

Avaliação *in situ* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia

Beneval Rosa^{1*}, Ricardo Andrade Reis², Kléber Tomás de Resende², Clóves Cabreira Jobim³ e Luís Roberto Andrade Rodrigues²

¹Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, C.P. 131, 74001-970, Goiânia-Goiás, Brazil. ²Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, 14870-000, Jaboticabal-São Paulo, Brazil.

³Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.
*Author for correspondence.

RESUMO. Avaliaram-se na Unesp, Câmpus de Jaboticabal-SP, os efeitos da amonização do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk, cortado no estágio de maturação das sementes e submetido aos seguintes tratamentos: feno não-tratado (NT) e tratado com NH₃ (2,0 e 3,0% da MS) ou com uréia (3,6 e 5,4% da MS), utilizando-se a técnica *in situ* com sacos de náilon em bovinos fistulados no rúmen. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com três repetições. Houve efeito (P<0,05) da amonização sobre o desaparecimento da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN), nos tempos de incubação de 6, 24 e 96 horas. Não houve efeito (P<0,05) da amonização sobre a taxa de degradação do feno. O tratamento com NH₃ aumentou (P<0,05) a degradação potencial da MS, da MO e da FDN. O nível de 5,4% de uréia provocou a maior degradação efetiva da PB. Os resultados, nas condições deste estudo, permitiram concluir que a uréia pode substituir a NH₃ e que o nível de 5,4% de uréia é o mais recomendável para o tratamento de feno de *Brachiaria decumbens* em estádios avançados de desenvolvimento.

Palavras-chave: amonização, degradação potencial, degradação efetiva, taxa de degradação, taxa de desaparecimento.

ABSTRACT. Evaluation *in situ* of *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk hay submitted to treatment with anhydrous ammonia or urea. *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk hay ammoniation effects were evaluated at Unesp, Câmpus de Jaboticabal, state of São Paulo, Brazil, after harvesting at seed maturation stage and submitted to the following treatments: untreated and treated with NH₃ (2.0% and 3.0% DM) or with urea (3.6% and 5.4% DM), using *in situ* technique with incubation bags in the rumen of fistulated animals. The experiment was conducted in split-plot randomized blocks with 3 replications. Ammoniation increased (P<0.05) DM, OM, CP and NDF consumption rates in 6, 24 and 96-hour incubation period, but it did not affect hay degradation rates. The treatment with NH₃ increased (P<0.05) DM, OM and NDF degradation potential. The highest CP effective degradation was caused by 5.4% urea level, and the results of this investigation led to the conclusion that NH₃ may be replaced by urea and that the inclusion of 5.4% of urea is the most appropriate to *Brachiaria decumbens* hay treatment in advanced maturation stages.

Key words: ammoniation, potential degradation, effective degradation, degradation rates, consumption rates.

É fato reconhecido que a *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk é dentre as forrageiras cultivadas a que ocupa maior área de pastagens, haja vista que exige práticas simples de manejo e se adapta bem aos solos ácidos e de baixa fertilidade das áreas de cerrados. Entretanto, os fenos dessa forrageira, de maneira geral, são de baixa qualidade, independentemente da idade ou época em que são

cortadas (Rosa, 1982). A digestibilidade dos fenos de gramíneas cortadas no estágio de maturação das sementes é baixa, resultado do aumento da lignificação dos componentes da parede celular (Chiquete *et al.*, 1992), sendo caracterizados por altos teores de componentes da fração fibrosa, baixo conteúdo de proteína e energia digestível, lentas taxas de fermentação dos carboidratos estruturais e,

conseqüentemente, consumo voluntário deficiente.

A elevação do valor nutritivo desses fenos é possível através de tratamentos (biológicos, físicos e químicos), cujo objetivo principal é torná-los mais aproveitáveis, através da ação mais pronunciada das enzimas dos microrganismos existentes no rúmen. O enriquecimento da forragem com alguns nutrientes pode também contribuir na eficiência de sua utilização (Reis *et al.*, 1995).

