIDN), of 34.52% for neutral detergent fiber (DIVFDN) and of 42.07% for neutral detergent fiber corrected for ash and protein (DIVFDNcp). The nutritional composition of feedstuffs influenced the fermentative activity of microorganisms from cecum-colon of ostriches in these *in vitro* incubations, and the better digestibility values were observed for alfalfa hay, followed by kills pasture and leucaena hays, wich were higher than other legumes from semi-arid.

**Key words:** laboratory technique, microbial digestion, *Struthio camelus*, tropical forages.

#### INTRODUÇÃO

A atual expansão da estruturicultura se deve à adaptabilidade às diversas condições climáticas brasileiras, particularmente a existente na região do semiárido nordestino (ACAB, 2006). A regionalização dos programas de alimentação de avestruzes possibilita minimizar os custos da atividade, manter bons índices de desempenho produtivo e sanitário (MUNIZ, 2008), de qualidade da carne (CAVALHEIRO et al., 2010), e de outros derivados.

As informações sobre a nutrição de avestruzes são escassas, existindo muitas questões a

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Animais (DCAN), Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPCA), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Av. Francisco Mota, n.572, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mail: alexmva@ufersa.edu.br.

serem elucidadas, em vista da predominância no uso de estratégias nutricionais de natureza sugestiva ou empírica nas criações. Assim, vislumbra-se a necessidade de conhecer melhor a eficiência digestiva deste animal, bem como amplitudes e limitações no uso de alimentos não convencionais (DEEMING, 1999; AGANGA et al., 2003).

A diversidade de alimentos fibrosos na região semiárida se traduz em oportunidades e desafios para a alimentação animal, com destaque para o uso dietético de uma ampla biomassa de leguminosas aclimatadas (PEREIRA et al., 2010). A avaliação de alimentos por meio de métodos laboratoriais fornece informações preliminares valiosas, sendo que, neste contexto, a adaptação da técnica de digestibilidade *in vitro* com inóculo cecal de avestruzes pode ser um amplificador deste conhecimento (ARRUDA et al., 2010).

Algumas questões econômicas e de bem-estar animal frequentemente limitam a realização de ensaios de digestibilidade *in vivo* com avestruzes, justificando pesquisas que empreguem a técnica de incubação laboratorial ou digestibilidade *in vitro* para obter subsídios sobre viabilidade no uso de certos alimentos. Portanto, objetivou-se neste estudo avaliar a composição química e a digestibilidade *in vitro* de fenos de leguminosas do semiárido, a saber, canafístula (*Senna multijuga*), cunhã (*Clitoria ternatea*), leucena (*Leucaena leucocephala*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), tendo como referência comparativa o feno de alfafa (*Medicago sativa*), utilizando o inóculo cecal de avestruzes (*Struthio camelus*).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação da digestibilidade *in vitro* das forrageiras leguminosas do semiárido com inóculo cecal de avestruzes, realizaram-se três etapas específicas, inicialmente, a colheita das forrageiras submetidas a processo de fenação convencional, subsequentemente, coleta de conteúdo cecal de avestruzes em abatedouro comercial, e, finalmente, procedimentos laboratoriais de análises químicas e incubação de amostras adaptando-se à técnica *Tilley & Terry*. Os tratamentos experimentais foram constituídos de amostras de feno de alfafa (ALF), feno de canafístula (CAN), feno de cunhã (CUN), feno de leucena (LEU), feno de mata-pasto (MAT) e feno de sabiá (SAB). As leguminosas e o conteúdo cecal de avestruzes foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra em

detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) e proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), de acordo com as metodologias descritas por SILVA & QUEIROZ (2002). Este procedimento analítico permitiu subsidiar a determinação dos valores de digestibilidade *in vitro* (DIV) das frações nutricionais avaliadas nos alimentos, sendo assim identificadas pela proposição pertinente a cada nutriente.

