

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FENO DE *Brachiaria brizantha* CV. MARANDU TRATADO COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE URÉIA E DE ÁGUA

BENEVAL ROSA¹, HÉLIO DE SOUZA² E KÊNIA FERREIRA RODRIGUES³

¹ Professor do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG, Caixa Postal 131. 74 001-970 Goiânia-GO. (beneval@vet.ufg.br)

² Aluno do Curso de Especialização em Nutrição Animal da Faculdade de Agronomia da UNITINS, Campus de Gurupi-TO.

³ Professora do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UNITINS, Campus de Gurupi-TO.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de diferentes quantidades de uréia e de água em feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, colhido após a queda das sementes. O feno foi confeccionado em junho de 1997 e amonizado em setembro de 1997. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3x3, sendo os fatores 20, 30 e 40% de água adicionada e 2, 4 e 6% de uréia na base da matéria seca. Não se verificou consistência para os tratamentos quanto aos teores médios de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Amonização, FDA, FDN, MO e PB.

Observou-se que o conteúdo médio de nitrogênio total aumentou com doses crescentes de uréia e decresceu com o aumento da quantidade de água adicionada no feno. Não se verificaram diferenças significativas entre os teores médios de FDN e de hemicelulose em todos os tratamentos. Por outro lado, as doses de 4 e 6% de uréia com 40 % de água adicionada permitiram os menores teores médios de FDA. Nas condições do presente trabalho, pode-se recomendar adição de 4% de uréia e de 20% de água.

SUMMARY

CHEMICAL COMPOSITION OF *Brachiaria Brizantha* C.V. MARANDU TREATED WITH DIFFERENT LEVELS OF UREA AND WATER

The objective of this experiment was to evaluate the addition effects of different contents of urea and water added in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu hay, harvested after seeds fall. The hay was harvested in June, 1997, and ammoniated in September, 1997. A completely randomized blocks design was used, with three replications, in 3x3 factorial scheme. The factors were 20, 30 and 40% of water added and 2, 4 and 6% of urea in the dry matter base. There was no difference among the treatments for the average

contents of organic matter. The average content of total nitrogen increased with the crescent urea and decreased when there was an increase of water added in the hay. There were not significant differences between the average of NDF and hemicelulose in all the treatments. The 4 and 6% of urea added with 40% of water reduced the ADF content. For this research condition, it can be recommended 4% of urea and 20% of the addition water.

KEY WORDS: Ammoniation, ADF, CP, NDF, OM.

INTRODUÇÃO

Em função das ações sazonais no crescimento de forrageiras que ocorrem no Brasil, uma

das opções para o aproveitamento mais eficiente da matéria seca disponível no período chuvoso é a fenação, que, além de permitir a produção de volumosos de alta qualidade para uso na época de

escassez de alimentos, torna-se uma técnica complementar ao manejo das pastagens e dos campos de produção de sementes (Rosa, 1996).

Sabe-se, entretanto, que nesta época a precipitação pluviométrica é um fator limitante na produção de feno, o que leva o produtor a ferrar as gramíneas na época seca do ano.

É fato reconhecido que a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é, dentre as forrageiras cultivadas, a que ocupa maior área de pastagens no Estado do Tocantins, na atualidade. Pode-se recomendá-la como alternativa para cerrados de média a boa fertilidade. Isso se justifica pela alta produção e pelo excelente valor forrageiro, tornando viável sua utilização nas fases de desmama e engorda de bovinos, e também por sua alta resistência às cigarrinhas-das-pastagens, sendo indicada como alternativa em locais de alta incidência da praga ou para grandes extensões cultivadas com *Brachiaria decumbens* Stapf. De maneira geral, os fenos produzidos são de média a baixa qualidade, independente da idade ou época em que as plantas são cortadas, sendo caracterizados por altos teores de componentes da fração fibrosa, por baixo conteúdo de proteína e energia digestível, por lentas taxas de fermentação dos carboidratos estruturais e, conseqüentemente, por consumo voluntário deficiente.

