

RAFAEL GONÇALVES TONUCCI

VALOR NUTRITIVO DO FENO DE CAPIM - TIFTON 85

AMONIZADO COM URÉIA

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como parte
das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

T667v
2006
2006.

Tonucci, Rafael Gonçalves, 1978-

Valor nutritivo do feno de capim-Tifton 85 amonizado
com uréia / Rafael Gonçalves Tonucci. – Viçosa : UFV,

x, 41f. : il. ; 29cm.

Orientador: Rasmô Garcia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 38-41.

1. Feno - Análise. 2. Feno - Qualidade. 3. Ureia. 4. Capim
Tifton - Composição. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 636.086

RAFAEL GONÇALVES TONUCCI

**VALOR NUTRITIVO DO FENO DE CAPIM-TIFTON 85
AMONIZADO COM URÉIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como parte
das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 02 de outubro de 2006

Prof. Aureliano José Vieira Pires
(Co-Orientador)

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Co-Orientador)

Prof^a Karina Guimarães Ribeiro

Prof. José Antônio Obeid

Prof. Rasmô Garcia
(Orientador)

**À minha filha Lara, pessoa mais importante na minha vida,
motivo de todo que eu faço.**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Rasmão Garcia, pela confiança em mim depositada e por todos os ensinamentos.

Ao Prof. Odilon Gomes Pereira pela paciência e críticas sempre construtivas.

Ao Prof. Aureliano José Vieira Pires pelos conselhos e ajuda na interpretação dos dados.

Aos Prof. José Antonio Obeid e Karina Guimarães Ribeiro por aceitarem participar da banca.

Ao Prof. Edenio Detmann, pelas ajudas nas análises estatísticas.

Aos meus pais pelos exemplos e apoio incondicional em todos os momentos, principalmente naqueles mais difíceis.

À minha filha Lara por existir e fazer de mim uma pessoa muito melhor e compreender que essa ausência se fez necessária e que um dia o papai volta, e esse dia esta chegando (EU TE AMO).

Aos meus irmãos Erico, Andréia e Ana Laura pelas alegrias e ensinamentos na vida.

À minha avó Nana, pela serenidade e lições que levo sempre comigo.

Ao meu Avô Erico, por ser sempre um incentivador e exemplo a ser seguido sempre (você faz MUITA falta aqui).

À minha namorada Isis, pelo carinho, paciência e ajuda. Por estar sempre comigo e ser meu porto seguro nessa terra de ninguém.

Ao Fernando, meu “conselheiro”, pelos ensinamentos, dicas, opiniões, etc..., essa tese e tão minha quanto sua.

Aos meus amigos Felliipe, Baiano e Marcinho, por fazer de Viçosa um lugar melhor durante esses anos que vivemos aqui, por serem minha família aqui, meu muito obrigado.

Aos amigos Denis, Tofe, Bruno, Bia, Tucano e João pelos momentos de entretenimento e mostrar que a vida é bem mais do que artigos científicos.

À Fernanda pela oportunidade do primeiro estágio e pelas consultorias on-line

Aos colegas Kátia e Américo pelos momentos de aprendizado.

À moçada da forragem Juci, Andréia, Francisco, Gleidson pelos bons momentos dentro e fora da sala de aula.

Ao Fred pela ajuda nos gráficos e auxílios computacionais.

Às estagiais do Laboratório de Forragicultura, em especial à Lílian, Mel e Lorena pela prontidão e disponibilidade de tempo e por fazer de lá um lugar melhor para se trabalhar.

Aos funcionários do LNA e do Laboratório de Forragicultura pelo auxílio nas análises.

Ao google por facilitar, e muito, a minha vida.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e que por uma falha na memória, que nunca foi muito boa, esqueci de citar, o meu muito obrigado por mais essa conquista.

Biografia

RAFAEL GONÇALVES TONUCCI, filho de Erico Tonucci Filho e Ana Maria Oliveira Gonçalves Tonucci, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 17 de junho de 1978.

Em julho de 2004, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2004, iniciou o Programa de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens, defendendo tese em outubro de 2006.

Sumário

Resumo	ix
Abstract.....	xi
Introdução Geral	1
Referências Bibliográficas.....	11
Introdução	15
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão.....	21
Conclusão	37
Referências Bibliográficas.....	38

Resumo

TONUCCI, Rafael Gonçalves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Outubro de 2006. **Valor Nutritivo do feno de capim Tifton 85 amonizado com uréia.** Orientador: Rasmão Garcia. Co-Orientadores: Odilon Gomes Pereira e Aureliano José Vieira Pires.

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa com o objetivo de avaliar a influência da umidade, do período de amonização e de doses de uréia sobre a composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do feno de capim Tifton 85. O feno do capim foi amonizado com diferentes doses de uréia (2, 4, 6, 8 e 10%) com base na matéria seca, teores de umidade (20 e 40%) e período de tratamento (30, 60, e 90 dias). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado arranjado em um esquema fatorial 5x3x2, com 3 repetições. A uréia foi diluída em quantidade de água suficiente para elevar o teor de umidade até o nível desejado. O feno foi armazenado em sacos plásticos (2 kg/saco) vedados com fita adesiva. Ao término de cada período experimental os sacos foram abertos e coletadas amostras para análises laboratoriais. Verificou-se aumento quadrático para os teores de nitrogênio total (NT) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) com o aumento das doses de uréia para todos os tratamentos. Os níveis de NT foram maiores para os menores níveis de umidade, já os teores de N-NH₃ foram maiores para os maiores níveis de umidade. Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e detergente insolúvel em detergente ácido (NIDA) não foram afetados, apresentando valores médios de 0,82 e 0,15%, respectivamente. Os valores de NIDN/NT apresentaram redução linear com o aumento da dose de uréia, e os

maiores decréscimos foram observados para os tratamentos com menor umidade e com o período de amonização mais longo. Os teores de NIDA/NT foram reduzidos de forma quadrática com o aumento das doses de uréia aplicada, sendo os menores valores obtidos para os tratamentos com menor umidade. O aumento na dose de uréia promoveu uma redução linear nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), sendo esta redução mais marcante nos tratamentos com 40% de umidade. Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) foram reduzidos com o aumento das doses de uréia e não foram afetados pelo período de amonização nem pelo teor de umidade do material, alcançando valores mínimos de 44,1%. Os valores de celulose também foram reduzidos com o aumento das doses de uréia aplicada e essa redução foi mais acentuada nos tratamentos com 20% de umidade. Os teores de hemicelulose reduziram de forma linear com o aumento do período de amonização não sendo influenciados pela dose de uréia nem pela umidade do material. A DIVMS foi influenciada de forma quadrática decrescente pela dose de uréia, bem como, pela umidade do material e período de amonização, estimando-se valores máximos de 64,9% para o tratamento com 20% de umidade, e de 73,9% para o tratamento com 40% de umidade, ambos com 90 dias de amonização. A amonização com uréia alterou a composição químico-bromatológica do feno do capim Tifton, melhorando o seu valor nutritivo demonstrando ser uma boa alternativa para obtenção de forragem de qualidade durante o período seco do ano.

