

AURELIANO JOSÉ VIEIRA PIRES

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADO COM AMÔNIA
E, OU, SULFETO DE SÓDIO PARA NOVILHAS EM CRESCIMENTO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
DEZEMBRO - 2000

AURELIANO JOSÉ VIEIRA PIRES

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADO COM AMÔNIA
E, OU, SULFETO DE SÓDIO PARA NOVILHAS EM CRESCIMENTO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 25 de agosto de 2000.

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Conselheiro)

Prof. José Fernando Coelho da Silva

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Rasmô Garcia
(Orientador)

À minha esposa Ennia Débora.

Aos meus pais, Israel e Maria das Graças.

Aos meus irmãos, Aldrin, Christiano, Vanessa e Cléverson.

AGRADECIMENTO

A Deus, pelo dom da vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialmente ao Departamento de Zootecnia, por propiciar as condições de apoio necessárias ao desenvolvimento desta tese.

Ao professor Rasmão Garcia, pela orientação, pelos ensinamentos, pelo incentivo e, sobretudo, pela amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Sr. Dimas Ferraz e família, pela amizade, pela convivência e por fornecer condições para a condução do experimento na Fazenda “Córrego Novo”, na cidade de Santa Cruz do Escalvado, Minas Gerais.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e ao Departamento de Tecnologia Rural e Animal (DTRA), pelo apoio na continuação do curso.

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Odilon Gomes Pereira e Paulo Roberto Cecon, pelas sugestões e pela colaboração dispensadas durante este trabalho.

Aos professores José Fernando Coelho da Silva e Mário Fonseca Paulino, pelas sugestões apresentadas neste trabalho.

Ao amigo Fabiano, pela amizade e pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

À secretária do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Celeste, pela eficiência.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos da UFV, especialmente Fernando e Monteiro, e à estagiária Polyana, pela prontidão.

A todos os colegas de curso, especialmente Gláucun, Alexandre, Roberto Giolo, Rivelino, Josvaldo, Luciano, Karina, Andréa e Domingos, pela amizade e pelo companheirismo.

BIOGRAFIA

Aureliano José Vieira Pires, filho de Israel de Paiva Pires e Maria das Graças Vieira Pires, nasceu em 03 de abril de 1969, na cidade de Dores do Turvo, Estado de Minas gerais.

Em agosto de 1992, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Em março de 1995, defendeu a tese de Mestrado em Zootecnia, na UFV.

Em março de 1995, iniciou o Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, nesta Universidade, concentrando estudos na área de Forragicultura e Pastagens.

Em setembro de 1996, iniciou como docente na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, BA.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Reações químicas envolvidas no processo de amonização	4
2.2. Fatores que afetam a amonização	5
2.2.1. Dose de nitrogênio aplicada	6
2.2.2. Período de amonização e temperatura ambiente	6
2.2.3. Umidade do material	7
2.2.4. Qualidade do material a ser amonizado	8
2.2.5. Fonte de nitrogênio a ser utilizada	9
2.3. Efeitos da amonização sobre a conservação de forragens	9
2.4. Efeito da amonização sobre compostos nitrogenados	12
2.5. Efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular	14

2.6. Efeitos da amonização sobre a digestibilidade <i>in vitro</i> e a degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca e dos constituintes da parede celular	17
	Página
2.7. Efeitos da amonização sobre o desempenho animal	20
2.8. Utilização do sulfeto de sódio (Na ₂ S)	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Conservação e composição químico-bromatológica do bagaço da cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio	29
4.1.1. Conservação	29
4.1.2. Compostos nitrogenados	30
4.1.3. Constituintes da parede celular	34
4.1.4. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS)	37
4.2. Desempenho de novilhas alimentadas com bagaço da cana-de-açúcar tratado com amônia e, ou, sulfeto de sódio	39
4.3. Degradabilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (DFDN) e fibra em detergente ácido (DFDA) do bagaço da cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio	45
4.3.1. Degradabilidade da matéria seca (DMS)	45
4.3.2. Degradabilidade da fibra detergente neutro (DFDN)	47
4.3.3. Degradabilidade da fibra detergente ácido (DFDA)	49
5. RESUMO E CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICE	62

EXTRATO

PIRES, Aureliano José Vieira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000. **Bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento.** Orientador: Rasmão Garcia. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Odilon Gomes Pereira.

Esta pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, e na fazenda Córrego Novo, município de Santa Cruz do Escalvado, Minas Gerais, com o objetivo de verificar a preservação e o valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. Foram avaliados a composição química microbromatológica e a degradabilidade da matéria seca (MS) e dos constituintes da parede celular e o desempenho de novilhas $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Indubrasil. Utilizaram-se quatro tratamentos: T1 - bagaço sem tratamento, T2 - bagaço tratado com 2,5% de Na_2S , T3 - bagaço tratado com 4% de NH_3 e T4 - bagaço tratado com 4% de NH_3 + 2,5% de Na_2S . A amônia anidra preservou com eficiência o bagaço de cana-de-açúcar e elevou o teor de proteína bruta (PB). Redução de todos os constituintes da parede celular no material amonizado (fibra em detergente neutro [FDN], fibra em detergente ácido [FDA], celulose, hemicelulose e lignina) e aumento na digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) para o material tratado com NH_3 foram verificados. Ganho de peso e consumo de MS aumentaram com a amonização, mas não foram influenciados pelo

Na₂S. A conversão alimentar não sofreu influência dos tratamentos, entretanto, tendeu ser menor para as novilhas alimentadas com bagaço tratado com NH₃. Maiores ganhos de peso e consumos de FDN e PB foram verificados quando novilhas foram alimentadas com bagaço tratado com NH₃, independente do Na₂S. Maiores valores de digestibilidade da MS, FDN e FDA foram verificados para o bagaço tratado com NH₃. O Na₂S não se mostrou eficiente no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar, não apresentando alterações significativas na maioria das variáveis estudadas.

ABSTRACT

PIRES, Aureliano José Vieira, DS., Universidade Federal de Viçosa, December 2000. **Sugar cane bagasse treated with anhydrous ammonia and/or sodium sulfite for growing heifers.** Adviser: Rasmão Garcia. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Odilon Gomes Pereira.

This research was carried out at the Animal Science Department, of Universidade Federal de Viçosa, and at Córrego Novo farm, Santa Cruz do Escalvado, Minas Gerais, to evaluate the preservation and the nutritive value of sugar cane bagasse treated with anhydrous ammonia and/or sodium sulfite. The dry matter and cell wall constituents chemical composition and degradability and the performance of crossbred Holstein × Indubrasil heifers were evaluated. Four treatments were used: T1 - bagasse without treatment, T2 - bagasse treated with 2.5% Na₂S, T3 - bagasse treated with 4% NH₃ and T4 - bagasse treated with 4% NH₃ + 2,5% Na₂S. Anhydrous ammonia efficiently preserved the sugar cane bagasse and increased crude protein (CP) content. Reduction of all cell wall constituents on the ammoniated material (neutral detergent fiber [NDF], acid detergent fiber [ADF], cellulose, hemicellulose and lignin) and increase on the *in vitro* DM digestibility (IVDMD) for the material treated with NH₃ were observed. Ammoniation increased weight gain and DM intake, that were not influenced by Na₂S. Feed:gain ratio was not affected by the treatments, however tended to be smaller for the heifers fed bagasse treated

with NH_3 . Higher weight gains and NDF and CP intakes were obtained when heifers were fed bagasse treated with NH_3 , independent of Na_2S . Higher values of DM, NDF and ADF digestibility were observed for the bagasse treated with NH_3 . Na_2S was not efficient in the sugar cane bagasse and showed no significant effects on the most studied variables.

1. INTRODUÇÃO

Subprodutos agro-industriais, resíduos de culturas anuais de inverno e verão, fenos de plantas colhidas no estágio de maturação avançado e forragens resultantes da colheita de sementes de gramíneas e leguminosas podem ser considerados alternativas para a suplementação animal no período de escassez de forragens.

Deve-se considerar que esses volumosos são de baixa qualidade, pois apresentam alto conteúdo de parede celular (acima de 60%), alto teor de fibra em detergente ácido (acima de 40%) e baixos conteúdos de proteína bruta (abaixo de 6%), minerais e vitaminas, além da baixa digestibilidade da matéria seca (40 a 50%), o que resulta em baixos níveis de consumo voluntário (REIS e RODRIGUES, 1993).

Entre os vários subprodutos existentes no momento, o bagaço de cana-de-açúcar merece destaque, em razão de serem produzidos, anualmente no país, cerca de 75 milhões de toneladas por ano (BÜRGI, 1995). Este bagaço, proveniente de usinas de açúcar, álcool ou de aguardente, tem sido problema, em função de sua pouca utilização, sendo muitas vezes queimado ao ar livre, enquanto poderia ser utilizado na alimentação de ruminantes.

O tratamento de forragens de baixa qualidade, por meio de métodos químicos, tem sido objetivo de várias pesquisas, nas quais se destacam os

produtos alcalinos, por apresentarem maior eficiência; os mais comuns são o hidróxido de sódio, o hidróxido de cálcio, o hidróxido de amônio, a uréia e a amônia anidra. Esses produtos, se usados em doses adequadas, geralmente têm promovido incremento na digestibilidade da matéria seca e no consumo, quando fornecidos a ruminantes.

Na década de 70, diversas restrições ambientais foram impostas na maioria dos países europeus que utilizavam o hidróxido de sódio para o tratamento de palhadas por via líquida. Como resultado, outros métodos de tratamento a seco e o tratamento com amônia, que já era conhecido teve bastante impulso, foram introduzidos (GARCIA e PIRES, 1998).

A amonização via amônia anidra ou uréia tem sido uma alternativa, em razão de ser prática, não contaminar o ambiente, fornecer nitrogênio não-protéico e conservar forragens com alta umidade. Entretanto, respostas variáveis têm sido obtidas com a amonização, devido a diferentes fatores que devem ser levados em consideração – fonte de nitrogênio aplicada, tipo de material tratado, dosagem, umidade do material, período de amonização e temperatura ambiente.

A amônia anidra é o nome químico dado ao composto que apresenta um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio (NH_3). Possui teor elevado de nitrogênio (82%) e, normalmente, é encontrada no estado líquido sob baixas temperaturas ou pressões relativamente altas. A uréia (NH_2CONH_2), que, por sua vez, possui, em média, 44% de nitrogênio, é encontrada na forma sólida e necessita de umidade e presença da enzima urease para que possa produzir $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$, para cada molécula de uréia.

Um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação no complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos maior área de exposição e, conseqüentemente, aumentando o grau de utilização das diferentes frações da fibra. Outro efeito marcante da amonização é o incremento no teor dos compostos nitrogenados, que normalmente é baixo, o

que limita o crescimento dos microrganismos do rúmen (GARCIA e NEIVA, 1994).

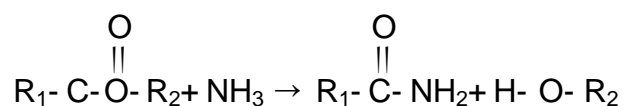
Melhores resultados com amonização têm sido relatados em forragens com baixa qualidade, ou seja, menos de 6% de proteína bruta (PB) e 48% de nutrientes digestíveis totais (NDT), valores encontrados na maioria dos subprodutos agroindustriais e restos de culturas.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia e, ou, sulfeto de sódio, verificando a conservação, a composição químico-bromatológica, o desempenho de novilhas $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Indubrasil e a degradabilidade da matéria seca e dos constituintes da parede celular.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Reações químicas envolvidas no processo de amonização

Duas teorias procuram explicar o efeito da amônia sobre a parede celular das forragens. A primeira proposta por Tarkov e Feist (1969), citados por FERREIRA (1989), denominada “amonólise”, baseia-se na reação entre a amônia e um éster, produzindo uma amida. As ligações ésteres entre a hemicelulose e a lignina com grupos de carboidratos são rompidas com a conseqüente formação de amida, cuja reação pode ser esquematizada da seguinte forma:

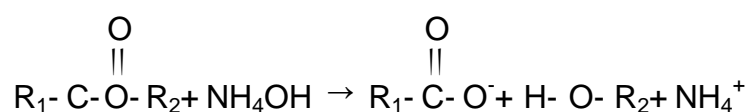


em que

R₁= molécula de carboidrato estrutural; e

R₂= outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico, ou uma unidade fenil-propano da lignina.

A segunda teoria proposta por Buettner (1978), citado por FERREIRA (1989), baseia-se na característica da amônia em apresentar alta afinidade com a água, resultando na formação de uma base fraca, o hidróxido de amônia (NH₄OH), durante o tratamento de material úmido com esse composto. No processo, ocorre hidrólise alcalina resultante da reação do hidróxido de amônia com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais, conforme a seguinte reação:

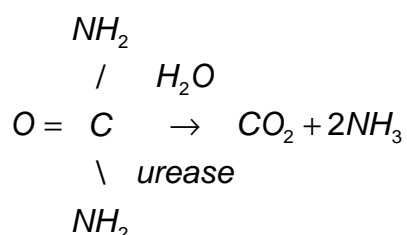


em que

R₁= molécula de carboidrato estrutural; e

R₂= outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico, ou uma unidade fenil-propano da lignina.

Outra alternativa viável para se proceder à amonização de volumosos de baixa qualidade é aquela na qual se obtém a NH₃ resultante da hidrólise da uréia e da enzima urease (DOLBERG, 1992).



2.2. Fatores que afetam a amonização

Alguns fatores são responsáveis pela maior ou menor eficiência da amonização no tratamento de forragens que serão utilizadas na alimentação de ruminantes, podendo atuar no processo de forma isolada ou em

combinação. Doses de nitrogênio aplicadas, períodos de tratamento, temperatura ambiente, umidade do material a ser tratado, qualidade do material e fonte de nitrogênio foram os principais fatores estudados.

2.2.1. Dose de nitrogênio aplicada

Dose de nitrogênio foi um dos primeiros fatores a ser avaliado nos estudos sobre amonização de volumosos. Doses acima de 4% de amônia anidra e 7,5% de uréia normalmente não são utilizadas, pois não apresentam melhoria na qualidade do material tratado. Além disso, ocorrem maiores perdas de nitrogênio por volatilização, por ocasião da abertura de silos. Entretanto, esses valores são usados visando melhorar a qualidade da forragem, quando esta possui baixa digestibilidade. Doses mais baixas de amônia anidra e uréia são utilizadas, quando se deseja conservar forragens com umidade acima de 18% e abaixo de 50%. Nesse caso, utilizam-se, normalmente, 1,0 a 1,5% de amônia anidra e 1,9 a 2,8% de uréia, com base na matéria seca da forragem.

PAIVA (1992) relatou incrementos do teor de N total na palhada de milho, em função de doses de amônia aplicadas e de aumentos dos períodos de amonização. As elevações dos teores de N total variaram de 130,6%, para o tratamento com 2,0% de amônia anidra e sete dias de período de amonização, a 218,4%, para o tratamento com 4,0% de amônia anidra e 35 dias de período de amonização. A retenção de nitrogênio na palhada de milho foi menor, quando a dose de amônia se elevou 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.

2.2.2. Período de amonização e temperatura ambiente

O período de tratamento está intimamente ligado à temperatura ambiente. Tem-se relatado na literatura que, em temperaturas mais elevadas,

em torno de 30°C, o período de amonização pode ser de uma semana e, quando a temperatura for mais baixa, como 5°C, levaria pelo menos dois meses para que a amonização possa ser eficiente.

