

Avaliação de Fontes de Amônia para o Tratamento de Fenos de Gramíneas Tropicais. 1. Constituintes da Parede Celular, Poder Tampão e Atividade Ureática

Ricardo Andrade Reis¹, Luis Roberto de Andrade Rodrigues¹, Kléber Tomás de Resende¹,
João Ricardo Alves Pereira², Ana Cláudia Ruggieri³

RESUMO - Avaliaram-se as alterações da fração fibrosa e as características químicas dos fenos de braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens* Stapf) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness Stapf) não-tratados, tratados com uréia (U-5,4% da MS), uréia (UL-5,4% da MS) mais labe-labe (*Lablab purpureus* L. Sweet, cv. Highworth-3,0% da MS) ou amônia anidra (NH₃ -3,0% da MS). O tratamento químico com uréia ou NH₃ aumentou o pH e a digestibilidade *in vitro* verdadeira dos fenos. A amonização não alterou os teores de fibra em detergente ácido e celulose, mas diminuiu os de fibra em detergente neutro, hemicelulose e lignina. O uso do labe-labe como fonte adicional de urease não aumentou a eficiência da uréia no tratamento dos volumosos. As avaliações do conteúdo de umidade, do poder tampão e da atividade ureática são técnicas que podem auxiliar na previsão das respostas dos volumosos à amonização com o uso de uréia.

Palavras-chave: amonização, amônia anidra, composição química, gramíneas tropicais, poder tampão, uréia

Evaluation of Ammonia Sources to Tropical Grasses Hays Treatment. 1. Cell Wall Contents, Buffer Capacity and Urease Activity

ABSTRACT - The experiment was conducted to evaluate the changes on the chemical composition and the *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of the *Brachiaria decumbens* Stapf, jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness Stapf) hays, untreated, treated with urea (5.4% DM), urea (UL-5.4% DM) and lab lab (*Lablab purpureus* L. Sweet, cv. Highworth-3.0% DM); and anhydrous ammonia (NH₃ 3.0% DM). The chemical treatment increased the pH and the *in vitro* digestibility of the hays. Ammoniation did not affect ADF and cellulose contents. The NDF, hemicellulose and lignin contents decreased due to ammoniation with NH₃. The urea utilization had the same efficiency that anhydrous ammonia on the hemicellulose content of the hays. The use of an external source of urease did not affect the urea treatment efficiency. The evaluation of the chemical characteristics of the forages, as the dry matter content, buffering capacity, and urease activity can be helpful on the prediction of their responses to the ammoniation.

Key Words: anhydrous ammonia, buffering capacity, chemical composition, tropical grasses, urea

Introdução

É fato reconhecido que a forragem disponível nas pastagens brasileiras, durante o período seco, não contém todos os nutrientes essenciais, na proporção adequada, para atender integralmente as exigências dos animais em pastejo. Contudo, considerando os aspectos econômicos, as tentativas de se corrigir o desbalanceamento de nutrientes por meio de suplementos protéicos e energéticos são, provavelmente, de valor limitado, excetuando-se o uso de suplementos minerais, a fim de controlar desordens metabólicas. Dessa forma, é de suma importância a utilização de volumosos de alta qualidade durante o período de escassez de forragem. Todavia, deve-se observar que existem dificuldades de ordem climática para a produção de fenos de alto valor

nutritivo durante o verão, bem como é elevado o custo para a confecção de silagens, o que resulta na baixa eficiência de utilização destes recursos forrageiros.

Assim, a utilização de volumosos de baixo valor nutritivo constitui alternativa interessante para amenizar os efeitos da estacionalidade da produção de forragem de alta qualidade. A eficiência de utilização destes volumosos pode ser melhorada com o uso de tratamentos químicos. Entre os produtos químicos mais utilizados no tratamento de volumosos, têm-se os hidróxidos de sódio, potássio, cálcio e amônio, a amônia anidra e a uréia como fonte de amônia (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984; REIS et al., 1991, 1995).

De maneira geral, as respostas à amonização estão relacionadas às características químicas das plantas, como o índice de saponificação, poder tam-

¹ Professor da FCAV/UNESP, 14870-000, Jaboticabal-SP. E.mail: rareis@fcav.unesp.br

² Professor da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 84010-300 - PR.

