

USO DE AMÔNIA ANIDRA E DE URÉIA PARA MELHORAR O VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS CONSERVADAS

Beneval Rosa¹
Rossala Fadel²

1. INTRODUÇÃO

A alimentação de ruminantes, como importante componente econômico dentro do processo produtivo, busca alternativas que reflitam na diminuição de custos. Tem sido utilizado, como alternativa, volumosos como as palhadas de culturas anuais de verão e de inverno, os fenos de baixa qualidade resultante do processo de fenação ou do armazenamento inadequado, as silagens de capins passados ou os resíduos da colheita de sementes de plantas forrageiras e do beneficiamento de grãos.

Abordando as tendências e as perspectivas da produção de bovinos sob pastejo (CORSI et al., 2000) afirmaram que a terminação de animais em confinamento deverá aumentar sensivelmente no futuro, em virtude da necessidade de maior produção bovina, conseqüência do incremento da população nos centros urbanos, do comércio de exportações e da crescente demanda por esse produto, devido à melhora na renda *per capita*. Considerando que a alimentação é o item que representa a maior parcela do custo de produção de animais confinados, pode-se inferir que a preferência da localização dos confinamentos será por áreas de elevada disponibilidade de resíduos agro-industriais e de grãos, capazes de garantir o desempenho satisfatório dos animais de maneira econômica.

Os mesmos autores relatam a polarização de confinamentos ao redor de usinas e de destilarias de açúcar e álcool, face aos produtos produzidos por essa cadeia agro-industrial, como o bagaço e as pontas de cana-de-açúcar. As indústrias que processam outros produtos agrícolas (conserva de alimentos, limpeza de grãos como soja, milho, sementes, etc.) também têm a capacidade de provocar a concentração de áreas de confinamento de bovinos ao seu redor. Acredita-se que a tendência dos confinamentos, nessas áreas, será a de maior uso de concentrados, no qual ganhos maiores serão priorizados, devido à redução dos valores dos alimentos, como o aumento do potencial genético dos animais. Todavia, as áreas industrializadas não serão marginalizadas para a produção de carne em confinamento, pois nessas áreas é que se concentram a maior parte da população e, portanto, os maiores preços da arroba - concluem os autores.

Deve-se considerar, todavia, que os volumosos citados anteriormente são de baixa qualidade, pois apresentam alto conteúdo de parede celular (valores acima de 60%) e de fibra em detergente ácido (FDA) acima de 40%, e baixos teores de proteína bruta (PB), de minerais e de vitaminas, sendo a digestibilidade da matéria seca (MS) baixa (40 a 50%), o que resulta em baixos níveis de consumo (REIS e RODRIGUES, 1993).

Diversos métodos têm sido testados visando melhorar o aproveitamento de forragens de baixa qualidade, tais como: tratamentos físicos, químicos ou biológicos, suplementação ou combinação de dois

¹ Professor Doutor do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG, Goiânia-GO, caixa Postal 131. CEP 74.001-970. (beneval@vet.ufg.br).

² Aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da UFG, área de concentração em Produção Animal.

ou mais destes. Embora todos esses processos sejam tecnicamente possíveis, muitos não são economicamente viáveis nas condições brasileiras.

Dentre os tratamentos químicos avaliados, principalmente com palhas ou resíduos de culturas e, mais recentemente, com fenos, destacam-se o uso da amônia anidra (NH_3) ou da uréia, processo denominado de amonização.

2. AMONIZAÇÃO

A amonização de forragens utilizando a amônia anidra, amônia líquida ou uréia, tem sido uma das alternativas em razão de ser de fácil aplicação, não poluir o ambiente, fornecer nitrogênio não protéico, provocar decréscimo no conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), favorecer a solubilização parcial da hemicelulose, aumentar o consumo e a digestibilidade, além de conservar as forragens com alto teor de umidade.

A amônia é o nome químico dado ao composto que apresenta um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio (NH_3). A amônia anidra possui teor de N elevado (82% de N) e pode ser encontrada no estado líquido sob baixas temperaturas ou sob pressões relativamente altas (GARCIA e PIRES, 1998).

O tratamento de forragens ricas em lignina e celulose, com amônia anidra, teve início na primeira década do século passado. Na década de setenta, os trabalhos foram bastante desenvolvidos na Europa e, nesta mesma década, foram iniciados nos Estados Unidos. No Brasil, os trabalhos de pesquisa tiveram início em 1984, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo GARCIA (1992).

O tratamento de forragens de baixa qualidade com uréia (46% de N), como fonte de amônia, vem sendo alvo de vários estudos (DOLBERG, 1992). Simultaneamente, ocorrem dois processos dentro da massa da forragem tratada com uréia: ureólise, a qual transforma a uréia em amônia, sendo que esta, subseqüentemente, gera os efeitos nas paredes da célula da forragem (GARCIA e PIRES, 1998).

A ureólise é uma reação enzimática que requer a presença da enzima “urease” no meio. A urease é praticamente ausente nas palhas ou material morto, como por exemplo, os capins secos. De acordo com (WILLIAMS et al., 1984), a urease produzida pelas bactérias “ureolíticas”, durante o tratamento de resíduos, tais como as palhadas, é suficiente, pelo menos em determinadas condições onde a umidade não é limitante. Somente em casos específicos de forragens muito secas, e que não possam ser umedecidas, a adição de urease seria necessária. A umidade e a temperatura, e suas interações, devem favorecer a atividade da bactéria e de sua enzima.

Com o objetivo de avaliar o efeito da soja crua, como fonte de urease, na amonização do bagaço de cana-de-açúcar através da uréia, SARMENTO et al. (2000) utilizaram quatro níveis de fontes de urease (0;2,5; 3,75 e 7,5% da MS) em bagaço amonizado com 7,5% de uréia (base da MS), armazenados por um período de 96 dias. Os teores médios de PB e hemicelulose não foram afetados pelos níveis crescentes de urease, entretanto, o teor médio de FDN do bagaço diminuiu. Por outro lado, a adição de fonte de urease até 3,75% (base MS) melhorou a DIVMS do bagaço de cana tratado com uréia, no entanto, altos níveis de soja cruz (7,5%), como fonte de urease, podem causar decréscimos na DIVMS.

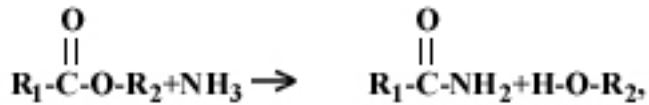
De acordo com (GARCIA e PIRES, 1998), interações “quantidade de uréia x tipo de forragem x duração do período de tratamento” devem ser observadas.