Abstract

TONUCCI, Rafael Gonçalves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2006.
Nutritive value of Tifton 85 hay treated with urea. Adviser: Rasmô Garcia. Co-Advisers: Odilon Gomes Pereira and Aureliano José Vieira Pires.

An experiment was conducted at the Animal Science Department of the Federal University of Viçosa to evaluate the influence of moisture, urea level and time of ammoniation on chemical-bromatologic compounds and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) of Tifton 85 hay. In the trial, 2 kg of hay with five levels of urea (2; 4; 6; 8 and 10% dry matter bases), two moisture levels (20 and 40%), were stored for three periods of ammoniation (30; 60 and 90 days) in sealed plastic bags. Urea was mixed in water necessary to reach 20 and 40% of moisture levels when added to hay. A completely randomized design with three replications in a factorial arrangement was used. Total nitrogen (NT) and ammonia nitrogen (N-NH₃) concentrations increased quadratically when urea levels were increased. Total nitrogen values were higher at the lowest moisture, however N-NH₃ increased with the increasing of moisture. Neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN) and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) were not affected by the treatments. The values of NDIN/TN decreased with an increasing in moisture levels and the highest value was observed in lowest moisture (20%) and the shortest period of ammoniation (30 days). The ADIN/TN ratio adjusted into a quadratic model. An increase in urea levels decreased the ratio, and lower values were observed at lower moisture. An increase in urea levels promoted a decrease in neutral detergent fiber, reaching the lowest value at 40% moisture for ammoniation period of 90 days. Acid detergent fiber decreased linearly with the increase of urea levels, reaching

minimum value of 44,1% at the 10% urea level and was not affected by moisture and ammoniation period. Cellulose contents were decrease with the increase of urea levels, and lower rates were reached at lower moisture. The hemicellulose and lignin contents decreased linearly with increasing ammoniation period and were not affected by urea and moisture levels. The IVDMD adjusted into a quadratic model and response to the increasing of urea levels, moisture levels and ammoniation period, reaching maximum digestibility of 64,9% at lower moisture contest and 73,9% at higher moisture content, both with 90 days of ammoniation. Urea ammoniation altered the chemical composition and digestibility of Tifton 85 hay, improving the nutritive value of forage and providing an option for forage quality improvement during dry season.

Introdução Geral

As regiões de clima tropical possuem, em geral, estação chuvosa bem definida em que o crescimento das plantas forrageiras é abundante, e uma estação seca, na qual ocorre escassez de forragem. No entanto, para que os animais mantenham bons níveis de produção ao longo do ano, faz-se necessário o uso de volumosos de qualidade também no período seco, uma vez que suas exigências nutricionais permanecem as mesmas durante todo o ano. Este é o maior problema que o pecuarista brasileiro tem enfrentado, gerando como consequência, a baixa produtividade dos rebanhos no período seco do ano.

Nos sistemas de exploração econômica de ruminantes são de suma importância a produção e utilização de volumosos de boa qualidade durante o período de escassez de forragem proveniente das pastagens. Dentre esses volumosos os fenos produzidos a partir de gramíneas tropicais, colhidas no estágio de pós-florescimento, bem como palhadas obtidas de culturas de grãos são alternativas para a alimentação dos rebanhos no período de escassez de forragem apesar de serem alimentos essencialmente energéticos, de baixo valor protéico, digestibilidade reduzida, baixo consumo voluntário devido, provavelmente, aos elevados teores de parede celular, tais como alto teor de fibra em detergente neutro e lignina e baixa disponibilidade de compostos nitrogenados.

A utilização de volumosos de baixo valor nutritivo submetidos a algum tipo de tratamento (físico, químico ou biológico), pode ser uma alternativa viável para suprir a demanda por volumosos de boa qualidade durante o período de restrição da disponibilidade de pasto para os animais.

O valor nutritivo de fenos de baixa qualidade pode ser melhorado por meio da aplicação de produtos químicos, classificados como hidrolíticos e oxidantes, destacando-se a utilização da amônia por ser prática, não contaminar o ambiente e fornecer nitrogênio não-protéico, além de promover incremento na digestibilidade da matéria seca e no consumo. Entretanto, respostas variáveis têm sido obtidas com a amonização, devido a fatores como: fonte de nitrogênio aplicada, tipo de material tratado, dosagem, umidade do material, período de amonização e temperatura ambiente (Cañeque et al, 1998 e Reis et al,2001).

Um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação do 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 rúmex (Garcia & Neiva, 1994).

A parede celular é uma mistura complexa de polissacarídeos e outros polímeros que são produzidos pela célula formando uma estrutura organizada, unida por ligações covalentes e não covalentes. A parede celular também contém proteínas estruturais, enzimas, polímeros fenólicos e outras substâncias que modificam as características estruturais do mesmo (Taiz & Zeiger, 1998).

Do ponto de vista nutricional, a parede celular é a principal fonte de energia para os ruminantes em todo o mundo. Essa compreende de 20 a 80% do peso seco das forragens e é composta, principalmente por hemicelulose, pectina, celulose e lignina. Portanto, maximizar o ganho de energia a partir da parede celular é importante para aumentar a eficiência da produção animal (Wilson, 1994).

O conteúdo de parede celular (CPC) de uma forrageira é nutricionalmente importante, pois alimentos com alto CPC apresentam menor digestibilidade e menor consumo voluntário pelos ruminantes (Minson, 1990). Os tipos de ligações que formam os polissacarídeos, a espessura da parede celular e a deposição de lignina são fatores que podem aumentar sua resistência ao ataque dos microrganismos e, em consequência, reduzir a disponibilidade de sua energia para os ruminantes (Wilson, 1994).

Existem duas teorias que tentam explicar o efeito da amônia sobre a parede celular das forragens. A primeira proposta por Tarkov e Feist (1969), 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 o grupo de carboidratos são rompidas com a consequente formação de amida. A segunda teoria proposta por Buettner (1978), baseia-se na característica da amônia em apresentar alta afinidade com a água, resultando na formação de uma base fraca, o hidróxido de amônia (NH_4OH), durante o tratamento de materiais úmidos com esse composto. No processo, ocorre hidrólise alcalina resultante da reação do hidróxido de amônio com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais.