A parede celular das plantas forrageiras é a principal fonte de energia para ruminantes e o seu conteúdo é, nutricionalmente, importante porque as plantas com altos teores de componentes da fração fibrosa apresentam baixos valores de digestibilidade e de consumo (Chiquete et al., 1992; Wilson, 1994). A parede celular é composta, basicamente, de lignina e dos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, que são geralmente degradados a taxas menores do que as dos componentes solúveis (conteúdo celular). As estruturas da hemicelulose e da celulose são interligadas por pontes de hidrogênio, que, após a hidrólise da primeira, tornam a estrutura da celulose mais livre, portanto, mais suscetível à ação dos microrganismos do rúmen. Além disso, as ligações químicas entre a lignina e a hemicelulose são do tipo éster, portanto mais fáceis de serem rompidas do que as do tipo éter, existentes entre a lignina e a celulose

(Lau & Van Soest, 1981).

A elevação do valor nutritivo da forragem de baixa qualidade é possível através de tratamentos (biológicos, físicos e químicos), cujo objetivo principal é torná-la mais aproveitável através da facilitação da ação das enzimas dos microrganismos existentes no rúmen. O enriquecimento da forragem com alguns nutrientes pode também contribuir para a eficiência de sua utilização (Reis et al., 1995; Rosa, 1996).

Uma alternativa viável é o tratamento dos fenos de baixa qualidade com produtos químicos testados nos últimos anos (Berger et al., 1994), sendo os principais aqueles que utilizam agentes hidrolíticos e oxidantes. Dentre os produtos hidrolíticos, têm-se utilizado a amônia anidra (NH_3) e a uréia como fonte de amônia (Sundstol, 1983/1984; Reis et al., 1995; Rosa, 1996). Em algumas regiões, o tratamento com NH_3 tem recebido maior atenção devido a sua praticabilidade pelos fazendeiros. Em outras, a disponibilidade de NH_3 , o preço ou a deficiência de transporte adequado têm limitado a aplicação de NH_3 em fenos. A uréia, também, vem sendo usada como fonte de amônia para o tratamento de forragens de baixa qualidade (Dolberg et al., 1992; Schiere & Nell, 1993).

O tratamento de forragens com uréia é o resultado de dois processos que ocorrem simultaneamente no interior da massa de forragem a ser tratada: a ureólise que transforma a uréia em amônia e o subsequente efeito produzido pela amônia nas paredes celulares da forragem (Chenost & Besle, 1993).

A ureólise é uma reação enzimática que requer a presença da enzima urease no ambiente de tratamento. As condições físico-químicas de tratamento, isto é, umidade e temperatura e suas interações, devem favorecer a atividade das enzimas. Os resultados de trabalhos experimentais e práticos realizados até o presente momento mostram que a umidade não deve ser inferior a 30% nem superior a 60% (Williams et al., 1984; Ramana & Krishna, 1990; Brown & Adjei, 1995; Joy et al., 1995). Por outro lado, a temperatura não é uma preocupação nas condições de climas tropicais, sendo que, na faixa de 20 a 45° C, a ureólise pode ser completada após uma semana

ou mesmo 24 horas. A atividade ureática, entretanto, é severamente reduzida ou mesmo não ocorrendo em locais com temperaturas na faixa de 5 a 10° C.

Os fatores que asseguram um bom tratamento alcalino são, logicamente, os mesmos para o tratamento com NH_3 . Em estudo detalhado sobre os fatores do tratamento alcalino, Sundstol & Owen (1984) consideram umidade, temperatura, e suas interações como os parâmetros supostos já encontrados para uma boa ureólise e favorecem também o tratamento alcalino. Todavia, a duração, o tipo de forragem e, acima de tudo, a dose de NH_3 (devido à uréia) e suas interações terão de ser levadas em consideração com muito mais atenção.

As informações das quantidades exatas de umidade ou de uréia requeridas para um tratamento ótimo, no sentido de melhorar o valor nutritivo da forragem, variam muito. Na prática, há uma ampla faixa de níveis de umidade e de uréia usados, dependendo sobretudo das espécies forrageiras, da maturidade das mesmas, do método de armazenamento e de outros fatores (Brown & Adjei, 1995).