As forragens, em geral, apresentam estrutura complexa em sua parede celular, composta, principalmente, das frações de celulose, hemicelulose e lignina (GARCIA e PIRES, 1998). A associação da lignina com as outras duas frações é responsável pela baixa digestibilidade de muitas forragens.

Duas teorias explicam o efeito da amônia sobre a fração fibrosa das forragens, sendo que a primeira, proposta por TORKOV e FEIST (1969), é denominada de “amoniólise”. Nesta ocorre reação

entre a amônia e um éster, produzindo uma amida. Por outro lado, as ligações do tipo ésteres entre a hemicelulose e a lignina com grupos de carboidratos são rompidas com a conseqüente formação de amida.

A reação de amoniólise pode ser esquematizada com se segue:



em que:

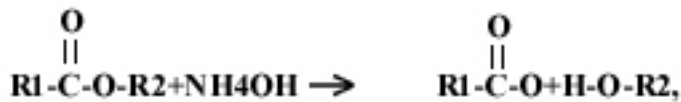
R₁= molécula de carboidrato estrutural;

R₂= outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico, ou

uma unidade fenil-propano da lignina.

Avaliando o efeito da amonização sobre o feno de *Festuca arundinacea* Schreb., BUETTNER et al. (1982) verificaram a ação da amônia sobre as ligações do tipo ésteres com a conseqüente redução na absorvância para os comprimentos de ondas relativos às ligações do tipo ésteres e aumento nas ligações amidas. Os pesquisadores salientaram que as modificações nas propriedades de absorvância no feno tratado resultaram da quebra de ligações do tipo ésteres por meio de uma reação “amoniólise”, com a conseqüente formação de amidas.

A segunda teoria baseia-se na característica da amônia em apresentar alta afinidade com a água, resultando na formação de uma base fraca, o hidróxido de amônio (NH₄OH), durante o tratamento de forragens úmidas com esse composto. No processo, ocorre hidrólise alcalina resultante da reação do hidróxido de amônio com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais, conforme a reação proposta por BUETTNER (1978):



em que:

R₁= molécula de carboidrato estrutural;

R₂= outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico, ou

uma unidade fenil-propano da lignina.

No processo de amonização, a base fraca forma-se por meio de reação exotérmica que pode ser constatada pelo aumento da temperatura na forragem em tratamento (KNAP et al., 1975; SUNDSTOL et al., 1978; URIAS et al., 1984).

A alta afinidade da amônia com a água promove expansão da parede celular e ruptura de componentes dos tecidos de forragens amonizadas, que podem ser constatados por meio de estudos de microscopia eletrônica.

2.1. Fatores que afetam o processo de amonização

De acordo com SUNDSTOL e COXWORTH (1984) inúmeros fatores podem afetar a eficiência da amonização, destacando-se a quantidade aplicada, o período de tratamento e a umidade da forragem. Além destes, o poder tampão das plantas exerce efeito pronunciado na eficiência do tratamento (DIAS-DASILVA e GUEDES, 1990). Nos tratamentos no qual se usa uréia como fonte de amônia, a umidade e a atividade ureática têm influência marcante nas respostas dos volumosos amonizados (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984; JOY et al., 1992).

a) Quantidade aplicada

Um dos primeiros parâmetros estudados no processo de amonização de volumosos foi o efeito das doses de amônia aplicadas (GARCIA e PIRES, 1998). Pelos resultados de vários trabalhos de pesquisa (REIS et al., 1990a e 1990b; REIS e RODRIGUES, 1991; REIS et al., 1991; DOLBERG, 1992; DAMASCENO et al., 1994; REIS et al., 1995; PAIVA et al., 1995a e 1995b; ROSA et al., 1998a 1998b ; SOUZA et al., 1999), pode-se recomendar a utilização de NH_3 nas dosagens de 2,0 a 3% do peso seco das forragens para maior eficiência do tratamento químico.

Por outro lado, DOLBERG (1992) relata que a maior eficiência do tratamento com uréia pode ser obtido quando o volumoso possui teor de umidade de 30,0% e a uréia é aplicada na dosagem de 4,0 a 8,0% da matéria seca da forragem tratada.

Trabalhos de pesquisa utilizando diferentes níveis de uréia (GROSSI et al., 1993; DAMASCENO et al., 1994; REIS et al., 1995; FISCHER et al., 1996; ROSA et al., 1998a e 1998b; ROSA et al., 2000) comprovam esta recomendação.

b) Temperatura

As reações químicas que ocorrem com a amonização se processam mais rapidamente em temperaturas mais altas do que nas baixas. Após a aplicação de amônia, a temperatura interna aumenta rapidamente, atingindo valores máximos até seis horas após a aplicação (GARCIA e PIRES, 1998).

A temperatura ambiente tem importante efeito na velocidade de reação entre a NH_3 e a forragem tratada. Em temperaturas próximas de 100°C , as reações são quase imediatas, enquanto que, quando próximas de 0°C , são extremamente lentas (GARCIA e PIRES, 1998).

As variações de temperatura que ocorrem dentro do material amonizado dependem da umidade da forragem, da quantidade de amônia aplicada, da temperatura ambiente e outros fatores.

c) Tempo de tratamento

O tempo de tratamento depende da temperatura ambiente e esta, por sua vez, influi na velocidade de hidrólise da uréia. Recomenda-se um período mínimo de tratamento de 15 dias no verão e 30 dias nas épocas mais frias. Este período seria suficiente para uma hidrólise quase total da uréia, conforme relata GHATE e BILANSKI (1981) e outros pesquisadores (REIS e RODRIGUES, 1991; DOLBERG, 1992; PAIVA et al., 1995a, 1995b, 1995c; ROCHA et al., 2001).

REIS e RODRIGUES (1991) concluíram que a aplicação de NH_3 (2,0% na MS) por período superior a 21 dias, pode ser recomendada como método para melhorar a qualidade do capim-elefante cv. Taiwan A-148 colhido no estágio de pós-florescimento.

Com o objetivo de verificar os efeitos da aplicação de três níveis de NH_3 (0, 2 e 4% da MS), em combinação com três períodos de amonização (7, 21 e 35 dias) na palhada de milho, PAIVA et al. (1995a) verificaram que houve aumento no N total, em função dos níveis crescentes de NH_3 e das elevações dos períodos de amonização. Por outro lado, a retenção de N (RN) foi reduzida pelo aumento do nível de amônia de 2 para 4% e os períodos de amonização acarretaram incremento na RN, principalmente na palhada tratada com 2% de NH_3 .

Na mesma linha de trabalho, (PAIVA et al., 1995b) verificaram que, para o período de amonização de 35 dias, houve redução dos teores médios de FDN e de hemicelulose para os três níveis de NH_3 testados.