O efeito da amonização sobre os constituintes da parede celular tem mostrado algumas contradições. A fração da fibra em detergente neutro (FDN) normalmente diminui em razão da solubilidade parcial da hemicelulose, mas, em alguns casos, estes efeitos não são observados. Shen et al. (1998) avaliando o efeito da amonização com uréia em palhada de diferentes cultivares de arroz, observaram que os teores da FDN sempre diminuíam após o tratamento, independentemente das cultivares. Os valores médios variaram de 73,01 para 71,4%, quando o material foi ou não tratado, respectivamente. Esses mesmos autores observaram que os teores de hemicelulose também diminuíram de 31,42 para 29,33%, em média, comprovando que a redução nos

teores de FDN se dá devido a uma solubilização da hemicelulose que se encontra ligada à celulose e à lignina. Reis et al. (2001a) avaliando fontes de amônia para o tratamento de feno de gramíneas tropicais, observaram que tanto a aplicação de uréia quanto a de amônia anidra, 5,4 e 3,0%, respectivamente, promoveram diminuição nos teores da FDN e hemicelulose dos fenos de *Brachiaria decumbens* e de capim-jaraguá. Essa diminuição da FDN foi de 3,6 e 4,6 unidades percentuais, para o feno de braquiária tratados com uréia e NH₃, respectivamente e de 0,5 e 3,1 unidades percentuais para o feno de capim-jaraguá, tratados com uréia e NH₃, respectivamente.

Com relação à fibra em detergente ácido (FDA) a grande maioria dos trabalhos mostra resultados inconsistentes. Alguns autores observaram acréscimo nessa fração juntamente com o aumento da celulose e da lignina atribuindo-o ao efeito de concentração causado pela diminuição de um ou mais constituintes da parede celular. Esses aumentos podem também ser devido à reação de Maillard e, ou, devido à retenção de nitrogênio na FDA e na lignina. Outros relatam decréscimo e o justifica devido a uma possível solubilização parcial da lignina. Essa solubilização parcial decorre do decréscimo da cristalinidade da celulose, além da expansão e saponificação das ligações ésteres entre lignina e hemicelulose (Leal et al., 1994).

Bertipaglia et al. (2005) avaliando diferentes fontes de urease na amonização de feno e *Brachiaria brizantha* em diferentes níveis de umidade, observaram que os tratamentos aplicados não proporcionaram efeitos consistentes sobre os teores de FDA e celulose. Entretanto, Schimidt et al. (2003) observaram que a amonização com 5% de uréia em feno de *Brachiaria decumbens* com 25% de umidade elevou os teores da FDA e reduziu os de hemicelulose. O acréscimo na fração FDA tem sido atribuído ao nitrogênio adicionado, que se apresenta, em parte, na forma de NIDA (Fahmy & Klopfernstein, 1994). Por outro lado Gobbi et al. (2005) estudando a composição

química do feno de *Brachiaria decumbens* tratados com diferentes doses de uréia (0; 2; 4; 6; 8 e 10%, base da MS) com 30% de umidade observaram um decréscimo linear nos teores de FDA à medida que se aumentavam as doses de uréia aplicada, com variação de 5,8 unidades percentuais entre o tratamento controle e o tratamento com maior nível de uréia.

Os ácidos fenólicos, principalmente p-cumárico e ferrúlico, além de promoverem a ligação entre hemicelulose e lignina, também fazem ligações cruzadas entre polissacarídeos, aumentando a rigidez estrutural e reduzindo a taxa de degradação destes polissacarídeos (Jung & Deetz, 1993). Os possíveis mecanismos que promovem o incremento da degradabilidade de materiais amonizados incluem a liberação dos ácidos fenólicos da parede celular e a solubilização da lignina acompanhada pela clivagem das ligações éster nos complexos lignina-polissacarídeos (Chesson, 1988). A amônia fragiliza as estruturas internas e externas da parede celular, afetando os conteúdos de ácidos fenólicos e grupo acetil dos polissacarídeos da parede celular e facilitando o acesso de microrganismos do rúmex à parede celular (Goto et al., 1993).

A maioria dos trabalhos tem mostrado a elevação do teor de nitrogênio após a amonização de resíduos agroindustriais e fenos de baixa qualidade (Grotheer et al., 1986; Lines et al., 1996; Rosa et al., 1998; Souza et al., 2001). Mas apesar da literatura relatar aumentos expressivos no conteúdo de compostos nitrogenados de forragens amonizadas, a retenção do nitrogênio adicionado sofre grande variação. Uma explicação para isso é dada por Cardoso (2000) que relata que já que os compostos nitrogenados são retidos por meio de uma reação da amônia com a água dos materiais tratados e, ou, de uma reação de amonólise. A retenção de nitrogênio seria, portanto, limitada primeiramente pelo teor de umidade do material, bem como o número de ligações ésteres susceptíveis à reação de amonólise. Schneider & Flachwsky (1990) constataram

melhoria na retenção do nitrogênio adicionado a palha de trigo, quando o conteúdo de umidade foi elevado de 12 para 30%.

A retenção do N aplicado pode também, variar em função da quantidade de amônia adicionada, sendo registrados maiores valores com o uso de doses menores de NH_3 (Reis et al., 2001c). Parte significativa do N aplicado pode ser perdida por volatilização da amônia durante o período de armazenamento ou após a abertura das medas ou silos (Pires, 2000).

Nos volumosos tratados com fontes de amônia, o N pode ser retido sob diferentes formas (Buettner, 1982). Segundo Sniffen et al. (1992) e Van Soest & Fox (1992) as formas de N retido mais importante em termos nutricionais são o N solúvel em água, o N amoniacal (N-NH_3), o N retido na fração insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o N retido na fração insolúvel em detergente ácido (NIDA).

Podem ocorrer aumentos nos teores de NIDN e NIDA das forragens, quando amonizadas, reduzindo a disponibilidade de nitrogênio total nesses materiais (Van Soest & Mason, 1991). Gobbi et al.(2005) observaram um comportamento quadrático nos teores de NIDN, com valores máximos de 0,56% para um nível de 6% de uréia, e não verificaram alteração nos teores de NIDA em feno de *Braquiária decumbens* amonizados com diferentes níveis de uréia (0; 2; 4; 6; 8 e 10%, em base da MS). Reis et al (2001c) observaram aumento médio de 0,21 e de 0,14 unidades porcentuais nos teores de NIDN e NIDA, respectivamente, em feno de *Braquiaria decumbens* amonizados com uréia (5,4%) ou com NH_3 (3,0%).

A estimativa da degradação 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 estão, geralmente, correlacionados de forma direta, 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 grande maioria dos trabalhos sobre amonização de volumosos de baixa qualidade tem mostrado que esse tipo de tratamento promove aumento das degradabilidade da matéria seca e dos constituintes da parede celular dos materiais tratados (Pires, 2000).