BALLET et al. (1997), utilizando doses acima de 3% de amônia anidra em alfafa desidratada, não observaram diferenças para a DIVMS, quando compararam o material tratado por três semanas a 30°C com aquele tratado por quatro dias a 80°C, mostrando, dessa forma, a importância do binômio tempo e temperatura podendo interferir no resultado de forragens amonizadas.

Em trabalho de pesquisa realizado por REIS et al. (1991), com o objetivo de se verificarem os efeitos de dois períodos de amonização (30 e 45 dias) e quatro doses de amônia anidra (0; 2,0; 4,0; e 6,0%) sobre a composição químico-bromatológica dos fenos de capins-braquiária e gordura, colhidos no estágio de pós-florescimento, constatou-se que os teores de PB e de NIDA foram aumentados em função da amonização, principalmente para os doses de 4,0 e 6,0% de amônia anidra. Independentemente da dose de amônia empregada, não foram constatados efeitos dos períodos de amonização sobre a retenção de nitrogênio nos fenos de ambas as espécies, provavelmente em razão de a diferença entre períodos de amonização ser pequena. Os autores relataram ainda que a temperatura ambiente média de 20,5°C, observada durante o período de amonização, permitiu reação adequada entre a amônia e o material tratado com 30 dias de amonização.

2.2.3. Umidade do material

A umidade do material possui efeito marcante, em virtude de a amônia possuir alta afinidade com a água. Entretanto, se o material apresentar elevada umidade, como silagens, deve-se levar em consideração a compactação do material, em razão de baixa difusão da amônia anidra, quando aplicada em silos. NEIVA et al. (1998c) relataram problemas desta ordem, ao analisarem silagens de milho contendo 35 e 45% de MS, aplicando 1,2% de amônia anidra (base MS). Por outro lado, materiais como fenos e palhadas têm mostrado

menor retenção de nitrogênio, quando amonizados. Deve-se ressaltar a importância da umidade em materiais tratados com uréia, a qual necessita, além da presença da enzima urease, de umidade para que ocorra a ureólise e, como resultado, a produção de NH_3 . A umidade mínima recomendada em geral pela literatura situa-se em torno de 30%, podendo ser usadas forragens com até 50% de umidade com resultados satisfatórios.

Segundo DOLBERG (1992), a maior eficiência do tratamento com uréia pode ser obtida, quando o volumoso possui teor de umidade de 30% e a uréia aplicada, na dosagem de 4,0 a 8,0% da matéria seca do volumoso.

2.2.4. Qualidade do material a ser amonizado

Forragens com menor valor nutritivo, quando amonizadas, normalmente apresentam respostas melhores que as de maior valor nutritivo. Isto se deve, principalmente, ao fato destas últimas apresentarem alta digestibilidade e baixos teores dos constituintes da parede celular. Nas gramíneas e seus respectivos resíduos, a amonização possui efeito marcante, principalmente no que diz respeito ao aumento na digestibilidade, o que, em leguminosas, normalmente não é observado. Isto se deve ao fato de a maioria das ligações presentes nas gramíneas ser do tipo éster, ao passo que as leguminosas apresentam ligações tipo éter. A amônia, por ter a capacidade de quebrar as ligações tipo éster, terá melhor resultado em gramíneas ou resíduos das mesmas.

TEIXEIRA (1990) relatou aumentos no teor de proteína bruta (PB), em taxas de 159,8 e 273,3%, para 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. Esta variação na resposta ao aumento de PB mostra a influência da qualidade da forragem submetida à amonização.

SOUZA (1999), ao submeter casca de café a dois teores de umidade (16 e 30%) e doses crescentes de amônia anidra (0; 2,2; 3,2; e 4,2% base

MS), não verificou alterações na parede celular e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), independente dos tratamentos.

2.2.5. Fonte de nitrogênio a ser utilizada

A amonização pode ter custo reduzido com a utilização de uréia. No entanto, a eficiência depende de inúmeros fatores, destacando-se, principalmente, o conteúdo de umidade, as características químicas do volumoso, o período de amonização e a temperatura ambiente.

O sucesso do tratamento de resíduos fibrosos com uréia, como fonte de amônia, depende de hidrólise rápida, seguida do contato da amônia com a forragem, a qual é dependente do teor de umidade do material a ser tratado e da presença de urease ativa. A uréia é desdobrada para a produção de amônia, sendo, em certas condições, necessária a adição de alguma fonte de urease e água. A umidade ideal para tratamento de forragens de baixa qualidade com uréia varia de 30 a 50% (DOLBERG, 1992; SARMENTO et al., 1999).

REIS et al. (1997), utilizando amônia anidra (0,5 e 1,0%, base MS) e uréia (0,9 e 1,8%, base MS) no tratamento de feno de grama seda (*Cynodon dactylon*) com alta umidade, amonizado por 65 dias, verificaram aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca, sendo que para o feno não-tratado (12 a 15% de umidade) a DIVMS foi de 46,5% e para o feno tratado (20 a 25% de umidade) com amônia anidra (0,5 e 1%) e uréia (0,9 e 1,8%) os valores encontrados foram de 59,0; 56,3; 51,4; e 51,1%, respectivamente, mostrando melhor eficiência da amônia anidra sobre a uréia.

2.3. Efeitos da amonização sobre a conservação de forragens

A amonização via amônia anidra ou uréia possui efeito fungistático em fenos com umidade acima de 20% e em outras forragens armazenadas com umidade elevada. Normalmente, a amônia anidra em doses de 1,5% (base

MS) é suficiente para a conservação, porém são necessárias doses acima de 4% para uréia. Esta prática torna-se interessante em casos de fenos produzidos com alta umidade no campo ou mesmo na confecção de fenos nas regiões em que a umidade é bastante elevada. No caso de leguminosas, como a alfafa por exemplo, é um método vantajoso, por diminuir a perda de campo relacionada à queda de folhas, que ocorre normalmente ao longo do processo de fenação. Dessa forma, a alfafa poderá ser colhida com o teor mais elevado de umidade, amonizada, reduzindo, conseqüentemente, perdas ocasionadas por quedas de folhas.

CAMPOS (1994), trabalhando com feno de alfafa contendo alta umidade, e PIRES (1999), com quirera de milho também com alta umidade, verificaram que a dose mínima para a conservação seria de 1,5% para o feno e 2% para a quirera.

FISCHER et al. (1995), utilizando doses de 0, 2, 4 e 6% de uréia (base MS) em resíduo da pré-limpeza do arroz contendo 41 ou 45% de umidade, armazenado por 28 dias, verificaram que a uréia reduziu o número de fungos totais e fungos potencialmente patogênicos. Relataram também que o resíduo da pré-limpeza do arroz foi adequadamente preservado com doses de 4 e 6% de uréia, ocorrendo inclusive redução da temperatura média do resíduo da pré-limpeza de arroz, sendo este efeito atribuído à redução da atividade microbiana.

CÂNDIDO et al. (1999), utilizando doses de 2, 4, 6 e 8% de uréia no tratamento de bagaço de cana-de-açúcar, contendo 30% de MS e armazenado por 42 dias, verificaram que as doses de 2 e 4% de uréia não foram suficientes para conservar o material. Segundo esses autores, provavelmente, a quantidade de amônia liberada foi insuficiente para exercer sua ação fungistática, sendo as doses de 6 e 8% eficientes no controle dos fungos.

SARMENTO et al. (1999), trabalhando com bagaço de cana-de-açúcar contendo 55% de MS, tratado com doses de 0; 2,5; 5; 7,5; e 10% de uréia e 5% de soja crua moída (base da MS), como fonte de urease, e armazenado por 97 dias, relataram que o tratamento de 2,5% de uréia não foi suficiente

para evitar o desenvolvimento de fungos, sendo os demais (5, 7,5 e 10%) eficientes na conservação do material até 16 dias de aeração.

Utilizando amônia anidra (0,5 e 1,0%, base MS) e uréia (0,9 e 1,8%, base MS) no tratamento de feno de grama seda (*Cynodon dactylon*) com alta umidade, armazenado por 65 dias e aerado por até 30 dias, REIS et al. (1997) constataram que a amônia anidra (0,5 e 1%) e a uréia (1,8%) controlaram a ocorrência do fungo *Aspergillus*, o que não foi verificado para a dose de 0,9% de uréia.

FISCHER et al. (1996), estudando doses de 0 e 4% de uréia (base MS) no tratamento de palhada de arroz armazenado por 95 dias, verificaram que a dose de 4% de uréia não evitou o surgimento de estruturas de microrganismos, mas contribuiu para reduzir a espessura da camada deteriorada. Entretanto, os autores comentaram que possíveis causas para o reaparecimento de estruturas de microrganismos nos fardos tratados podem ser atribuídas à provável falha na distribuição da uréia sobre a forragem a campo; além disso, a umidade inicial estimada de 30% pode ter diminuído durante as operações de tratamento e enfardamento, provocando hidrólise mais lenta da uréia, com menor efeito inicial sobre os microrganismos.

Variação na temperatura também foi estudada por PIRES et al. (1999), ao utilizarem doses de 0, 1, 2 e 3% de amônia anidra (base matéria natural) em quirera de milho com alta umidade (25%). Os autores observaram, por ocasião de abertura dos silos, presença de fungos para as doses de 0 e 1% de amônia anidra e elevação de temperatura do material (48 e 38°C, respectivamente), após sete dias de aeração, enquanto as doses de 2 e 3% apresentaram temperaturas próximas à ambiente (25°C).

ROSA et al. (1998), utilizando amônia anidra (0,5 e 1%, base MS) ou uréia (0,9 e 1,8%, base MS) no feno de capim-braquiária com alta umidade (25%), armazenado por 75 dias sob lona plástica, observaram que as doses de 1% de amônia anidra e 0,9 e 1,8% de uréia reduziram a população de fungos do gênero *Cladosporium*, *Fusarium* e *Nigrospora* e controlaram 100% dos fungos do gênero *Aspergillus*.

2.4. Efeito da amonização sobre compostos nitrogenados

A maioria dos trabalhos tem mostrado a elevação do teor de proteína, em função do nitrogênio adicionado na forma de NNP (GUZMÁN et al., 1996). Este nitrogênio poderá ser utilizado por bactérias ruminais para síntese de proteína microbiana. Não se conhecem casos de intoxicação de animais alimentados com forragens amonizadas, em razão da perda de nitrogênio por volatilização na abertura dos silos, sendo ingerido pelo animal de forma lenta, ao contrário do que pode ocorrer com a uréia, quando fornecida no momento da alimentação.

Aumento no teor de PB foi verificado por CÂNDIDO et al. (1999), ao tratarem bagaço de cana-de-açúcar com 8% de uréia (base MS). Esses autores encontraram valores de 1,2% de PB para o controle e 18,0% de PB para o tratado com uréia. De forma semelhante, SARMENTO et al. (1999), trabalhando também com bagaço de cana-de-açúcar contendo 55% de MS, tratado com doses de 0; 2,5; 5; 7,5; e 10% de uréia e 5% de soja crua moída (base da MS), como fonte de urease, e armazenado por 97 dias, verificaram aumentos no teor de PB do material tratado de, respectivamente, 3,65; 5,59; 7,71; 9,96; e 12,54% para as doses estudadas.

REIS et al. (1995b), ao utilizarem 3,0% de NH_3 ou 5,4% de uréia (base MS) na amonização de feno de palha de arroz e feno de capim-braquiária, tratados por 45 dias, encontraram valores para PB de 5,9; 12,2; e 18,3% para a palha de arroz e 2,5; 10,8; e 18,0% para o feno de capim-braquiária, respectivamente, para os tratamentos controle, amônia anidra (3%) e uréia (5,4%). Os autores relataram que tal fato pode ser devido à baixa atividade da urease dos volumosos, o que resulta em alto teor de NNP proveniente da uréia, em virtude da pequena perda de N na forma de amônia. Verificaram ainda que a retenção de nitrogênio aplicado foi, em média, de 78,87 e 40,97% na palha de arroz tratada com uréia e amônia anidra, respectivamente, e no feno, de 99,83 e 53,9%. Os altos valores de retenção de nitrogênio no feno

tratado com uréia evidenciam a baixa hidrólise da uréia para a liberação de amônia. Este efeito da uréia se deve, em parte, ao baixo teor de umidade, 10% para a palha e 12% para o feno, sendo a uréia diluída em três partes de água, o que pode não ter sido suficiente para ocorrer a hidrólise e liberar amônia.

Variação de 1,02 para 1,85% de N, equivalente a 6,4 e 11,6% de PB, correspondendo a aumento de 55%, foi relatada por BROWN e PATE (1997), utilizando 4% de amônia anidra (base MS) em feno de grama estrela armazenado de 42 a 60 dias.

SUNDSTOL et al. (1978) relataram que o nitrogênio retido na forragem amonizada pode ser utilizado para síntese de proteína microbiana, similarmente à outra forma de nitrogênio não-protéico, o que corrobora os resultados de CHERMITI et al. (1994), que, trabalhando com palha de trigo tratada com uréia e amônia, constataram que a adição de uréia ou amônia aumentou a digestibilidade da parede celular.

Grande parte dos compostos nitrogenados adicionados pode ser perdida por volatilização da amônia, logo após a abertura de medas, silos ou mesmo no processamento do material, como a picagem da forragem antes de ser fornecida aos animais. Na tentativa de reduzir essa perda, têm sido desenvolvidos estudos com o objetivo de aumentar a incorporação do nitrogênio proveniente da amônia no material tratado e, conseqüentemente, o suprimento de nitrogênio não-protéico aos animais.

DRYDEN e LENG (1986), conduzindo um experimento com o objetivo de verificar o efeito da adição de amônia anidra (0, 2,5 e 4,5% base MS) e diferentes teores umidade (12, 25 e 40%), com ou sem SO₂, em palha de cevada, observaram maior retenção de nitrogênio para a palha tratada com 2,5% de NH₃, 40% de umidade e presença de SO₂.

Valores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) têm sido utilizados por alguns pesquisadores como indicadores da quantidade de compostos nitrogenados amoniacais ligados covalentemente aos componentes da fração fibrosa das forragens tratadas com amônia (KNAPP et al., 1975; HORTON e STEACY,

1979; WEISS e COLENBRANDER, 1982; FISCHER et al., 1985; e MOORE et al., 1985). Esses valores de NIDA e NIDN têm sido correlacionados à disponibilidade de compostos nitrogenados para o animal.

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 (YU e THOMAS, 1976; THORLACIUS e ROBERTSON, 1984; e VAN SOEST et al., 1991). A amonização pode promover acréscimo dos teores de NIDA nesses materiais, cujos conteúdos podem atingir valores superiores a 20% do nitrogênio total (THORLACIUS e ROBERTSON, 1984; REIS et al., 1991).

Segundo VAN SOEST et al. (1984), seriam necessárias condições de alta umidade e temperaturas maiores que 55°C para ocorrer a reação de Maillard, que está correlacionada à quantidade de N presente na FDA (VAN SOEST et al., 1991).

2.5. Efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular

O efeito da amonização sobre os constituintes da parede celular tem mostrado algumas contradições. A fração da FDN, normalmente, diminui, em razão da solubilização parcial da hemicelulose, entretanto, algumas vezes, estes efeitos não são relatados. No que se refere à FDA, apesar de a maioria dos trabalhos mostrarem a não-alteração deste componente, alguns relataram diminuição e outros, aumentos. O acréscimo da fração FDA é atribuído ao N adicionado, que se apresenta, em parte, na forma de NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) e, quando se observa diminuição, parte da lignina pode ser solubilizada. Relatos de pesquisa indicam uma forma de ação na fração da celulose, ocorrendo expansão da mesma, constatando-se que, mesmo quando não há redução na parede celular de materiais amonizados, pode ocorrer aumento na DIVMS (FAHMY e KLOPFENSTEIN, 1994).