³ Pesquisadora do Instituto de Zootecnia, 141160-000, Sertãozinho - SP. E.mail: ruggieri@izsp.br

pão e a atividade ureática, que exercem influência acentuada sobre as respostas ao tratamento (MASCARENHAS-FERREIRA et al., 1989; VAN SOEST, 1994). Segundo SUNDSTOL e COXWORTH (1984), as alterações no valor nutritivo de volumosos tratados são mais acentuadas naqueles de baixa qualidade.

Além dos aspectos enumerados, as quantidades de amônia anidra ou uréia aplicadas (SILANIKOVE et al., 1988; REIS et al., 1990; 1995; ROSA et al., 1998), o período de tratamento (REIS et al., 1991), a temperatura (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984; MASON et al., 1989) e o conteúdo de água da planta (WILLIAMS et al., 1984a; 1984b; JOY et al., 1992; HUSSAIN et al., 1996) têm influência acentuada sobre as alterações na composição química dos volumosos tratados.

Trabalhos de pesquisa conduzidos por DIAS-DA-SILVA e GUEDES (1990), SAHNOUNE et al. (1991), JOY et al. (1992), BROWN e ADJEI (1995), com o objetivo de se avaliarem os efeitos da aplicação de uréia como fonte de amônia sobre o valor nutritivo de volumosos, mostram que a adição de uma fonte externa de urease não tem se mostrado eficiente, todavia esta técnica se justificaria com a finalidade de reduzir o tempo de tratamento, bem como a quantidade de água utilizada.

As modificações quantitativas e qualitativas da amonização sobre as frações fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina de fenos de gramíneas tropicais foram relatadas em trabalhos de pesquisa conduzidas por PEREIRA et al. (1993) REIS et al. (1990, 1991, 1995) e ROSA et al. (1998). Conquanto se admita que a amonização promova alterações na composição química da fração fibrosa, resultando em elevação no conteúdo de carboidratos prontamente fermentecíveis, bem como nos teores de nitrogênio total (NT), é de se esperar que o tratamento resulte em acréscimo na digestibilidade e no consumo dos volumosos tratados (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984; VAN SOEST, 1994).

Sem dúvida, uma das principais alterações na composição química da fração fibrosa de volumosos tratados com amônia é a solubilização da hemicelulose, resultando em diminuição no conteúdo de FDN (REIS et al., 1990; 1991). Os dados de estudos que pesquisaram os efeitos da amonização sobre os conteúdos de FDA, celulose e lignina, não foram consistentes (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984; REIS et al., 1990).

Em estudos conduzidos por REIS et al. (1990; 1991) e PEREIRA et al. (1993), utilizando amônia anidra, e REIS et al. (1995) e ROSA et al. (1998), usando amônia anidra e uréia, evidenciaram-se aumentos acentuados na digestibilidade dos fenos de gramíneas tropicais submetidos a amonização.

Deve-se considerar que a determinação, antes do tratamento químico, das características químicas dos fenos de gramíneas tropicais, como o poder tampão, a atividade ureática e o conteúdo de umidade, podem auxiliar na predição das mudanças nos valores de pH, composição química da fração fibrosa, teores de compostos nitrogenados e digestibilidade *in vitro* da matéria seca observados após o tratamento. Assim, a análise conjunta destas informações pode ser usada para se estimarem as alterações no consumo, na digestibilidade *in vivo* e no desempenho animal, ou seja, a qualidade dos fenos tratados.

Dessa forma, este estudo foi conduzido para se determinarem a atividade ureática, o poder tampão, os valores de pH, as alterações na composição química da fração fibrosa e a digestibilidade *in vitro* verdadeira (DIVVMS) dos fenos dos capins braquiária decumbens (*Brachiariaa decumbens* Stapf) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness Stapf), colhidos no estágio de maturação das sementes e submetidos à amonização com produtos químicos e uma fonte vegetal de urease, como forma de predizer as alterações no valor nutritivo destes volumosos.

Material e Métodos

Os capins foram cortados e fenados na Estação Experimental de Sertãozinho, Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo, no período de abril a maio de 1997.

O corte das plantas de todas as espécies forrageiras foi realizado no período de 22 a 30 de abril, quando as mesmas estavam no estágio de maturação das sementes, não sendo constatada a presença de perfilhos mortos.

A desidratação das forrageiras foi realizada em três dias, obtendo-se fenos com 85% de matéria seca. Os fenos foram enfardados em enfardadeira para fardos retangulares, sendo a seguir transportados para a FCAV/UNESP, sendo armazenados em galpões arejados até o tratamento químico.

Os fenos foram tratados com uréia, uréia mais labe-labe (*Lablab purpureus* (L.) Sweet, cv. Highworth) ou amônia anidra, em 07 de maio de 1997.