Uma alternativa tecnicamente viável é o tratamento dos fenos com produtos químicos. Diversos métodos foram 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 os hidróxidos de sódio, de potássio, de cálcio e de amônia, a amônia anidra (NH₃) e a uréia como fonte de amônia (Sundstol, 1983/1984).

A maioria dos trabalhos sobre amonização de fenos de baixa qualidade tem mostrado que esta prática promove aumento das degradabilidades da matéria seca e dos constituintes da parede celular dessas forragens (Martins, 1992). A solubilização da hemicelulose e outras alterações na estrutura da parede celular, aumento do teor de nitrogênio total, bem como alterações nas características físicas dos fenos amonizados, provavelmente, têm contribuído para aumentar a fração potencialmente degradável dos mesmos.

A eficiência do processo de amonização pode ser avaliada através da degradabilidade das forragens tratadas pela técnica *in situ*, utilizando-se sacos de náilon em bovinos fistulados no rúmen.

O conhecimento da extensão da degradabilidade de forragens amonizadas permitirá que seja estimado o consumo voluntário destas pelos ruminantes, visto que a degradação e a ingestão de forragens estão diretamente correlacionadas (Berger *et al.*, 1994).

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de diferentes quantidades de amônia anidra ou de uréia sobre os parâmetros da degradabilidade *in situ* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk, colhido com as plantas no estádio de maturação das sementes.

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus de Jaboticabal.

O feno utilizado foi proveniente de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk, já estabelecida. Para uniformização da área experimental, após a erradicação das plantas invasoras, fez-se um corte em 26 de outubro de

1993, com ceifadeira mecanizada a 10cm de altura do solo, com a retirada de toda a forragem cortada, em seguida, procedeu-se a uma fertilização em cobertura com 100kg de superfosfato simples/ha, 50kg de sulfato de amônio/ha e 60kg de cloreto de potássio/ha, conforme análise do solo e as recomendações de Werner (1984).

Realizou-se o corte da forrageira para a confecção do feno, em 17 de janeiro de 1994, quando a mesma encontrava-se no estádio de maturação das sementes, correspondendo a 83 dias de rebrota. O processo foi todo mecanizado, observando-se as recomendações gerais para todas as operações, sendo a forragem enfardada em fardos retangulares.

Os tratamentos químicos avaliados, com os respectivos teores de MS, estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores médios de matéria seca do feno nos respectivos tratamentos

Tratamentos	Matéria seca (%)
T1= Feno não-tratado	89,51
T2= T1 + 2,0% de NH ₃ (base da MS)	89,90
T3= T1 + 3,0% de NH ₃ (base da MS)	88,91
T4= T1 + 3,6% de Uréia (base da MS)	89,73
T5= T1 + 5,4% de Uréia (base da MS)	90,48

Os fardos foram armazenados no campo, em pilhas constituídas de quatro camadas, contendo cada uma, seis fardos envolvidos com lona preta de polietileno, de modo a ficarem hermeticamente vedados, conforme recomendações de Sundstol *et al.* (1978).

A uréia foi aplicada à base de 3,6% e 5,4% do peso de MS (equivalente à mesma quantidade de N aplicada nos tratamentos com 2,00% e 3,00% de NH₃ na MS), de acordo com as recomendações de Dolberg (1992).

Após 45 dias, as pilhas de fardos foram abertas, e decorridos três dias de aeração (para eliminação do excesso de NH₃), os fenos foram passados em picadeira e ensacados em sacos de poliéster, identificados por blocos e tratamentos químicos, coletando-se dos mesmos amostras para as determinações da composição química e degradabilidade *in situ*. As amostras colhidas foram acondicionadas em sacos plásticos, hermeticamente fechados e imediatamente levados para o laboratório, onde foram armazenados em congelador. Os fenos congelados foram moídos, usando-se peneira de 1mm em moinho modelo Willey para as determinações químicas e em peneira de 4mm para a determinação da degradabilidade *in situ* (Barbi *et al.*, 1995), sem pré-secagem, evitando, dessa forma, as perdas de nitrogênio amoniacal por volatilização.