NEIVA et al. (1998a) relataram que a amonização nas doses de 1,2% para silagem e 2,4% para rolão de milho (base da MS) não alterou

substancialmente os constituintes da parede celular dos volumosos. Esses valores são menores que os recomendados, quando se deseja alterar quimicamente as frações em questão, devendo-se considerar também a qualidade do material tratado, que, nesse trabalho, pode ser considerada boa. Entretanto, FISCHER et al. (1996), estudando doses de 0 e 4% de uréia (base MS) no tratamento de palhada de arroz armazenada por 95 dias, verificaram redução na fração de FDN de 77,85 para 75,22%, porém esses resultados são pouco marcantes, o que ocorreu também com a hemicelulose. Este fato pode ser atribuído à umidade baixa, causada pelo tratamento e enfardamento, conforme relatado pelos autores. Além disso, quando se trabalha com dose de 4% de uréia, isto equivale a 2,15% de amônia anidra, valor baixo quando se pretende melhorar o valor nutritivo de forragens de baixa qualidade. Resultados semelhantes foram verificados por RAHAL et al. (1997), ao submeterem palhada de arroz aos tratamentos 0, 3 e 4% de uréia, nos quais não detectaram diferenças na fração da FDN, obtendo-se, em média, valores de 75,5; 76,5; e 74,8% para as respectivas doses.

MADRID et al. (1997), avaliando os constituintes da parede celular de palha de cevada sem tratamento, tratada com 4% de uréia e 4% de uréia mais 1% de hidróxido de sódio, armazenada por 30 dias, encontraram redução da fração de FDN (82,7; 79,7; e 78,9%), constância para FDA (52,0; 51,5; e 50,0%) e redução na lignina (9,0; 7,5; e 6,9%), respectivamente.

PIRES et al. (1999), trabalhando com doses de 0, 1, 2 e 3% de amônia anidra (base matéria natural) em quirera de milho com alta umidade (25%), armazenada por 42 dias, verificaram redução nas frações da hemicelulose (17,0 para 9,2%) e da FDN (22,7 para 14,8%), respectivamente, para as doses de 0 e 3%, porém não observaram diferença para celulose e FDA, as quais foram, em média, de 4,5 e 5,6%, respectivamente.

REIS et al. (1995b), comparando fontes de nitrogênio (3,0% de NH_3 ou 5,4% de uréia, base MS) na amonização de feno de palhada de arroz e feno de capim-braquiária, após queda de sementes e armazenamento por 45 dias, observaram reduções nos teores de FDN (5,3 e 6,5 unidades percentuais) e

hemicelulose (6,3 e 4,4 unidades percentuais), respectivamente, com a aplicação de amônia anidra e uréia à palha de arroz. Da mesma forma, relataram diminuição nos valores de FDN (10,9 e 5,0 unidades percentuais), com o uso de amônia anidra e uréia para o feno de capim-braquiária. No entanto, verificaram decréscimo de 9,2 unidades percentuais nos valores de hemicelulose do feno, com a adição de amônia anidra, enquanto a aplicação de uréia não alterou esta fração. Os autores afirmaram que a amônia foi mais eficiente na redução dos valores de FDN e hemicelulose do feno, que foi semelhante à ocorrida quando o volumoso foi a palha tratada com amônia ou uréia. É importante considerar que os volumosos não respondem de maneira uniforme ao tratamento com amônia, enquanto aqueles de mais baixa qualidade inicial apresentam maior resposta à amonização.

Estudando o efeito da celulose cristalina e a retenção de água em palha de cevada submetida ao tratamento com 3% de amônia anidra (base MS), GOTO e YOKOE (1996) relataram que a amonização possui dois efeitos para o aumento da degradabilidade do material tratado. O primeiro, relacionado ao fato de a amônia ser um alcali, limita-se à quebra das ligações éster interpolímeros. Isto resulta em afrouxamento na estrutura da parede celular, que é observado pelo maior grau de hidratação da parede. O segundo, referente à habilidade da amônia formar complexo com a celulose, reduz, então, sua cristalinidade. Embora esta redução da cristalinidade tenha também influenciado a taxa de digestão enzimática, o efeito mais importante deve ser a fragilidade da estrutura. Fragmentação mais rápida do material ingerido pode elevar a superfície específica disponível para os microrganismos do rúmen, aumentando a taxa de passagem da palha tratada através do trato digestivo. A retenção de água encontrada pelos autores foi de 1,73 gH₂O/gMS para a palha sem tratamento e 2,36 gH₂O/gMS para a palha tratada com amônia anidra. Esta retenção de água foi determinada sob força de centrifugação de 300 g.

2.6. Efeitos da amonização sobre a digestibilidade *in vitro* e a degradabilidade *in situ* da matéria seca e dos constituintes da parede celular

A estimativa da degradabilidade de forragens amonizadas é considerada de suma importância, quando se pretende avaliar a eficiência da amonização. Tendo em vista que a degradação e o consumo de forragens geralmente estão diretamente correlacionados, o conhecimento da extensão da degradabilidade de forragens submetidas à amonização permite a estimativa da ingestão voluntária desses alimentos pelos ruminantes (PAIVA et al., 1995).

A maioria dos trabalhos sobre amonização de volumosos de baixa qualidade tem mostrado que esse tipo de tratamento promove aumento das degradabilidades da matéria seca e dos constituintes da parede celular destas forragens.

O aumento da digestibilidade em materiais fibrosos, por meio do tratamento com uréia como fonte de amônia, ou amônia anidra, está relacionado ao acréscimo do teor de nitrogênio total das forragens e ao seu efeito, rompendo ligações ésteres entre constituintes da parede celular (fração glicídica) e ácidos fenólicos, e à despolimerização parcial da lignina.

CÂNDIDO et al. (1999), utilizando doses de 2, 4, 6 e 8% de uréia na ausência ou presença de grãos de soja (proporção de 5:1, uréia:grãos de soja) no tratamento de bagaço de cana-de-açúcar, contendo 30% de MS e armazenado por 42 dias, relataram aumento na DIVMS, correspondente a valores de 23,2% para o controle e 30,14% para a dose de 8% de uréia. Segundo os autores, teores de até 30% de umidade podem inibir o efeito da urease, o que pode ter ocorrido nesse trabalho, uma vez que o bagaço tratado apresentava 30% de umidade, não apresentando melhoria no valor nutritivo, quando se comparou a adição ou não de urease. Entretanto, SARMENTO et al. (1999), trabalhando com bagaço de cana-de-açúcar contendo 55% de MS, tratado com doses de 0; 2,5; 5; 7,5; e 10% de uréia e 5% de soja crua moída (base da MS), como fonte de urease, e armazenado por 97 dias, verificaram

aumento na DIVMS, que apresentou valores de 32,89; 45,49; 48,58; 48,44; e 50,65%, respectivamente.

Ao submeterem palhadas de arroz ao tratamento com doses de 0, 3 e 4% de uréia (base MS), RAHAL et al. (1997) verificaram valores para degradabilidade da matéria orgânica na ordem de 58,1% para o material sem tratamento e 66,4 e 67,2%, respectivamente, para as doses de 3 e 4% de uréia, não havendo diferenças entre as doses de uréia.

REIS et al. (1997), utilizando amônia anidra (0,5 e 1,0%, base MS) e uréia (0,9 e 1,8%, base MS) no tratamento de feno de grama seda (*Cynodon dactylon*) com alta umidade, armazenado por 65 dias e aerado por até 30 dias, verificaram aumento na digestibilidade, apresentando valores de 46,5% para o feno não-tratado (12 a 15% de umidade) e para o feno tratado (20 a 25% de umidade) com amônia anidra (0,5 e 1,0%) e uréia (0,9 e 1,8%) de 59,0; 56,3; 51,4; e 51,1%, respectivamente.

PAIVA et al. (1995), ao utilizarem doses de 0, 2 e 4% de amônia anidra, em combinação com períodos de amonização de 7, 21 e 35 dias, no tratamento de palhada de milho, determinaram a DMS, DFDN e DFDA, incubando amostras em sacos de náilon por 48 horas. Observaram valores médios de 39,0; 47,0; e 52,3% para DMS, 35,7; 44,9; e 50,4% para DFDN e 40,0; 49,6; e 53,2% para DFDA, para as doses de 0, 2 e 4% de amônia anidra, respectivamente. Os autores encontraram correlações positivas e altas entre os valores de DMS e DFDN ($r = 0,99$) e de DFDA ($r = 0,96$), constatando que, na avaliação da degradabilidade da palhada de milho amonizada, a determinação da DMS é suficiente para estimar o efeito da amônia anidra sobre a degradação dos constituintes da parede celular.

REIS et al. (1995a), avaliando palha de aveia preta tratada com 3% de amônia anidra, armazenada por 30 dias, utilizando ovinos, verificaram que o tratamento com amônia aumentou a digestibilidade da MS (51,2 e 56,7), FDN (53,8 e 60,4), FDA (47,5 e 54,5), hemicelulose (61,9 e 69,2) e celulose (53,7 e 60,9), em relação ao material controle.

REIS et al. (1995b), comparando fontes de nitrogênio (3,0% de NH₃ ou 5,4% de uréia, base MS) na amonização de feno de palha de arroz e feno de capim-braquiária, após queda de sementes e armazenamento por 45 dias, relataram que os valores encontrados para a DIVMS foram de 51,1; 66,9; e 59,8% para a palha de arroz e 41,1; 61,9; e 56,1% para o feno de capim-braquiária, respectivamente, para os tratamentos controle, amônia anidra (3%) e uréia (5,4%). Verificou-se que o feno de capim-braquiária, quando colhido após a queda de sementes, possui baixa digestibilidade, apresentando valor inferior ao do feno de palha de arroz e, portanto, aumento do valor nutritivo mais pronunciado, quando amonizado.

BROWN e PATE (1997), utilizando 4% de amônia anidra (base MS) em feno de grama estrela armazenado de 42 a 60 dias, encontraram valores médios para o controle e o material amonizado de 39,7 para 53,0% para DIVMS, 40,9 para 58,8% para DFDN e 28,8 para 49,0% para DFDA, respectivamente.

CASTRILLO et al. (1995), em um experimento com ovinos alimentados com palha de cevada sem tratamento ou tratada com amônia anidra (3% base MS), verificaram aumentos na digestibilidade da MS (41,6 para 50,2%) e na DFDN (49,4 para 61,1%).

NEIVA et al. (1998b), utilizando carneiros alimentados com dietas à base de silagens de milho e rolão de milho amonizados ou não, relataram que não houve diferenças para consumo de matéria seca (CMS). Para a degradabilidade aparente da matéria seca (DAMS), esses autores verificaram que as silagens amonizadas apresentaram valores superiores (60,89%) aos das não-amonizadas (58,09). Já para o rolão de milho, não foram observadas diferenças na DAMS. Todavia, a degradabilidade aparente da FDN foi superior em todos materiais amonizados (64,90%), quando comparados aos não-amonizados (54,33%).

DJIBRILLOU et al. (1998) relataram que, apesar de os constituintes da parede celular do material tratado com uréia (5 kg de uréia em 50 L de água

para 100 kg de palha) e do não-tratado não diferirem, a DIVMS variou de 53,1 para 45,4%, respectivamente.

A amonização nem sempre promove aumento na digestibilidade de forragens, o que pode estar relacionado ao método empregado e às condições ambientais, principalmente a temperatura, que pode influenciar as reações químicas entre a amônia e o material tratado (PAIVA et al., 1995).

2.7. Efeitos da amonização sobre o desempenho animal

Pesquisas no Brasil e exterior têm mostrado resultados promissores, quando bovinos e ovinos são alimentados com resíduos, silagens e fenos amonizados.

A amonização de forragens de médio ou alto valor nutritivo em doses mais elevadas (acima de 3%), além de resultar em pequena variação na digestibilidade e no consumo, pode causar problemas como irritação e inquietude do animal, devido ao composto 4-metilimidazol, às vezes formado quando forragens com elevados teores de carboidratos não-estruturais são tratadas com amônia. Este acontecimento é denominado “síndrome do boi doido”, porém possui efeito reversível após a suspensão da alimentação.

GOONEWARDENE et al. (1998), utilizando cevada (planta toda) amonizada ou não (1% base MS) na alimentação de novilhos com peso médio de 284 kg, não observaram diferenças no ganho de peso diário e na ingestão de matéria seca para os tratamentos. O ganho médio diário foi de 1,11 e 1,18 kg/dia; a ingestão diária, de 8,5 e 8,3 kg/dia; e a eficiência alimentar, de 7,5 e 6,9, respectivamente, para a cevada não-amonizada e amonizada. Cabe ressaltar que a dose utilizada de amônia (1% base MS), normalmente, não é suficiente para alterar o valor nutritivo de forragens, principalmente em forragens que já possuem bom valor nutritivo.

Em um estudo utilizando cabras com peso médio de 32,7 kg, na 8ª semana de lactação, recebendo dietas à base de palha de *Schizachyrium exile* sem tratamento, ou tratada com uréia (5 kg de uréia em 50 L de água

para 100 kg de palha), e palha sem tratamento mais 400 g de caroço de algodão, DJIBRILLOU et al. (1998) verificaram maior produção de leite nos animais que receberam palha tratada e palha sem tratamento mais suplementação. Os valores encontrados foram de 389, 443 e 447 g de leite por dia, respectivamente, para os tratamentos. Observaram, assim, comportamento semelhante para a palha amonizada e palha sem tratamento suplementada com caroço de algodão. Os autores avaliaram também a perda de peso durante as oito semanas de lactação, observando-se valores de 5,85; 2,80; e 2,74 kg no período, respectivamente, para os tratamentos descritos.

NEIVA et al. (1998c) avaliaram o desempenho de novilhos de corte (peso médio de 337 kg) alimentados com dietas à base de silagens e rolão de milho, submetidos ou não à amonização. Utilizando silagens de milho contendo 30 a 35% e 42 a 47% de MS, tratadas com 1,2% de amônia anidra (base MS), e rolão de milho, com 75 a 85% de MS, tratado com 2,4% de amônia anidra (base MS), esses autores não observaram diferença no consumo de matéria seca (CMS). Apesar de o CMS ($\text{g/kg}^{0,75}$) não apresentar diferenças, maior variação foi observada para o rolão de milho, observando-se valores de 89,45 $\text{gMS/kg}^{0,75}$ para o não-tratado e 100,10 $\text{g/kg}^{0,75}$ para o tratado com 2,4% de amônia anidra. Para as silagens contendo 35 e 45% de MS, foram observados CMS de 94,63 e 93,68 $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente. Os autores relataram ainda que não se constataram diferenças no consumo (%PV) de fibra em detergente neutro (CFDN). Verificaram, entretanto, que os animais alimentados com rolão de milho amonizado ou não apresentaram tendência de maior consumo, pois consumiram, em média, 1,08% do PV na forma de FDN em relação ao consumo médio de 0,92% do PV das silagens. O CFDN (%PV) encontrado foi de 0,87 para silagem com 35% de MS e 0,97 para silagem com 45% de MS. Apesar de não ter sido constatada diferença significativa, observou-se maior ganho de peso para os animais que consumiram silagem de milho com 35% de MS (1,167 kg/dia, quando não-amonizada, e 1,045 kg/dia, quando amonizada), seguida da silagem com 45% de MS (0,945 kg/dia, quando não-amonizada, e 0,900 kg/dia, quando amonizada) e, por último, do

rolão de milho (0,727 kg/dia, quando não-amonizado, e 0,950 kg/dia, quando amonizado). Pode-se observar diferença de 223 g/dia, quando se comparam o rolão amonizado e o não-amonizado, mostrando tendência de maior ganho para o material amonizado, mesmo se tratando de dietas isoprotéicas.