Para o tratamento dos diferentes volumosos foram confeccionadas pilhas de fardos contendo aproxima-

damente 500 kg cada uma, equivalente a 450 kg de MS.

Os fardos foram colocados sobre uma lona plástica e arranjados em quatro camadas; com o uso de outra lona de cobertura, foi possível mantê-los armazenados em condições hermeticamente fechadas durante o período de tratamento.

A amônia anidra foi injetada nos fardos na quantidade de 3,0% do peso seco contido em cada pilha de fardos. Para tal, foi utilizado um tubo de PVC com diâmetro de uma polegada, perfurado ao longo de sua extensão, colocado no centro de cada pilha de fardo, e com uma das extremidades vedada e a outra contendo um dispositivo para se conectar à mangueira de aplicação de NH_3 , conforme recomendações de SUNDSTOL e COXWORTH (1984).

A aferição da quantidade de NH_3 aplicada foi realizada mediante a pesagem contínua do cilindro de amônia, utilizando-se balança com capacidade de 500 kg e precisão de 100 gramas.

A uréia foi aplicada utilizando-se, para cada pilha de fardo que continha 450 kg de MS, 24,3 kg do produto químico (5,4% do peso seco), sendo esta dissolvida em 100 L de água. Tal quantidade de água foi calculada para se elevar o conteúdo de umidade dos volumosos para 25%. Este procedimento foi adotado para propiciar condições adequadas à atividade da urease presente nos volumosos, que, segundo SUNDSTOL e COXWORTH (1984) e WILLIAMS et al. (1984a), é máxima, quando o conteúdo de umidade da forragem varia de 25 a 30%.

A solução de uréia foi distribuída com regador sobre as camadas de feno, à medida que a pilha se formava sobre a lona de polietileno, observando-se as recomendações de JOY et al. (1992) e WILLIAMS et al. (1984a; 1984b).

Foram confeccionadas pilhas de volumosos não-tratados que permaneceram no campo, sob as mesmas condições climáticas daquelas dos volumosos tratados com NH_3 ou com uréia.

O labe-labe utilizado no experimento como fonte de urease foi colhido no estágio vegetativo. O tratamento dos fenos com uréia mais labe-labe consistiu da mesma metodologia adotada para a aplicação de uréia, enquanto a leguminosa recém colhida foi picada em pedaços de aproximadamente 5 cm e adicionada nas camadas de fardos, à medida que as pilhas foram formadas. Aplicaram-se a uréia (5,4%) e o labe-labe, equivalente a 3,0% do peso seco dos fardos dos fenos de gramíneas.

Durante o período de tratamento (07 de maio a 04 de julho de 1997), mediu-se diariamente, às 15 h, a

temperatura das pilhas de fardos, utilizando um termômetro modelo “Digital Electronic Stem Thermometer”, com haste de 0,50 m, que foi introduzida por um orifício na lona, que após a medição foi fechado com fita adesiva.

Após o período de tratamento de dois meses (04 de julho de 1997), durante o qual os fardos foram mantidos hermeticamente fechados sob lona plástica, as pilhas de fardos foram abertas e após três dias de aeração, para eliminação do excesso de NH_3 que não reagiu com a forragem, foram retiradas amostras para se proceder às avaliações químicas.

Nos fenos tratados com uréia mais labe-labe, efetuou-se a amostragem, tomando-se o cuidado de não se coletarem partes da leguminosa, pois o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da adição de uréia e de uma fonte vegetal de urease sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* dos fenos de gramíneas.

As amostras coletadas foram congeladas e, a seguir, moídas, evitando-se, dessa forma, as perdas de nitrogênio amoniacal durante a secagem em estufa.

As determinações químicas dos volumosos foram processadas Laboratório de Forragicultura da FCAV-UNESP, avaliando-se os conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina, segundo SILVA (1990).

Procedeu-se à determinação da atividade ureática dos fenos das gramíneas e das plantas verdes de labe-labe no laboratório do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, observando-se os métodos descritos por MAY e DOUGLAS (1976). Foram determinados o poder tampão dos fenos, observando as técnicas de PLAYNE e McDONALD (1966), e os valores de pH, de acordo com as normas da AOAC (1984).

Avaliou-se a digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DIVVMS) por meio da determinação do conteúdo de FDN do resíduo da digestão, obtido na fase de fermentação, segundo a descrição de VAN SOEST (1994).

