

Capim-elefante tratado com compostos alcalinos

Elephant grass treated with alkali

LOPES, Wenderson Brito¹; PIRES, Aureliano José Vieira²; SALES, Rita Manuele Porto¹;
CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de³; BONOMO, Paulo⁴; RAPOSO, Cláudia
Maria Reis⁴

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Itapetinga, Bahia, Brasil.

³Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

⁴Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais, Itapetinga, Bahia, Brasil.

*Endereço para correspondência: manuzootecnia@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se estimar os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina, cinza e digestibilidade do capim-elefante em estágio de maturação avançado, submetido à aplicação com óxido de cálcio (CaO), hidróxido de sódio (NaOH) e CaO+NaOH, em dois períodos de tratamento. O experimento foi conduzido segundo um esquema de parcelas subdivididas em quatro tratamentos e quatro repetições, em que as parcelas foram constituídas da seguinte forma: sem aditivo, 3% de CaO, 3% de NaOH, e 1,5% de CaO + 1,5% de NaOH, com base na matéria natural. Já as subparcelas foram determinadas pelos períodos de tratamento (24 e 48 horas). Não houve diferença para teor de MS (35,8%) e de PB (2,7%). Já os teores de FDN, FDA e celulose foram menores nos tratamentos com adição de CaO, NaOH e CaO+NaOH no período de tratamento de 48 horas. O teor de lignina não foi afetado, e o valor médio observado de 10,2%. A adição de 3% de CaO, 3% de NaOH e 1,5% CaO + 1,5% NaOH aumenta a digestibilidade *in situ* do capim-elefante, com efeito mais marcante quando se utiliza o NaOH.

Palavras-chave: fibra, gramínea, hidróxido de sódio, óxido de cálcio

SUMMARY

The objective was determine dry matter (DM), crude protein (CD), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent (ADF), cellulose, hemicellulose, lignin, ash and digestibility of elephant grass, in advanced maturation stage, submitted to the application of alkali compounds with calcium oxide (CaO), sodium hydroxide (NaOH) and CaO+NaOH, in two periods of treatment. The experiment was conducted according to a project of subdivided parcels that had been constituted by the controlled treatments, 3% of CaO, 3% of NaOH and 1.5% of CaO + 1.5% of NaOH, and subparcels for the two periods of treatment (24 and 48 hours). The treatment did not have any effect neither for period of DM (35,8%) nor of CD (2,7%). The contents of NDF, ADF and cellulose were lesser in the treatments with the addition of CaO, NaOH and CaO+NaOH, mainly to the treatment period of 48 hours. The lignin content was not affected by the applied treatments 10.2%. The application of 3% of CaO, 3% of NaOH and 1.5% of NaOH + 1.5% of CaO increases the digestibility of elephant grass, and the most significant effect occurs when using NaOH.

Keywords: fiber, grass, oxide of calcium, sodium of hydroxide

INTRODUÇÃO

Dentre as forrageiras com potencial de uso na alimentação de ruminantes, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é uma alternativa de alimento volumoso. Embora seja utilizado na forma de silagem, o corte e o imediato fornecimento no cocho para os animais são a realidade de muitos produtores rurais. No período da seca, é comum o uso dessa gramínea em idade avançada, uma vez que a escassez de alimentos em quantidade e qualidade, nessa época, é bastante pronunciada. Esse fato é frequentemente observado em várias regiões do Brasil, onde a ausência de chuvas ocorre por períodos prolongados, acima de oito meses durante o ano.

A correlação entre consumo e digestibilidade de nutrientes depende da qualidade da dieta animal ofertada. O consumo será menor quanto mais digestivo for o alimento, porém em rações de alta digestibilidade, ricas em concentrados e com baixo teor de FDN, o consumo animal será favorecido em relação às dietas de baixa qualidade (VAN SOEST, 1994).

Em dietas animais desbalanceadas, com baixa disponibilidade de compostos nitrogenados, e com elevado teor em FDN, o suprimento de proteína degradável no rúmen é limitante para o crescimento microbiano, a digestão da parede celular fica comprometida e a ingestão de alimentos é reduzida (CARDOSO et al., 2000).

Alguns tratamentos são realizados com o intuito de melhorar a utilização de forrageiras de baixa qualidade. Segundo Pires et al. (2006), os tratamentos podem ser físicos, em que se destacam a

moagem, o tratamento térmico e tratamentos químicos, em que se sobressaem a uréia, a amônia anidra e o hidróxido de sódio (NaOH).