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, ao seu efeito na parede celular de romper as ligações ésteres entre os CPC e os ácidos fenólicos e à despolimerização parcial da lignina. Um outro fator importante da amonização na degradabilidade foi observado por Silva & Orskov (1988) que concluíram que a amonização proporciona melhores condições para a colonização de microrganismos ruminais. Nesse experimento os autores observaram que a palhada amonizada apresentou maior degradabilidade *in situ* e um maior número de bactérias celulolíticas aderidas à parede celular que a não tratada.

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 degradabilidade da matéria seca (DMS), degradabilidade da FDN (DFDN) e a degradabilidade da FDA (DFDA), incubando amostras em saco de nylon por 48 horas, obtendo valores médios de 39,0% para DMS, 47,0% para DFDN e 52,3% para DFDA com doses de 0; 2 e 4%, respectivamente. Esses autores encontraram ainda uma correlação positiva e alta entre os valores de DMS e DFDN, 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. Rahal et al (1997) ao submeterem palhada de arroz ao

tratamento com doses de 0, 3 e 4% de uréia verificaram valores para degradabilidade da matéria orgânica na ordem de 58,1; 66,4; 67,2% para os tratamentos com 0; 3 e 4% de uréia, respectivamente.

Deve-se considerar ainda que a amonização promove uma elevação no conteúdo de carboidratos fermentescíveis, bem como nos teores de nitrogênio total, o que resulta em acréscimo na digestibilidade e no consumo dos volumosos tratados (Van Soest, 1994). Diversos autores ao determinarem a digestibilidade de palhadas e fenos amonizados observaram que os tratamentos influenciaram de forma positiva os valores da digestibilidade dos materiais tratados (Reis et al., 2001a; Rosa et al., 1998; Gobbi, 2004).

A amonização pode ter sua eficiência afetada por uma série de fatores. A temperatura é um desses fatores e sua correlação com a eficiência da amonização é direta, ou seja, quanto maior a temperatura, melhores serão os resultados obtidos com o tratamento. Deve-se ressaltar, entretanto, que um aumento exagerado da temperatura pode favorecer a reação de Maillard, tornando parte do nitrogênio adicionado ao material indisponível para o animal.

Um outro fator que afeta a eficiência da amonização e está intimamente relacionado com a temperatura é o período de tratamento. Temperaturas elevadas, em torno de 30°C, o período de amonização, com amônia anidra, pode ser de uma semana e, quando a temperatura for baixa, em torno dos 5°C, levaria pelo menos dois meses para que a amonização seja eficiente. Grotheer et al. (1986) avaliando o efeito de níveis de amônia anidra e o tempo de tratamento na qualidade de feno de grama bermuda com alta umidade, observaram um efeito quadrático do tempo no teor de proteína bruta (PB), com o maior efeito atingindo valores médios de 10,7% com três semanas de tratamento. Reis et al. (1991) não constataram efeito do período amonização sobre a retenção de

nitrogênio em fenos de capim braquiária e capim gordura amonizados com 2; 4 e 6% de amônia anidra e mantidos em tratamento por 30 e 45 dias, provavelmente devido a baixa umidade do material.

A umidade do material a ser tratado também exerce grande influência na eficiência do processo de amonização uma vez que a amônia possui grande afinidade com água. O efeito benéfico da amonização na concentração de nitrogênio total ou amoniacal é muito maior em fenos com alto teor de umidade (Moore et al., 1985). Woolford & Tetlow (1984) observaram que a retenção de amônia após 63 dias de armazenamento foi de 56; 85 e 95% para níveis de umidade de 10; 30 e 50 % respectivamente. Esses mesmos autores relataram também que a digestibilidade de fenos com menor umidade foram bem menos afetadas pelo tratamento com amônia do que aqueles com um teor maior de umidade, sendo que os com maior teor de umidade apresentaram melhores valores de digestibilidade. Deve-se ressaltar, ainda, a importância da umidade em materiais tratados com uréia, a qual necessita além da presença da enzima uréase, de umidade para que ocorra a ureólise e, como resultado, a produção de NH_3 .

A qualidade do material também pode exercer influência na resposta à amonização. Normalmente forragens com menor valor nutritivo apresentam melhores respostas quando comparadas a forragens de mais alto valor nutricional, uma vez que forragens de baixo valor nutritivo possuem menor teor de conteúdo celular, e por consequência maior concentração dos constituintes de parede celular, que são os mais afetados pelo tratamento com a amônia. 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 de 61,6 e 105,7% capim elefante, ambos tratados com doses de 1,5 e 3,0% de amônia anidra, respectivamente.

A fonte de amônia a ser utilizada na amonização também vai interferir na eficiência e no custo do tratamento. A fonte mais comum utilizada na amonização é a amônia anidra, que é um composto químico que apresenta um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio (NH_3). Possui elevado teor de nitrogênio, cerca de 82% e, normalmente, se encontra no estado líquido sobre baixas pressões. Tratamentos com amônia anidra apresentam custo elevado. Outra fonte de NH_3 que pode ser utilizado no tratamento químico de forragens de baixa qualidade é a uréia, que possui em média 44% de nitrogênio, apresenta custo mais baixo quando comparado com a amônia anidra, é encontrada na forma sólida e precisa de umidade e da presença da enzima uréase para que possa produzir amônia. Tem-se observado em pesquisas que a grande maioria das gramíneas tropicais, assim como alguns subprodutos agrícolas, possuem um teor significativo de uréase dispensando a adição de aditivos no momento do tratamento. Reis et al.,(2001a) observaram que a adição de labe-labe como fonte adicional de uréase não aumentou a eficiência da uréia no tratamento de feno de capim-jaraguá e capim-braquiária.

Amônia anidra e uréia apresentam respostas diferentes quanto à eficiência do tratamento. Reis et al., (1997) utilizando amônia anidra e uréia no tratamento de feno de grama seda com alta umidade, amonizado por 65 dias, encontraram valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 59,0; 56,3; 51,4 e 51,1% para fenos tratados com amônia anidra (0,5 e 1,0% base da MS) e uréia (0,9 e 1,8% base da MS), respectivamente, mostrando uma maior eficiência da amônia anidra sobre a uréia. Por outro lado Reis et al. (2001b) não observaram diferença na eficiência em alterar a composição química e a digestibilidade de feno de capim-jaraguá quando se comparou amônia anidra e uréia.