FIKE et al. (1995), utilizando suplementação protéica para palhada de trigo amonizada (3% de amônia anidra com base MS), nos tratamentos controle (sem suplementação concentrada), suplementação com 2,0 kg de concentrado contendo 12% de PB, suplementação com 2,0 kg de concentrado contendo 20,1% de PB e suplementação com 2,0 kg de concentrado contendo 31,7% de PB, durante dois períodos de inverno, verificaram aumento crescente para ganho de peso, bem como para condição corporal, à medida que a proteína do concentrado aumentou. Todavia, não se verificou perda de peso para os animais sem suplementação concentrada. Relataram também que o peso médio de bezerros ao nascimento e o peso à desmama não foram afetados pelos tratamentos, o que também foi observado para taxa de prenhez durante a estação de monta.

Aumento no consumo de MS total de 30,2 para 50,6 gMS/kg^{0,75}, respectivamente, para o material sem tratamento e o tratado com amônia, e acréscimo no consumo de palha (551 e 858 g/dia, respectivamente), foram relatados por CASTRILLO et al. (1995) em um experimento com ovinos alimentados com palha de cevada sem tratamento ou tratada com amônia anidra (3% base MS).

RAHAL et al. (1997), utilizando palhada de arroz sem tratamento ou tratada com 3% de uréia em dietas para novilhas com peso médio de 106 kg, verificaram ingestão de matéria orgânica degradável de 2,1 e 2,6% PV, respectivamente.

2.8. Utilização do sulfeto de sódio (Na₂S)

O sulfeto de sódio é usado para produção de polpa de celulose, juntamente com o NaOH, na proporção de 75:25 (NaOH:Na₂S), utilizando-se,

desta mistura, 15% com base no peso seco da madeira. Este processo ocorre sob temperatura que varia de 150 a 170°C, pressão de 4,5 a 6,8 kgf/cm² e período em torno de 2,5 horas. Este procedimento é realizado, geralmente, em eucalipto, que apresenta, em média, 54% de celulose, 16% de hemicelulose e 25% de lignina; após o tratamento, são verificados valores de 2% de lignina.

FAHMY e KLOPFENSTEIN (1994) utilizaram silagem de milho contendo 40% de MS, em três tratamentos: 1) silagem de milho, 2) silagem de milho com 6,6% de uréia e 3) silagem de milho com 6,6% de uréia mais 5% de SO₂ em forma gasosa. Os teores de proteína encontrados para os tratamentos 1, 2 e 3 foram de 5,2; 13,4; e 17,1%, respectivamente. Verificaram-se, portanto, aumentos de 156,3 e 226,7% para os tratamentos com uréia e uréia mais SO₂, quando comparados ao controle, o que comprova a eficiência da adição de enxofre na retenção de nitrogênio, quando forragens são tratadas com fontes de nitrogênio não-protéico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Córrego Novo, na cidade de Santa Cruz do Escalvado, e no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, utilizando bagaço de cana-de-açúcar contendo 50% de MS, proveniente da moagem para fabricação de aguardente.

Foram utilizadas 16 novilhas $\frac{1}{2}$ Holandês/Indubrasil, com peso vivo médio de 230 kg, alojadas em baias individuais cobertas e calçadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, definidos conforme a alimentação:

T1 - Bagaço sem tratamento (armazenado em local coberto)

T2 - Bagaço tratado com 2,5% de Na_2S

T3 - Bagaço tratado com 4% de NH_3

T4 - Bagaço tratado com 2,5% de Na_2S + 4% de NH_3

Todos os tratamentos foram feitos com base na matéria seca do bagaço. Para o tratamento com Na_2S , este foi diluído na proporção de 3:1 água:produto. Três silos de superfície com cerca de quatro toneladas de bagaço cada foram confeccionados, utilizando-se lona plástica no solo e na cobertura dos silos.

Para a aplicação da amônia anidra, utilizou-se um botijão com capacidade de 80 kg de amônia; a quantidade necessária a ser adicionada foi obtida por diferença de peso do botijão, à medida que se aplicava a amônia. A amônia anidra foi aplicada em dois pontos opostos de cada silo, de maneira que permitisse melhor difusão em todo o material ensilado. Utilizaram-se canos PVC de ½” perfurados a cada 20 cm, com diâmetro de 0,5 cm, tendo uma de suas extremidades vedadas.

O bagaço de cana-de-açúcar ficou armazenado por 10 meses e, após a abertura dos silos, foi fornecido aos animais *ad libitum*, pela manhã (7 h), de forma a sobrar em torno de 10%, sendo diariamente pesado. A composição químico-bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar antes de ser tratado pode ser verificada na Tabela 1.

O experimento teve 19 dias de adaptação, nos quais os animais foram vermifugados, e as pesagens foram efetuadas em três períodos de 21, 21 e 15 dias, respectivamente. Devido à grande perda do material tratado somente com sulfeto, a última pesagem foi realizada apenas com 15 dias, totalizando então 76 dias. Os animais foram pesados em jejum de 15 horas no início e final do período experimental.

As novilhas receberam diariamente 3,5 kg de ração concentrada (contendo 19% de PB, base MS), sendo 2 kg pela manhã (7 h) e 1,5 kg à tarde (15 h). A proporção de ingredientes é mostrada na Tabela 2 e a composição químico-bromatológica, na Tabela 3.

Após coletas semanais, as amostras de volumoso e sobras foram acondicionadas em freezer, posteriormente congeladas e liofilizadas, para evitar perdas de nitrogênio, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 20 mesh, e submetidas às análises de nitrogênio total (NT), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDIN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), segundo procedimentos descritos por SILVA (1990).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica e digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar antes de ser tratado

Itens	% na MS
Matéria seca	50,0
Proteína bruta (PB) ¹	1,8
Fibra em detergente neutro (FDN) ¹	94,3
Fibra em detergente ácido (FDA) ¹	62,7
Hemicelulose ¹	31,6
Celulose ¹	45,3
Lignina ¹	16,5
DIVMS	31,8

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes na ração concentrada, expressa na base da matéria natural

Ingredientes	Porcentagem
Farelo de soja	30
Fubá de milho	66
Bovimix*	3
NaCl	1
Total	100

* Composição por kg do produto: 205 g de cálcio, 150 g de fósforo, 48 g de enxofre, 30 g de magnésio, 720 mg de zinco, 150 mg de cobre, 256 mg manganês, 220 mg de iodeto de potássio, 160 mg de cobalto e 55 mg de selenito de sódio.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica da ração experimental

Itens	Porcentagem
Matéria seca	87,0
Nutrientes digestíveis totais (NDT) ¹	80,0
Proteína bruta (PB) ¹	19,0
Fibra em detergente neutro (FDN) ¹	12,0
Fibra em detergente ácido (FDA) ¹	6,5
Hemicelulose ¹	5,5
Celulose ¹	3,5
Lignina ¹	1,8

Foram avaliados os consumos de MS, FDN e FDA, expressos em kg/dia, porcentagem do peso vivo e g/kg^{0,75}, bem como os ganhos de peso e a conversão alimentar.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por intermédio da análise de variância e do teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o ensaio de degradabilidade, foram utilizados três novilhos Holandeses, fistulados no rúmen, mantidos em regime de estabulação completa, em baias individuais, e alimentados, durante o ensaio, com dieta constituída de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum.), fornecido *ad libitum*, e 3 kg de concentrado à base de milho, farelo de soja e mistura mineral.

As amostras do bagaço de cana-de-açúcar foram moídas em peneiras de 4 mm e colocadas nos sacos na quantidade de, aproximadamente, 3,0 g de MS/saco, a fim de manter uma relação próxima de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco. Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de

0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, sendo os sacos colocados em tempos diferentes e em duplicatas, para serem retirados todos ao mesmo tempo, promovendo, dessa forma, lavagem uniforme do material por ocasião da retirada do rúmen.

Após o período de incubação total de 96 horas, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até que esta se apresentasse limpa, procedendo-se, então, à secagem. A determinação da matéria seca (MS) foi feita em estufa a 65°C, por 72 horas, utilizando as amostras para análises da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologia descrita por SILVA (1990).

Os dados de degradabilidade *in situ* da matéria seca (DISMS), FDN (DISFDN) e FDA (DISFDA) foram obtidos pela diferença de peso, encontrada para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

Foi utilizado o modelo de ØRSKOV e McDONALD (1979) para a degradabilidade potencial da matéria seca de cada tratamento, de acordo com a fórmula: $p = a + b(1 + e^{-ct})$, em que “p” é degradabilidade potencial; “a”, fração solúvel em água mas potencialmente degradável; e “c”, taxa de degradação da fração “b”. Para a fração fibrosa (FDN e FDA), foi utilizado o modelo de MERTENS (1976), de acordo com a fórmula: $\hat{Y} = b \times e^{(-cx(T-L))} + I$, em que “Y” é o resíduo no tempo T; “b”, a fração potencialmente degradável da fibra; “c”, a taxa de degradação de b; “T”, o período de incubação em horas; “L”, a latência; e “I”, a fração indigerível da fibra.

A degradabilidade efetiva ou real do bagaço foi calculada pela fórmula: $p = a + (b \times c) / (c + k)$, em que “k” é a taxa de passagem (ØRSKOV e McDONALD, 1979). Utilizaram-se as taxas de passagem de 2 e 5%, para o cálculo da degradabilidade efetiva, sendo estes valores relacionados a animais em manutenção e ganho de peso, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Conservação e composição químico-bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio

4.1.1. Conservação

Por ocasião da abertura dos silos, após 10 meses de tratamento (amonização), observaram-se coloração escura e ausência de fungos visíveis no bagaço tratado com 4% de amônia anidra e naquele tratado com 4% de amônia anidra mais 2,5% de sulfeto de sódio. O material tratado apenas com 2,5% de sulfeto de sódio apresentou grandes perdas, não sendo indicado, portanto, na conservação do bagaço de cana com 50% de matéria seca.

A amônia anidra mostrou-se eficiente na conservação do material amonizado, não apresentando sinais de fungos, mesmo com o passar do tempo. Entretanto, cabe ressaltar que a dose de amônia anidra utilizada neste experimento (4% de NH_3 base na MS) foi bem superior às recomendadas (0,8 a 1,5% base na MS), quando se tem a finalidade de conservação, o que caracterizou muito bem a preservação do material tratado mesmo após a abertura dos silos.

SARMENTO et al. (1999) relataram que, quando o bagaço de cana-de-açúcar foi tratado com doses de 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0% de uréia (base MS), as doses 0,0 e 2,5% de uréia não foram eficientes na conservação do material tratado durante 90 dias de armazenamento. CÂNDIDO et al. (1999), também trabalhando com bagaço de cana-de-açúcar tratado com as doses de 2, 4, 6 e 8% de uréia (base MS) e armazenado por 42 dias, verificaram que apenas as doses de 6 e 8% de uréia foram eficientes na conservação do material. Entretanto, vale ressaltar que, para se obter melhor eficiência na amonização via uréia, é necessário, além de bom teor de umidade do material a ser tratado, presença da urease, o que foi adicionado em ambos os trabalhos citados.

4.1.2. Compostos nitrogenados

A análise de variância detectou efeito ($P < 0,01$) de tratamentos para a variável proteína bruta (PB), registrando-se valores médios de 1,8; 2,6; 16,9; e 19,0% de PB, respectivamente, para os tratamentos controle, 2,5% de Na_2S , 4% de NH_3 e 4% de $\text{NH}_3 + 2,5\%$ de Na_2S .

O aumento no teor de PB do bagaço tratado com amônia (16,9%) e amônia mais sulfeto de sódio (19,0%) foi atribuído ao nitrogênio não-protéico oriundo da amônia anidra. Percebe-se que valores mais elevados foram verificados, quando o bagaço foi tratado com $\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{S}$. Entretanto, o valor elevado, apesar de diferente estatisticamente, apresentou pequena variação para a variável estudada (Tabela 3). Os resultados do aumento no teor de PB estão de acordo com os verificados por CÂNDIDO et al. (1999), ao submeterem bagaço de cana-de-açúcar ao tratamento com uréia, encontrando valores de 1,2% de PB para o controle e 18,0% de PB para o tratado com uréia 8% de uréia.

Acréscimos no teor de PB, da ordem de 156,3%, foram verificados por FAHMY e KLOPFENSTEIN (1994), ao utilizarem silagem de plantas de milho sem espiga contendo 40,0% de MS tratada com uréia. Ao adicionarem uréia

mais 5,0% de SO₂, os autores observaram aumento de 226,7%. Os teores de

Tabela 3 - Valores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina e digestibilidade *in vitro* matéria seca (DIVMS) do bagaço de cana-de-açúcar tratado ou não com amônia anidra (NH₃) e, ou, sulfeto de sódio (Na₂S)

Itens	Tratamentos			
	Controle	Na ₂ S	NH ₃	NH ₃ + Na ₂ S
PB ¹	1,8 c	2,6 c	16,9 b	19,0 a
FDN ¹	94,7 a	93,4 a	75,8 c	78,7 b
FDA ¹	61,5 b	63,5 a	56,4 d	58,8 c
Hemicelulose ¹	33,1 a	29,9 b	19,4 c	19,9 c
Celulose ¹	44,8 a	44,3 a	40,8 c	42,2 b
Lignina ¹	15,2 b	17,9 a	13,5 c	14,6 b
DIVMS	32,1 b	32,9 b	59,8 a	58,1 a

Médias, na linha, seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

1. % na MS.

PB para silagem controle, silagem mais uréia e silagem mais uréia mais SO₂ foram de 5,2; 13,4; e 17,1%, respectivamente. Segundo esses autores, a amônia possui alta afinidade com o enxofre, o que acarretou maior retenção de nitrogênio, quando adicionado o dióxido de enxofre.

Resultados semelhantes também foram relatados por REIS et al. (1995b), ao utilizarem 3,0% de NH₃ ou 5,4% de uréia na amonização de feno de palha de arroz e feno de *Brachiaria brizanta*, obtendo-se valores para PB de 5,9; 12,2; e 18,3% para a palha de arroz e 2,5; 10,8; e 18,0% para o feno de capim-braquiária, respectivamente, para os tratamentos controle, amônia anidra (3%) e uréia (5,4%).

Esta elevação no teor de proteína bruta de forragens amonizadas é relatada na maioria dos trabalhos de amonização. Entretanto, a variação na retenção de nitrogênio aplicado depende de outros fatores, entre os quais o teor de umidade do material merece destaque principal. Forragens com baixa umidade apresentam maiores perdas de nitrogênio por volatilização, pois a amônia possui alta afinidade com a água, o que faz com que permaneça mais ligada ao nitrogênio.

Quando se compararam o bagaço controle e o tratado com sulfeto de sódio, observou-se pequena variação no teor de proteína bruta, a qual pode ser atribuída à procedência do bagaço do tratamento controle, que foi adquirido para a condução do experimento com alimentação das novilhas 10 meses depois do tratamento, e, ou, também à presença de fungos observados no bagaço tratado com sulfeto de sódio.