Segundo Tarkov & Feist (1969), o hidróxido de sódio (NaOH) age sobre os componentes da parede celular e causa hidrólise alcalina das ligações covalentes do tipo éster, entre a lignina e os carboidratos estruturais, o que causa a solubilização da hemicelulose e de compostos fenólicos com a diminuição no teor de FDN.

O óxido de cálcio pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis, por inibir o desenvolvimento de leveduras que atuam sobre a massa ensilada, amenizando a perda de valor nutritivo, durante a ensilagem e após a abertura do silo (BALIEIRO NETO et al. 2007).

Conduziu-se este trabalho para avaliar o valor nutritivo do capim-elefante, em estágio de maturação avançado, tratado com óxido de cálcio (cal micropulverizada) e hidróxido de sódio (soda cáustica), e a combinação de ambos em diferentes períodos de tratamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, na cidade de Itapetinga, BA. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com quatro tratamentos e quatro repetições, em que as parcelas foram constituídas pelos tratamentos, com base na matéria natural: sem aditivo

(controle), 3% de CaO, 3% de NaOH, e 1,5% de CaO + 1,5% de NaOH, e as subparcelas, pelos períodos de tratamento (24 e 48 horas), com o total de 32 unidades experimentais.

Utilizou-se capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Napier), em idade de maturação avançada (110 dias de rebrota após corte de uniformização), do campo agrostológico da própria Universidade. No momento do corte, o capim-elefante apresentava uma altura média de 2,5 m, e foi picado a 2,0 cm em ensiladeira estacionária.

O material foi homogeneizado manualmente e, em seguida, foram adicionados os respectivos aditivos com base na matéria natural, e 2,0 kg do material tratado, foram acondicionados em baldes plásticos com capacidade para 10 l não compactados, sem vedação, com permanência em ambiente coberto e ventilado, à temperatura ambiente, de acordo com os períodos dos tratamentos.

Após os períodos de tratamento, foram coletadas amostras e pré-secas em estufa de 55°C por 72 horas e moídas a 1 mm. Posteriormente, essas amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina e cinza, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2005).

A digestibilidade *in situ* ruminal da matéria seca, foi também avaliada por 48 horas, em um novilho Holandês/Zebu castrado, de peso corporal médio de 240 kg e fistulado no rúmen, que foi mantido em regime extensivo em pasto de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*).

As amostras do capim-elefante foram moídas em peneiras (1 mm) e colocadas

em sacos de TNT, de 5 x 5 cm de dimensão, na quantidade aproximada de 1g de matéria seca por saco. Os sacos de TNT foram fechados com auxílio de uma seladora e colocados no rúmen, fixados por uma corrente de metal de 50 cm de comprimento, o que permitiu movimentação do material na parte ventral do rúmen, presa a tampa da cânula por uma das extremidades. Os sacos permaneceram incubados por 48 horas e, em seguida, foram retirados e lavados manualmente em água corrente até a retirada de todo resíduo ruminal. Posteriormente, realizou-se secagem em estufa, com ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Após esse período, os sacos foram pesados para o cálculo da digestibilidade da matéria seca (DMS).

Os resultados foram interpretados por meio de análise de variância, e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito ($P < 0,05$) de compostos alcalinos, de períodos, nem de interação, para as variáveis matéria seca (MS) e proteína bruta (PB). A constância nos teores de MS (35,8%) pode ser devido ao alto valor apresentado pelo capim-elefante no momento do tratamento, o que dificultou a perda de umidade, e fez com que os valores ficassem constantes, mesmo após 48 horas de tratamento (Tabela 1).

Pereira Filho et al. (2003), avaliou o efeito do hidróxido de sódio sobre o feno

de jurema-preta, e verificaram que o acréscimo de uma unidade de NaOH na solução proporcionou queda de 0,273 unidades no teor de MS. Segundo os autores, essa relação pode estar associada ao caráter higroscópico da solução de NaOH, que proporciona pequena e gradativa diminuição no teor de matéria seca, o que pode explicar a manutenção dos teores de MS observados neste trabalho.

Para PB, como era de se esperar, os valores foram constantes (2,7%), uma vez que não foi adicionada nenhuma fonte de

nitrogênio que pudesse elevar o seu teor, ao contrário de forragens quando são tratadas com outros produtos alcalinos como uréia ou amônia anidra, que possuem, em sua composição, o nitrogênio, e, por isso, aumenta o teor de PB. De acordo com Madrid et al. (1998), a ação do NaOH sobre a deslignificação da hemicelulose e da celulose da parede celular não deve alterar a concentração de PB, o que diferencia-se de outros produtos alcalinos, como a amônia ou a uréia, que incorporam nitrogênio não protéico ao material tratado.