Referências Bibliográficas

- BERTIPAGLIA, L.M.A., LUCA, S., MELO, G.M.P., et al., Avaliação de fontes de uréase na amonização de feno de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.
- BUETTNER, M.R., LECHTENBERG, V.L., HENDRIX, K.S. et al Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) hay. **Journal of Animal Science**, v.54, n.1, p.173-178, 1982.
- CARDOSO, G.C. **Desempenho de novilhos simental alimentados com ração contendo palhada de arroz amonizada, silagem de sorgo, cana de açúcar e uréia**, Viçosa MG, 2000. 50p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- CHESSON, A. Cell wall matrix interaction and degradation. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. et al. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**, Madison: ASA-CSSA-SSSA, p.347-376, 1993.
- CHESSON, A. Lignin-polysaccharide complexes of the plant cell wall and their effects on microbial degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.21, p. 219-228, 1988.
- FAHMY, S.T.M., KLOPFENSTEIN, T.J. Treatment with different chemicals and their effects on the digestibility of maize stalks 2- intake and *in vitro* digestibility as affected by the chemical treatment and monensin supplementation. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n. 3/4, p. 309-316, 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, 1989. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- GARCIA, R., NEIVA, J.N.M. utilização da amônia na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Salvador. **Anais...** Salvador, p.41-57, 1994.
- GOBBI, K.F., GARCIA, R., GARCEZ NETO, A.F., et al., Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno da *Brachiaria decumbens* Stapf. Tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p. 720-725, 2005.
- GOBBI, K.F., **Características químicas, digestibilidade *in vitro* e degradação de tecidos foliares de feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia**,

Viçosa MG, 2004, 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2004.

GOTO, M., YOKOE, Y., TAKABE, K., et al. Effects of gaseous ammonia on chemical and structural features of cell wall in spring barley straw. **Animal Feed Science and Technology**, v.40, n. 2/3, p.207-221, 1993.

GROTHER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W. Effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on nutritional and preservatory characteristics of dry and high moisture coastal Bermuda grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v-14 p. 55-65, 1986.

JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Mechanistic models of forage cell wall degradation. In JUNG, H.D., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. et al (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1993. p.315-346.

LEAL, M., SHIMADA, A., HERNANDEZ, E. The effect of NH₃ and or SO₂ on the composition and histological characteristics of sorghum stover. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1/2, p.141-150, 1994.

LINES, L.W., KOCH, M.E. e WEISS, W.P. Effect of ammoniation on the chemical composition of alfalfa hay baled with varying concentrations of moisture. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.11, p. 2000-2004, 1996.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990.

MOORE, K.J., LECHETENBERG, V.L., HENDRIX, K.S. Quality of orchardgrass hay ammoniated at different rates, moisture concentrations, and treatment durations. **Agronomical Journal**, v.77 p.67-71, 1985.

PAIVA, J.A.J., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C., et al. Efeitos dos diferentes níveis de amônia e período de amonização sobre a degradabilidade da matéria seca e de constituintes da parede celular da palhada de milho (*Zea mays L.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.693-705, 1995.

PIRES, A.J.V. **Bagaço de cano de açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento**, Viçosa MG, 2000, 65p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

RAHAL, A., SINGH, A., SINGH, M. Effect of urea treatment and composition on, and prediction of value of rice straw of different cultivars. **Animal Feed Science and Technology**, v.68, p.165-182, 1997.

REIS, R.A., PANIZZI, R.C., ROSA, B. et al., Efeito da amonização sobre a ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade in vitro de feno de grama seda (*Cynodon dactylon* (L) Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p. 454-460, 1997.

- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., PERREIRA, J.R.A. et al. Composição química e digestibilidade de feno tratados com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.666-673, 2001b.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., RESENDE, K.T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de feno de gramíneas tropicais. 1- Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.674-681, 2001a.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., RESENDE, K.T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de feno de gramíneas tropicais. 2- Compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.682-686, 2001c.
- REIS, R.A., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C., et al. Efeito da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.2, p.233-241, 1995.
- ROSA, B., REIS, R.A., RESENDE, K.T. et al. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.815-822, 1998.
- SCHNEIDER, M., FLACHOWSKY, G. Studies on ammonia treatment of wheat straw: effects or level of ammonia, moisture content, treatment time and temperature on straw composition and degradation in the rumen of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.29, n.3/4, p.252-264, 1990.
- SHEN, H. Sh., SUNDSTOL, F. NI, D.B. Studies on untreated and urea treated rice straw from three cultivation seasons 2- Evaluation of straw quality through *in vitro* gas production and *in sacco* degradation measurements. **Animal Feed Science and Technology**, v.74, p.193-212, 1998.
- SILVA, A.T., ORSKOV, E.R. Fiber degradation in the rumens of animals receiving hay, untreated and ammonia-treated straw. **Animal Feed Science and Technology**, v.19, n. 3, p. 277-287, 1988.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: 11- Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, A.L., GARCIA, R., PERREIRA, O.G. et al. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, (suplemento 1), p.983-991, 2001.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2nd edition. Sinauer Associates Inc., Publ. 1998, 792p.
- TASKOV, H., FEIST, W.C. A mechanism for improving the digestibility of lignocellulosic materials with dilute alkali and liquid ammonia. **Advances in Chemistry**, v.95, p.197-218, 1969.

- 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 nelores em confinamento.** Viçosa, MG: UFV, 1990. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell University Press, 476p., 1994.
- VAN SOEST, P.J., FOX, D.G. Discounts for net energy and protein – fifth revision. In: **CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE**, 1992. Proceeding... Ithaca: University of Cornell, 1992. p.40-68.
- WILSON, J.R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Journal of Agriculture Science**, v. 122, p. 173-182, 1994.
- WOOLFORD, M.K., TETLOW, R.M. The effect of anhydrous ammonia and moisture content on the preservation and chemical composition of perennial ryegrass hay. **Animal Feed Science and Technology** v -11 p. 159-166, 1984

Introdução

As regiões de clima tropical possuem, em geral, estação chuvosa bem definida em que o crescimento das plantas forrageiras é abundante, e uma estação seca, na qual ocorre escassez de forragem. No entanto, para que os animais mantenham bons níveis de produção ao longo do ano faz-se necessário o uso de volumosos de qualidade também no período seco, uma vez que suas exigências nutricionais permanecem as mesmas durante todo o ano. Este é o maior problema que os pecuaristas têm enfrentado, gerando como consequência, a baixa produtividade dos rebanhos no período seco do ano.

Nos sistemas de exploração econômica de ruminantes são de suma importância a produção e utilização de volumosos de boa qualidade durante o período de escassez de forragem proveniente das pastagens. Dentre esses volumosos os fenos produzidos a partir de gramíneas tropicais, colhidas no estágio de pós-florescimento, bem como palhadas obtidas de culturas de grãos são alternativas para a alimentação dos rebanhos no período de escassez de forragem apesar de serem alimentos essencialmente energéticos, de baixo valor protéico, digestibilidade reduzida, baixo consumo voluntário devido provavelmente aos elevados teores de conteúdo de parede celular, tais como alto teor de fibra em detergente neutro e lignina e baixa disponibilidade de compostos nitrogenados.