O inóculo cecal para a incubação foi obtido a partir de um lote uniforme de 20 avestruzes machos com idade média de 12 meses, alimentados com ração à base de milho, farelo de soja, farelo de trigo, feno de alfafa, minerais e vitaminas (89,0% MS; 19,0% PB; 25,7% FDN), além de acesso livre a capim elefante (15,2% MS; 7,60% PB; 67,9% FDN). O conteúdo cecal usado como inóculo foi coletado em abatedouro comercial, a partir da evisceração das carcaças, mediante contenção do compartimento digestivo, para então efetuar a coleta e filtragem do conteúdo cecal em tecido de algodão com porosidade grossa. Posteriormente, foi armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas, em condição de anaerobiose, hermeticamente isolado para incubação no laboratório, sendo o inóculo cecal filtrado novamente através de duas camadas de gaze de algodão, sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e submetido ao “banho-maria” a 39°C, conforme a técnica *Tilley e Terry Reversa* (TTR) para avestruzes, descrita por NHETA et al. (2005) e ARRUDA et al. (2010), para simular *in vitro* a atividade microbiana do trato digestório.

Amostras dos fenos de leguminosas foram moídas em um tamanho de partícula inferior a 2mm, sendo utilizado 0,5g de amostra para cada repetição de cada um dos alimentos na incubação experimental, perfazendo 12 repetições por tratamento. Em vidrarias tipo erlenmeyer, adaptadas com rolhas de borracha e válvula de Bunsen, adicionou-se 40ml de solução tampão artificial de “McDougall” e 10ml de líquido filtrado (inóculo) cecal de avestruz, cuja proporção 4:1 manteve o meio apropriado para atividade fermentativa (SILVA & QUEIROZ, 2002). A solução tampão e o inóculo previamente misturados foram mantidos em pH entre 6,7 e 6,9 em condição de anaerobiose mediante “borbulhamento” de CO<sub>2</sub>, então submetidos a 39°C por 48 horas, com agitações periódicas. Para melhor correlação entre a fermentação *in vivo* e a *in vitro*, foram preparadas repetições, sem amostra do alimento, em igual número às dos tratamentos (controle - branco), contendo apenas solução tampão e líquido cecal para monitorar o inóculo cecal e corrigir o resíduo indigerido no cálculo final da digestibilidade.

Os resíduos de fermentação obtidos em cadinhos filtrantes de porosidade grossa foram secos por

12 horas e pesados em balança de precisão para calcular os valores de digestibilidade da matéria seca. Após esse estágio, houve partição das repetições visando à substituição da digestão com pepsina ácida pela técnica de determinação da proteína bruta e pelo tratamento com solução detergente neutro em aparelho digestor de fibra. As amostras residuais da técnica da fibra em detergente neutro foram então submetidas à análise de nitrogênio total e de matéria mineral, e, assim, a digestibilidade *in vitro* destas frações nutritivas foi calculada pela diferença residual resultante do processo de incubação (NHETA et al., 2005; ARRUDA et al., 2010).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa computacional SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000), usando delineamento inteiramente casualizado com o procedimento da análise de variância e de teste de médias ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, observa-se a composição bromatológica dos fenos de leguminosas usados neste estudo, determinando-se média geral de 91,13% MS, para a fração fibrosa 70,72% FDN, e 62,28% FDNcp, e, para a fração proteica, 19,39% PB e 24,20% PIDN, o que permite constatar, descritivamente, que os fenos de alfafa, de leucena e de mata-pasto apresentaram maiores teores para fração proteica, sendo um possível indicativo “de preferência” para produção de fenos alternativos entre as leguminosas do semiárido, relativamente à maior proporção de compostos nitrogenados ou aminoácidos totais (MIRANDA et al., 2008; PEREIRA et al., 2010).

Na tabela 1, verifica-se, também, que os teores de PIDN foram maiores que os teores de PB pelo fato de serem expressos na base da FDN, enquanto os teores de FDNcp apresentaram médias inferiores às de FDN, devido à correção dos componentes nitrogenados

e minerais. Assim, os fenos de cunhã, de leucena e de sabiá apresentaram maiores teores de fibra, comparativamente aos fenos de alfafa, de canafístula e de mata-pasto. Tais variações entre as forrageiras resultam de uma típica diversidade fenotípica e influenciam decisivamente a disponibilidade de nutrientes, possivelmente, por ação quelatante, adsorvente ou de lignificação de certos componentes na parede celular vegetal (VASCONCELOS, 1997; GERDES et al., 2000; PACIULLO et al., 2001; SOUSA, 2004; VIEIRA et al., 2005; NOZELA, 2006).