Verificam-se, na Tabela 4, dados relativos aos compostos nitrogenados (N) totais (NT), N insolúvel em detergente ácido (NIDA) e N insolúvel em detergente neutro (NIDN), registrando-se maiores valores de NIDA para o material tratado com NH_3 e $\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{S}$ e menores para o controle e o tratado apenas com Na_2S . Os valores encontrados foram de 0,13; 0,26; 0,58; e 0,76% de NIDA para os respectivos tratamentos controle, Na_2S , NH_3 e $\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{S}$. Estes resultados se assemelham à maioria dos estudos com amonização, que mostram aumento no teor de NIDA, com elevação da dose de NH_3 .

PAIVA et al. (1995), ao submeterem palhada de milho ao tratamento com doses de 0, 2 e 4% de amônia anidra, verificaram que o teor de NIDA em relação ao nitrogênio total aumentou com a elevação das doses. Os autores relataram ainda correlação positiva ($r = 0,71$) entre os teores de NT e NIDA/NT, indicando que parte do nitrogênio aplicado à palhada de milho se ligou covalentemente a algum constituinte da parede celular.

Valores mais elevados de NIDN foram detectados, quando o bagaço de cana-de-açúcar foi submetido ao tratamento com NH_3 e $\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{S}$ (Tabela 4). Os valores encontrados para NIDN foram de 0,28; 0,39; 0,74; e 0,79%, respectivamente, para os tratamentos controle, Na_2S , NH_3 e $\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{S}$.

Observa-se que os valores de NIDN foram muito próximos ao NT, para os tratamentos controle e sulfeto. Isto indica que praticamente todo o nitrogênio presente nos referidos tratamentos, para o bagaço de cana-de-açúcar, se apresentou na forma de NIDN.

Verificaram-se também valores mais elevados de NIDIN/NT para os tratamentos controle e o Na₂S, mostrando que o N em quase sua totalidade se encontra sob esta forma, enquanto menores valores foram observados para NH₃ e NH₃ mais Na₂S (Tabela 4).

LINES et al. (1996) verificaram acréscimo de 15 para 30,8% no valor de NIDN/NT, ao submeterem feno de alfafa com 16% de umidade ao tratamento com 2% de NH₃ (base MS), enquanto o teor de NIDA não sofreu alterações. Resultados variáveis têm sido encontrados, nos quais os fatores mais importantes na alteração dos compostos nitrogenados são doses a serem aplicadas e qualidade do material a ser amonizado.

Tabela 4 - Valores médios de compostos nitrogenados (N) totais (NT), N insolúvel em detergente ácido (NIDA) e N insolúvel em detergente neutro (NIDN) do bagaço de cana-de-açúcar tratado ou não com amônia anidra (NH₃) e, ou, sulfeto de sódio (Na₂S)

Itens	Tratamentos			
	Controle	Na ₂ S	NH ₃	NH ₃ + Na ₂ S
NT ¹	0,29 c	0,42 c	2,70 b	3,04 a
NIDA ¹	0,13 d	0,26 c	0,58 b	0,76 a
NIDN ¹	0,28 b	0,39 b	0,74 a	0,79 a
NIDA/NT ²	44,82 b	61,90 a	21,48 c	25,0 c
NIDIN/NT ²	96,55 a	92,85 a	27,41 b	25,98 b

Médias, na linha, seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

1. % na MS.

2. % do NT.

4.1.3. Constituintes da parede celular

Verificou-se efeito ($P < 0,01$) para FDN e hemicelulose, observando-se redução das frações em questão, no bagaço submetido à amonização. Estas reduções são características apresentadas na maioria dos trabalhos, quando se utilizam doses mais elevadas de nitrogênio na amonização. Os valores encontrados para o bagaço sem tratamento, tratado com Na_2S , tratado com NH_3 e tratado com NH_3 mais Na_2S foram de 94,7; 93,4; 75,8; e 78,7% para FDN e 33,1; 29,9; 19,4; e 19,9% para hemicelulose. Estas diferenças podem ser observadas na Tabela 3.

Quando o bagaço de cana-de-açúcar não recebeu tratamento (94,7% de FDN e 33,1% de hemicelulose) ou foi tratado com Na_2S (93,4% de FDN e 29,9% de hemicelulose), foram encontrados os valores mais elevados, mostrando não haver efeito do Na_2S sobre estas frações. Por outro lado, o material que foi submetido aos tratamentos com NH_3 e NH_3 mais Na_2S apresentou menores valores, correspondendo à redução de 18,9 e 16,0 pontos percentuais para FDN e 13,7 e 13,2 pontos percentuais para hemicelulose, respectivamente, para os tratamentos com NH_3 e NH_3 mais Na_2S .

SARMENTO et al. (1999), trabalhando com bagaço de cana-de-açúcar contendo 55% de MS tratado com uréia nas doses de 0; 2,5; 5; 7,5; e 10%, e 5% de soja crua moída (base da MS), como fonte de urease, e armazenado por 97 dias, verificaram redução da fração FDN, que variou de 89,76, para o controle, a 85,19%, para a dose de 10% de uréia. Comportamento semelhante ocorreu com a hemicelulose, que apresentou valores de 29,75 e 23,40%, respectivamente, para as doses de 0 e 10% de uréia. Entretanto, cabe ressaltar que, na maioria dos trabalhos, são constatados melhores resultados da amônia sobre a uréia, no que diz respeito à redução nas frações de FDN e hemicelulose.

Resultados também com redução de FDN e hemicelulose foram relatados por PIRES et al. (1999), ao utilizarem doses de 0, 1, 2 e 3% de amônia anidra (base matéria natural) em quirera de milho com alta umidade (25%), armazenada por 42 dias, observando-se redução nas frações da hemicelulose (17,0 para 9,2%) e da FDN (22,7 para 14,8%), respectivamente, para as doses de 0 e 3% de NH_3 .

REIS et al. (1995b) relataram diminuição nos valores de FDN (10,9 e 5,0 unidades percentuais) com o uso de amônia anidra (3% base MS) e uréia (5,4%) para o feno de capim-braquiária, porém verificaram decréscimo de 9,2 unidades percentuais nos valores de hemicelulose do feno, com a adição de NH_3 , enquanto a aplicação de uréia não alterou esta fração. Relataram ainda que NH_3 foi mais eficiente em reduzir os valores de FDN e hemicelulose do feno e as reduções nos valores de FDN e hemicelulose foram as mesmas, quando o volumoso foi a palha tratada com amônia ou uréia. Estes dados concordam com o presente trabalho, no qual se verifica redução da fração de FDN e hemicelulose, mostrando, dessa forma, que a amônia solubiliza parcialmente a hemicelulose.

Resultados em sua maioria mostram que a fração de FDA, da celulose e da lignina praticamente não alteram suas proporções em forragens tratadas com amônia (FISCHER et al., 1996; MADRID et al., 1997; NEIVA et al., 1998a; e SARMENTO et al., 1999). Entretanto, verificou-se efeito ($P < 0,01$) de tratamento para essas variáveis. Observaram-se menores valores para FDA de 56,4 e 58,8% para o bagaço tratado com NH_3 e NH_3 mais Na_2S , respectivamente, enquanto o material não-tratado e tratado com Na_2S manteve valores elevados, 61,5 e 63,5%, respectivamente, diferenciando, portanto, dos demais. Estes resultados discordam dos obtidos por SARMENTO et al. (1999), que, trabalhando com bagaço de cana-de-açúcar contendo 55% de umidade tratado com doses de até 10% de uréia, não observaram variação na FDA, a qual ficou em torno de 61%.

A análise de variância mostrou que houve efeito ($P < 0,01$) de tratamentos para as variáveis celulose e lignina. Os valores indicam que a amônia anidra reduziu tanto a celulose quanto a lignina.

Apesar de os valores de FDA terem sido diferentes estatisticamente para todos os tratamentos, valores mais baixos foram observados, quando a amônia anidra estava presente. Por meio destes resultados, pode-se verificar que a amônia anidra influenciou nos componentes principais da FDA (celulose e lignina) (Tabela 3).

REIS et al. (1995b) verificaram que a lignina permaneceu constante (7,3%), enquanto a FDA e celulose reduziram, quando feno de capim-braquiária, cultivar Brizantha, foram tratados com uréia. Os valores encontrados foram de 50,5 e 46,5% de FDA, respectivamente, para o feno não-tratado e tratado com 5,4% de uréia, enquanto a celulose variou de 43,0 a 39,0% para os referidos tratamentos. Estes resultados foram semelhantes aos do presente trabalho, mostrando que a amonização pode também alterar a celulose e, conseqüentemente, a fração da FDA.

Resultados indicando redução no conteúdo de lignina foram relatados por MADRID et al. (1997), ao avaliarem palhada de cevada sem tratamento, tratada com 4% de uréia e tratada com 4% de uréia mais 1% de hidróxido de sódio. Os resultados encontrados foram de 9,0; 7,5; e 6,9% de lignina, respectivamente, para os tratamentos citados. Estes resultados concordam com o presente trabalho, uma vez que a amonização pode interferir na lignina, solubilizando-a parcialmente, ou em componentes como ácido ferúlico, vanílico e p-cumárico.

FAHMY e KLOPFENSTEIN (1994) relataram redução nos teores de FDN (9,9%), FDA (10,5%), hemicelulose (9,0%), celulose (6,9%) e lignina (31,8%), quando utilizaram uréia (6,6% na MS) mais SO_2 (5,0% na MS) no tratamento de plantas de milho contendo 60,0% de umidade e armazenados por uma semana a 45°C, quando comparado ao tratamento controle, coletado diretamente do campo.

No presente trabalho, verificou-se efeito da amônia anidra no bagaço de cana-de-açúcar, promovendo reduções dos constituintes da parede celular, ao passo que o sulfeto de sódio não causou reduções significativas biologicamente, apesar de apresentar elevação dos constituintes da parede celular, principalmente quando adicionado juntamente com a amônia anidra. Estes dados não são condizentes com os resultados esperados, uma vez que a expectativa seria que o Na_2S atuasse em meio alcalino, solubilizando a lignina, o que não ocorreu neste trabalho. Provavelmente, em função da baixa dose de sulfeto, ou mesmo da necessidade de temperaturas mais elevadas, não se verificou ação do Na_2S na lignina. O eucalipto, que apresenta, em média, 25% de lignina, ao ser submetido ao tratamento com produto alcalino, no caso o NaOH , e também o Na_2S na proporção de 75:25, utilizando-se desta mistura 15% com base no peso seco, sob temperatura de 150 a 170°C, pressão de 4,5 a 6,8 kgf/cm^2 e período em torno de 2,5 horas, apresentou redução dos teores de lignina para valores de 2%.

4.1.4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Verificou-se efeito ($P < 0,01$) dos tratamentos para a DIVMS, observando-se aumento substancial para o bagaço de cana-de-açúcar tratado com 4% de NH_3 , enquanto o tratamento com 2,5% de Na_2S não interferiu na digestibilidade do material (Tabela 3).

Os valores encontrados mostram que, além da elevação no teor de PB, outro marcante efeito da amônia foi o aumento da DIVMS do bagaço tratado com NH_3 . O acréscimo na digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar foi de 86,5% para o bagaço tratado com NH_3 e 81,0% para aquele tratado com NH_3 mais Na_2S .

FAHMY e KLOPFENSTEIN (1994), utilizando plantas de milho sem espiga, contendo 60,0% de umidade, tratados com 6,6% de uréia e, ou, 5,0% de SO_2 , verificaram aumentos na DIVMS, obtendo valores de 54,6; 57,5; e 61,6% para uréia, SO_2 e uréia mais SO_2 , respectivamente, enquanto o material

que não recebeu tratamento apresentou 44,8% de digestibilidade. Verifica-se, portanto, que a adição de SO₂ melhorou a digestibilidade do material tratado, o que não ocorreu no presente experimento, ao se adicionar sulfeto de sódio.

Silanikove et al. (1988), citados por REIS et al. (1997), em um estudo com feno de capim-green panic (*Panicum maximum*) tratado com uréia (35 g de N/kg de MS), verificaram elevação na DIVMS de 40,0 para 70,0% (aumento de 30 pontos percentuais). Estes dados concordam com o presente trabalho, no qual se detectou incremento de 27,7 e 26,0 pontos percentuais, quando o bagaço de cana-de-açúcar foi tratado com 4% de NH₃ ou 4% de NH₃ mais 2,5% de Na₂S.

Aumento na DIVMS do bagaço de cana-de-açúcar foi verificado também por CÂNDIDO et al. (1999), cujos valores encontrados foram de 23,2% para o controle e 30,14% para a dose de 8% de uréia (base MS), entretanto, o material a ser tratado apresentava apenas 30% de MS. SARMENTO et al. (1999), trabalhando também com bagaço de cana-de-açúcar contendo 55% de MS, encontraram valores para DIVMS de 32,89% para o controle e 50,65% para o bagaço tratado com 10% de uréia. Esta diferença no aumento da digestibilidade observada entre os autores pode ser atribuída à umidade inicial de cada material.

Ao utilizarem 4% de NH₃ em feno de grama estrela, BROWN e PATE (1997) verificaram elevação na DIVMS, na qual o feno não-tratado apresentou 39,7% de digestibilidade, aumentando para 53,0%, correspondendo a incremento de 33,5%. Acréscimo de 17% na DIVMS foi também relatado por DJIBRILLOU et al. (1998), ao submeterem palhada ao tratamento com 5% de uréia. Os valores encontrados foram de 45,4 e 53,1%, respectivamente, para o controle e o tratado com uréia.

Segundo Mason 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, o que se deve ao fato desses compostos serem tóxicos aos microrganismos ruminais.

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

Trabalho desenvolvido por AKIN et al. (1988), com o objetivo de avaliar a digestão do capim-bermuda e azevém por bactérias ruminais na presença de ácidos fenólicos ou extrato fenólico de palhas de milho e de cevada, mostrou que, na presença dos mencionados compostos, houve menor degradação da parede celular das forragens, em comparação aos tratamentos testemunhas.

Observa-se, portanto, que quase em sua totalidade, resíduos agroindustriais ou fenos de baixa qualidade, ao serem submetidos a doses adequadas de amônia anidra ou uréia, apresentaram elevação considerada na digestibilidade da matéria seca, em que a amplitude da melhoria é função da dose aplicada, da qualidade do material, do período de tratamento, da umidade do material e da temperatura ambiente.

4.2. Desempenho de novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia e, ou, sulfeto de sódio

Devido à grande perda do material tratado somente com sulfeto, o experimento não durou o período estabelecido. Entretanto, o material que apresentava fungos foi retirado, sendo fornecido somente o material que não apresentava sinais visíveis de fungos. Para o silo que não recebeu qualquer tratamento, o material apresentou-se quase em sua totalidade perdido, tornado-se necessário, após 10 meses, que seria o início do experimento, adquirir novamente bagaço *in natura* para corresponder ao tratamento controle. Este bagaço apresentou alto teor de matéria seca e ficou armazenado em ambiente coberto livre de chuvas ou de sol. O bagaço que estava nos silos que

receberam o tratamento com amônia anidra não apresentou sinais visíveis de fungos.

Verificou-se efeito ($P < 0,01$) para ganho de peso diário e total, observando-se ganhos maiores para os tratamentos com NH_3 (Tabela 5). Os valores médios encontrados para ganho de peso no período foram de 40,0; 39,0; 58,5; e 57,3 kg e para ganho de peso diário, 702, 684, 1.026 e 1.005 g/cab, respectivamente, para o bagaço sem tratamento, tratado com Na_2S , tratado com NH_3 e tratado com NH_3 mais Na_2S . Por sua vez, a conversão alimentar não foi influenciada pelos tratamentos, registrando-se valores de 7,26; 7,73; 6,69; e 6,33, respectivamente, para os tratamentos testemunha, Na_2S , NH_3 , e NH_3 mais Na_2S . Apesar de não ter sido constatada diferença significativa, verificou-se tendência de menores valores para conversão alimentar, quando os animais foram alimentados com bagaço tratado com NH_3 (Tabela 5).