A aplicação de uréia é um método mais seguro do que aqueles que requerem a manipulação da amônia anidra, entretanto os resultados têm sido variáveis.

O efeito da amonização sobre a estrutura da fibra dos volumosos inclui a solubilização da hemicelulose, o aumento da digestão dessa e a da celulose, em razão da expansão da fração fibrosa (Jackson, 1977; Klopfenstein, 1978). A celulose se expande quando tratada com agentes alcalinos, o que reduz as ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, as quais ligam moléculas de celulose (Jackson, 1977). Parte da lignina e sílica é dissolvida durante a amonização e as ligações intermoleculares do tipo éster entre o ácido urônico da hemicelulose e da celulose são também rompidas (Van Soest, 1994).

As modificações quantitativas e qualitativas que a amonização promove nas frações de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de hemicelulose, celulose e de lignina são relatadas em diversos trabalhos de

pesquisa (Reis et al., 1995; Brown & Adjei, 1995; Rosa, 1996).

Conforme Sundstol et al. (1978) e Sundstol (1983/1984), os resultados da amonização sobre os teores de FDA, de celulose e de lignina não são consistentes.

O aumento dos teores de nitrogênio total é comum em todas as pesquisas sobre amonização de forragens de baixa qualidade. Os valores de N total podem ser aumentados de 0,8 a 1,0 unidade percentual com o tratamento, o que representa um aumento de 5-6 unidades percentuais no conteúdo de proteína bruta. Trabalhos conduzidos com feno de gramíneas, em condições de clima tropical, mostraram elevação nos teores de N total (Reis et al., 1995; Rosa, 1996).

Na avaliação dos teores de N, em volumosos amonizados, é necessário realizar a aeração da forragem amonizada durante dois a três dias após a abertura das medas, para que ocorra a volatilização da amônia que não reagiu e, assim, diminua a rejeição pelos animais em função do odor (Reis & Rodrigues, 1994). Pode-se afirmar que aproximadamente 50% do N adicionado no processo de amonização são efetivamente fornecidos aos animais.

A retenção de N aplicado varia em função da quantidade de uréia adicionada e com o conteúdo de umidade da forragem, registrando-se maiores valores com o uso de doses menores de uréia (Reis & Rodrigues, 1994; Rosa, 1996).

Como consequência da amonização, ocorre ainda aumento nos teores de nitrogênio não-proteico (NNP), de acordo com Brown (1995) e Rosa (1996). Assim, o volumoso passa a ser uma fonte de NNP para síntese de proteína pelos microrganismos do rúmen (Horton & Steacy, 1979), desde que haja energia disponível.

O tratamento com amônia produzida pela uréia é mais adaptado às condições do pequeno produtor, tanto para o tratamento individual ou coletivo, podendo ser aplicado em pequena grande escala.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de diferentes proporções de uréia e de água em feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhido no estágio de maturação das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido nas dependências do Colégio Agropecuário de Natividade, na região sudeste do Estado do Tocantins, com o feno de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf) cv. Marandu, implantado em solo de textura média, sem correção com calcário e com adubação no plantio, em novembro de 1996.

O feno foi confeccionado em junho de 1997, após a queda das sementes, e a amonização foi realizada em setembro.

Para a fenação, foram observadas todas as recomendações técnicas. O feno foi enfardado em fardos retangulares com peso médio de 13,13 kg e apresentou a seguinte composição química: matéria seca (MS)=84,8%; proteína bruta (PB)=6,2%; fibra em detergente neutro (FDN)=81,4%; fibra em detergente ácido (FDA)=45,70% e hemicelulose (HEM)=35,70%.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3x3, sendo os fatores 20, 30 e 40% de água adicionada e 2, 4 e 6% de uréia na base da matéria seca.