Para que esses alimentos de baixa qualidade possam ser utilizados na alimentação animal eles devem passar por algum tipo de tratamento seja físico, biológico ou químico para melhorar o seu valor nutricional.

Dentre essas alternativas a amonização, tratamento químico, utilizando a uréia como fonte de amônia tem obtido respostas bastante animadoras (Gobbi, 2004; Souza, 2002). A utilização da uréia como tratamento químico para volumosos tem se firmado como uma alternativa viável devido, dentre outras coisas, à sua fácil aplicação, fácil aquisição no mercado e a sua baixa toxicidade, quando comparada com a amônia anidra.

Diversos resultados de pesquisa têm demonstrado que os efeitos da adição de uréia como tratamento químico de volumosos pode ser potencializado pelo teor de umidade do material, tempo de amonização e dose de uréia aplicada (Cloete & Kritzinger, 1984a; Sundstol & Coxworth, 1984; Grotheer and Cross, 1986; Cañeque et al., 1998). Entretanto os resultados obtidos são bastante variáveis.

Conduziu-se esse experimento objetivando-se avaliar as alterações químico-bromatológicas do feno de Tifton 85, tratado com diferentes doses de uréia, umidades e períodos de amonização.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, UFV, no período de 14 de julho a 24 de outubro de 2005.

Utilizou-se feno de capim-tifton (*Cynodon dactylon*) que foi adquirido no comércio, no ano de 2002, e armazenado em galpão até o início do experimento em 2005. Sua composição bromatológica encontra-se na Tabela 1.

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em um arranjo fatorial 5 x 3 x 2 com cinco doses de uréia (2; 4; 6; 8 e 10%) com base na matéria seca (MS), três períodos de amonização (30; 60 e 90 dias) e dois níveis de umidade (20 e 40%).

Foram colocados 2 kg de feno em sacos plásticos com capacidade para 60 l. Para os tratamentos onde se objetivou alcançar 20% de umidade foram adicionados 150 g de água juntamente com as doses de uréia. Para os tratamentos nos quais se objetivou alcançar 40% foram adicionados 866 g de água juntamente com as doses de uréia para cada um dos tratamentos. A solução de uréia foi aplicada sobre o feno dentro do saco de forma homogênea de modo a garantir que todo material tivesse contato com a solução. Imediatamente após a aplicação os sacos foram fechados com fita adesiva garantindo que toda a amônia produzida permanecesse no interior do saco.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do feno de Tifton utilizado no ensaio experimental

Item	%
Matéria Seca	90,5
Nitrogênio Total (% MS)	1,2
NIDN / NT	60,6
NIDA / NT	8,2
FDN (% MS)	83,0
FDA (% MS)	47,4
Hemicelulose (% MS)	42,7
Celulose (% MS)	47,1
Lignina (% MS)	8,9
DIVMS	53,7

Do material a ser amonizado fez-se uma amostragem para determinação da MS, permitindo assim calcular a quantidade de água a ser adicionada para que atingisse a umidade desejada, segundo a equação:

$$\%UM = \frac{UO + X}{MS + UO + X} * 100$$

onde:

%UM : Umidade pretendida

%UO: Umidade original do material de origem

%MS: Matéria seca do material de origem

X: Quantidade de água a ser adicionada

Ao término de cada período de amonização (30; 60 e 90 dias) os sacos foram abertos e deixados ao ar livre por aproximadamente 60 horas visando eliminar toda a amônia que não reagiu com o material. Após esse período o material foi coletado de cada unidade experimental, colocado em sacos plásticos e armazenado em freezer.

Com a finalidade de minimizar as perdas de nitrogênio proveniente da amonização, a pré-secagem de todas as amostras deu-se por meio de liofilização que consiste na passagem direta da água do estado sólido para o gasoso. Para isso as amostras foram congeladas a -60°C , pesadas e em seguida colocadas no liofilizador por 10 horas. Após a liofilização as amostras foram novamente pesadas e os valores de amostra seca ao ar obtidos pela diferença entre o peso anterior e posterior à liofilização.

As amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1mm. Após a moagem, as amostras foram colocadas em vidro e identificadas para as análises posteriores.

As determinações dos teores de MS e nitrogênio total (NT) foram realizadas segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os teores de N-NH_3 foram determinados segundo Bolsen (1992). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisados segundo o método ANCON[®], com modificações. As amostras foram colocadas em sacos de TNT (tecido não tecido), gramatura 100, com tara conhecida e dimensão de 5x5 cm, que após selados foram levados à autoclave dentro de potes coletores universais por um período de 1 hora. Em seguida os sacos foram lavados em água destilada até que todo o detergente fosse retirado, sendo em seguida levado para estufa de ventilação forçada a 65°C por 24 horas. Após essa etapa os sacos foram levados para a estufa a 105°C por 4 horas. Os teores de FDN e FDA foram obtidos pela diferença entre o peso dos sacos antes e depois do tratamento com o detergente. Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente

ácido (NIDA) e de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram determinados de acordo com Licitra et al (1996).

Os resultados obtidos foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e de regressão. Os modelos que melhor explicaram o comportamento das variáveis foram escolhidos com base no coeficiente de determinação, testados pelo teste F, adotando-se 1% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos Lack of Fit e de modelos lineares gerais (GLM) do sistema para Análise Estatística SAS (1990).

Resultados e Discussão

A estimativa dos teores de nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) em relação ao NT (NIDN/NT) e do nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) em relação ao NT (NIDA/NT) do feno de capim-tifton amonizado com diferentes doses de uréia, teor de umidades e períodos de amonização estão apresentados nas Figuras de 1 a 4. As equações de regressão desses fatores estão apresentadas na Tabela 2 .

Houve efeito da interação tripla período de amonização X umidade X dose de uréia aplicada, com um comportamento quadrático. Pode-se observar na Figura 1 que os teores de NT apresentaram crescimento de forma quadrática, com o aumento das doses de uréia aplicada. O maior teor de NT (4,4%) foi observado no tratamento com 20% de umidade, 90 dias de amonização e 10% de uréia e o menor valor (2,0%) foi observado no tratamento com 40% de umidade, 30 dias de amonização e 2% de uréia. Aumentos nos teores de NT com o aumento das doses de uréia aplicada também foram observados por Granzin & Dryden (2003) e Gobbi (2004) com fenos de capim de Rhodes e de capim-braquiária, respectivamente. Esse aumento pode ser explicado pelo fato de ter-se adicionado ao feno doses crescentes de nitrogênio não protéico (NNP).