Os dados obtidos do arranjo fatorial composto por dois tipos de volumosos (fenos dos capins braquiária *decumbens* e jaraguá), submetidos aos quatro tratamentos (controle, aplicação de uréia, aplicação de uréia mais labe-labe e aplicação de amônia anidra), foram analisados segundo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, considerando-se como bloco as camadas de fardos dentro das pilhas, e as comparações entre médias foram realizadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A observação dos dados das Tabelas 1 e 2 evidencia os altos valores dos constituintes da parede celular e os baixos de DIVVMS dos fenos de gramíneas tropicais colhidos no estágio de pós florescimento.

É importante salientar que a análise visual dos fenos armazenados com alta umidade (25%) e tratados com uréia ou com uréia mais labe-labe não evidenciou aparecimento de fungos após o período de tratamento sob lona plástica. Tal fato provavelmente decorreu do efeito fungistático da amônia oriunda da hidrólise da uréia (GROTHER et al., 1986; SILANIKOVE et al., 1988; REIS et al., 2001), resultando na elevação do pH dos fenos, controlando o desenvolvimento de fungos.

Foram registrados valores de pH de 6,6; 7,5; 7,7; e 7,2, e de 5,4; 6,3; 6,1 e de 6,5, respectivamente, para os fenos de braquiária *decumbens* e de jaraguá não-tratados, tratados com uréia, uréia mais labe labe ou com NH₃.

Os valores de pH observados nos fenos foram semelhantes aos do trabalho de MASON et al. (1989), que registraram aumento do pH de 6,3 para 7,7, quando trataram o feno do capim pé-de-galinha (*Dactylis glomerata*) com 3,5% de NH₃. Da mesma forma, SILANIKOVE et al. (1988) verificaram pH 7,8 no feno de *green panic* (*Panicum maximum* Jacq) após 20 da aplicação de uréia (3,1% da MS).

No presente estudo, observou-se que as alterações na temperatura diária das pilhas de fardos refletiram as variações na temperatura ambiente e, provavelmente, não foram afetadas pela atividade de microrganismos nos fenos. De maneira geral, pode-se afirmar que a amonização não acarretou aumento na temperatura, exceto no primeiro dia após a adição de amônia anidra, quando se observaram valores de 50°C, ocorrendo decréscimo posteriormente.

A amonização não afetou (P>0,05) os teores de FDA e celulose dos fenos (Tabelas 1 e 2). Os resultados dos trabalhos conduzidos por REIS et al.

Tabela 1 - Composição química dos fenos de braquiária *decumbens* e jaraguá não-tratados (NT), tratados com uréia (U - 5,4% MS), com uréia (UL-5,4% MS) mais labe-labe (3,0% MS) ou com amônia anidra (NH₃-3,0% MS)

Table 1 - Chemical composition of the braquiaria *decumbens* and jaragua hays non treated (NT), treated with urea (U - 5.4% DM), urea (UL-5.4% DM) and lab lab (3.0% DDM) or anhydrous ammonia (NH₃ - 3.0% DM)

| Feno Hay | Fibra detergente neutro (% MS) Neutral detergent fiber (% DM) | | | | Média Mean |
|---------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | NT | U | UL | NH ₃ | |
| <i>B. decumbens</i> | 81,0 | 77,4 | 78,9 | 76,4 | 78,2 ^A |
| Jaraguá | 78,5 | 78,0 | 77,5 | 75,4 | 77,4 ^B |
| Média Mean | 79,8 ^a | 77,8 ^b | 77,9 ^b | 75,9 ^c | |
| CV (%) | 8,4 | | | | |
| Feno Hay | Fibra em detergente ácido (% MS) Acid detergent fiber (% DM) | | | | Média Mean |
| | NT | U | UL | NH ₃ | |
| <i>B. decumbens</i> | 50,8 | 49,1 | 49,2 | 49,9 | 49,7 ^B |
| Jaraguá | 53,1 | 52,8 | 53,8 | 50,9 | 52,6 ^A |
| Média Mean | 51,9 | 50,9 | 51,5 | 50,4 | |
| CV (%) | 7,4 | | | | |
| Feno Hay | Hemicelulose (% MS) Hemicellulose (% DM) | | | | Média Mean |
| | NT | U | UL | NH ₃ | |
| <i>B. decumbens</i> | 30,3 | 28,8 | 28,0 | 26,3 | 28,4 ^A |
| Jaraguá | 26,5 | 25,3 | 24,4 | 25,0 | 25,3 ^B |
| Média Mean | 28,4 ^a | 27,0 ^b | 26,3 ^b | 25,7 ^b | |
| CV (%) | 7,7 | | | | |

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey. Means followed by the same letters, capital in the column and small in the row, are not different (P>0.05) by Tukey test.