Para o estudo da degradação ruminal dos fenos, foram utilizados 3 bovinos adultos da raça holandesa

(Tabela 2) e portadores de cânula permanente no rúmen. Os animais permaneceram em baias individuais, onde receberam uma refeição diária no período da manhã (8 horas), água e sal mineral à vontade.

O alimento usado no experimento constituiu-se de uma mistura do feno não-tratado e do amonizado nos diferentes tratamentos, mais um concentrado à base de milho moído e farelo de soja, na proporção de 1:1, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Dados sobre a alimentação dos animais utilizados nos ensaios *in situ**

Animais	Peso (kg)	Feno (kg) de MS	Concentrado (g) de MS
A ₁	510	10,60	1770
A ₂	595	11,93	1988
A ₃	738	14,00	2336

* Quantidades calculadas de acordo com o ARC (1980 e 1984) para um ganho de peso de 300 g/animal/dia

A duração do período experimental foi de 32 dias (01/06 a 02/07/94), com adaptação dos animais aos alimentos do primeiro ao 26º dia e incubação dos sacos de náilon no rúmen do 27º ao 32º. Para a confecção dos sacos utilizou-se tecido de náilon "Tenyl", com 140 poros/cm linear e diâmetro do fio de 0,036mm, confeccionados com seladora e que, depois de prontos, mediam 14x7cm e com porosidade média de 36 µm. Foram utilizados 3g de amostra de feno, com pesos aferidos até décimos de milésimos em balança analítica e transferidos para os sacos de náilon. Posteriormente, os mesmos foram embebidos em água até o total umedecimento, e em seguida, introduzidos no rúmen. Um conjunto de 10 sacos (5 tratamentos em duplicata) eram amarrados a uma argola de metal no meio de um cordão de náilon de 70cm. Em uma das extremidades do cordão, fixou-se um pêndulo de aço inox com 500 gramas, a fim de manter os sacos submersos no conteúdo ruminal. Na outra extremidade, havia um girador fixado à tampa da cânula através de um gancho de pressão. Cada conjunto de 10 sacos (2 para cada tratamento) era colocado e retirado uma vez/animal/tempo de incubação (6, 24 e 96 horas), segundo Sampaio (1988).

Após a retirada do rúmen, os sacos eram colocados em um balde com água à temperatura ambiente e imediatamente lavados em água corrente até o clareamento da água de lavagem. Uma vez lavados, os sacos eram secos em estufa de circulação forçada a 60°C durante 72 horas, resfriados em dessecador por uma hora e pesados. Para cada tratamento, fez-se uma duplicata de sacos que, após encheidos com amostras, foram lavados da mesma maneira descrita anteriormente sem terem sido incubados, obtendo-se assim uma estimativa da

fração solúvel de cada feno tratado. As amostras compostas dos resíduos, por tempo de incubação e por animal, foram moídas em moinho tipo Willey, em peneira de 1mm e estocadas em sacos plásticos para posteriores análises.

Determinaram-se os teores de MS, de MO, de PB e de FDN nas amostras das quais se retiraram as sub-amostras colocadas nos sacos de náilon e nos resíduos destas.

A taxa de desaparecimento, após cada tempo específico de incubação, foi obtida subtraindo-se o resíduo da quantidade inicial incubada, expressa na MS e transformada em percentagem. A partir dos valores de desaparecimento nos respectivos tempos de incubação, estimaram-se os coeficientes **a**, **b** e **c** da equação:

$P = a + b(1 - e^{-ct})$ (Equação 2), proposta por Orskov e McDonald (1979), em que:

P - representa o desaparecimento da forragem do saco a um tempo **t**, **a** - a fração solúvel em água, a qual é considerada completamente degradada no rúmen e **b** - a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável a uma taxa de degradação **c**. A degradação potencial foi estimada pelas frações **(a+b)** e a fração não-degradada seria constituída pela diferença **100 - (a+b)**.

Estimou-se a degradação efetiva (**De**) mediante a fórmula: $De = a + (bc)/(c+k)$, sendo utilizadas as taxas de passagem calculada de (2,4%/h) e as teóricas de (2,0% e 5,0%/h), estabelecidas pelo NRC (1984).