Segundo o NATIONAL... - NRC (1989), a exigência diária para uma novilha em crescimento com peso vivo de 250 kg é de 6,12 kg de MS, 3,86 kg de NDT e 735 g de proteína bruta, para um ganho diário de 600 g. Verifica-se, portanto, que no presente trabalho os tratamentos controle e sulfeto apresentaram consumo de MS/dia inferior (Tabela 5) e de proteína bruta/dia semelhante (Tabela 6) aos apresentados pelo NRC (1989).

Tabela 5 - Consumo, ganho de peso e conversão alimentar de novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado ou não com amônia anidra (NH_3) e, ou, sulfeto de sódio (Na_2S)

Variáveis	Tratamentos (base da MS)			
	Controle	Na_2S	NH_3	$\text{Na}_2\text{S} + \text{NH}_3$
Peso vivo inicial (kg)	232,7	235,0	249,0	235,7
Peso vivo final (kg)	272,7	274,0	307,5	293,0
Ganho de peso no período (kg)	40,0 b	39,0 b	58,5 a	57,3 a

Ganho de peso diário (g/dia)	702 b	684 b	1026 a	1005 a
Consumo de MS (kg/dia)	4,85 d	5,24 c	6,81 a	6,38 b
Consumo de concentrado (kg MS/dia)	3,04	3,04	3,04	3,04
Consumo de volumoso (kg/dia)	1,81 b	2,44 b	3,77 a	3,34 a
Consumo de MS (%PV)	1,92 b	2,06 b	2,46 a	2,42 a
Consumo gMS/kg ^{0,75}	76,72 c	82,40 b	100,18 a	97,44 a
Conversão alimentar	7,26	7,73	6,69	6,33

Médias, na linha, seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA et al. (1994), ao fornecerem palha de arroz tratada com 3% de NH₃ (base MS) e 4 kg de concentrado/dia a novilhos com peso médio de 232 kg. Os autores registraram ganhos diários de 570 e 990 g para os animais que receberam a palha de arroz não-amonizada e tratada com NH₃, respectivamente. Valores de 12,39 e 9,49 para a conversão alimentar foram verificados pelos autores para os animais que consumiram palha não-amonizada e palha amonizada, respectivamente. Estes dados para conversão alimentar foram superiores aos encontrados no presente trabalho, entretanto, a DIVMS da palha de arroz apresentou valores de 24,47 e 32,33 para os respectivos tratamentos.

Verificou-se efeito também ($P < 0,01$) para consumo de MS/dia, consumo de volumoso em kg/dia, consumo de MS em % do peso vivo e consumo de MS, em função do peso metabólico (gMS/kg^{0,75}) (Tabela 5). O consumo de MS em kg/dia foi maior para os animais que receberam bagaço tratado com NH₃ (6,81 kg/dia) e tratado com NH₃ mais Na₂S (6,38 kg/dia). Verificou-se maior consumo de bagaço tratado com Na₂S (5,24 kg/dia) que o tratamento controle (4,85 kg/dia). O bagaço do tratamento controle foi fornecido com teor de MS superior a 80%, permitindo aos animais selecionarem a dieta, comparado ao material com teor de umidade mais elevado (50%). Fato semelhante foi verificado para consumo diário de volumoso, no qual foram encontrados valores de 1,81; 2,44; 3,77; e 3,34 kg/cab para os respectivos tratamentos controle, Na₂S, NH₃ e NH₃ mais Na₂S.

O consumo de MS, em função do peso vivo, que variou de 1,92 (controle) a 2,46% PV (NH₃), diferiu entre as rações (Tabela 5). O aumento no consumo total de MS foi, em média, 27% superior ao controle, o que resultou também em maior ganho de peso.

O consumo de MS, em função do peso metabólico, acompanhou da mesma forma o consumo de MS, em função do peso vivo. Os valores encontrados foram de 76,72; 82,46; 100,18; e 97,44 gMS/kg^{0,75}, para os respectivos tratamentos controle, Na₂S, NH₃ e NH₃ mais Na₂S, mostrando também a superioridade do material amonizado (Tabela 5).

Tabela 6 - Consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) por novilhas alimentadas com dieta à base de bagaço de cana-de-açúcar tratado ou não com amônia anidra (NH₃) e, ou, sulfeto de sódio (Na₂S)

Itens	Tratamentos (base da MS)			
	Controle	Na ₂ S	NH ₃	Na ₂ S + NH ₃
	----- Consumo (kg/dia) -----			
FDN	2,11 c	2,46 b	3,24 a	3,02 a
PB	0,62 b	0,65 b	1,24 a	1,23 a
	----- Consumo (%PV) -----			
FDN	0,84 c	0,97 b	1,17 a	1,14 a
PB	0,25 b	0,26 b	0,45 a	0,47 a
	----- Consumo (g/kg ^{0,75}) -----			
FDN	33,37 c	38,64 b	47,61 a	46,14 a
PB	9,87 b	10,17 b	18,15 a	18,80 a

Médias, na linha, seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ao utilizarem palha de arroz sem tratamento ou tratada com 3% de uréia em dietas para novilhas com peso médio de 106 kg, RAHAL et al. (1997) verificaram ingestão de matéria orgânica degradável, de 2,1 e 2,6% PV,

respectivamente, para a palha não-tratada e tratada com 3% de uréia. Estes resultados foram semelhantes aos do presente trabalho, mostrando que a amonização aumentou o consumo, quando comparado ao material sem tratamento.

Apesar de não encontrarem diferença estatística no consumo de matéria seca, em função do peso metabólico, NEIVA et al. (1998c), trabalhando com novilhos de corte (peso médio de 337 kg) alimentados com dietas à base de rolão de milho não-amonizado e amonizado com 2,4% de NH_3 , verificaram valores de 89,45 gMS/kg^{0,75} para os animais que receberam o material não-tratado, elevando-se para 100,10 gMS/kg^{0,75} para o rolão de milho tratado com 2,4% de amônia anidra. Verificaram ainda que, ao submeterem silagens de milho contendo 35 e 45% de MS, amonizadas com 1,2% de NH_3 , também não se verificou diferença, observando-se valores médios de 94,63 e 93,68 gMS/kg^{0,75}.

CASTRILLO et al. (1995), em um experimento com ovinos alimentados com palha de cevada sem tratamento ou tratada com amônia anidra (3% NH_3 base MS), observaram aumento no consumo de palha (551 e 858 g/dia) e consumo de matéria seca, em função do peso metabólico (30,2 e 50,6 gMS/kg^{0,75}), para o material sem tratamento e o tratado com NH_3 . Estes resultados reforçam a melhoria da qualidade de forragens amonizadas e utilizadas na alimentação de ruminantes.

Verificou-se (Tabela 6) efeito dos tratamentos ($P < 0,01$) sobre o consumo de fibra em detergente neutro, expresso em kg/dia (CFDND) e porcentagem do peso vivo (CFDNPV) e em função do peso metabólico (CFDNPM). Foram encontrados valores de 2,11; 2,46; 3,24; e 3,02 kg/dia para o CFDND, 0,84; 0,97; 1,17; e 1,14% PV para CFDNPV e 33,37; 38,65; 47,61; e 46,14 gMS/kg^{0,75} para CFDNPM, respectivamente, para o controle, tratado com Na_2S , tratado com NH_3 e tratado com NH_3 e Na_2S , os quais foram maiores para o bagaço de cana tratado com NH_3 , independente do Na_2S . Isto se deve ao fato de o bagaço amonizado apresentar maior digestão da fração fibrosa, o que permite maior taxa de passagem.

O maior consumo de FDN, em geral, para o material tratado com Na₂S, quando comparado ao controle, pode ser devido a ligeiro aumento no consumo de matéria seca, já relatado, em função da presença de maior umidade, apresentando mais concentrado aderido às sobras em comparação ao controle, que apresentou baixo teor de umidade e permitiu, dessa forma, que os animais consumissem maior quantidade de concentrado, quando fornecido o bagaço sem tratamento.

NEIVA et al. (1998c) encontraram valores de consumo de FDN de 1,07 e 0,93% do PV, ao alimentarem novilhos com rolão de milho sem tratamento e tratado com 2,4% de NH₃. Estes resultados, apesar de não apresentarem diferenças estatísticas, mostraram tendência de maior consumo de FDN para o material amonizado. Estes dados estão próximos aos encontrados no presente trabalho.

Verificou-se efeito (P<0,01) de tratamentos para os consumos diários de proteína bruta (CPBD), expressos em kg/dia e porcentagem do peso vivo (CPBPV), e para consumo de proteína bruta, em função do peso metabólico (CPBPM) (Tabela 6). Observou-se maior CPBD para as novilhas alimentadas com bagaço de cana tratado com amônia, enquanto os consumos para o bagaço sem tratamento e o tratado com sulfeto de sódio não diferiram entre si. Este comportamento foi semelhante para ambas as formas de expressar o consumo de PB. Os valores encontrados para CPBD foram de 0,62; 0,65; 1,24; e 1,23, respectivamente, para os tratamentos controle, tratado com Na₂S, tratado com NH₃ e tratado com NH₃ e Na₂S.

NEIVA et al. (1998c) verificaram consumo de 830 e 1.100 g de PB/dia, ao alimentarem novilhos com rolão de milho não amonizado e amonizado com 2,4% de NH₃. Os autores verificaram que a dieta rolão mais concentrado, para os animais alimentados com os respectivos tratamentos, continha 10,3 e 10,6% de PB.

Os valores encontrados para CPBPV foram de 0,25; 0,26; 0,45; e 0,47% PV e para CPBPM, de 9,87; 10,17; 18,15; e 18,80 g PB/kg^{0,75},

respectivamente, para o controle, tratado com Na_2S , tratado com NH_3 e tratado com NH_3 e Na_2S (Tabela 6).

O maior consumo de PB deve-se à presença do NNP adicionado pela amônia (82% de N), que, mesmo após aeração, apresentou retenção média de 87%. Apesar de recomendações de, no máximo, dois meses para o período de amonização, o período de 10 meses utilizado nesta pesquisa para o bagaço de cana-de-açúcar pode ter interferido na alta retenção de nitrogênio. Outro fato que também pode ter ocorrido foi o teor de umidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado em torno de 50%, o que também foi verificado em vários trabalhos de amonização, nos quais teores de umidade entre 30 e 50% se mostram mais eficientes.

4.3. Degradabilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (DFDN) e fibra em detergente ácido (DFDA) do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio

4.3.1. Degradabilidade da matéria seca (DMS)

A DMS do bagaço de cana-de-açúcar submetido aos tratamentos com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio pode ser verificada na Figura 1. Observa-se maior degradabilidade potencial para o bagaço tratado com NH_3 e com NH_3 mais Na_2S . Nota-se que o material tratado apenas com NH_3 foi mais elevado, o que não era esperado, uma vez que a presença do Na_2S em ambiente alcalino poderia aumentar a digestibilidade, em função de possível redução da lignina.

Pode-se observar que a utilização de NH_3 aumentou numericamente a fração solúvel (a) do material amonizado e a fração insolúvel, mas potencialmente degradável “b”.

A DMS variou de 38,3 a 65,5%, após período de incubação de 96 horas (Figura 1), acompanhando os resultados da DIVMS, que foram de 32,1 e 59,8%, respectivamente, para o controle e o bagaço tratado com NH_3 .

PAIVA et al. (1995) encontraram valores médios de 39,0; 47,0; e 52,3% para DMS, ao utilizarem doses de 0, 2 e 4% de amônia anidra,

respectivamente, em palhada de milho, incubando amostras em sacos de náilon por 48 horas.

Aumento na degradabilidade da matéria orgânica foi verificado por RAHAL et al. (1997), ao tratarem sete variedades de palha de arroz com doses de 0, 3 e 4% de uréia (base MS). Os autores verificaram valores de 58,1% para o material sem tratamento e 66,4 e 67,2%, respectivamente, para as doses de 3 e 4% de uréia, não havendo diferenças entre as doses de uréia. Ao compararem palha de arroz sem tratamento e tratada com 3% de uréia, esses autores encontraram os respectivos de valores 15,8 e 24,4 para a fração “a”, 38,7 e 40,2 para a fração “b” e 2,47 e 3,11 para a taxa de degradação da fração “b” para uma mesma variedade de arroz, enquanto outra variedade

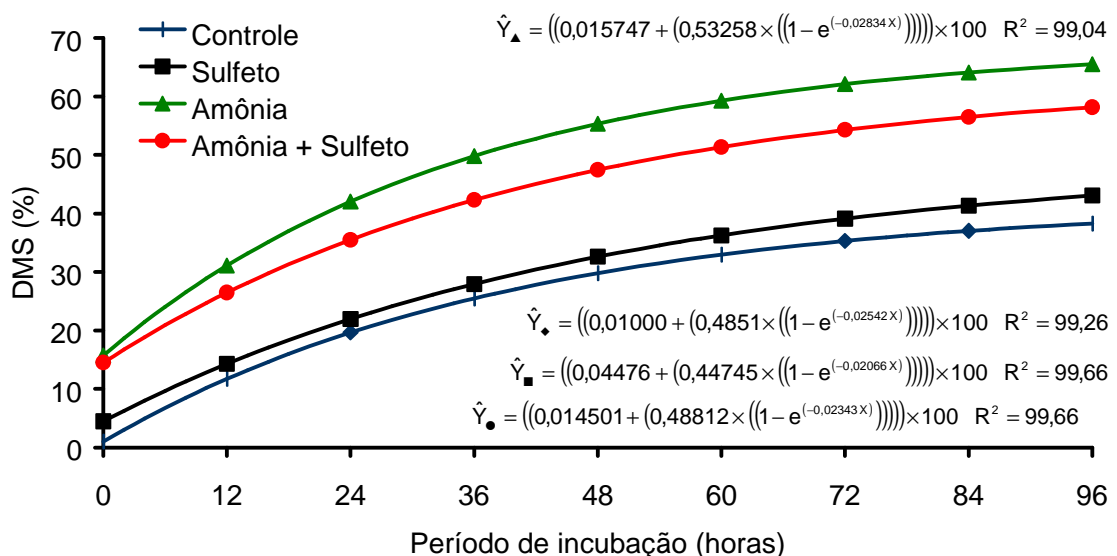


Figura 1 - Degradabilidade da matéria seca (DMS) do bagaço de cana-de-açúcar não-tratado e tratado com amônia anidra (NH₃) e, ou, sulfeto de sódio (Na₂S), em função do período de incubação (horas).

apresentou os respectivos valores de 17,1 e 32,5 para a fração “a”, 33,6 e 31,1 para a fração “b” e 2,67 e 2,26 para a taxa de degradação de “b” com o mesmo

tratamento com 3% de uréia. Esses resultados mostram a grande variação para valores de frações solúvel e insolúvel e taxa de degradação, de forragens amonizadas.

BEM SALEM et al. (1994) verificaram aumento na degradabilidade *in situ* da matéria seca (DMS) da palhada de sorgo amonizada com uréia (5,3% base MS) ou amônia anidra (3% base MS). Os valores encontrados foram de 51,4; 58,3; e 67,7% de DMS para a palhada sem tratamento, tratada com uréia e tratada com amônia anidra, respectivamente.