(1990) mostra que aplicação de NH_3 não alterou os conteúdos de FDA, celulose e lignina dos fenos de capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), braquiária *decumbens* e jaraguá. Já ROSA et al. (1998) não registraram modificações nos teores de celulose do feno de braquiária *decumbens* tratado com NH_3 ou com uréia.

Resultados semelhantes ao do presente estudo foram observados por BROWN e ADJEI (1995) em estudo sobre a aplicação de uréia no feno de capim-guiné (*Panicum maximum* Jacq).

Apesar de não terem sido observadas diferenças estatisticamente significativas, a análise dos dados das Tabelas 1 e 2 evidencia teores mais elevados de FDA de 53,1%, de celulose de 43,6% e de lignina de 9,5%, para o feno do capim jaraguá não-tratado.

A aplicação de NH_3 diminuiu ($P < 0,05$) os teores de lignina dos fenos, enquanto a adição de uréia reduziu esta fração apenas no feno de braquiária

decumbens. Resultados semelhantes foram observados por REIS et al. (1991), em estudo com fenos de andropogon, braquiária *decumbens* e jaraguá, e PEREIRA et al. (1993), ao avaliarem os efeitos da amonização sobre o valor nutritivo do feno do capim braquiária *decumbens*.

A análise dos dados da Tabela 1 evidencia que a aplicação de uréia, uréia mais labe-labe e NH_3 promoveu diminuição ($P < 0,05$) nos teores de FDN e hemicelulose dos fenos de braquiária *decumbens* e jaraguá. Registrou-se diminuição nos teores de FDN de 3,6; 2,1; e 4,6 (braquiária *decumbens*) e de 0,5; 1,0; e 3,1 (jaraguá) unidades percentuais e de hemicelulose de 1,5; 2,3; e 4,0 (braquiária *decumbens*) e de 1,2; 2,1; e 1,5 (jaraguá) unidades percentuais, respectivamente, para os fenos tratados com uréia, uréia mais labe-labe ou com amônia anidra. Não se observaram diferenças significativas ($P > 0,05$), mas as variações nos conteúdos dos componentes da

Tabela 2 - Composição química e digestibilidade dos fenos de braquiária *decumbens* e jaraguá não-tratados (NT), tratados com uréia (U - 5,4% MS), uréia (UL - 5,4% MS) mais labe labe (3,0% MS) ou amônia anidra (NH_3 - 3,0% da MS)
Table 2 - Chemical composition and digestibility values of the braquiaria *decumbens* and jaragua hays non treated (NT), treated with urea (U - 5.4% DM), urea (UL - 5.4% DM) and lab lab (3.0% DDM), or anhydrous ammonia (NH_3 - 3.0% DM)

| Feno Hay | Celulose (% MS) Cellulose (% DM) | | | | Média Mean |
|---------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | NT | U | UL | NH_3 | |
| B. <i>decumbens</i> | 42,2 | 41,2 | 41,7 | 43,3 | 42,1 ^B |
| Jaraguá | 43,6 | 44,9 | 45,1 | 43,2 | 44,2 ^A |
| Média Mean | 42,9 | 43,1 | 43,4 | 43,3 | |
| CV (%) | 8,6 | | | | |
| Feno Hay | Lignina (% MS) Lignin (%DM) | | | | Média Mean |
| | NT | U | UL | NH_3 | |
| B. <i>decumbens</i> | 8,5 ^{Ba} | 7,1 ^{Bb} | 8,2 ^{Aa} | 5,9 ^{Bc} | 7,4 |
| Jaraguá | 9,5 ^{Aa} | 9,4 ^{Aa} | 8,6 ^{Aa} | 7,2 ^{Ab} | 8,7 |
| Média Mean | 9,0 | 8,2 | 8,4 | 6,6 | |
| CV (%) | 9,1 | | | | |
| Feno Hay | Digestibilidade <i>in vitro</i> verdadeira da MS (DIVVMS) <i>In vitro true dry matter digestibility (IVTDM)</i> | | | | Média Mean |
| | NT | U | UL | NH_3 | |
| B. <i>decumbens</i> | 56,2 ^{Ab} | 68,1 ^{Aa} | 68,5 ^{Aa} | 69,1 ^{Aa} | 65,5 |
| Jaraguá | 57,9 ^{Ab} | 69,8 ^{Aa} | 70,0 ^{Aa} | 70,6 ^{Aa} | 67,1 |
| Média Mean | 57,1 | 68,9 | 69,2 | 69,8 | |
| CV (%) | 8,9 | | | | |

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.
Means followed by the same letters, capital in the column and small in the row, are not different ($P > 0,05$) by Tukey test.

fração fibrosa foram mais acentuadas no feno de braquiária *decumbens*.