Estimou-se a taxa de passagem da digesta ruminal, usando-se óxido crômico (Cr₂O₃) como indicador. Dez gramas do indicador foram colocadas diretamente no rúmen dos animais A₁ e A₂, através da fístula ruminal, em dose única, antes do fornecimento do alimento, utilizando-se cartucho de papel. Procedeu-se à coleta manual de amostras da digesta no rúmen contendo sólidos e líquidos em diversos pontos às 3, 9, 21, 45 e 93 horas após a introdução do indicador.

A velocidade de trânsito da digesta no rúmen foi determinada a partir da equação proposta por Orskov e McDonald (1979):

$$Y = ae^{-kt} \text{ (Equação 1),}$$

Em que: **Y** é a concentração do indicador; **a** é a concentração do indicador no tempo zero; **t** é o tempo decorrido após a introdução do indicador e **k** é a taxa de passagem.

Estimou-se a **degradação efetiva (De)** mediante a fórmula:

$$De = a + (bc)/(c + k),$$

sendo utilizadas as taxas de passagem calculada de (2,4%/h) e as teóricas de (2,0% e 5,0%/h),

estabelecidas pelo NRC (1984) e adotadas para bovinos e ovinos alimentados no nível de manutenção e vacas de baixa produção (menos que 15kg de leite/animal/dia), respectivamente.

As determinações do conteúdo de MS, de MO, de PB e de FDN foram realizadas, segundo Silva (1990), e o cromo foi analisado por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Williams et al. (1962).

As percentagens de desaparecimento dos parâmetros estudados foram calculadas para os tratamentos em cada tempo de incubação. Os valores obtidos foram analisados segundo o delineamento em parcelas subdivididas, sendo o efeito do animal controlado como bloco, as parcelas eram os tempos de incubação (6, 24 e 96 horas) e as subparcelas os substratos (tratamentos), segundo Sampaio (1988).

As análises de variância para os fatores **a**, **b** e **c** e as degradabilidades potencial (**Dp**) e efetiva (**De**) foram realizadas, utilizando-se o delineamento em blocos completos casualizados.

Resultados e discussão

As equações de regressão, que estimaram a taxa de passagem da digesta ruminal, em cada animal; em função dos tempos avaliados, estão relacionadas na Tabela 3.

Tabela 3. Equações para estimar a taxa de passagem da digesta ruminal em bovinos alimentados com fenos não-tratado e tratado com amônia anidra ou com uréia

Animais	Equações	R ²
A ₁	Y = 522,7.e ^{-0,028t}	0,97
A ₂	Y = 579,4.e ^{-0,019t}	0,96
Geral	Y = 471,5.e ^{-0,024t}	0,93

A quantidade de MS presente no rúmen, estimada a partir das equações, no tempo zero, foi de 12,50 e de 11,70kg para os animais A₁ e A₂, respectivamente. Estes valores estimados estão próximos da quantidade de MS consumida pelos animais, de 12,37 e de 13,92kg, respectivamente; o que mostra que o óxido crômico foi um bom indicador desse parâmetro.

A análise dos dados da Tabela 4 permite observar a influência do tempo de incubação no desaparecimento da MS, da MO, da PB e da FDN (P<0,05), embora a comparação entre os horários não seja a de maior importância, uma vez que, pela grande diferença entre eles (6, 24 e 96 horas), já existem variações na degradação ruminal, conforme reportam Barbi et al. (1995).

A comparação entre forragens com 24 horas de incubação é importante, pois se utiliza este tempo de 24 horas como o de retenção ruminal, obtendo-se

uma taxa de passagem teórica de 4,1%/hora (taxa de passagem = 1/tempo de retenção), valor compatível para forrageiras (NRC, 1984).