Na tabela 2, observam-se diferenças significativas na DIVMS das leguminosas, sendo o maior valor propiciado pela alfafa, seguido de mata-pasto e leucena, com valores superiores à média geral, enquanto cunhã, canafístula e sabiá apresentaram valores inferiores. Os valores obtidos possivelmente refletem as diferenças na insolubilidade ou lignificação dos componentes fibrosos (DESCHAMPS et al., 1999; PACIULLO et al., 2001), pois, os fenos de alfafa, mata-pasto e leucena propiciaram também maiores médias de DIVPB e DIVPIDN, o que, provavelmente, confirmaria uma melhor disponibilidade da fração proteica presente no conteúdo e na parede celular vegetal, em consonância aos valores DIVMS.

Apesar do nível de proteína bruta do feno de sabiá ter sido superior ao do feno de canafístula, proporcionou menor DIVPB e DIVPIDN, evidenciando forte complexação ou lignificação da fração fibrosa, dificultando os processos de colonização e degradação microbiana dos seus componentes. Já o feno de cunhã apresentou teor de fibra superior e de proteína intermediário aos fenos de canafístula e de sabiá, resultando em satisfatórios valores de DIVPB e DIVPIDN. A maioria das forrageiras do semiárido nordestino possui diversos fatores antinutricionais e taninos (NOZELA, 2006), que, aliados à lignificação da parede celular, influenciam negativamente a digestibilidade

Tabela 1 - Níveis de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) dos fenos de leguminosas.

Nutrientes	FAL <sup>1</sup>	CUN <sup>2</sup>	LEU <sup>3</sup>	SAB <sup>4</sup>	CAN <sup>5</sup>	MAT <sup>6</sup>
MS %	90,40	91,00	90,30	92,00	91,90	91,20
PB % *	21,65	14,94	25,79	19,51	13,10	21,35
PIDN % **	27,67	19,26	31,78	22,83	16,07	27,59
FDN % *	67,54	77,59	74,54	72,76	66,71	65,16
FDNcp % *	58,44	70,58	63,91	63,92	59,70	57,13

\* expressos em base de matéria seca.

\*\* expresso em base de fibra em detergente neutro.

<sup>1</sup>Alfafa (FAL), <sup>2</sup>Cunhã (CUN), <sup>3</sup>Leucena (LEU), <sup>4</sup>Sabiá (SAB), <sup>5</sup>Canafístula (CAN), <sup>6</sup>Mata-pasto (MAT).

Tabela 2 - Digestibilidade *in vitro* (DIV) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) dos fenos de leguminosas.

Parâmetros	-----Leguminosas-----						
	FAL <sup>1</sup>	CUN <sup>2</sup>	LEU <sup>3</sup>	SAB <sup>4</sup>	CAN <sup>5</sup>	MAT <sup>6</sup>	CV %
DIVMS %	58,36 <sub>a</sub>	48,23 <sub>c</sub>	54,93 <sub>b</sub>	39,15 <sub>e</sub>	41,68 <sub>d</sub>	55,39 <sub>b</sub>	2,36
DIVPB %	30,35 <sub>a</sub>	21,23 <sub>d</sub>	26,08 <sub>c</sub>	16,07 <sub>f</sub>	17,76 <sub>e</sub>	28,81 <sub>b</sub>	3,54
DIVPIDN %	21,25 <sub>b</sub>	16,48 <sub>c</sub>	22,64 <sub>b</sub>	9,82 <sub>e</sub>	11,46 <sub>d</sub>	25,62 <sub>a</sub>	5,30
DIVFDN %	41,75 <sub>a</sub>	32,54 <sub>c</sub>	36,29 <sub>b</sub>	26,97 <sub>d</sub>	28,06 <sub>d</sub>	41,49 <sub>a</sub>	3,00
DIVFDNcp %	48,80 <sub>a</sub>	38,31 <sub>c</sub>	45,78 <sub>b</sub>	34,47 <sub>e</sub>	36,74 <sub>d</sub>	48,30 <sub>a</sub>	2,19

<sup>a, b, c, d, e, f</sup> \_ médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

<sup>1</sup>Alfafa (FAL), <sup>2</sup>Cunhã (CUN), <sup>3</sup>Leucena (LEU), <sup>4</sup>Sabiá (SAB), <sup>5</sup>Canafístula (CAN), <sup>6</sup>Mata-pasto (MAT).