A utilização do labe-labe como fonte de urease proporcionou efeitos semelhantes ($P>0,05$) na fração fibrosa em comparação ao observado com o uso da uréia (Tabela 1).

Os decréscimos nos conteúdos de FDN e hemicelulose observados foram semelhantes aos dados registrados por REIS et al. (1990; 1991), em trabalhos com fenos dos capins-braquiária *decumbens* e jaraguá tratados com NH_3 , e REIS et al. (1995) e ROSA et al. (1998), em pesquisa com os fenos de braquiária *brizantha* e braquiária *decumbens* tratados com uréia.

Ao se proceder à análise da atividade de urease do labe-labe (Tabela 3), observam-se valores de 23,1 mg N- NH_4 /g MS.h, sendo inferior ao observado no feno de braquiária *decumbens* (35,10 mg N- NH_4 /g MS.h), mas superior ao do feno de jaraguá (11,56 mg N- NH_4 /g MS.h).

Os menores valores de atividade de urease foram determinados no feno de jaraguá, mas pode-se afirmar que, em função do conteúdo de umidade de 25%, não houve limitação para a atuação desta enzima sobre a uréia (WILLIAMS et al., 1982a, 1982b).

Segundo SAHNOUNE et al. (1991), a adição de fonte externa de urease pode aumentar a eficiência da amonização de volumosos de baixo conteúdo de umidade, promovendo diminuição do período de tratamento e da quantidade de água a ser aplicada. Da mesma forma, JOY et al. (1992) observaram que a adição de farelo de soja como fonte de urease foi eficiente no tratamento de palha de cevada contendo 20% de umidade, enquanto HUSSAIN et al. (1996) observaram efeito da aplicação de fonte de urease, quando procederam à amonização usando uréia como fonte de amônia, em palha de festuca contendo 13 a 15% de umidade.

Considerando que as respostas a amonização estão diretamente relacionadas ao poder tampão (DIAS-DA-SILVA et al., 1990), pode-se afirmar que esta característica não afetou as respostas dos fenos, uma vez que ambos apresentaram diminuições semelhantes ($P>0,05$) nos teores de FDN e hemicelulose (Tabela 1).

Os valores médios de poder tampão determinados nos fenos dos capins-braquiária *decumbens* e jaraguá foram 13,1 meq/100 g MS e 22,0 meq./100 g MS, respectivamente. Estes valores podem ser considerados baixos, quando comparados aos apresentados por PLAYNE e McDONALD (1966), 20 a 40

meq./100 g MS para o azevém e 50 a 60 meq./100 g MS para a alfafa. Por outro lado, MASCARENHAS-FERREIRA et al. (1989) observaram valores de poder tampão de 13,9 meq./100 g de MO para fenos de gramíneas nativas colhidas após o florescimento, portanto, próximos aos observados no presente estudo para o feno de capim-braquiária.

A elevação nos valores de pH observada nos fenos amonizados pode ter ocorrido devido à formação de NH_4OH (REIS et al., No prelo), resultante da reação entre a água contida nos volumosos, ou aquela adicionada no tratamento com a amônia. Resultados de trabalhos de pesquisa conduzidos por GROTHEER et al. (1986) e SILANIKOVE et al. (1988) mostram elevação nos valores de pH de fenos de capim-bermuda e capim-*green panic*, armazenados com alta umidade e tratados com NH_3 ou com uréia, respectivamente.

A formação de NH_4OH é importante no processo de amonização, pois proporciona aumento na eficiência do tratamento por meio da hidrólise alcalina (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984). Contudo, no presente experimento, observou-se maior eficiência do tratamento com NH_3 (Tabela 01).

A análise conjunta dos dados referentes à atividade de urease (Tabela 3), poder tampão e pH permite concluir que as menores alterações observadas nos teores de FDN e de hemicelulose no feno do capim-jaraguá submetido à amonização (Tabela 1), apesar de não-significativas ($P>0,05$), podem estar associadas às características químicas desta planta, quando comparadas às do feno do capim-braquiária *decumbens*.