Tabela 1. Teores de matéria seca e de proteína bruta do capim-elefante tratado com óxido de cálcio (CaO), hidróxido de sódio (NaOH) e CaO+NaOH

Período (horas)	Tratamento				Média
	Sem aditivo	3% CaO	3% NaOH	1,5% CaO + 1,5% NaOH	
Matéria seca (% da MS)					
24	35,2	36,3	35,5	35,6	35,7 ^A
48	35,5	36,2	36,0	35,9	35,9 ^A
Média	35,4 ^a	36,3 ^a	35,7 ^a	35,8 ^a	-
CV (%)	1,2	-	-	-	-
Proteína bruta (% da MS)					
24	2,8	2,6	2,7	2,7	2,7 ^A
48	2,8	2,7	2,8	2,7	2,7 ^A
Média	2,8 ^a	2,7 ^a	2,8 ^a	2,7 ^a	-
CV (%)	8,14	-	-	-	-

^{a, A}Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para FDN e FDA, observou-se diminuição (P<0,05) quando os tratamentos químicos foram aplicados, o que promoveu uma maior redução no período de 48 horas (Tabela 2). Essa redução na FDN é resultado da solubilização parcial dos constituintes da

parede celular, pois o efeito de produtos alcalinos sobre volumosos de baixa qualidade normalmente ocorre pela solubilização parcial da hemicelulose e pela expansão da celulose. Isso facilita o ataque dos microrganismos do rúmen à

parede celular (VAN SOEST, 1994), com consequente aumento na digestibilidade. Nolte et al. (1987) trabalharam com palha de trigo tratada com solução alcalina de 4% de NaOH, e verificaram decréscimo nos teores de FDN, FDA e lignina. Balieiro Neto et al. (2007), avaliaram o efeito do óxido de cálcio (0,5, 1 e 2%) na ensilagem de cana-de-açúcar no momento da abertura e após três, seis e nove dias, observaram FDN e FDA da silagem controle superiores aos das silagens com aditivos em todos os momentos, e deduziram, assim, que a hidrólise alcalina sobre a fibra ocorre de forma rápida.

Os resultados referentes aos teores de celulose, hemicelulose, lignina e cinza com os respectivos coeficientes de variação, são apresentados na Tabela 3. Houve efeito ($P < 0,05$) de aditivos e de período para a celulose, enquanto, para hemicelulose e cinza o efeito foi apenas de aditivo. Compostos alcalinos agem na desestruturação dos complexos lignocelulósicos, que solubilizam a hemicelulose e aumentam a digestibilidade da celulose pela expansão da fração fibrosa (KLOPFENSTEIN, 1978).

Tabela 2. Teores de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido do capim-elefante tratado com óxido de cálcio (CaO), hidróxido de sódio (NaOH) e CaO+NaOH

Período (horas)	Tratamento				Média
	Sem aditivo	3% CaO	3% NaOH	1,5% CaO + 1,5% NaOH	
Fibra em detergente neutro (% da MS)					
24	86,4	80,7	81,9	81,2	82,6 ^A
48	83,3	78,7	78,5	79,1	79,9 ^B
Média	84,8 ^a	79,7 ^b	80,2 ^b	80,1 ^b	-
CV (%)	1,7	-	-	-	-
Fibra em detergente ácido (% da MS)					
24	64,4	58,7	60,9	60,4	61,1 ^A
48	61,0	57,6	56,7	57,7	58,3 ^B
Média	62,7 ^a	58,2 ^b	58,8 ^b	59,1 ^b	-
CV (%)	2,5	-	-	-	-

^{a,b,A,B}Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teor de celulose, hemicelulose, lignina e cinza do capim-elefante tratado com óxido de cálcio (CaO), hidróxido de sódio (NaOH) e CaO+NaOH