Ainda PAIVA et al. (1995c) observaram que as melhores alternativas para a amonização da palhada de milho foram verificadas nas combinações de 2% de amônia e 35 dias de período de amonização ou 4% de amônia e sete dias de período de amonização.

Objetivando determinar os efeitos da aplicação de diferentes níveis de uréia (0, 2, 4 e 6% da MS), em combinação com diferentes períodos de amonização (30 e 60 dias) sobre a composição química e a digestibilidade *in vitro* do capim-Elefante cv. Napier em avançado estágio de maturidade (ROCHA et al., 2001) não observaram influência dos períodos de tratamento. Os mesmos autores relatam que a literatura tem mostrado que o aumento do período de amonização de forragens pode não trazer benefícios em termos de elevação do conteúdo de N total.

d) Teor de umidade

O teor de umidade é outro fator importante que determina o efeito do tratamento com NH_3 . Em condições tropicais, onde palhadas e restos de cultura podem apresentar níveis de umidade muito baixos, o umedecimento da forragem é o mais indicado para que se tenha melhor efeito da amonização (GARCIA e NEIVA, 1994).

A uréia deve ser dissolvida em água, sendo que a quantidade pode variar de 0,3 a 1,0 litro por kg de palhada, e depois a solução é aspergida em camadas da forragem tratada (DOLBERG, 1992).

São poucos os trabalhos realizados no Brasil avaliando o efeito do teor de umidade no processo de amonização (DAMASCENO et al., 1994; ROSA et al., 2000). Avaliando a palha de trigo tratada com uréia cristalina (90,7% de MS) ou em solução (60% de MS), nos níveis de 2, 4 e 6% de uréia (base MS), DAMASCENO et al. (1994) concluíram que a eficiência do tratamento com uréia foi dependente do nível de umidade final da palha.

Com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes quantidades de uréia e de água adicionadas em feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, colhido após a queda das sementes, ROSA et al. (2000) observaram que o teor médio de N total aumentou com as doses crescentes de uréia e decresceram com o aumento da quantidade de água adicionada. Não se verificou 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 (base da MS) com 40% de água adicionada permitiram os menores teores médios de FDA.

e) Tipo e qualidade da forragem

A resposta à amonização é variável de acordo com o tipo de forragem tratada, sendo que os resultados de pesquisa mostram efeito mais pronunciado para forragens que apresentam digestibilidade muito baixa (GARCIA e PIRES, 1998).

TEIXEIRA (1990) relata aumentos do teor de PB da ordem de 159,8 e 273,3%, para a palha de milho mais sabugo, e 61,6 e 105,7%, para o capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), ambos tratados com doses de 1,5 e 3,0% de amônia anidra, respectivamente, comparados aos seus controles.

Palhadas de todos os tipos de cereal podem ser tratadas, sendo que as de arroz podem ser tratadas inteiras, embora se aconselha picar as palhas oriundas de cereais de caules mais duros, como as de trigo (DOLBERG, 1992). O mesmo autor afirma que, em termos relativos, os melhores resultados desse tipo de tratamento são obtidos com os volumosos de pior qualidade.

ROSA (1999) chama a atenção do grande potencial dos resíduos de colheita de sementes de forrageiras na região Centro-Oeste, que poderiam ser amonizados e utilizados na alimentação animal.

f) Efeito da amonização sobre o conteúdo de compostos nitrogenados da forragem e a retenção de nitrogênio

Trabalhos conduzidos com fenos de gramíneas, em condições tropicais, mostram elevação nos teores de N total (REIS et al., 1990a; 1990b; 1991 e 1993; ROSA et al., 1998a) com a amonização dos mesmos.

Em quase sua totalidade, os trabalhos com amonização mostram que, à medida que se aumentam os níveis de amônia ou de uréia, a quantidade de nitrogênio recuperada diminui (GARCIA e PIRES, 1998).

Resultados obtidos por PAIVA et al. (1995a), mostram que a retenção de nitrogênio na palhada de milho foi menor quando o nível de amônia foi aumentado de 2,0 para 4,0%, e a elevação dos períodos de amonização acarretou incremento na retenção de nitrogênio na palhada de milho, principalmente na tratada com 2,0% de amônia anidra.

Avaliando o feno de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, ROSA et al. (1998a) verificaram redução do N fixado (% do N adicionado) de 62,2 para 50,8, quando tratado, respectivamente, com 2 e 3% de amônia (base da MS) e de 57,8 para 53,6 do N fixado (% do N adicionado) com o aumento das doses de 3,6 para 5,4% de uréia (base da MS), respectivamente (Tabela 1).

A aplicação de dióxido de enxofre e o aumento da umidade da forragem tratada são procedimentos que estão sendo utilizados com a finalidade de promover maior retenção de N em forragens amonizadas.

O aumento do conteúdo de nitrogênio total, em forragens amonizadas, tem apresentado grande variação. Isto pode ser devido à vários fatores, tais como: níveis de amônia ou de uréia aplicados, período de amonização, temperatura ambiente, teor de umidade e qualidade da forragem tratada (GARCIA e PIRES, 1998).

Valores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) têm sido utilizados por alguns pesquisadores como indicadores da quantidade de compostos nitrogenados amoniacais, ligados covalentemente aos compostos da fração fibrosa das forragens tratadas com amônia.

A importância do conhecimento dos teores de NIDA dos alimentos baseia-se no fato de que os compostos nitrogenados presentes nesta forma são indisponíveis para o animal (NRC, 1985; AFRC,

1992). Na maioria dos alimentos concentrados, os teores de compostos nitrogenados presentes como NIDA são inferiores a 10%, observando-se valores mais elevados para o NIDA nos alimentos volumosos ou em forragens amonizadas.

Forragens com teores de NIDA superiores a 20,0% do nitrogênio total têm sua utilização comprometida em razão de reduções na disponibilidade de nitrogênio e na digestibilidade da matéria seca (VAN SOEST e MANSON, 1991).

Como consequência da amonização, ocorre, ainda, aumento nos teores de nitrogênio não-protéico (NNP), de acordo com os trabalhos de BUETTNER et al. (1982) e ROSA et al. (1998a). Assim, a forragem amonizada passa a ser uma fonte de NNP para a síntese de proteína pelos microrganismos do rúmen, desde que haja energia disponível.

Tabela 1. Fracionamento do nitrogênio do feno de *Brachiaria decumbens* amonizado.