Obteve-se uma maior concentração de NT no tratamento com menor teor de umidade quando comparado com o tratamento com maior umidade, encontrando, por exemplo, valores de 3,7% e 3,3%, para os tratamentos onde se adicionou 8% de uréia e foram amonizados por 60 dias, respectivamente, com 20 e 40% de umidade. Resultados semelhantes foram observados por Cañeque et al. (1998) estudando palhada de cevada

tratada com diferentes teores de umidade (20, 30 e 40%) em que uma redução nos teores de NT de 3,4% para 2,9% foi observada quando o teor de umidade do material subiu de 20 para 40%, respectivamente. Essa redução no teor de NT pode ser explicada pela maior perda de N-NH₃ em material com alta umidade (Cloete & Kritzing, 1984a).

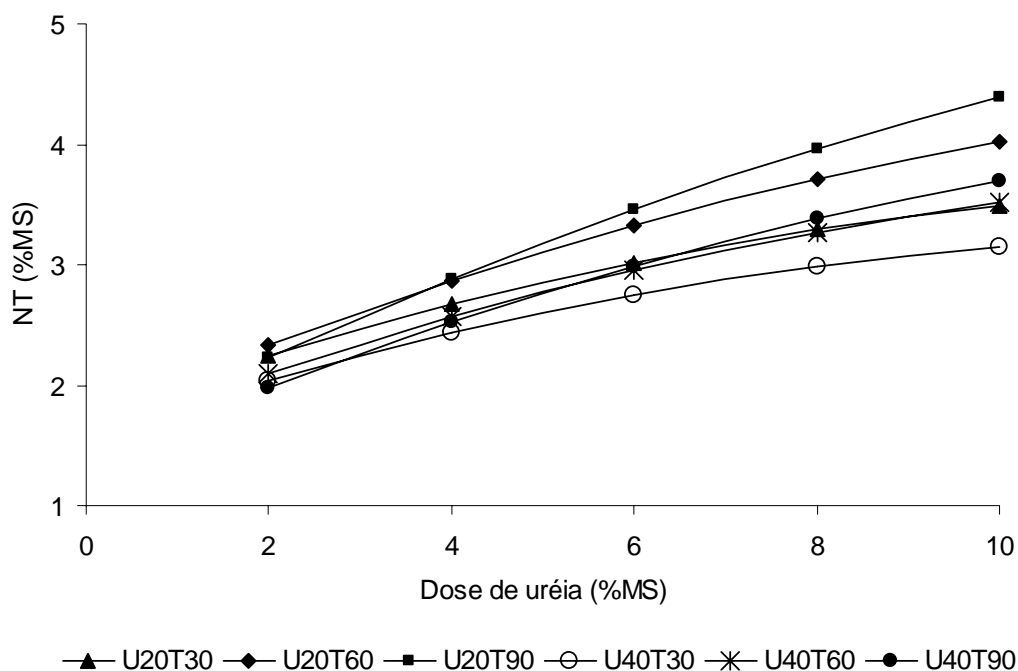


Figura 1 – Estimativa de teores de nitrogênio total (NT) para teores fixos de umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

É importante considerar que o teor de NT do material original não tratado com uréia, pode ser considerado baixo (1,2%) não sendo suficiente para suprir os requerimentos de ganhos mínimos dos ruminantes em produção (Van Soest, 1994). Sendo assim, o tratamento do feno com uréia e o conseqüente aumento no teor de NT, pode contribuir para suprir esta demanda por nitrogênio para síntese microbiana e, ou, reduzir a necessidade de uma fonte suplementar de nitrogênio para o rebanho (Gobbi, 2004).

Tabela 2 - Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação de nitrogênio total (NT), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e NIDA e NIDN em relação ao nitrogênio total (NIDA/NT e NIDN/NT), em função das variáveis dose (D), umidade (U) e período de amonização (P).

Item	Equação de Regressão
NT	$\hat{y} = 1,7843 + 0,2101D - 0,0093D^2 - 0,009U + 0,0075P - 0,0001P^2 - 0,00003(DUP) + 0,0025(DP) + 0,00002(UP)$ ($r^2 = 0,91$)
NIDN	$\hat{y} = 0,82$
NIDA	$\hat{y} = 0,15$
N-NH ₃	$\hat{y} = 0,5739 - 0,0387D + 0,003D^2 + 0,0124U - 0,0087P - 0,0001P^2 + 0,0004(DP)$ ($r^2 = 0,86$)
NIDA/NT	$\hat{y} = 8,6210 - 0,7213D + 0,0026D^2 + 0,0657U - 0,0772P + 0,0006P^2 - 0,000002(DPU)$ ($r^2 = 0,81$)
NIDN/NT	$\hat{y} = 34,4622 - 1,6489D + 0,0282U + 0,097P + 0,001(DPU) - 0,0188(DP) + 0,0205(DU)$ ($r^2 = 0,90$)

Os teores de NIDN e de NIDA não foram influenciados por nenhum dos parâmetros avaliados, apresentando valores médios de 0,82 e 0,15%, respectivamente. Constata-se, pois, que a aplicação de uréia não aumentou a retenção de nitrogênio na parede celular, sugerindo que o nitrogênio dosado foi pouco retido na fração fibrosa, ou ainda, que ocorreu uma solubilização parcial da fibra (celulose e hemicelulose). É importante considerar que os compostos nitrogenados presentes na forma de NIDN são pouco aproveitados pelos animais e os na forma de NIDA não são disponíveis, não contribuindo para o requerimento de nitrogênio exigido pelos ruminantes (Sniffen et al., 1992).

Granzin & Dryden (2003) não obtiveram efeito da adição de diferentes doses de uréia (0; 2; 4; 6; e 8% na base da MS) nos teores de NIDA do feno de capim-rhodes com diferentes umidades (25; 50 e 75%). Bertipaglia et al. (2005) também não observaram efeito da umidade (15 e 30% na MS) sobre os teores de NIDA em feno de *Brachiaria brizantha* tratados com 5% uréia. Também Gobbi (2004) não observou

alteração nos teores de NIDA em feno de braquiária tratado com doses crescentes de uréia (0; 2; 4; 6; 8 e 10% em base de MS) e 35 dias de amonização de uréia.

A relação NIDN/NT e NIDA/NT diminuiu ($p < 0,01$) em resposta a amonização com uréia e os dados se ajustam a um modelo linear e a um quadrático, como observado nas Figuras 2 e 3, respectivamente. A razão NIDN/NT foi afetada pela interação tripla dose de uréia X umidade X período de amonização, sendo o maior decréscimo para o menor teor de umidade, bem como para períodos mais longos de amonização. Para a razão NIDA/NT foi observada interação tripla entre os parâmetros estudados. Os fatores dose e período de amonização foram influenciados de forma quadrática. O mesmo comportamento observado para a relação NIDN/NT foi observado para a relação NIDA/NT onde um maior decréscimo nesta razão foi observado para o teor de umidade menor, assim como para o período de tratamento mais longo.