Com base nos dados do presente experimento, podem-se utilizar as informações de poder tampão e atividade ureática como forma de predizer as alterações nos valores de pH e composição química da fração fibrosa dos fenos de gramíneas tropicais tratados com uréia. Contudo, deve-se considerar que são escassos os dados disponíveis na literatura e assim, é necessário, para a eficiente validação desta

Tabela 3 - Valores de atividade da urease dos fenos de gramíneas e do labe-labe

Table 3 - Urease activity values of grasses hays and lab lab

| | Atividade da urease (mg N- NH_4 /g MS.h) |
|-----------------------------|---|
| | Urease activity (mg N- NH_4 /g MS.h) |
| Braquiária <i>decumbens</i> | 35,07 |
| Jaraguá | 11,56 |
| Labe-labe | 23,10 |

técnica, a determinação conjunta das alterações no consumo, digestibilidade e desempenho animal

Foram observados aumentos médios ($P < 0,05$) nos valores de DIVVMS de 11,8; 12,1; e 12,7 unidades percentuais, respectivamente, para os fenos tratados com uréia, uréia mais labe-labe ou amônia anidra (Tabela 2).

Os incrementos nos valores de digestibilidade observados neste experimento foram semelhantes aos registrados nos trabalhos conduzidos com fenos de gramíneas tropicais tratados com amônia anidra (REIS et al., 1990; 1991) ou uréia (REIS et al., 1995; ROSA et al., 1998).

Na análise dos dados de DIVVMS (Tabela 2), deve-se considerar que estes valores são superestimados, aproximadamente, em 11,9 unidades percentuais em relação àqueles obtidos pela técnica descrita por TILLEY e TERRY (1963), uma vez que se procede à determinação do conteúdo de FDN do resíduo não-digerido na fase de fermentação (VAN SOEST, 1994; MOORE e SOLLENBERGER, 1997).

Dessa forma, ao se descontar o valor 11,9 dos dados de DIVVMS, tem-se a estimativa da digestibilidade *in vitro* aparente determinada pelo método de TILLEY e TERRY (1963). Realizando-se este cálculo, obtêm-se valores de DIVMS de 45,2; 57,0; 57,3; e 59,9%, respectivamente, para os fenos não-tratados, tratados com uréia, uréia mais labe-labe ou amônia anidra.

Pode-se constatar que os valores de DIVMS obtidos foram próximos aos observados nos trabalhos conduzidos com fenos de gramíneas tropicais tratados com NH_3 (REIS et al., 1990; 1991; 1995) ou uréia como fonte de amônia (REIS et al., 1995; ROSA et al., 1998). A solubilização das frações FDN e hemicelulose (Tabela 1) aumentando o conteúdo de carboidratos prontamente fermentáveis e o incremento do conteúdo de N disponível, devido à aplicação dos produtos químicos (REIS et al., prelo), resultaram em elevação na DIVVMS dos fenos tratados. Durante o tratamento químico dos fenos, não ocorreram temperaturas superiores a 50°C. Assim, pode-se admitir que provavelmente não ocorreram as reações de Maillard, o que pode ser confirmado pelos baixos valores de NIDA observados nos fenos tratados (REIS et al., 2001), além do decréscimo nos teores de lignina observados nos fenos tratados com NH_3 .

Dessa forma, tem-se que os resultados de DIVVMS obtidos e corrigidos para digestibilidade *in vitro* aparente foram semelhantes aos dados apresentados por REIS et al. (1990), PEREIRA et al.

(1993) e ROSA et al. (1998), que determinaram a digestibilidade *in vivo* de fenos de braquiária decumbens tratados com NH_3 ou com uréia como fonte de amônia.

A predição da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais submetidos à amonização pode ser conseguida por intermédio da análise conjunta de características químicas como poder tampão, atividade ureática e conteúdo de umidade, as quais têm influência direta sobre os valores de pH, a composição química da fração fibrosa, os teores de compostos nitrogenados e a digestibilidade *in vitro* da matéria. A utilização destas informações preliminares pode levar a economia de recursos, uma vez que podem ser desenvolvidos estudos de desempenho animal usando tratamentos que resultam em maiores rendimentos.

Conclusões

A amonização nas doses utilizadas aumentou a digestibilidade dos fenos de baixa qualidade, em decorrência das alterações observadas nos teores dos constituintes da parede celular.