Parâmetros	Testemunha	NH ₃ (3,0% da MS)	Uréia (5,4% da MS)
N adicionado (g/kg de MS)	----	24,6	24,8
N total (g/kg MS)	7,0	19,5	20,3
NIDA (g/kg MS)	2,4	3,1	2,8
NIDN (g/kg MS)	4,1	6,2	4,6
N-NH ₃ (g/kg MS)	0,4	5,6	5,9
NNP (g/kg MS)	2,0	11,2	12,8

Fonte: ROSA et al. (1998a).

g) Efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular

Os efeitos da amonização sobre a estrutura da fibra dos volumosos inclui a solubilização da hemicelulose, o aumento da digestão da celulose e da hemicelulose em razão da expansão da fração fibrosa (JACKSON, 1997; KLOPFENSTEIN, 1978). A celulose se expande quando tratada com agentes alcalinos e isto reduz as ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, as quais ligam as moléculas de celulose (JACKSON, 1979). 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 rompidos (VAN SOEST, 1994).

A maioria das pesquisas a respeito de amonização de forragens, subprodutos da agroindústria e restos de cultura em geral tem mostrado que a amonização, geralmente, promove alterações físico-químicas nos teores dos constituintes da parede celular (GARCIA e PIRES, 1998). Possivelmente, essas alterações resultantes da amonização são o mais importante efeito causado nas forragens tratadas. As alterações provocadas por produtos alcalinos nos constituintes da parede celular variam em função de alguns fatores, tais como níveis a serem aplicados, qualidade da forragem, teor de umidade, período de tratamento e temperatura ambiente ou de tratamento.

Os resultados, da maioria dos trabalhos, têm mostrado decréscimo consistente nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose, quando se aumentam as doses de amônia (REIS et al., 1990a; REIS et al., 1991; GROSSI et al., 1993; REIS et al., 1993; REIS et al., 1995; PAIVA et al., 1995b; FISCHER et al., 1996; ROSA et al., 1998a; ROSA et al., 2000).

A redução no conteúdo de FDN em forragens amonizadas tem sido, geralmente, atribuída à solubilização parcial da hemicelulose ou da hemicelulose e da lignina (GARCIA e PIRES, 1998). Essas suposições baseiam-se no fato de que a maioria das forragens submetidas a esse tipo de tratamento não

apresenta diminuição dos outros constituintes da parede celular e, quando isso ocorre, é, proporcionalmente, em magnitude menor.

Os efeitos da amonização sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA), de celulose e de lignina têm sido variáveis, visto que os trabalhos têm mostrado aumentos, reduções ou inalterações nos teores de FDA, de celulose e de lignina (REIS et al., 1990a; REIS et al., 1991; GROSSI et al., 1993; REIS et al., 1993; REIS et al., 1995; PAIVA et al., 1995b; FISCHER et al., 1996; ROSA et al., 1998a; ROSA et al., 2000).

Os aumentos que têm sido verificados nos conteúdos de FDA, de celulose e de lignina, em forragens amonizadas, são em decorrência, provavelmente, do efeito de concentração causado pela diminuição de um ou mais constituintes da parede celular (GARCIA e PIRES, 1998). Têm-se considerado, também, que parte do aumento dos teores de FDA e de lignina pode ser devido à reação tipo Maillard e, ou, à ligação do N adicional à lignina.

Tabela 2. Composição química de gramíneas tropicais colhidas após a maturação das sementes, não tratadas e amonizadas.

Parâmetros	<i>Brachiaria brizantha</i> *			<i>Brachiaria decumbens</i> **		
	NT	NH ₃ (3,0% MS)	Uréia (5,4% MS)	NT	NH ₃ (3,0 % MS)	Uréia (5,4% MS)
FDN (% MS)	81,4	70,5	76,4	82,2	78,5	77,5
FDA (% MS)	50,5	50,0	49,3	46,2	47,0	45,2
HEM	30,8	21,6	30,0	36,0	31,5	32,3
CEL	43,0	41,6	39,0	38,2	38,6	38,7
LIG (% MS)	7,5	7,2	7,3	8,0	7,9	6,5
PB (% MS)	2,5	10,8	18,0	4,4	11,9	12,5
DIVMS (%)	41,1	62,0	56,0	52,9	64,6	60,0

Fonte: *REIS et al. (1995) **ROSA et al. (1998a).

h) Efeito da amonização sobre a digestibilidade e o consumo voluntário

O valor nutritivo de uma forragem não depende apenas dos teores de nutrientes nela presentes, mas, também, da sua digestibilidade, dos produtos da digestão e do consumo pelos animais. No caso de forragens de baixa qualidade, o consumo passa a ser o fator principal.

A determinação da digestibilidade de forragens amonizadas é considerado procedimento de grande importância, quando se pretende avaliar a eficiência da amonização, porque a degradação e o consumo de forragem estão, geralmente, correlacionados (GARCIA e PIRES, 1998).

Segundo KLOPFENSTEIN (1978), o modo de ação da amônia seria por meio da solubilidade parcial da fração hemicelulolítica, levando a um aumento da digestibilidade da parede celular. Autores têm relatado que a amonização causa expansão da celulose, facilitando, assim, o ataque da parede celular pelos microrganismos do rúmen. Tudo isso pode ser resultante da quebra das pontes de éster entre lignina e carboidratos estruturais causada pela amonização (BUETTNER, 1982).

Segundo Manson e colaboradores, em 1988, citados por GOTO et al. (1993), o aumento da digestibilidade de forragens amonizadas também tem sido atribuído a fatores antiqualitativos, como compostos fenólicos e grupo acetil. A redução dos compostos fenólicos e do grupo acetil pela amônia resulta em correlação positiva com a digestibilidade. Isto ocorre em razão desses compostos serem tóxicos aos microrganismos do ruminais.

Os compostos fenólicos são encontrados em toda a estrutura vascular das plantas e são derivados da mesma via biossintética da lignina (JUNG e FAHEY JR, 1983), sendo os mais comuns os ácidos p-cumáricos, ferúlicos, difenílico e vanílico.

A determinação da digestibilidade das forragens amonizadas, mediante alimentação com animais, tem sido o método convencional de avaliação do seu valor nutritivo. Além de requerer que todo o alimento e material fecal sejam pesados cuidadosamente e analisados em seus componentes químicos, com duração mínima de 21 dias, pelo menos quatro animais e quantidades consideráveis de forragens, o método é limitado para descrever os efeitos em todo o trato digestivo, pois não permite diferenciação entre o que é degradado no rúmen e o que é digerido pós-ruminalmente.

Uma das particularidades deste método é o uso generalizado de ovinos, ainda que a maioria dos alimentos para ruminantes seja consumida por bovinos.

Dadas as limitações apontadas para o método *in vivo* tem-se desenvolvido diversas metodologias para substituí-la, entre as quais, o método *in vitro* de TILLEY e TERRY (1963), que é um dos mais usados. Conquanto os valores obtidos por este método possam ser usados para comparar forragens amonizadas, eles não podem fornecer informações sobre o consumo. Além disso os valores obtidos podem ser diferentes dos da digestibilidade aparente. Tem-se observado que este método subestima a digestibilidade naquelas faixas inferiores a 65%, o que pode ser devido à falta de tempo de fermentação com o líquido ruminal, especialmente nas forragens de baixa qualidade (CERDA et al., 1987).