(ARRUDA et al., 2010; PEREIRA et al., 2010). Isto sugere que os melhores resultados de digestibilidade *in vitro* com mata-pasto e leucena, em relação às outras leguminosas do semiárido, atribua-se às diferentes interações nutricionais e acessibilidade da microflora para atividade fermentativa (EUN et al., 2006; PEN et al., 2006).

Os aspectos quantitativos e qualitativos da fibra dietética sugerem forte influência de polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos complexos no equilíbrio energético e populacional da microbiota em simbiose intestinal, ou seja, a manutenção do padrão fermentativo em monogástricos de ceco funcional (ARRUDA et al., 2008). A disponibilidade de compostos nitrogenados dos alimentos fibrosos para o ideal metabolismo e desenvolvimento de biomassa microbiana depende da atividade de proteases sobre compostos específicos quelatados à fibra, cuja ação deve ser precedida por uma atividade fibrolítica, que, por sua vez, possui extensão variável conforme o grau de lignificação de seus componentes (MIRANDA et al., 2008).

Assim, as leguminosas submetidas à incubação *in vitro* com inóculo cecal de avestruzes permitiram determinar a extensão da atividade fermentativa desta biomassa microbiana sobre o aproveitamento das frações proteicas e fibrosas destes alimentos. Portanto, sugere-se que os fenos de mata-pasto e de leucena sejam mais promissores na alimentação de avestruzes no semiárido brasileiro, devido aos melhores resultados de digestibilidade *in vitro* em relação ao feno de canafístula e sabiá, obtendo-se uma posição intermediária com o feno de cunhã. Futuramente, a execução de estudos adicionais e complementares será necessária para validação destas leguminosas em programas de alimentação focados no rendimento produtivo.

## CONCLUSÃO

O maior e o menor nível de proteína foram obtidos com os fenos de leucena e de canafístula, enquanto, o maior e o menor nível de fibra foram obtidos com os fenos de cunhã e de mata-pasto. Os melhores resultados de digestibilidade *in vitro* com inóculo cecal de avestruzes, entre as leguminosas do semiárido, foram propiciados pelos fenos de leucena e de mata-pasto.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN), Natal-RN.

À equipe gerencial e aos funcionários do abatedouro e frigorífico Multicarnes LTDA, Maracanaú-CE.

À equipe de trabalho do laboratório de nutrição animal da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

## REFERÊNCIAS

ACAB - Associação de Criadores de Avestruzes do Brasil. **Anuário da Estruticultura Brasileira 2005/2006**. São Paulo, 2006. 91p.

AGANGA, A.A. et al. Ostrich feeding and nutrition. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.2, n.2, p.60-67, 2003. Disponível em: <<http://www.pjbs.org/pjnonline/fin97.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2010. doi: 103923/pjn.2003.060.067.

ARRUDA, A.M.V. et al. Fracionamento dos nutrientes e digestibilidade da energia em alimentos alternativos com equinos adultos. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.1-10, 2008. Disponível em: <<http://caatinga.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/579/247>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

ARRUDA, A.M.V. et al. Digestibilidade *in vitro* da jirirana com inóculo cecal de avestruzes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.474-483, 2010. Disponível em: <<http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1684/983>>. Acesso em: 30 jul. 2010.