Período(horas)	Tratamento				Média
	Sem aditivo	3% CaO	3% NaOH	1,5% CaO + 1,5% NaOH	
Celulose (% da MS)					
24	52,0	47,2	49,3	48,9	49,3 ^A
48	48,9	46,8	45,5	46,4	46,9 ^B
Média	50,5 ^a	47,0 ^b	47,4 ^b	47,6 ^b	
CV (%)	2,7				
Hemicelulose (% da MS)					
24	22,0	22,0	21,0	20,8	21,4 ^A
48	22,3	21,1	21,8	21,3	21,6 ^A
Média	22,1 ^a	21,6 ^{ab}	21,4 ^{ab}	21,1 ^b	-
CV (%)	3,4	-	-	-	-
Lignina (% da MS)					
24	11,3	9,9	10,4	10,0	10,4 ^A
48	10,2	10,0	9,3	9,9	9,9 ^A
Média	10,7 ^a	10,0 ^a	9,9 ^a	9,9 ^a	-
CV (%)	,4	-	-	-	-
Cinza (% da MS)					
24	5,2	8,7	7,9	7,8	7,4 ^A
48	5,3	8,1	7,5	6,9	7,2 ^A
Média	5,2 ^b	8,4 ^a	7,7 ^a	7,6 ^a	-
CV (%)	11,1	-	-	-	-

^{a,b,A,B}Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O tratamento com 1,5% CaO + 1,5% NaOH apresentou o menor teor de hemicelulose. Já, para a celulose, os tratamentos com presença dos aditivos, independente da fonte, foram semelhantes entre si e inferiores ao tratamento sem aditivo. Os resultados expressos da hemicelulose foram de pouca consistência, e podem estar relacionados à estimativa da hemicelulose, já que é obtida a partir da diferença do FDN e FDA (VAN SOEST, 1994).

A hemicelulose pode ser superestimada, pela recuperação de proteína da parede celular, ou subestimada, por dissolver

pectina e considerar toda sílica solúvel (PEREIRA FILHO et al., 2003).

Não houve alteração ($P < 0,05$) da lignina, independente do aditivo ou período. Mesmo não alterando o teor de lignina, o uso de produtos alcalinos normalmente beneficia a digestibilidade da fração fibrosa. Esse fato foi observado por Ezequiel et al. (2005), verificaram aumento de 219,2; 44,3 e 68,7% para as digestibilidades de cana-de-açúcar *in natura*, cana-de-açúcar hidrolisada e cana-de-açúcar hidrolisada fenada, respectivamente, e observaram melhorias no aproveitamento da fração fibrosa dos

alimentos tratados com produtos alcalinos. Segundo os autores, os maiores benefícios do tratamento ocorrem com a solubilização da hemicelulose, e não com redução da lignina, e ocasionam aumento na digestão da fibra, em decorrência de quebra nas ligações entre lignina e hemicelulose, ou da celulose sem remoção da lignina.

Com a adição dos aditivos, houve aumento nos valores de cinza, em comparação ao material sem aditivo (Tabela 3). Segundo Pereira Filho et al. (2003), o resíduo mineral, deixado pelo NaOH, aumentou consideravelmente a matéria mineral, o que provavelmente ocorreu com a presença do óxido de cálcio. Pires et al. (2006), trabalharam

com bagaço de cana-de-açúcar tratado com doses crescentes de NaOH, e observaram que o teor de sódio (Na) aumentou linearmente com o aumento das doses de NaOH. Segundo os autores, esse fato se deve ao significativo teor de Na do hidróxido.

A adição de aditivos no capim-elefante proporcionou aumento ($P < 0,05$) da digestibilidade *in situ* da MS (Figura 1), como consequência da diminuição da fibra no capim. Pires et al. (1999) explicam o aumento da digestibilidade como resultado da solubilização parcial da hemicelulose e da expansão da celulose, o que facilita o ataque de microorganismos da parede celular.