A discrepância entre os valores da digestibilidade medida *in vitro* e *in vivo* tem sido notada, existindo evidências de que a baixa taxa de digestão no rúmen e a passagem mais rápida possam ser sugeridas como explicações parciais (BERGER et al., 1980). Entretanto, o aparecimento de compostos de lignina solúveis também poderia contribuir para esta diferença e resultar em estimativas *in vitro* falsamente altas (VAN SOEST et al., 1983/1984).

Um método alternativo, dentre os que se realizam *in vivo*, é o da técnica *in situ* utilizando sacos de náilon em bovinos fistulados no rúmen, que permite a avaliação rápida e simples da degradação da forragem contida nesses sacos em função do tempo de incubação ruminal, que além de servir para estimar os valores da digestibilidade, permite avaliar a taxa de degradação das forragens e seus componentes nutritivos, bem como estudar a velocidade de degradação dos nutrientes no rúmen (ORSKOV et al., 1980; SAMPAIO, 1988).

O consumo está associado com a digestibilidade e não pode ser tratado como uma variável independente, sendo que a digestibilidade e o consumo são positivamente correlacionados no caso de dietas de baixa qualidade, e os animais são incapazes de consumir a energia necessária (VAN SOEST, 1994).

Com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de amônia sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dos fenos de três gramíneas tropicais, colhidas no estágio de pós-florescimento, REIS et al. (1990a) observaram valores de 50,0; 53,2 e 58,3% nos fenos dos capins andropogon, *Brachiaria decumbens* e jaraguá, respectivamente quando tratados com NH₃ (3,0% da MS).

Avaliando os efeitos dos níveis de NH₃ (1,5 e 3,0% da MS) sobre a digestibilidade e o consumo voluntário, determinados com ovinos alimentados com o feno de *Brachiaria decumbens*, colhido no estágio de pós-florescimento, REIS et al. (1990b), verificaram que os tratamentos proporcionaram aumentos nos coeficientes de digestibilidade da MS, da FDN, da FDA, da Hemicelulose, da celulose e de proteína bruta, bem como consumo médio de MS (53,3; 59,7 e 62,1 k/kg^{0,75}/dia) e balanço de N (0,33; 2,45 e 2,72 g/dia), respectivamente para o feno controle e os que receberam NH₃ (1,5 e 3,0% da MS), sendo os resultados mais significativos com o uso de 3,0% de amônia.

A DIVMS dos fenos de capim Gordura e *Brachiaria decumbens*, colhidos no estágio de pós-florescimento, aumentou com a aplicação de NH₃ (2, 4 e 6% da MS), em estudo realizado por REIS et al. (1991), em relação ao feno não tratado, principalmente nos níveis de 4 e 6%.

Avaliando o feno de capim Coastcross, colhido no estágio de pós-florescimento e tratado com NH₃ (3,5% da MS) ou com uréia (6,4% da MS), MARTINS (1992) encontrou valores não significativos para a DIVMS de 43,7; 46,9 e 50,1%, respectivamente para o feno não tratado e tratado com amônia ou com uréia. No mesmo trabalho, esse autor estudou a degradabilidade *in situ* e constatou aumento na degradabilidade potencial da MS (55,7; 63,3 e 69,8%) e da FDN (54,1; 62,8 e 68,0%), após 96 horas de incubação, respectivamente para o feno não tratado ou amonizado com uréia ou com amônia.

Avaliando o feno do capim *Brachiaria decumbens*, tratado com diferentes níveis de NH₃ (1,5 e 3,0% na MS), REIS et al. (1993) verificaram aumentos significativos na DIVMS (de 36,8 para 49,7 e 54,3%) com níveis crescentes de amônia aplicados, em relação ao feno não tratado.

Com o objetivo de determinar os efeitos da amonização (0 e 3,0% de NH₃ na MS) sobre a DIVMS dos resíduos de aveia-preta, aveia-amarela e trigo, REIS et al. (1993) verificaram aumento na DIVMS de 52,2 para 64,7% com a amonização.

Avaliando os efeitos da adição de NH₃ (3,0% da MS) ou da uréia (5,4% da MS) às palhas de triticale, aveia, casca de arroz e feno de capim Coastcross, GROSSI et al. (1993) verificaram que a DIVMS, exceto no feno de Coastcross, aumentou em todos os volumosos.

Avaliando os efeitos da amonização sobre as características de degradação da MS *in situ* da palha de trigo, DAMASCENO et al. (1994) verificaram que a adição de uréia em solução (60% de MS) nos níveis de 4 e 6% propiciou acréscimo de 11,8 e 12,0 unidades percentuais na extensão do desaparecimento da MS, respectivamente.

Ao avaliar os efeitos da aplicação de NH₃ (3,0% da MS) ou da uréia (5,4% da MS) sobre a DIVMS da palha de arroz e do feno do capim Braquiarião colhido após a queda das sementes, REIS et al. (1995), verificaram que a palha de arroz apresentou maior DIVMS (59,3%) do que o feno de Braquiarião (53,0%). Por outro lado, observaram que a amonização com amônia apresentou maior efeito (64,4%) quando comparada ao uso da uréia (57,9%). Também FISCHER et al. (1996), estudando os efeitos da adição de uréia (0,0 e 4,0% da MS) sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), verificaram que a adição de uréia elevou a DIVMO de 51,05% para 55,15%.

ROSA et al. (1998a), avaliando o valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk não tratado ou amonizado com NH₃ (2,0 e 3,0% da MS) e com uréia (3,6 e 5,4% da MS), observaram que a amonização aumentou a DIVMS de 52,93 para 64,13; 64,62; 60,00 e 60,50% e da DIVMO de 52,96 para 64,62; 65,20; 60,56 e 61,74%, respectivamente para o feno não tratado ou amonizado com os referidos níveis de amônia ou de uréia. Não houve efeito significativo dos níveis crescentes de amônia ou de uréia aplicados sobre os valores da DIVMS e DIVMO. No mesmo experimento (ROSA et al., 1998b), observaram taxas de desaparecimento da MS de 66,2; 78,7; 78,1; 75,1 e 76,0% com tempo de incubação de 96 horas em avaliação *in situ*. Por outro lado, utilizando caprinos machos, observaram que houve aumento nos consumos médios diários de MS digestível, de MO digestível, de proteína digestível e de energia digestível, bem como aumento médio de 5,8; 6,0; 8,3; 6,4; 11,4; 7,2 e 4,3 unidades percentuais, respectivamente, para a digestibilidade aparente da MS, da MO, da FDN, da FDA, da HEM e da Celulose do feno não tratado para o feno amonizado

j) Efeito da suplementação protéica e energética na alimentação de bovinos com forragens amonizadas

Nos estudos desenvolvidos para se avaliar o valor nutritivo de volumosos amonizados, a inclusão de fontes de energia e, ou, proteína tem proporcionado aumentos substanciais na eficiência de utilização da forragem tratada (PEREIRA et al., 1993; REIS et al., 1995).