CAVALHEIRO, C.P. et al. Características físico-químicas de embutido curado fermentado com adição de carne de avestruz

- associada à de suíno. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.447-452, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n2/a466cr1856.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782010000200030.
- DEEMING, D.C. **The Ostrich biology, production and health**. London: CAB International, Cambridge University, 1999. 347p.
- DESCHAMPS, F.C. et al. Qualidade da forragem e participação relativa na produção de matéria seca de diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1418-1423, 2001. Disponível em: <<http://revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/artigos/6676.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2010. doi: 10.1590/S1516-35982001000600005.
- EUN, J.S. et al. Exogenous enzymes added to untreated or ammoniated rice straw: effects on *in vitro* fermentation characteristics and degradability. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, n.1, p.87-102, 2006. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleListURL&\\_method=list&\\_ArticleListID=1414848873&\\_sort=r&view=c&\\_acct=C000036759&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=684796&md5=84c16b13ddf57842a11a9ff0cd5bb9a6](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1414848873&_sort=r&view=c&_acct=C000036759&_version=1&_urlVersion=0&_userid=684796&md5=84c16b13ddf57842a11a9ff0cd5bb9a6)>. Acesso em: 15 mar. 2010. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.026.
- GERDES, L. et al. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandú, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.955-963, 2000. Disponível em: <<http://revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/artigos/2750.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2010. doi: 10.1590/S1516-35982000000400003.
- MIRANDA, L.F. et al. Avaliação da composição protéica e aminoacídica de forrageiras tropicais. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.36-42, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/601/251>>. Acesso em: 25 jan. 2010.
- MUNIZ, L.R. Estruturocultura Brasileira: foco na exportação. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 12., 2008, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2008. Disponível em: <<http://www.pecnordeste.com.br/pec2008/pdf/LuisRobsonMuniz.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2010.
- NHETA, C. *In vitro* digestibility using caecal liquor of diets containing poor quality roughages and green forages fed to domesticated ostriches (*Struthio camelus*). **Animal Feed Science and Technology**, v.119, n.1, p.283-291, 2005. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleListURL&\\_method=list&\\_ArticleListID=1414855635&\\_sort=r&view=c&\\_acct=C000036759&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=684796&md5=8b9adfb345c76998e204e1e66c997e97](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1414855635&_sort=r&view=c&_acct=C000036759&_version=1&_urlVersion=0&_userid=684796&md5=8b9adfb345c76998e204e1e66c997e97)>. Acesso em: 15 mar. 2010. doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.02.003.
- NOZELLA, E.F. **Valor nutricional de espécies arbóreo-arbustivas nativas da caatinga e utilização de tratamentos físico-químicos para redução do teor de taninos**. 2006. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade de São Paulo, SP.
- PACIULLO, D.S.C. et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção do perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001. Disponível em: <<http://revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/artigos/3156.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2010. doi: 10.1590/S1516-35982001000400009.
- PEN, B. et al. Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* extracts on *in vitro* ruminal fermentation and methane emission. **Animal Feed Science and Technology**, v.129, n.1, p. 175-186, 2006. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleListURL&\\_method=list&\\_ArticleListID=1414852407&\\_sort=r&view=c&\\_acct=C000036759&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=684796&md5=3dc3a88062faa45a96e90cffa96baf2](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1414852407&_sort=r&view=c&_acct=C000036759&_version=1&_urlVersion=0&_userid=684796&md5=3dc3a88062faa45a96e90cffa96baf2)>. Acesso em: 15 mar. 2010. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.002.
- PEREIRA, E.S. et al. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e co-produtos da agroindústria produzidos no nordeste brasileiro por intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.403-413, 2010. Disponível em: <<http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1457/977>>. Acesso em: 30 jul. 2010.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa: UFV, 2000. 142p. (Manual do Usuário).
- SOUSA, H.M.H. **Avaliação do mata-pasto (*Senna obtusifolia* L. Irwin & Barneby) e (*Senna uniflora* (P.Miller) Irwin & Barneby) para alimentação de caprinos**. 2004. 55f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, PB.
- VIEIRA, E.L. et al. Composição química de forragens e seletividade de bovinos em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1-11, 2005. Disponível em: <<http://revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/artigos/4259.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2010. doi: 10.1590/S1516-35982005000500010.
- VASCONCELOS, V.R. **Caracterização química e degradação de forrageiras do Semi-árido brasileiro no rúmen de caprinos**. 1997. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, SP.