O processo consistiu na colocação de um fardo dentro de um saco de polietileno preto, sendo em seguida aplicadas as respectivas quantidades de uréia e de água para cada fardo. Posteriormente, as bocas dos sacos foram amarradas com barbantes, permanecendo durante 30 dias expostos ao sol.

Decorridos os 30 dias, os sacos foram abertos e os fardos ficaram expostos ao sol por dois dias, quando foram desamarrados e colhidas amostras de cada fardo (em média 1 kg/fardo), colocadas em sacos plásticos hermeticamente vedados e enviados para determinação do nitrogênio total, da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), da hemicelulose (FDN-FDA), da matéria mineral (MM) e da matéria orgânica (MO), conforme as recomendações de Silva (1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação das cinzas ou matéria mi-

neral foi realizada apenas com o objetivo de determinar a matéria orgânica do feno nos diferentes tratamentos (Tabela 1).

Houve interação ($P < 0,05$) para teores médios de matéria orgânica entre as doses de uréia e de água adicionadas no feno (Tabela 2), entretanto não houve consistência nos tratamentos, possivelmente por contaminações por terra durante a confecção do mesmo, já que também não houve consistência nos resultados da matéria mineral.

TABELA 1. Teores médios de matéria mineral (MM) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A20%	A30%	A40%	Médias
U2%	6,26aA	4,91bC	5,45bB	5,54
U4%	5,32bC	5,86aB	6,33aA	5,83
U6%	5,31bB	5,46aB	6,50aA	5,76
Médias	5,63	5,41	6,09	
C. V. (%) = 3,50				

A = água adicionada (20, 30 e 40%)

U = uréia (2, 4 e 6% na MS)

* Médias seguidas de letras iguais indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). As letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e as minúsculas nas colunas.

TABELA 2. Teores médios de matéria orgânica (MO) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A20%	A30%	A40%	Médias
U2%	93,54bC	95,09aA	94,55aB	94,40
U4%	94,68aA	94,14bB	93,67bC	94,30
U6%	94,69aA	94,70aA	93,50bB	94,16
Médias	94,30	94,64	93,90	
C. V. (%) = 0,23				

A = água adicionada (20, 30 e 40%)

U = uréia (2, 4 e 6% na MS)

* Médias seguidas de letras iguais indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). As letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e as minúsculas nas colunas.

Houve interação ($P < 0,05$) entre doses de água e de uréia. A Tabela 3 mostra que o conteúdo médio de nitrogênio total aumentou ($P < 0,05$) com o aumento das doses crescentes de uréia e decresceu com o aumento da quantidade de água

adicionada. Comportamento semelhante foi observado por Ramana & Krishna (1990), Brown & Adjei (1995) e Joy et al. (1995), avaliando doses crescentes de uréia e adição de água na amonização de volumosos de baixa qualidade. Reis et al. (1995) verificaram aumento do conteúdo de proteína bruta de 25 para 108 g/kg de MS, respectivamente, para o feno de Marandu não tratado e amonizado com 5,4% de uréia com base na matéria seca. No presente trabalho, os altos conteúdos médios do nitrogênio total talvez possam ser atribuídos à presença de uréia não hidrolisada nas amostras colhidas para análise no laboratório. Tal fato pode ser decorrente da baixa atividade da urease do feno, o que resultou em alto teor de NNP proveniente da uréia, em virtude da pequena perda de N na forma de amônia. A metodologia adotada pode não ter permitido a reconstituição dos teores de umidade de 20, 30 e 40% proposta no trabalho.

TABELA 3. Conteúdos médios de nitrogênio total (g/kg de MS) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A20%	A30%	A40%	Médias
U2%	18,87cA	14,77cB	12,33cC	14,65
U4%	21,17bA	18,13bB	14,17bC	17,86
U6%	29,60aA	26,60aB	22,23aC	26,14
Médias	22,58	19,83	16,24	
C. V. (%) = 2,47				

A = água adicionada (20, 30 e 40%)

U = uréia (2, 4 e 6% na MS)

* Médias seguidas de letras iguais indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). As letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e as minúsculas nas colunas.