Em estudo realizado utilizando-se feno de *Brachiaria decumbens* colhido após a degrana natural das sementes, para avaliar as seguintes dietas isoprotéicas (12,0% de PB): FA-feno do capim braquiária suplementado com farelo de algodão; FNH₃- feno do capim braquiária tratado com 3,0% de NH₃; FNH₃Mi- feno de capim braquiária tratado com 3,0% de NH₃ e suplementado com milho; FAMi- feno do capim braquiária suplementado com fontes energética e protéica, PEREIRA et al. (1993), em ensaio com ovinos, concluíram que a suplementação energética não teve efeito na digestibilidade dos fenos, tratados ou não com amônia.

Também em ensaio com ovinos, conduzido para avaliar os efeitos da amonização com NH₃ (3,0% da MS) e a suplementação protéica (8,0; 16,0 e 32,0% de Promil 21) sobre a digestibilidade aparente da palha de aveia preta, REIS et al. (1995) observaram que o tratamento químico aumentou a digestibilidade da MS (51,2 e 56,7%), da FDN (53,8 e 60,4%), da FDA (47,5 e 54,5%), da HEM (61,9 e 69,2%) e da celulose (53,7 e 60,9%), sem contudo, afetar a digestibilidade da FB (63,5 e 66,3%) e da EB (54,7 e 58,2%). Entretanto, a suplementação protéica não influenciou a digestibilidade da palha.

1) Validação dos resultados

São poucos os trabalhos de pesquisa que procuram validar os resultados em sistemas de criação (QUEIROZ et al., 1992; OLIVEIRA et al., 1993; REIS et al., 1995; FERNANDES, 1999).

Em experimento conduzido para avaliar o efeito da utilização da palha de trigo amonizada com NH₃ (3,0% da MS), em um sistema de manejo alimentar para vacas de corte em gestação: A- palha de trigo amonizada mais suplemento à base de milho; B- palha de trigo não tratada mais suplemento à base de farelo de soja e C- palha de trigo não tratada mais feno de gramíneas, sobre a mudança de peso e escore de condição corporal, QUEIROZ et al. (1992) concluíram que as vacas recebendo ração com palha de trigo amonizada ganharam 16,0 kg e mantiveram escore de condição corporal durante o período de 87 dias do experimento, enquanto que as vacas recebendo ração com palha de trigo não tratada ganharam 1,9 kg e as vacas recebendo palha de trigo não tratada mais feno de gramíneas perderam 21,6 kg durante o mesmo período. A ingestão diária de matéria seca pela vacas que receberam palha de trigo amonizada foram 13,0% e 7,0% superior ao consumo das vacas que receberam palha de trigo não tratada ou tratada mais feno de gramíneas, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem que a palha de trigo amonizada pode ser utilizada em manejo alimentar alternativo para vacas de corte em gestação, nos primeiros dois terços iniciais de período de gestação.

Em ensaio para avaliar o efeito da amonização no desempenho de novilhos de corte alimentados com palha de arroz, sendo que o lote testemunha recebeu, à vontade, palha de arroz não tratada, e o outro lote teve à sua disposição palha de arroz previamente amonizada com NH₃ (3,0% da MS), OLIVEIRA et al. (1993) concluíram que: o trabalho serviu para demonstrar a eficiência da amônia anidra na melhoria do valor nutritivo e aceitabilidade da palha de arroz por novilhos de corte mantidos em confinamento (Tabela 3); os animais que receberam como fonte volumosa a palha de arroz amonizada apresentaram desempenho significativamente superior aos animais que receberam palha de arroz sem tratamento com amônia; o ganho de peso dos animais que receberam palha de arroz amonizada foi 73,7% superior àquele obtido por novilhos com palha de arroz não tratada; a conversão alimentar também foi significativamente melhorada e os animais que receberam palha não tratada com amônia precisaram 30,6% mais alimentos que os animais que receberam palha amonizada, para produzir um quilograma de carne (Tabela 4); a amonização, portanto, elevou o teor protéico, o consumo voluntário e a digestibilidade do alimento volumoso,

resultando em melhor velocidade de crescimento do animal e uso mais eficiente da ração, sendo recomendável a sua utilização no tratamento de palhadas ou de outros volumosos de valor nutritivo similar.

Tabela 3. Percentuais de proteína bruta, constituintes da parede celular e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da palha de arroz não tratada e tratada com 3,0% de amônia.

Variáveis (% da matéria seca)	Palha amonizada	Palha não amonizada
Proteína bruta	9,29	4,71
Fibra em detergente neutro	74,38	76,89
Fibra em detergente ácido	49,39	48,76
Hemicelulose	24,99	28,13
Celulose	36,03	37,53
Lignina	4,33	3,95
DIVMS	32,33	24,47

Fonte: OLIVEIRA et al. (1993).

Tabela 4. Consumo de alimentos e desempenho de novilhos alimentados com palha de arroz amonizada e não amonizada.

Variáveis	Palha amonizada	Palha não tratada
Peso inicial (kg)	237,00	228,00
Peso final (kg)	320,00	276,00
Ganho de peso no período (kg)	83,02	47,50
Consumo de concentrado (kg/dia)	4,00	4,00
Consumo de palha de arroz (kg/dia)	5,40	3,06
Ganho médio diário (g/dia)	0,99	0,57
Conversão alimentar	9,49	12,39

Fonte: OLIVEIRA et al. (1993).

Em ensaio realizado por REIS et al. (1995) foram avaliados os efeitos da amonização (3,0 de NH₃ na MS) e da suplementação protéica e, ou, protéica/energética da palha de arroz e do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú sobre o ganho de peso de bovinos. Os resultados permitiram concluir que: a amonização foi um processo eficiente para melhorar o valor nutritivo dos volumosos estudados, especialmente da palha de arroz., todavia, o ganho de peso e a conversão alimentar dos novilhos não foram afetados nem pela amonização nem pela suplementação protéica/energética (Tabela 5); a amonização resultou em aumento no consumo de matéria seca. Neste experimento a análise de custos demonstrou que a amonização pode aumentar a rentabilidade, dependendo da qualidade do volumoso utilizado (Tabela 6).