Tabela 4. Desaparecimento (%) da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) dos fenos não-tratado e tratado com amônia anidra (NH₃) ou com uréia (U)

Tempo no Rúmen (h)	Tratamentos				C.V. (%)	
	NT	NH ₃ (2,0%)	NH ₃ (3,0%)	U (3,6%)		U (5,4%)
(MS)						
6	21,8Cc*	26,4Cb	25,9Cb	28,6Cab	30,0Ca	2,8
24	42,9Bb	52,6Ba	52,8Ba	52,3Ba	54,9Ba	2,8
96	66,2Ac	78,7Aa	78,1Aa	75,1Ab	76,0Aab	2,8
C.V. (%)	11,3					
(MO)						
6	20,2Cc	24,9Cb	24,6Cb	27,2Cab	29,1Ca	2,8
24	42,1Bb	51,5Ba	54,0Ba	51,7Ba	54,0Ba	2,8
96	66,4Ab	79,0Aa	78,5Aa	75,7Aa	76,8Aa	2,8
C.V. (%)	11,8					
(PB)						
6	10,0Cd	53,1Cc	59,5Cb	59,5Bb	68,8Ca	3,9
24	20,0Bd	64,1Bc	70,2Bab	65,3Bbc	75,3Ba	3,9
96	46,7Ab	82,0Aa	81,0Aa	80,6Aa	85,0Aa	3,9
C.V. (%)	7,6					
(FDN)						
6	21,4Ca	23,5Ca	22,1Ca	24,5Ca	23,7Ca	3,5
24	43,5Bb	50,3Ba	52,5Ba	49,4Ba	51,3Ba	3,5
96	67,0Ac	81,2Aa	80,4Aab	76,3Ab	76,4Ab	3,5
C.V. (%)	11,8					

Letras iguais minúsculas, nas linhas, e maiúsculas nas colunas não diferem entre si (P>0,05), pelo teste Tukey

Por outro lado, o tempo de incubação de 96 horas é importante na avaliação, uma vez que a influência das condições de fermentação microbiana na degradação ruminal diminui e a influência das características da parede celular das forragens aumenta com o tempo de fermentação ruminal (Barbi et al., 1995). Os resultados obtidos indicam que o tempo de incubação de 24 horas foi adequado para estimar a degradação da MS não sendo necessário incluir o tempo de 96 horas, como sugerido pela literatura.

Nas tabelas 5, 6, 7 e 8, são relacionados os resultados referentes aos coeficientes da equação geral da degradabilidade $P = a + b(1 - e^{-ct})$, proposta por Orskov e McDonald (1979), bem como as degradabilidades potencial ($Dp = a + b$) e efetiva ($De = a + bc / (c + k)$) da MS, da MO, da PB e da FDN do feno amonizado.

Através dos coeficientes da equação geral da degradabilidade da MS (Tabela 5), mostraram que houve efeito (P<0,05) da amonização sobre os valores de **a** e **b**, porém não se observou efeito (P>0,05) dos tratamentos químicos sobre a taxa de degradação (**c**), estando de acordo com as observações de Sampaio (1994), quanto ao fato da idade da forrageira, o tratamento químico, bem

como o tamanho da partícula poderem alterar o potencial de degradabilidade **a**, mas não interferirem na taxa de degradação **c**, estando esta mais ligada às características intrínsecas das forragens.

Tabela 5. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), coeficiente de determinação (R^2), degradação potencial (Dp) e degradação efetiva (De) da matéria seca dos fenos não-tratado (NT) e tratado com amônia anidra (NH_3) ou com uréia (U)

Parâmetros	Tratamentos					C.V. (%)
	NT	NH_3 (2,0%)	NH_3 (3,0%)	U (3,6%)	U (5,4%)	
a (%)	12,3ab*	14,3ab	11,8b	18,1ab	18,6a	15,5
b (%)	57,6b	68,8a	69,6a	60,2b	59,8b	2,9
c (%/h)	3,1a	3,4a	3,9a	3,4a	3,8a	13,6
R^2 (%)	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	-
Dp (%)	69,8c	83,0a	81,4a	78,3b	78,5b	1,3
De (%):						
(2,0%/h)	46,1b	56,0a	58,8a	55,6a	56,9a	2,6
(2,4%/h)	43,7b	53,1a	56,0a	53,0a	54,4a	3,0
(5,0%/h)	33,5b	41,7a	43,8a	42,1a	43,7a	3,4

* Letras iguais, nas linhas, não diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste Tukey

Registrou-se efeito ($P<0,05$) da amonização sobre a degradação efetiva da MS, mas não se observaram diferenças entre os tratamentos químicos (Tabela 5).