A uréia como fonte de amônia teve eficiência semelhante em alterar a composição química e a digestibilidade dos volumosos avaliados, quando comparada à amônia anidra.

A adição do labe-labe como fonte adicional de urease não aumentou a eficiência da uréia no tratamento dos volumosos.

A determinação do conteúdo de umidade, do poder tampão e da atividade ureática são técnicas que podem auxiliar na previsão das respostas dos volumosos à amonização com o uso de uréia.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1984. *Official methods of analysis*. 14. ed. Arlington, Virginia. 1141p.
- BROWN, W.F., ADJEL, M. Urea treatment to improve the nutritional value of tropical forages. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS, 1995 Gainesville. *Proceedings...* Gainesville: University of Florida, 1995. p.71-77.
- DIAS-DA-SILVA, A.A., GUEDES, C.V.M. 1990. Variability in the nutritive value of straw cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 29(1-2):79-89.
- GROTHER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W. 1986 The effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on the nutritional and preservatory characteristics of dry and high-moisture coastal bermuda grass hay. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 14 (1-2):55-65.

- HUSSAIN, I., CHEEKE, P.R., JOHNSON, D.E. 1996. Evaluation of grass straw: Corn juice silage as a ruminant feedstuff: Digestibility, straw ammoniation and supplementation with by-pass protein. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57(1-2):1-13.
- JOY, M., ALIBÉS, X., MUÑOZ, F. 1992. Chemical treatment of lignocellulosic residues with urea. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 38(3-4):319-333.
- MASCARENHAS-FERREIRA, GUEDES, C.V.M., DIAS DA SILVA, A.A. 1989. Effect of urea treatment on chemical composition and in vitro digestibility of meadow hays of Northern Portugal. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 25(1-2):157-167.
- MASON, V.C., DHANOA, M.S., HARTLEY, R.D. et al. 1989. Relationships between chemical composition, digestibility in vitro and cell wall degradability of wheat straw treated with different amounts of ammonia and at elevated temperature. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 24(3-4):293-306.
- MAY, P.B., DOUGLAS, L.A. Assay for soil urease activity. 1976. *Plant and Soil*, 43(2):301-305.
- MOORE, J.E., SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1, 1997, Viçosa. *Anais...*, Viçosa: UFV, 1997. p.81-96.
- PEREIRA, J.R.A., EZEQUIEL, J.M.B., REIS, R.A. et al. 1993. Efeitos da amonização sobre o valor nutritivo do feno de capim braquiária. *Pesq. Agrop. Bras.*, 28(12):1451-1455.
- PLAYNE, M.J., McDONALD, P. 1966. The buffering constituents of herbage and silage. *J. Sci. Food Agric.*, 17(1):264-268.
- REIS, R.A., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C. et al. 1991. Efeitos da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais. *Pesq. Agropec. Bras.*, 26(8):1183-91.
- REIS, R.A., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C. et al. 1990. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* dos fenos de três gramíneas forrageiras de clima tropical. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 19(3):219-224.
- REIS, R.A., ANDRADE, P., RODRIGUES, L.R.A. et al. 1995. Palha de arroz e feno de braquiária amonizados e suplementados com energia ou proteína na alimentação de bovinos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 24(5):832-840.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., PEREIRA, J.R.A et al. 2001. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 2. Compostos nitrogenados. *Rev. bras. zootec.*, 30(3):682-686.
- ROSA, B., REIS, R.A., RESENDE, K.T. et al. 1998. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 27(4):815-822.
- SAHNOUNE, S., BESLE, J.M., CHENOST, M. et al. 1991. Treatment of straw with urea. 1. Ureolysis in a low water medium. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 34(12):75-93.
- SILANIKOVE, N., COHEN, O., LEVANON, D. et al. 1988. Preservation and storage of green panic (*Panicum maximum*) as moist hay with urea. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 20(2):87-96.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*, 2.ed., Viçosa: UFV. 165p.
- SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M. 1984. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F., OWEN, E. (Eds.) *Straw and others fibrous by-products as feed*. Amsterdam: Elsevier Press. p.196-247.
- TILLEY, J.A., TERRY, A.R. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forages crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18(1):104-111.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University Press. 476p.
- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M., BREWER, A. 1984a. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 11(2):103-113.
- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M., BREWER, A. 1984b. Ammonia treatment of straw via hydrolysis of urea. II. Additions of soya bean (urease), sodium hydroxide and molasses; effects on the digestibility of urea-treated straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 11(2):115-124.

Recebido em: 02/05/00

Aceito em: 11/12/00