Embora tenha ocorrido redução nos teores médios de FDN, não houve interação ($P > 0,05$) entre proporções de uréia e de água adicionadas nem entre as médias nos diferentes tratamentos (Tabela 4). É importante considerar que os volumosos não respondem de maneira uniforme ao processo de amonização. Geralmente tem sido demonstrado que aqueles de baixa qualidade inicial têm maior resposta à amonização (Sundstol & Coxworth, 1984). Além disso, fatores como o conteúdo de umidade e a atividade da urease proveniente da planta exercem in-

fluência acentuada na resposta à aplicação de uréia (Williams et al., 1984; Dolberg, 1992). Além dos fatores enumerados, as características químicas como índice de saponificação e poder tampão exercem influência acentuada sobre as alterações na fração fibrosa dos volumosos tratados (Reis et al., 1995). No presente estudo, provavelmente a utilização da uréia resultou em menor liberação de amônia para reagir com a fração FDN (Tabela 4). Possivelmente a hidrólise da uréia não tenha sido suficiente para que o processo da quebra das ligações do tipo éster e das pontes de hidrogênio fosse mais eficientes.

Não houve interação ($P < 0,05$) entre doses crescentes de uréia e de água adicionada em relação aos teores médios de FDN. Embora os teores médios de FDN encontrados sejam inferiores ao do feno original, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4).

TABELA 4. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A20%	A30%	A40%	Médias
U2%	76,27	76,80	73,21	75,42a
U4%	78,10	79,83	76,03	77,99a
U6%	76,83	75,23	73,63	75,90a
Médias	77,07a	77,29a	74,96 ^a	
C. V. (%) = 3,28				

A = água adicionada (20, 30 e 40%)

U = uréia (2, 4 e 6% na MS)

* Médias seguidas de letras iguais indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). As letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e as minúsculas nas colunas.

Houve interação ($P < 0,05$) entre doses de uréia e de água adicionadas em relação aos teores médios de FDA, sendo que as doses de 4 e 6% com 40% de água permitiram maior redução dos teores médios de FDA (Tabela 5). Os dados de outras pesquisas (Reis et al., 1995; Rosa, 1996) não mostraram consistência quanto ao efeito da amonização sobre a redução dos teores de FDA.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre doses de uréia e de água adicionadas quanto aos teores médios de hemicelulose. Embora tenha ocorrido

uma tendência de redução nos teores médios de hemicelulose em relação ao feno original, não houve diferenças ($P>0,05$) entre os diferentes tratamentos (Tabela 6). Os trabalhos de pesquisa (Reis et al., 1995; Rosa, 1996) mostram solubilização da hemicelulose com a amonização. Possivelmente, neste caso, os resultados não foram tão satisfatórios em virtude de uma baixa hidrólise da uréia.

TABELA 5. Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A20%	A30%	A40%	Médias
U2%	44,53bA	45,20bA	43,40aA	44,35
U4%	48,03aA	48,73aA	42,77aB	46,51
U6%	45,87abA	44,70bA	41,90aB	44,16
Médias	46,14	46,21	42,69	
C.V. (%)=2,85				

A= água adicionada (20, 30 e 40%) U= uréia (2, 4 e 6% na MS)
* Médias seguidas de letras iguais indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$). As letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e as minúsculas nas colunas.

TABELA 6. Teores médios de hemicelulose (HEM) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A20%	A30%	A40%	Médias
U2%	31,73	31,60	29,80	31,04a
U4%	30,07	31,10	33,27	31,48a
U6%	30,97	30,53	33,73	31,74a
Médias	30,92a	31,08a	32,27a	
C.V. (%)=7,41				

A= água adicionada (20, 30 e 40%) U= uréia (2, 4 e 6% na MS)
* Médias seguidas de letras iguais indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$). As letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e as minúsculas nas colunas.

CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, pode-se recomendar a adição de 4% de uréia e 20% de água para tratar o feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Todavia, em função dos aspectos

práticos desta técnica, novas pesquisas devem ser desenvolvidas para o seu aprimoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGER, L. L., FAHEY JR, G. C., BOURQUIM, L. O. et al. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY JR, G.C. *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 922-966.
- BROWN, W. F. Maturity and ammoniation effects on the feeding value of tropical grass hay. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 66, n. 9, p. 2224-2232, 1988.
- BROWN, W. F. & ADJEI, M. Urea treatment to improve the nutritional value of tropical forages. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS, Gainesville, 1995. *Proceedings...* Gainesville: University of Florida, 1995. p. 71-77.
- CHENOST, M. & BESLE, J. M. Ammonia treatment of crop residues via ureolysis: some reflection on the treatment and on the utilization of the treated material. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INCREASING LIVESTOCK PRODUCTION THROUGH UTILIZATION OF FARM AND LOCAL RESOURCES, Beijing, China, 1993. *Proceedings...* Beijing, China, 1993. p. 153-171.
- CHIQUETE, J., FLIPO, P. M. & VOINET, C. M.. Effect of ammoniation and urea addition on chemical composition and digestibility of mature timothy hay, and rumen fluid characteristics of growing steers. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 72, p. 299-308, 1992.
- DOLBERG, F. Progressos na utilização de resíduos de culturas tratadas com uréia-amônia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras: ESAL, 1992.
- HORTON, G. M. J. & STEACY, G. M. Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 48, n. 5, p. 1239-1249, 1979.

- JACKSON, M. G. Review article: the alkali treatment of straws. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.
- JOY, M., ANDUEZA, J. D. y MUÑOZ. Influencia de la dosis de urea y de la humedad en el tratamiento con urea en cañote de maíz. In: JORNADAS SOBRE PRODUCCION ANIMAL, 7., Zaragoza, España, 1995. *Anales...* Zaragoza, España:Asociacion Interprofesional para el Desarrollo Agraria, 1995. p. 36-38.
- KLOPFENSTEIN, T. J. Chemical treatment of crops residues. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 46, n. 3, p. 841-848, 1978.
- LAU, M. M. & VAN SOEST, P. J. Titratable groups and soluble phenolic compounds as indicators of the digestibility of chemically treated roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 6, n. 1-2, p. 123-131, 1981.
- RAMANA, J. V. & KRISHNA, N. Chemical composition of pearl millet straw during ammoniation. *Indian Journal of Animal Science*, Rajendranagar, v. 60, n. 4, p. 496-497, 1990.
- REIS, R. A. & RODRIGUES, L. R. A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS. Campinas, 1994. *Anais...* Campinas: CBNA, 1994. p. 89-105.
- REIS, R. A., RODRIGUES, L. R. A. e PEDROSO, P. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de volumosos de baixa qualidade. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v. 24, n. 4, 1995.
- ROSA, B. *Valor nutritivo do feno de Brachiaria decumbens Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia*. Jaboticabal, 1996. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- SCHIERE, J. B. & NELL, A. J. Feeding of urea treated straw in the tropics. I. A review of its technical principles and economics. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 43, n. 1-2, p. 135-147, 1993.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2 ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1990. 165p.
- SUNDSTOL, F. Ammonia treatment of straws: methods for treatment and feeding experience in Norway. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 173-187, 1983/84.
- SUNDSTOL, F. & COXWORTH, E. M. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F. & OWEN, E. *Straw and others fibrous by-products as feed*. Amsterdam: Elsevier Press, 1984. p. 196-247.
- SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M. & MOWAT, D.N. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoníaco. *Rev. Mund. Zootec.*, Roma, v. 26, n. 1, p. 13-21, 1978.
- SUNDSTOL, F. & OWEN, E. *Straw and other by-products as feed*. Amsterdam: Elsevier, 1984. 604p.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WILLIAMS, P. E. V., INNES, G. M. & BREWER, A. Ammonia treatment of straws via the hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 11, n. 2, p. 103-113, 1984.
- WILSON, J. R. Review: cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 22, n. 2, p. 173-182, 1994.