FERNANDES (1999), avaliando o feno de *Brachiaria decumbens*, colhido após a queda natural das sementes, submetido aos seguintes tratamentos: feno não tratado mais farelo de soja, feno tratado com amônia (3,0% da MS) mais milho grão e feno amonizado com uréia (5,0% da MS) mais milho grão, sendo que nos tratamentos com amônia e uréia a quantidade de milho foi a suficiente para fornecer a mesma quantidade de energia fermentável fornecida pelo farelo de soja no tratamento testemunho. O autor pode concluir que: a amonização foi um processo eficiente para melhorar o valor nutritivo do volumoso de

baixa qualidade, principalmente com amônia anidra; não houve diferença significativa no desempenho dos bovinos alimentados com os fenos amonizados com amônia e feno não tratado, sendo que os animais alimentados com o feno tratado com uréia obtiveram o mais baixo desempenho e que os resultados mostram que a amonização se torna viável, a partir do momento em que a forragem a ser tratada seja de baixo custo, e que o tratamento com uréia necessita ser melhor estudado, para melhorar a sua eficiência em condições práticas.

Tabela 5. Ganho de peso (GP), ingestão (ING) e conversão alimentar (CA) de novilhos alimentados com diferentes rações.

Rações	GP (kg/dia)	ING. MS total (% PV)	ING. MS volumosos (% PV)	CA
PA+0,64 kg Mi+0,96 kg FA*	0,50A	2,23B	1,74B	14,9 ^A
PA-NH ₃ +1,5 kg Mi	0,60A	2,87A	2,12A	18,4 ^A
FB+0,64 kg Mi+0,96 kg FA	0,34A	2,37B	1,50B	16,1 ^A
FB-NH ₃ +0,84 kg Mi+0,36 kg FA	0,71A	2,82A	2,24A	16,6 ^A

Médias seguidas de mesmas letras, não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

PA- Palha de arroz; FB- Feno de *Brachiaria brizantha*; NT- não tratado; NH₃- (3,0% na MS); Mi- Milho; FA- Farelo de algodão.

Fonte: REIS et al. (1995).

Tabela 6. Custo adicional (US\$) da suplementação e da amonização, considerando o consumo diário das rações.

Tratamentos	Custo (US\$)				Ganho Líquido (US\$)	Ganho Líquido/custo
	Milho	Farelo de algodão	Volumosos Amonizados	Total		
R ₁	0,09	0,14	--	0,23	0,36	1,6
R ₂	0,21	--	0,18	0,39	0,43	1,1
R ₃	0,09	0,14	--	0,23	0,25	1,1
R ₄	0,12	0,05	0,18	0,35	0,52	1,5

m) Sugestões para novas pesquisas

a) Avaliar o consumo voluntário, o ganho de peso, a produção de leite e a conversão alimentar fazendo-se a relação custo/benefício.

b) Estudos para melhorar o entendimento da suplementação protéica, energética ou protéica/energética com uso de volumosos de baixa qualidade e amonizados.

c) Avaliar o potencial dos resíduos de colheita de sementes de plantas forrageiras nos sistemas de produção tanto de corte quanto de leite.

d) Deve-se avaliar os efeitos da amonização utilizando-se os métodos multivariados de Análise dos Componentes Principais (ACP) e de Análise de Agrupamento (AA), seguindo o trabalhos de DASCENO et al. (1994).

n) Sugestões para o trabalho de extensão

- a) Deve-se avaliar o porque da baixa adoção da tecnologia de amonização pelos produtores.
b) Na geração e difusão da tecnologia de amonização não se observa ênfase no envolvimento com os produtores.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC-AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Nutritive requirements of animals: protein. *Nutr. Abstr. Review.* (Série B), v. 62, n. 12, p.787-835, 1992.
- BERGER, L.L., KLOPENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. Effect of sodium hydroxide on rate of passage and rate of ruminal fiber digestion. *J. Anim. Sci.*, v. 50, n.4, p. 745-749, 1980. VAN SOEST, P.J.,
- BUETTNER, M.R. *Effects of ammoniation on the composition and digestion of forage fiber.* West Lafayette, Purdue University, 1978. N.p.
- BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S. et al. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arndinacea* Schreb.) hay. *J. anim. Sci.*, v.54, n.1, p.173-178, 1982.
- CERDA, D.A.; MANTEROLA, H.B.; SIRHAN, L.A. et al. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. III. Estudio de factores que afectan los métodos de digestibilidad *in vitro* e *in situ*. *Revista Prod. Anim.*, v. 12,, n. 1-2, p. 77-86, 1987.
- CORSI, M.; MARTA JR., G.B.; BALSALOBRE, M.A.A. et al. Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., Piracicaba, 2000. *Anais...* Piracicaba:SBZ, 2000. 68p.
- DAMASCENO, J.C.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. et al. Efeito de níveis e formas de aplicação da uréia sobre a qualidade da palha de trigo. *Revista UNIMAR*, v.16, Suplemento 1, p. 137-147, 1994.
- DIAS-DA-SILVA, A.A.D.; GUEDES, C.V.M. Variability in the nutritive value of cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 28, n. 1, p. 79-89, 1990.
- DOLBERG, F. Progressos na utilização de resíduos de culturas tratadas com uréia-amônia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES. Lavras, 1992. *Anais...* Lavras, 1992. p. 322-337.
- FERNANDES, L.O. *Qualidade do feno de Brachiaria decumbens Stapf submetido a amonização.* Jaboticabal, 1999. 69p. (Dissertação de Mestrado-Curso de Zootecnia, área de concentração em Produção Animal).
- FERREIRA, A.M.; HARTLEY, R.D. Chemical properties of fibre in relation to nutritive quality of ammonia-treated forages. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 10, n. 2, p. 156-164, 1983/1984.

FISCHER, V.; PRATES, E.R.; MUHLBACH, P.R.F. et al. Efeito do tratamento a campo da palha de arroz com uréia sobre a conservação, composição química e digestibilidade. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v. 25, n. 5, p. 837-843, n 1995.

GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., São Carlos, 1992. *Anais...* São Carlos:EMBRAPA/UEPAE, 1992. p.83-97.

GARCIA, R. e NEIVA, J.N.M. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., Salvador, 1994. *Anais...* Salvador: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1994. p.41-61.

GARCIA, R. e PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, 1998. *Anais...* Viçosa:AMEZ, 1998. p. 33-60.

GOTO, M.; YOKOE, Y.; TAKABE, K. et al. Effects of gaseous ammonia on chemical and structural features of cell walls in spring barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 40, p. 207-221, 1993.

GROSSI, S.F.; REIS, R.A.; EZEQUIEL, J.M.B. et al. Tratamento de volumosos com amônia anidra ou com uréia. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v.22, n.4, p.651-660, 1993.