Pela análise da Tabela 6, verifica-se que não houve efeito ($P>0,05$) da amonização sobre os parâmetros **a** e **c**, entretanto a aplicação de NH_3 aumentou ($P<0,05$) a quantidade da fração potencialmente degradável (**b**) da MO do feno, não se verificando diferenças entre os fenos não-tratado e o tratado com uréia.

Tabela 6. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), coeficiente de determinação (R^2), degradação potencial (Dp) e degradação efetiva (De) da matéria orgânica dos fenos não tratado (NT) e tratado com amônia anidra (NH_3) ou com uréia (U)

Parâmetros	Tratamentos					C.V. (%)
	NT	NH_3 (2,0%)	NH_3 (3,0%)	U (3,6%)	U (5,4%)	
a (%)	10,6a*	12,5a	10,5a	15,5a	17,5a	19,6
b (%)	59,9b	71,3a	71,4a	62,8b	62,0b	2,6
c (%/h)	3,0a	3,3a	3,8a	3,4a	3,6a	13,0
R^2 (%)	99,9	99,9	99,8	99,9	99,9	-
Dp (%)	70,5c	83,8a	81,8ab	78,3b	79,6b	1,9
De (%):						
(2,0%/h)	45,9b	55,9a	57,7a	54,6a	57,2a	3,4
(2,4%/h)	43,2b	52,8a	55,4a	51,9a	54,6a	3,6
(5,0%/h)	31,7b	40,3a	42,0a	40,5a	43,5a	5,1

* Letras iguais, nas linhas, não diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste de Tukey

Os dados referentes à cinética de degradação da PB dos fenos estão relacionados na Tabela 7. O valor do coeficiente **a**, que estimou a fração solúvel ou rapidamente degradável da PB, foi influenciado pela amonização e o nível de 5,4% de uréia mostrou valor superior ($P<0,05$) ao nível de 2,0% de NH_3 , porém não se verificaram diferenças ($P>0,05$) entre os outros tratamentos com amonização. Em relação ao coeficiente **b**, verificou-se ($P<0,05$) o maior valor para o feno não-tratado (51,8%), porém não diferiu

do tratamento com 2,0% de NH_3 e o menor para o feno amonizado com 5,4% de uréia (21,1%), mas este não diferiu ($P>0,05$) do feno tratado com 3,0% de NH_3 . Não se observou diferença significativa ($P>0,05$) para o parâmetro **c** entre todos os fenos em relação à proteína bruta.

Verificou-se efeito ($P<0,05$) da amonização sobre a degradação potencial da PB (Tabela 7), com aumento médio de 30,3 unidades percentuais em relação ao feno não-tratado, porém não se verificou diferença entre os níveis e as fontes de tratamento.

Observou-se efeito da amonização ($P<0,05$) sobre a degradação efetiva da PB em todas as taxas de passagem, sendo que, para a taxa de passagem calculada de 2,4%/h, o nível de 5,4% de uréia provocou maior ($P<0,05$) degradação efetiva em relação aos demais tratamentos. Isso possivelmente devido aos menores conteúdos de N na forma de NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) e NIDN (nitrogênio insolúvel em detergente neutro) e maior conteúdo de N na forma de NNP (Rosa, 1996).

Tabela 7. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), coeficiente de determinação (R^2), degradação potencial (Dp) e degradação efetiva (De) da proteína bruta dos fenos não-tratado (NT) e tratado com amônia anidra (NH_3) ou com uréia (U)