4.3.2. Degradabilidade da fibra detergente neutro (DFDN)

Na Figura 2, pode-se observar comportamento semelhante para a FDN residual, para o bagaço de cana-de-açúcar controle e tratado com Na_2S , bem como para o tratado com NH_3 e NH_3 mais Na_2S . Maiores valores da fração potencialmente degradável “b” e menores valores da fração indigerível “I” foram verificados para o bagaço tratado com NH_3 , independente do sulfeto, 44,03; 41,06; 51,64; e 53,43% para “b” e 51,56; 49,79; 34,07; e 34,49% para “I”, respectivamente, para os tratamentos controle, Na_2S , NH_3 , e NH_3 mais Na_2S . Verifica-se, portanto, a eficiência da amônia anidra no aumento da degradabilidade da fibra em detergente neutro.

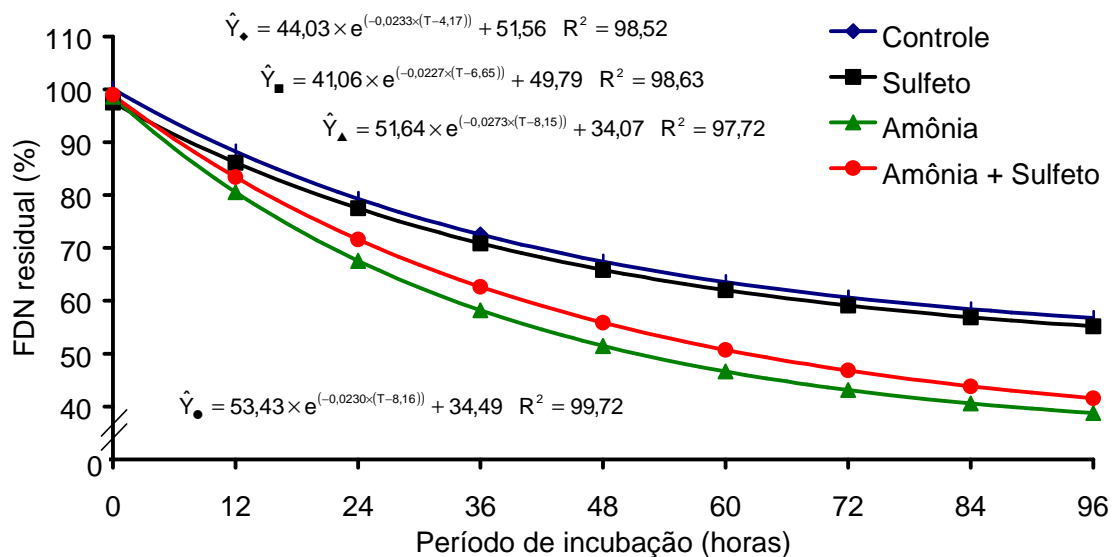


Figura 2 - Fibra em detergente neutro (FDN) residual do bagaço de cana-de-açúcar não-tratado e tratado com amônia anidra (NH_3) e, ou, sulfeto de sódio (Na_2S), em função do período de incubação (horas).

BROWN e PATE (1997), ao utilizarem 4% de amônia anidra (base MS) em feno de grama estrela, encontraram valores de 40,9 e 58,8% para DFDN, respectivamente, para os fenos não-tratado e tratado.

Estes resultados confirmam relatos da literatura, em geral, afirmando que em volumosos amonizados ocorre solubilização parcial da hemicelulose e afrouxamento da parede celular, permitindo, dessa forma, que os microrganismos do rúmen tenham maior superfície específica para se agregarem e, conseqüentemente, aumentar a digestibilidade.

Aumento no coeficiente de digestibilidade da FDN foi verificado por BEM SALEM et al. (1994), ao submeterem palhada de sorgo amonizada com uréia (5,3% base MS) ou amônia anidra (3% base MS). Os valores encontrados foram de 45,4; 60,7; e 65,1% para DFDN para a palhada sem tratamento, tratada com uréia e tratada com amônia anidra, respectivamente.

RAHAL et al. (1997) encontraram valores diferentes para a fração solúvel (a), a fração insolúvel, mas potencialmente degradável (b), e a taxa de degradação, para a palha de arroz de determinada variedade estudada, 7,5 e

11,5; 43,7 e 45,0; e 2,53 e 3,24 para a fração “a”, fração “b” e taxa de degradação “c”, respectivamente.

Variação na digestibilidade da FDN foi relatada por REIS et al. (1995a), utilizando 3% de amônia anidra em palha de aveia preta. Os resultados foram de 53,8% para a palha não-tratada e de 60,4% para a palha tratada com NH_3 . Entretanto, SOUZA (1999) não verificou diferenças para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), ao submeter casca de café a doses de 0,0; 2,0; 3,2; e 4,2% de NH_3 , sendo encontrados valores de 29,59; 29,01; 28,03; e 28,84% para os respectivos tratamentos. Isto reforça a idéia de que não é somente o NNP oriundo da amônia anidra ou da uréia que favorece o aumento da digestibilidade, devendo-se, portanto, considerar o tipo de forragem tratada e o fato de os resultados de amonização indicarem, em geral, que gramíneas ou resíduos de gramíneas respondem melhor à amonização.

4.3.3. Degradabilidade da fibra detergente ácido (DFDA)

Para a degradabilidade da FDA, efeito semelhante ao da degradabilidade da FDN foi observado. Maiores valores da fração potencialmente degradável “b” e menores valores da fração indigerível “l” foram também verificados para o bagaço tratado com NH_3 , independente do sulfeto, em que os valores encontrados foram de 42,64; 47,78; 57,35; e 57,33% para “b” e 52,84; 46,51; 32,66; e 35,08% para “l”, respectivamente, para os tratamentos controle, NH_3 , Na_2S e NH_3 mais Na_2S (Figura 3).

Dessa forma, pode-se verificar a eficiência da amônia anidra no tratamento de volumosos de baixa qualidade, promovendo aumento da degradabilidade nas frações fibrosas.

Resultados semelhantes foram relatados por PAIVA et al. (1995), os quais observaram valores médios de 40,0; 49,6; e 53,2% para DFDA, para as

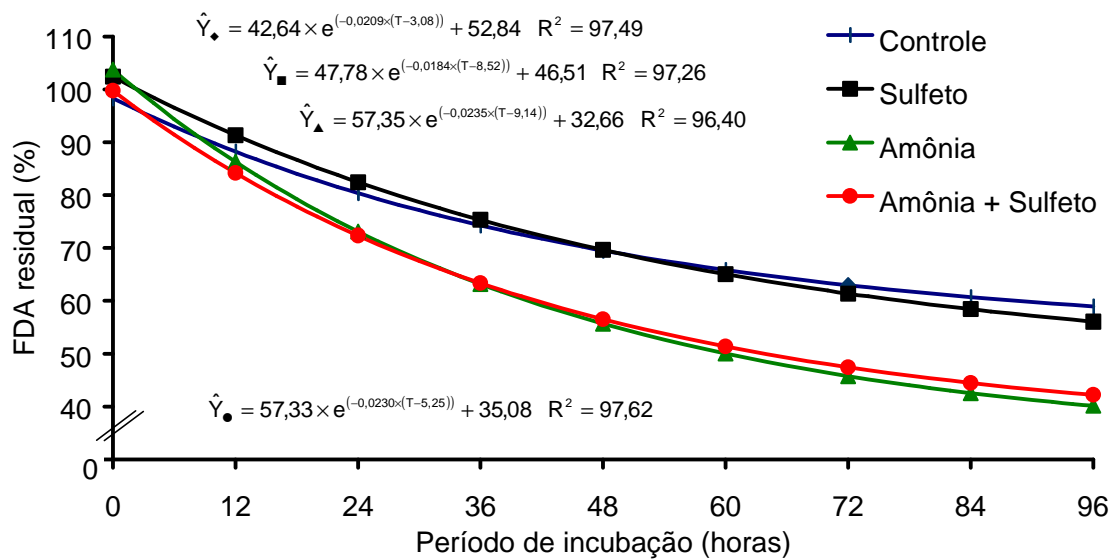


Figura 3 - Fibra em detergente ácido (FDA) residual do bagaço de cana-de-açúcar não-tratado e tratado com amônia anidra (NH_3) e, ou, sulfeto de sódio (Na_2S), em função do período de incubação (horas).

doses de 0, 2 e 4% de amônia anidra, respectivamente. Os autores encontraram, ainda, correlações positivas e altas entre os valores de DMS e DFDN ($r = 0,99$) e DFDA ($r = 0,96$), afirmando, com base nos resultados, que, na avaliação da degradabilidade da palhada de milho amonizada, a determinação da DMS é suficiente para estimar o efeito da amônia anidra sobre a degradação dos constituintes da parede celular.

Acréscimo na digestibilidade da FDA foi observado por REIS et al. (1995a), ao submeterem palha de aveia preta ao tratamento com 3% de NH_3 . Os valores encontrados pelos autores foram de 47,5 e 54,5%, respectivamente, para a palha sem tratamento e amonizada.

BROWN e PATE (1997) também verificaram aumento na digestibilidade da FDA, ao utilizarem 4% de amônia anidra em feno de grama estrela, em que os valores variaram de 28,8, para o feno não-tratado, a 49,0%, para o feno tratado com NH_3 .

BEM SALEM et al. (1994) relataram aumento no coeficiente de digestibilidade da FDA da palhada de sorgo tratada com uréia (5,3% base MS) ou amônia anidra (3% base MS). Os valores observados foram de 45,4; 60,7; e

65,1%, para DFDN, para a palhada sem tratamento, tratada com uréia e tratada com amônia anidra, respectivamente.

Constam da Tabela 7 os valores para degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS), fibra detergente neutro (DEFDN) e fibra em detergente ácido (DEFDA) do bagaço de cana-de-açúcar sem tratamento, tratado com NH₃, tratado com Na₂S e tratado com NH₃ mais Na₂S para as taxas de passagem de 2 e 5%.

Maiores valores para as degradabilidades efetivas da MS, FDN e FDA foram verificados para o bagaço tratado com NH₃, não havendo influência do Na₂S sobre as frações estudadas, enquanto, para a degradabilidade efetiva da MS, os resultados foram semelhantes (Tabela 7). Para taxa de passagem de 2%, os maiores valores encontrados foram de 36,34 e 37,37% para DMS, 29,80 e 28,58% para DEF DN e 30,98 e 30,66% para a DEFDA, respectivamente, para os tratamentos com NH₃ e NH₃ mais Na₂S, enquanto o

Tabela 7 - Degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS), fibra detergente neutro (DEFDN) e fibra em detergente ácido (DEFDA) do bagaço de cana-de-açúcar tratado ou não com amônia anidra (NH₃) e, ou, sulfeto de sódio (Na₂S), para as taxas de passagem de 2 e 5%

Variáveis	Tratamentos (base da MS)			
	Controle	Na ₂ S	NH ₃	Na ₂ S + NH ₃
DEMS 2%	22,56	24,65	36,34	37,37
DEMS 5%	13,69	15,95	27,51	27,97
DEF DN 2%	23,69	21,83	29,80	28,58
DEF DN 5%	13,99	12,82	18,23	17,83
DEFDA 2%	21,79	22,89	30,98	30,66
DEFDA 5%	12,56	12,85	18,34	18,06

$p = a + (b \times c) / (c + k)$, em que “p” é a degradabilidade potencial; “a”, a fração solúvel em água; “b”, a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; “c”, a taxa de degradação da fração “b”; e “k”, a taxa de passagem.

controle e o Na_2S apresentaram valores de 22,56 e 24,65%; 23,69 e 21,83%; e 21,79 e 22,89%, para DMS, DEFDN e DEFDA, respectivamente. Dessa forma, pode-se verificar que a amônia anidra aumentou a degradabilidade efetiva da MS, FDN e FDA do bagaço de cana-de-açúcar.

REIS et al. (1995a), utilizando 3% de amônia anidra em palha de aveia preta na alimentação de ovinos, verificaram que o tratamento com amônia aumentou a digestibilidade da MS (51,2 e 56,7), FDN (53,8 e 60,4), FDA (47,5 e 54,5), hemicelulose (61,9 e 69,2) e celulose (53,7 e 60,9), quando comparado ao material não-amonizado. Trabalho semelhante foi desenvolvido por CASTRILLO et al. (1995), utilizando também ovinos alimentados com palha de cevada sem tratamento ou tratada com amônia anidra (3% base MS), que verificaram incrementos na digestibilidade da MS (41,6 para 50,2%) e FDN (49,4 para 61,1%).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Córrego Novo, na cidade de Santa Cruz do Escalvado, e no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, com os objetivos de verificar a preservação e avaliar a composição químico-bromatológica, o desempenho de novilhas e a degradabilidade da matéria seca da FDN e da FDA do bagaço de cana-de-açúcar contendo 50% de MS, proveniente da moagem para fabricação de aguardente. Foram confeccionados silos de superfície com, aproximadamente, quatro toneladas de bagaço, correspondendo aos seguintes tratamentos: T1 - bagaço sem tratamento (armazenado em local coberto), T2 - bagaço tratado com sulfeto de sódio (2,5% de Na_2S), T3 - bagaço tratado com amônia anidra (4% de NH_3) e T4 - bagaço tratado com amônia anidra mais sulfeto de sódio (4% de NH_3 + 2,5% de Na_2S), todos resultados expressos na base da matéria seca do volumoso. A amônia anidra foi aplicada por meio de canos de PVC de ½", com uma de suas extremidades vedadas e perfuradas, a cada 20 cm, com furos de, aproximadamente, 0,5 cm de diâmetro. Utilizaram-se dois pontos de aplicação e a quantidade aplicada obtida por diferença de peso da balança, na qual estava o botijão de amônia. Para o tratamento com Na_2S , procedeu-se à diluição deste na proporção de 3:1 água:produto, sendo incorporado e homogeneizado antes da adição de amônia anidra. Para avaliar

o desempenho animal, foram utilizadas 16 novilhas $\frac{1}{2}$ sangue Holandês/Indubrasil de peso médio 230 kg, em baias individuais cobertas e calçadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. O bagaço ficou armazenado por 10 meses e, após abertura, foi fornecido *ad libitum* aos animais. Todos os dias, o volumoso foi pesado e fornecido aos animais, de forma a sobrar em torno de 10% do fornecido. Juntamente com o volumoso, os animais receberam 3,5 kg de concentrado contendo 19% de proteína bruta (2 kg pela manhã e 1,5 kg pela tarde). As amostras de volumoso, sobras e concentrado foram coletadas semanalmente e acondicionadas em freezer para posterior liofilização e processamento. Os animais foram pesados a cada 21 dias e, no início e final do experimento, pesados em jejum de 15 horas. Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o ensaio de degradabilidade, foram utilizados três novilhos Holandeses, fistulados no rúmen, mantidos em regime de estabulação completa, em baias individuais, com alimentação, durante o ensaio, constituída de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum.), fornecido *ad libitum*, e 3 kg de concentrado à base de milho, farelo de soja e mistura mineral. As amostras do bagaço de cana-de-açúcar foram colocadas nos sacos de náilon, na quantidade de aproximadamente 3,0 g de MS/saco, a fim de manter uma relação de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco. Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. Após o período de incubação, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até que esta se apresentasse limpa. A determinação da matéria seca foi feita em estufa a 65°C, por 72 horas, utilizando-se as amostras para análises fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo SILVA (1990). Foi utilizado o modelo de ØRSKOV e McDONALD (1979) para a degradabilidade potencial da matéria seca de cada tratamento, de acordo com a fórmula: $p = a + b(1 + e^{-ct})$, em que “p” é degradabilidade potencial; “a”, fração solúvel em água mas potencialmente degradável; e “c”, taxa de degradação da fração “b”. Para a fração fibrosa