JAKCSON, M.G. Review article: the alkali treatment of straws. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.

JOY, M.; ALIBÉS, X. e MUÑOZ, F. Chemical treatment of lignocellulosic residues with urea. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v.38, n.3-4, p. 319-333, 1992.

JUNG, H.G.; FAHEY JR., G.C. Nutritional implication of phenolics monomers and ligni: A review. *J. Anim. Sci.*, v. 57, p. 206-219, 1983.

KLOPFENSTEIN, T.J. Chemical treatment of crops residues. *J. Anim. Sci.*, v. 46, n. 3, p. 841-848,, 1978.

KNAPP. W.R.; HOLT, D.A. e LECHTENBERG, V.L. Hay preservation and quality improvement by anhydrous ammonia treatment. *Agronomy Journal*, v.67, p.766-769, 1975.

MARTINS, R.O. *Composição química e degradabilidade in situ do feno de capim Coastcross tratado com amônia anidra ou com uréia*. Jaboticabal, 1992. 45p. (Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para graduação em Zootecnia).

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Ruminant nitrogen usage*. Washington: National Academy of Science, 1985. 158p.

OLIVEIRA, E.R.; LIMA, J.O.A.A.; ALMEIDA, S.A. et al. *Efeito da amonização no desempenho de novilhos de corte alimentados com palha de arroz*. Goiânia, 1993. p. 9. (EMBRAPA-CPATC. Comunicado Técnico, 2).

ORSKOV, E.R.; DEB HOVEL, F.D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de al bolsa de nylon para la evaluacion de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.*, v. 5, p. 213-233, 1980.

PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores dos compostos nitrogenados e retenção de nitrogênio na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Soc. Bras. Zootec.*, 24, n.5, p.683-692, 1995a.

PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a degradabilidade da matéria seca e dos constituintes da parede celular na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Soc. Bras. Zootec.*, 24, n.5, p.683-692, 1995b.

PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores dos constituintes da parede celular na palhada de milho (*Zea mays* L.). *Revista Soc. Bras. Zootec.*, 24, n.5, p.683-692, 1995c.

PEREIRA, J.R.A., EZEQUIEL, J.M.B., REIS, R.A. et al. Efeitos da amonização sobre o valor nutritivo do feno de capim-braquiária. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 28, n. 12, p. 1451-1455, 1993.

QUEIROZ, A.C.; LEMENAGER, R.P.; HENDRIX, K.S. et al. Sistema de manejo alimentar para vacas de corte em gestação utilizando palha de trigo amonizada. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v. 21, n. 6, p. 1014-1028.

REIS, R.A. e RODRIGUES, L.R.A. *Amonização de volumosos*. Jaboticabal:FUNEP, 1993. 22p.

REIS, R.A. e RODRIGUES, L.R.A. Avaliação da qualidade da forragem do capim-elefante cv. Taiwan A-148 colhido após o florescimento e submetido a amonização. *Ars. Veterinária*, v.7, n.2, p. 151-159, 1991.

REIS, R.A.; ANDRADE, P. RODRIGUES, L.R.A. et al. Palha de arroz e feno de *Brachiaria brizantha* amonizados e suplementados com energia ou proteína na alimenta de bovinos. *Revista Soc. Bras. Zotec.*, v.24, n.5, 832-840, 1995.

REIS, R.A.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeitos da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais. *Pesq. Agropec. Brasileira*, v.26, n.8, p.1183-91, 1991.

REIS, R.A.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* dos fenos de três gramíneas forrageiras de clima tropical. *Revista Soc. Bras. Zoot.*, v.19, n.3, p.219-224, 1990a

REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J. et al. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a digestibilidade dos feno do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). *Revista Soc. Bras. Zoot.*, v.19, n.3, p.219-224, 1990b.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. e PEDROSO, P. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de volumosos de baixa qualidade. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v.24, n. 4, p.486-493, 1995.

ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. Níveis de uréia e períodos de amonização sobre o valor nutritivo da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba:FEALQ, 2001. p.373-375.

ROSA, B. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, Goiânia, 1999. *Anais...* Goiânia:CBNA, 1999. p. 153-170.

ROSA, B.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. et al. Avaliação *in situ* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou com uréia. *Acta Scientiarum*, v. 20, n.3, p. 317-323, 1998b.

ROSA, B.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. et al. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou com uréia. *Revista Soc. Bras. Zootec.*, v.27, n. 4, p.815-822, 1998a.

ROSA, B.; SOUZA, H. e RODRIGUES, K.F. Composição química do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu tratado com diferentes proporções de uréia e de água. *Ciência Animal Brasileira*, v. 1, n.2, p.107-113, 2000.

SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading, 1988. 228p. (PhD Tesis-University of Reading).

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Níveis de grãos de soja como fonte de urease no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa:SBZ, 2000. 3p.

SOUZA, A.C.L.; SILVA, J.F.C.; VASQUEZ, H.M. Efeito de fontes e níveis de amônia sobre a composição bromatológica da fração fibrosa em subprodutos da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. Sp.

SUNDSTOL, F. e COXWORTH, E.M. *Ammonia treatment*. In: SUNDSTOL, F. e OWEN, E. Straw and others fibrous by-products as feed.. Amsterdam: ELSEVIER PRESS, 1984. p.196-247.

SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E.M. e MOWAT, D.N. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoníaco. *Revista Mund. Zootec.*, v.26, n.1, p.13-21, 1978.

TEIXEIRA, J.R.C. *Efeito da amônia anidra no valor nutritivo da palha de milho mais sabugo e do capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum cv. Cameroon fornecidas a novilhos nelores em confinamento*. Viçosa, 1990. 97p. (Dissertação de Mestrado do curso de Zootecnia, área de concentração Produção Animal da UFV).

TILLEY, J.A. e TERRY, A.R. A two-stage technique for *in vitro* digestiobn of forages crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v. 18, n. 1, p. 104-111, 1963.

TORKOV, H. e FEIST, W.C. A mechanism for improving the digestibility of lignocelulosic material with dilute alkali and liquid ammonia. *Adv. Chem. Ser.*, v.26, n.1, p.13-21, 1978.

URIAS, A.R.; DELFINO, F.J. e SWINGLE, R.S. Crude protein content and *in vitro* digestibility of wheat straw ammoniated under high environmental temperatures. *J. Animal Sci.*, v.59, p. 290-291, 1984.

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

VAN SOEST, P.J.; MANSON, V.C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 32, n.1-2, 1991.

WILLIAMS, P.E.V.; INNES, G.M. e BREWER, A. Ammonia treatment of straw via hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. *Animal Feed Science Technology*, v.11, n.2, p. 115-124, 1984.