Parâmetros	Tratamentos					C.V. (%)
	NT	NH_3 (2,0%)	NH_3 (3,0%)	U (3,6%)	U (5,4%)	
a (%)	3,4c*	46,6b	53,7ab	55,8ab	65,7a	10,6
b (%)	51,8a	38,5ab	29,8bc	30,8bc	21,1c	14,6
c (%/h)	1,9a	2,8a	2,2a	1,8a	2,7a	31,1
R^2 (%)	99,3	99,3	99,5	99,3	99,9	-
Dp (%)	55,2b	85,1a	83,4a	86,6a	86,8a	5,6
De (%):						
(2,0%/h)	29,3c	67,8b	71,6ab	69,3b	76,8a	3,0
(2,4%/h)	27,0c	66,1b	70,4b	67,9b	75,8a	3,0
(5,0%/h)	18,2d	59,5c	65,4b	63,2bc	72,2a	3,2

* Letras iguais, nas linhas, não diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste Tukey

Na Tabela 8, os dados referentes aos coeficientes da equação geral de degradabilidade da FDN mostraram que não houve ($P>0,05$) alteração nos valores dos coeficientes **a** e **c** estudados, entretanto observou-se aumento médio ($P<0,05$) no parâmetro **b** de 12,5 unidades percentuais como efeito da amonização, porém não se verificou ($P>0,05$) diferença entre os diferentes tratamentos químicos estudados.

Nota-se, pela Tabela 8, que a amonização aumentou ($P<0,05$) os valores da degradação potencial (Dp) da FDN e que os níveis de amônia anidra foram superiores ($P<0,05$) aos de uréia, não havendo diferenças entre os níveis de NH_3 nem entre os de uréia.

O trabalho de Sampaio (1988) comprovou que o tratamento de fenos de gramíneas e leguminosas com hidróxido de sódio provocou aumento na

degradação potencial dos mesmos, mas não afetou a taxa de degradação, levando a crer que os valores de **c** seriam características intrínsecas das forragens avaliadas. Por outro lado, reporta que o aumento na degradabilidade da MS e da FDN pelo tratamento alcalino pode não ser devido somente às alterações químicas da forragem, mas também às alterações na estrutura física, visto que o espaço acessível às enzimas ou a habilidade das enzimas dos microrganismos ruminais em penetrarem na fibra são, por sua vez, importantes fatores limitantes à sua degradação. A redução no teor de lignina, observada em alguns trabalhos, em decorrência do tratamento com álcali, pode eliminar parcialmente o efeito da barreira física, tornando a celulose mais disponível.

Tabela 8. Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), coeficiente de determinação (R^2), degradação potencial (Dp) e degradação efetiva (DE) da FDN dos fenos não-tratado (NT) e tratado com amônia anidra (NH_3) ou com uréia (U)

Parâmetros	Tratamentos					C.V. (%)
	NT	NH_3 (2,0%)	NH_3 (3,0%)	U (3,6%)	U (5,4%)	
a (%)	12,5a*	11,8a	11,0a	12,6a	10,8a	22,8
b (%)	58,7b	75,4a	73,4a	67,4a	68,6a	4,4
c (%/h)	3,1a	3,0a	3,6a	3,3a	3,6a	11,2
R^2 (%)	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	-
Dp (%)	70,6c	86,6a	84,4a	80,0b	79,4b	1,7
De (%)						
(2,0%/h)	48,4b	53,7ab	57,8a	52,4ab	53,6ab	4,1
(2,4%/h)	45,9b	50,4ab	54,6a	49,5ab	50,6ab	4,6
(5,0%/h)	35,3a	37,4a	41,5a	37,5a	38,2a	6,8

* Letras iguais, nas linhas, não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey

Neste estudo, a solubilização da hemicelulose e outras alterações na estrutura da parede celular do feno amonizado, provavelmente, contribuíram para aumentar a fração potencialmente degradável do mesmo.

Como a quantidade de alimento degradado depende, também, de sua taxa de permanência no rúmen, compararam-se os valores de degradação efetiva da MS, da MO, da PB e da FDN, utilizando-se a taxa de passagem da digesta ruminal determinada (2,4%/h) e as taxas de passagem propostas pelo ARC (1984) de (2,0% e 5,0%/h). Verificou-se, neste estudo, redução ($P < 0,05$) na degradação efetiva da MS, da MO, da PB e da FDN com o aumento das taxas de passagem. Este fato está em consonância com as observações de Orskov et al. (1980) e de McDonald (1981) de que a De não depende apenas do potencial de degradação, mas também do tempo de permanência no rúmen e pode diminuir, se a taxa de passagem aumentar.