(FDN e FDA), foi utilizado o modelo de MERTENS (1976), de acordo com a fórmula: $\hat{Y} = b \times e^{(-c \times (T-L))} + I$, em que “Y” é o resíduo no tempo T; “b”, a fração potencialmente degradável da fibra; “c”, a taxa de degradação de b; “T”, o período de incubação em horas; “L”, a latência; e “I”, a fração indigerível da fibra. A degradabilidade efetiva ou real de cada tratamento foi calculada pela fórmula: $p = a + (b \times c) / (c + k)$, em que “k” é a taxa de passagem. Utilizaram-se as taxas de passagem de 3 e 5%.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a amônia anidra preservou com eficiência o bagaço de cana-de-açúcar;
- o teor de PB foi elevado no tratamento com NH_3 , independente do sulfeto;
- a redução de todos os constituintes da parede celular no material amonizado (FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina) e aumento na DIVMS para o material tratado com NH_3 , sendo que o Na_2S apresentou pequena variação;
- o ganho de peso, o ganho de peso diário e o consumo de MS aumentaram com o tratamento contendo NH_3 , mas não foram influenciados pelo Na_2S ;
- a conversão alimentar não sofreu influência dos tratamentos, porém tendeu ser menor para as novilhas alimentadas com bagaço tratado com NH_3 ;
- o maiores consumos de FDN e PB foram verificados, quando novilhas foram alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com NH_3 ; entretanto, pequeno aumento para consumo de FDN foi verificado para o tratamento com Na_2S , em comparação ao controle;
- os maiores valores de DMS foram verificados para o bagaço tratado com NH_3 , que também apresentou maiores fração “a” e “b”, seguido do Na_2S e, por último, do controle;
- a DFDN e DFDA, a fração “b” apresentou maiores valores para o material tratado com NH_3 , e o Na_2S não causou efeito;

- os maiores valores para a degradabilidade efetiva da matéria seca, da FDN e da FDA foram verificados para o bagaço tratado com NH_3 , mostrando que o Na_2S não influenciou nas frações estudadas;

- o NH_3 mostrou-se eficiente no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar, sendo, portanto, recomendada para posterior utilização na alimentação de ruminantes; e

- a Na_2S não provocou alteração no bagaço tratado, não devendo, portanto, ser utilizado. Entretanto, mais trabalhos devem ser desenvolvidos para verificar sua eficiência Na_2S no tratamento de resíduos fibrosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIN, D.E., RIGSBY, L.L., TREDOROV, M.K., HARTLEY, R.D. Population changes of fibrolitic rumen bacteria in the presence of phenolic acids and plant extracts. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.19, n.3, p.261-75, 1988.
- BALLET, N., BESLE, J.M., DEMARQUILLY, C. Effect of ammonia and urea treatments on digestibility and nitrogen content of dehydrated Lucerne. **Anim. Feed Sci. Technol.** v.67, p.69-82, 1997.
- BEM SALEM, H., NEFZAOU, A., ROKBANI, N. Upgrading of sorghum stover with anhydrous ammonia or urea treatments. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.48, n.1/2, p.15-26, 1994.
- BROWN, W.F., PATE, F.M. Cottonseed meal or feather meal supplementation of ammoniated tropical grass hay for yearling cattle. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.1666-1673, 1997.
- BÜRGI, R. Cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 6, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p.153-70.
- CAMPOS, M.C.L. **Níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a composição químico-bromatológica e degradabilidade dos fenos de alfafa (*Mendicago sativa* L.) e coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Coastcross) com alta umidade.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 130p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- CÂNDIDO, M.J.D., NEIVA, J.N.M., PIMENTEL, J.C.M., VASCONCELOS, V.R., SAMPAIO, E.M., NETO, J.M. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Rev. bras. zootec.**, v.28, n.5, p.928-935, 1999.

- CASTRILLO, C., FONDEVILA, M., GUADA, J.A., VEGA, A. Effect of ammonia treatment and carbohydrate supplementation on the intake and digestibility of barley straw diets by sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.51, p.73-90, 1995.
- CHERMITI, A., TELLER, E., VANBELLE, M., COLLIGNON, G., MATATU, B. Effect of ammonia or urea treatment of straw on chewing behaviour and ruminal digestion processes in non-lactating dairy cows. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.47, p.41-51, 1994.
- DJIBRILLOU, O.A., PANDEY, V.S., GOURO, S.A., VERHULST, A. Effect of urea-treated or untreated straw with cotton seed on performances of lactating Marade (Red Sokoto) goats in Niger. **Livestck Prod. Sci.**, v.55, p.117-125, 1998.
- DOLBERG, F. Progress in the utilization of urea-ammonia treated crop residues: Nutritional dimensions and application of the technology on small farm. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais ...** Lavras: SBZ, 1992. p.130-145.
- DRYDEN, G.M., LENG, R.A. Treatment of barley straw with ammonia and sulphur dioxide gases under laboratory conditions. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.14, n.1/2, p.41-51, 1986.
- FAHMY, S.T.M., KLOPFENSTEIN, T.J. Treatment with different chemicals and their effects on the digestibility of maize stalks. 2. Intake and in vivo digestibility as affected by chemical treatment and monensin supplementation. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.45, n.3/4, p.309-16, 1994.
- FERREIRA, J.Q. **Efeito da amônia anidra sobre a qualidade da palha de arroz (*Oryza sativa* L.) e do feno de aveia (*Avena strigosa* Schreb.)**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- FIKE, G.D., SIMMS, D.D., COCHRAN, R.C. VANZANT, E.S. KUHL, G.L., BRANT JR., R.T. Protein supplementation of ammoniated wheat straw: effect on performance and forage utilization of beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v.73, p.1595-1601, 1995.
- FISCHER, R.E., BAYLEY, P., HARRISON, K.E., STALLCUP, O.T. Nutritive value of coastal bermudagrass hay as influenced by ammoniation and grain supplementation. **Ark. Farm Res.**, v.34, n.3, p.8, 1985.
- FISCHER, V., PRATES, E.R., MUHLBACH, P.R.F. Conservação e qualidade de resíduo úmido de pré-limpeza de arroz. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.24, n.1, p.31-37, 1995.

- FISCHER, V., PRATES, E.R., MUHLBACH, P.R.F., PÖTTER, W.J. Efeito do tratamento a campo da palhada de arroz com uréia sobre a conservação, composição química e digestibilidade. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.25, n.5, p.837-844, 1996.
- GARCIA, R., NEIVA, J.N.M. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Salvador. **Anais...** Salvador, p.41-57, 1994.
- GARCIA, R., PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, MG, 1998. **Anais...** Viçosa: CONEZ, p.33-61, 1998.
- GOONEWARDENE, L.A. SPICER, H.M., ENGSTROM, D.F., ZOBELL, D.R., YAREMCIO, B.J. A study on feeding ammoniated and processed barley to feedlot steers. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.74, p.135-142, 1998.
- GOTO, M., YOKOE, Y. Ammoniation of barley straw. Effect on cellulose crystallinity and water-holding capacity. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.58, p.239-247, 1996.
- GOTO, M., YOKOE, Y., TAKABE, K., NISIKAWA, S., MORITA, O. Effects of gaseous ammonia on chemical and structural features of cell walls in spring barley straw. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.40, p.207-21, 1993.
- GUZMÁN, J.L., GARRIDO, A., CABRERA, A.G., GUERRERO, J.E., MURRAY, I. Use of NIRS to estimate the improvement in digestibility after ammonia treated of cereal straws. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.57, p.149-157, 1996.
- HORTON, G.M.J., STEACY, G.M. Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. **J. Anim. Sci.**, v.48, n.5, p.1239-49, 1979.
- JUNG, H.G., FAHEY JR., G.C. Nutritional implication of phenolics monomers and lignin: A review. **J. Anim. Sci.**, v.57, n.1, p.206-19, 1983.
- KNAPP, W.R., HOLT, D.A., LECHTENBERG, V.L. Hay preservation and quality improvement by anhydrous ammonia treatment. **Agron. J.**, v.67, n.6, p.766-769, 1975.
- LINES, L.W., KOCH, M.E., WEISS, W.P. Effect of ammoniation on the chemical composition of alfalfa hay baled with varying concentrations of moisture. **J. Dairy Sci.**, v.79, n.11, p.2000-2004, 1996.

- MADRID, J., HERNÁNDEZ, F., PULGAR, M.A., CID, J.M. In vivo digestibility of treated and untreated barley straw: results of direct and by-difference digestibility trials. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.65, p.129-138, 1997.
- MERTENS, D.R. Principles of modeling and simulation in teaching and research. **J. Dairy Sci.**, v.60, n.7, p.1176-1186, 1976.
- MOORE, K.J., LECHTENBERG, V.L., HENDRIX, K. S. Quality of orchardgrass hay ammoniated at different rates, moisture concentrations, and treatments durations. **Agron. J.**, v.77, n.1, p.67-71, 1985.
- NEIVA, J.N.M., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, J.C., SILVA, J.F.C. PIRES, A.J.V., PEREIRA, O.G. Características químicas da silagem e do rolão de milho amonizados. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.3, p.461-465, 1998a.
- NEIVA, J.N.M., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, O.G., PIRES, A.J.V., SILVA, H.A. Consumo e digestibilidade aparente de matéria seca e nutrientes em dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.3, p.453-460, 1998b.
- NEIVA, J.N.M., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, O.G., PIRES, A.J.V., SILVA, H.A. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.3, p.466-473, 1998c.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989. 157p.
- OLIVEIRA, E.R., LIMA, J.O.A.A., ALMEIDA, S.A., SOBRAL, J.P., DIAS FILHO, F.A. Desempenho de novilhos de corte alimentados com palha de arroz amonizada e não amonizada. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5, Salvador, 1994. **Anais...** Salvador, SBZ, 1994. p.198-202.
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v.92, p.449-53, 1979.
- PAIVA, J.A.J., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C., REGGAZI, A.J. Efeitos dos diferentes níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a degradabilidade da matéria seca e de constituintes da parede celular da palhada de milho (*Zea mays* L.). **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.24, n.5, p.693-705, 1995.

- PAIVA, J.A.J. **Níveis de amônia anidra, períodos de amonização e de aeração sobre a composição químico-bromatológica e a degradabilidade "in situ" da palha de milho (*Zea mays* L.).** Viçosa, MG, UFV, 1992. 162p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- PIRES, A.J.V., GARCIA, R., CECON, P.R., NEIVA, J.N.M., SARMENTO, P. Amonização da quirera de milho com alta umidade. **Rev. bras. zootec.**, v.28, n.6, p.1186-1193, 1999.
- RAHAL, A., SINGH, A., SINGH, M. Effect of urea treatment and composition on, and prediction of value of rice straw of different cultivars. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.68, p.165-182, 1997.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. **Amonização de volumosos.** Jaboticabal: FCAVJ-UNESP/FUNEP, 1993.
- REIS, R.A., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C., SILVA, D.J., FERREIRA, J.Q. Efeitos da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.26, n.8, p.1183-91, 1991.
- REIS, R.A., ANDRADE, P., ROSA, B., ALCALDE, C.R., JOBIM, C.C. Efeito da suplementação protéica sobre o valor nutritivo da palha de aveia preta tratada com amônia. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.24, n.2, p.233-241, 1995a.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., PEDROSO, P. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de volumosos de baixa qualidade. **R. Bras. Zootec.**, v.24, n.4, p.487-493, 1995b.
- REIS, R.A., PANIZZI, R.C., ROSA, B., RODRIGUES, L.R.A., NASCIMENTO, J.M. Efeitos da amonização sobre a ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade *in vitro* de fenos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). **R. Bras. Zootec.**, v.26, n.3, p.454-460, 1997.
- ROSA, B., REIS, R.A., PANIZZI, R.C., MESQUITA, A.J., JOBIM, C.C. Preservação do feno de *brachiária decumbens* Stapf cv. Brasilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.4, p.691-694, 1998.
- SARMENTO, P., GARCIA, R. PIRES, A.J.V., NASCIMENTO, A. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **R. Bras. Zootec.**, v.28, n.6, p.1203-1208, 1999.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1990. 165p.

- SOUZA, A.L. **Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SUNDSTOL, F., COXWORT, E., MOWAT, D.N. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoníaco. **R. 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* shum.) cv Camerom fornecidos a novilhos Nelore em confinamento.** Viçosa, MG: UFV, 1990. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- THORLACIUS, S.O., ROBERTSON, J.A. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. **Can. J. Anim. Sci.**, v.64, n.4, p.867-80, 1984.
- VAN SOEST, P.J., FERREIRA, A.M., HARTLEY, R.D. Chemical properties of fiber in relation to nutritive quality of ammonia-treated forages. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.10, n.2/3, p.155-64, 1984.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v.74, n.10, p.3583-97, 1991.
- WEISS, W.P., COLENBRANDER, V.F. Feeding dairy cows high moisture alfalfa hay preserved with anhydrous ammonia. **J. Dairy Sci.**, v.65, n.7, p.1212-8, 1982.
- YU, Y., THOMAS, J.W. Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. **J. Anim. Sci.**, v.42, n.3, p.766-74, 1976.

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo das análises de variância de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		PB	DIVMS
Tratamento	3	1.002,440**	2.801,197**
Resíduo	44	0,6959173	4,225475

Tabela 2A - Resumo das análises de variância de fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		FDN	Hemicelulose
Tratamento	3	1141,857**	583,8459**
Resíduo	44	2,429482	2,948547

Tabela 3A - Resumo das análises de variância de fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		FDA	Celulose	Lignina
Tratamento	3	115,1102**	41,50063**	41,82985**
Resíduo	44	1,779637	1,1443161	0,6548706

Tabela 4A - Resumo das análises de variância de ganho de peso no período (GPP), ganho de peso diário (GPD) e consumo de matéria seca diário (CMSD)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		GPP	GPD	CMSD
Tratamento	3	445,4167**	131.447,30**	3,422705**
Resíduo	12	41,125	12.639,83	0,03167248

Tabela 5A - Resumo das análises de variância de consumo de volumoso diário (CVD), consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (CMSPV) e consumo de matéria seca, em função do peso metabólico (CMSPM), e conversão alimentar (CA)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		CVD	CMSPV	CMSPM	CA
Tratamento	3	3,096048**	0,274362**	521,0552**	1,532508ns
Resíduo	12	0,0965292	0,00739153	5,550822	1,338604

Tabela 6A - Resumo das análises de variância de consumo de fibra em detergente neutro diário (CFDND) e consumo de fibra em detergente neutro, em função do peso vivo (CFDNPV), e consumo de fibra em detergente neutro, em função do peso metabólico (CFDNPM)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		CFDND	CFDNPV	CFDNPM
Tratamento	3	1,064867**	0,09696626**	177,2497**
Resíduo	12	0,0204339	0,00138834	1,754893

Tabela 7A - Resumo das análises de variância de consumo de proteína bruta diário (CPBD) e consumo de proteína bruta, em função do peso vivo (CPBPV), e consumo de proteína bruta, em função do peso metabólico (CPBPM)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		CPBD	CPBPV	CPBPM
Tratamento	3	0,4755454**	0,05596017**	95,68098**
Resíduo	12	0,0008542836	0,0001967897	0,143074