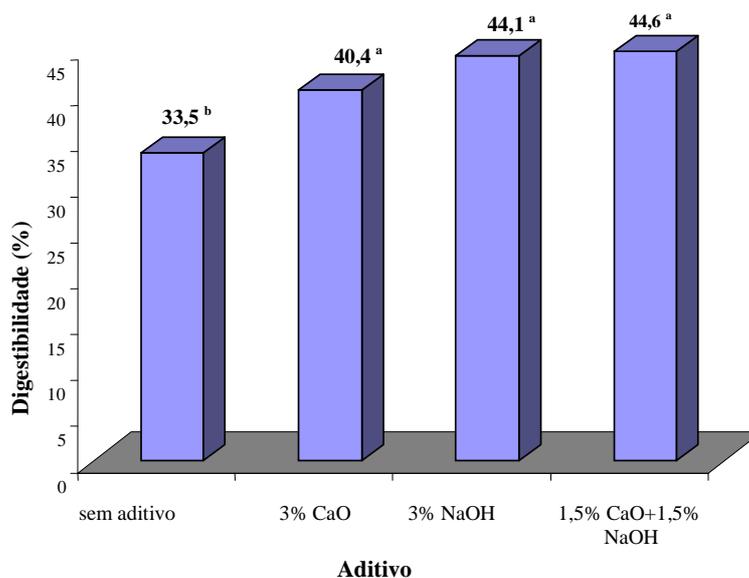


Figura 1. Digestibilidade do capim-elefante tratado com óxido de cálcio (CaO), hidróxido de sódio (NaOH) e CaO+NaOH com base na matéria natural (MN)

Ezequiel et al. (2005), estudaram o efeito do tratamento alcalino da cana-de-açúcar com NaOH (1,5% de NaOH) sobre a digestibilidade total, e observaram que o

tratamento influenciou positivamente a digestibilidade das frações fibrosas, com melhor aproveitamento da fibra da dieta, talvez disponibilizando mais energia para

estímulo do crescimento microbiano, com elevação do aporte de proteína para os intestinos.

Manzano et al. (2000), avaliaram a digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com inúmeros reagentes químicos, acompanhados ou não de tratamento físico, e encontraram valores de 32,4; 48,7 e 62,4% para DIVMS sem tratamento, com 2% de Na₂S + 3% de NaOH e 4% de Na₂S + 4% de NaOH, respectivamente. Assim demonstraram a influência do tratamento alcalino, no caso do NaOH, sobre o bagaço de cana-de-açúcar, pra melhorar sua digestibilidade.

O capim-elefante em estágio de maturação avançado tratado com óxido de cálcio e hidróxido de sódio reduz as frações fibrosas e aumenta a digestibilidade *in situ* da matéria seca do mesmo, para melhorar, assim, seu valor nutritivo. Os resultados mais expressivos são obtidos quando há tratamento com hidróxido de sódio por 48 horas.

REFERÊNCIAS

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007. [Links].

CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; COSTA, M.A.C.; OLIVEIRA, R.V. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000. [Links].

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; PEREIRA, E.M.O.; FATURI, C.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; FEITOSA, J.V. Processamento da cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1704-1710, 2005. [Links].

KLOPFENSTEIN, T.J. Chemical treatment of crops residues. **Journal of Animal Science**, v.46, n.3, p.841-848, 1978. [Links].

MADRID, J.; HERNÁNDEZ, F.; PULGAR, M.A.; CID, J.M. Effects of citrus by-product supplementation on the intake and digestibility of urea + sodium hydroxide-treated barley straw in goats. **Small Ruminant Research**, v.28, p.241-248, 1998. [Links].

MANZANO, R.P.; FUKUSHIMA, R.S.; GOMES, J.D.F.; GARIPPO, G. Digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com reagentes químicos e pressão de vapor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1196-1204, 2000. [Links].

NOLTE, M.E.; CLINE, J.H.; DEHORITY, B.A.; LOERCH, S.C.; PARKER, C.F. Treatment of wheat straw with alkaline solutions prepared from wood ashes to improve fiber utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.64, n.3, p.669-677, 1987. [Links].

PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; SILVA, A.M.A.; CEZAR, M.F.; AMORIM, F.U. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de jurema-preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.70-76, 2003. [Links].

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.;
CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.;
BERNADES, T.F. Bagaço de cana-de-
açúcar tratado com hidróxido de sódio.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.35,
n.3, p.953-957, 2006. [Links].

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; CECON,
P.R.; NEIVA, J.N.M.; SARMENTO, P.
Amonização da quirera de milho com alta
umidade. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.28, n.6, p.1186-1193, 1999.
[Links].

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises
Estatísticas no SAEG** (Sistema de
análises estatísticas e genéticas). Viçosa,
MG: UFV, 2005. 301p. [Links].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise
de alimentos**: métodos químicos e
biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2005.
[Links].

TARKOV, H.; FEIST, W.C. A
mechanism for improving the digestibility
of lignocelulosic materials with dilute
alkali and liquid ammonia. **Advances in
Chemistry Series**, v.95, n.1, p.197-218,
1969. [Links].

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology
of the ruminant**. New York: Cornell
University Press, 1994. 476p. [Links].

Data de recebimento: 26/08/2008

Data de aprovação: 19/08/2009