A equação de Orskov e McDonald (1979) apresentou um ajuste adequado para os dados de degradação da MS, da MO, da PB e da FDN, visto que os valores para o coeficiente de **a** ficaram próximos à fração solúvel obtida em água corrente

no tempo zero (Tabela 9), não se verificando valores de (**a + b**) superiores a 100 e com altos coeficientes de determinação (R^2) em torno de 0,99.

Tabela 9. Solubilidade (%) da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) dos fenos não-tratado (NT) e tratado com amônia anidra (NH_3) ou com uréia (U)*

Parâmetros (%)	Tratamentos				
	NT	NH_3 (2,0%)	NH_3 (3,0%)	U (3,6%)	U (5,4%)
MS	18,7	23,4	23,0	26,7	28,8
MO	18,9	23,4	23,4	26,6	28,7
PB	20,0	63,0	62,1	58,3	74,2
FDN	18,4	23,4	23,0	26,6	28,8

* Solubilidade obtida por lavagem em água corrente

Os resultados obtidos, nas condições desse estudo, permitiram concluir que a uréia pode substituir a amônia anidra e que o nível de 5,4% de uréia é o mais recomendável para o tratamento de feno de *Brachiaria decumbens* em estádios avançados de desenvolvimento.

Referências bibliográficas

- Arc-Agricultural Research Council. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- Arc-Agricultural Research Council. *Report of the protein group of the Agricultural Research Council working party on the nutrient requirement of ruminants*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.
- Barbi, J.H.T.; Sampaio, I.B.M.; Maurício, R.M. Avaliação de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte pela técnica *in situ*. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 47(1):73-86, 1995.
- Berger, L.L.; Fahey Júnior, G.C.; Bourquim, L.O. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY JR., G.C. *Forage quality, evaluation e utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.922-966.
- Chiquette, 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.*, 72:299-308, 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. p.322-337.
- Martins, R.O. *Composição química e degradabilidade in situ do feno de capim-coast cross tratado com amônia anidra ou com uréia*. Jaboticabal, 1992. (Graduation in Zootechny) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- McDonald, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.*, 96(1):251-252, 1981.
- Nrc-National Research Council. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6. ed., Washington: National Academy of Sciences, 1984. 90p.

- Orskov, E.R.; Deb Hovel, F.D.; Mould, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la evaluacion de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.*, 5:213-233, 1980.
- Orskov, E.R.; McDonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements wighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92(2):499-503, 1979.
- Reis, R.A. *Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre o valor nutritivo de fenos de gramíneas forrageiras de clima tropical*. Viçosa, 1989. (Doctoral Thesis in Zootechny) - Universidade Federal de Viçosa.
- Rosa, B. *Produção de matéria seca e valor nutritivo dos fenos de Brachiaria decumbens Stapf e de Brachiaria ruziziensis Germain & Everard em diferentes idades de corte*. Lavras, 1982. (Master's Thesis in Zootechny) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- Rosa, B. *Valor nutritivo do feno de Brachiaria decumbens Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia*. Jaboticabal, 1996. (Doctoral Thesis in Zootechny) - Universidade Estadual Paulista.
- Sampaio, I.B.M. *Experimental designs and modeling techniques in the study of roughages degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading, 1988. (Doctoral Thesis in Animal Production) - University of Reading.
- Sampaio, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliadas *in situ*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: EDUEM, 1994. p.81-88.
- Sas. *Sas guide: Statistics.*, 5. ed. Cary: Statistical Analysis Systems Institute, 1985. 921p.
- Silva, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*, 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1990. 165p.
- Sundstol, F. Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 10(2):173-187, 1983/84.
- Werner, J.C. *Adubação de pastagens*. Nova Odessa: IZ, 1984. 49p. (Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico, 18).
- Williams, C.H.; David, D.J.; Iismaa, O. The determination of cromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agric. Sci.*, 59(1):381-385, 1962.

Received on December 04, 1997.

Accepted on June 24, 1998.