Reis et al. (2001c), Rocha (2001), Gobbi (2004) também observaram redução na relação NIDN/NT e NIDA/NT com o aumento da dose de uréia aplicada em feno de *Brachiaria brizantha*, silagem de capim-elefante e feno de *Brachiaria decumbens*, respectivamente.

A explicação para esta redução pode ser atribuída ao fato da aplicação de uréia aumentar o conteúdo de NNP, provocando assim um aumento no teor de NT e de nitrogênio disponível, diminuindo assim essa razão.

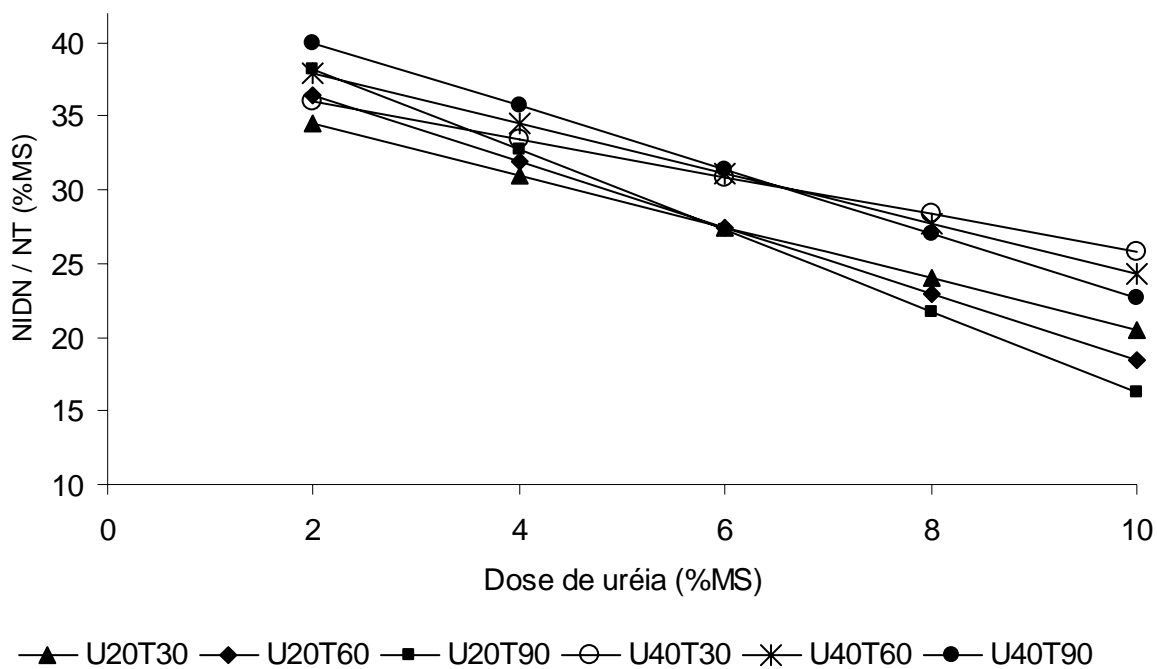


Figura 2 – Estimativa de teores nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) em relação ao nitrogênio total (NT) para teores fixos de umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

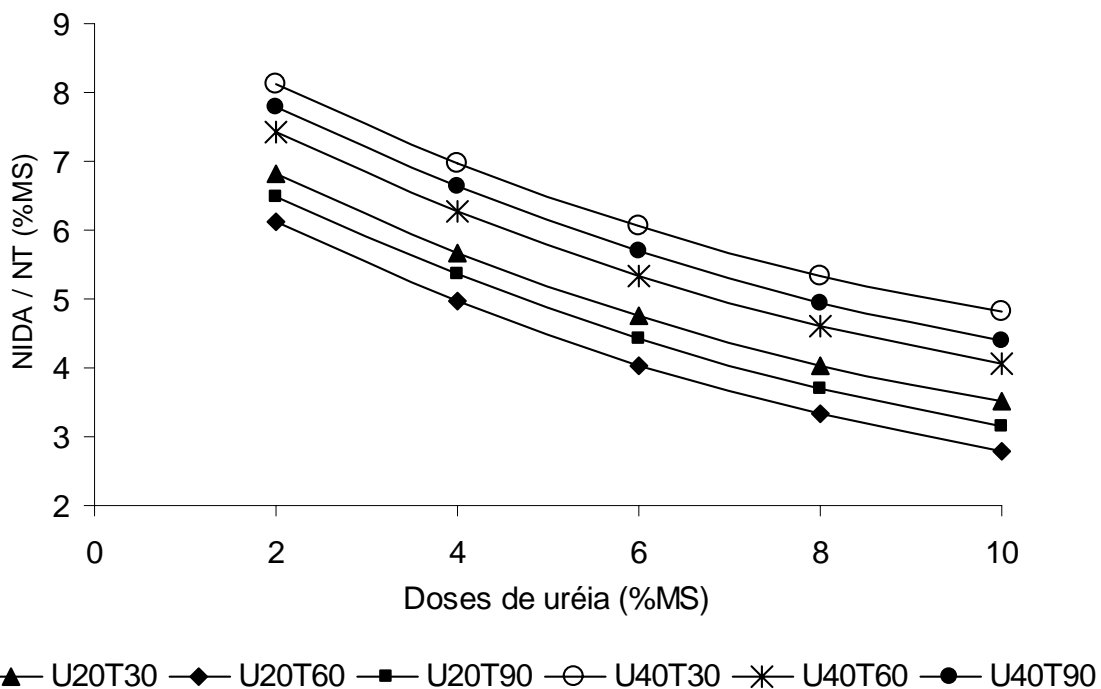


Figura 3 – Estimativa de teores nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) em relação ao nitrogênio total (NT) para teores fixos de umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

Os teores de N-NH₃ foram influenciados ($p<0,01$) pelos parâmetros dose, umidade e tempo. A interação dose de uréia X período de amonização foi significativa ($p<0,01$). Os maiores valores observados (Figura 4) foram de 0,90 e 0,88% para o período de amonização de 90 dias, com dose de 10% de uréia para as umidades de 20 e 40% respectivamente. Observou-se também que para os tratamentos com menor período de amonização, a variação nos teores de N-NH₃ foi pequena, mostrando que é necessário um tempo mínimo para que ocorra a hidrólise da uréia e a sua transformação em amônia. Resultado semelhante foi observado por Williams et al. (1984 b) em que um aumento na produção de amônia de 0,45 para 1,17%, foi observado quando o período de amonização passou de 10 para 40 dias, respectivamente.

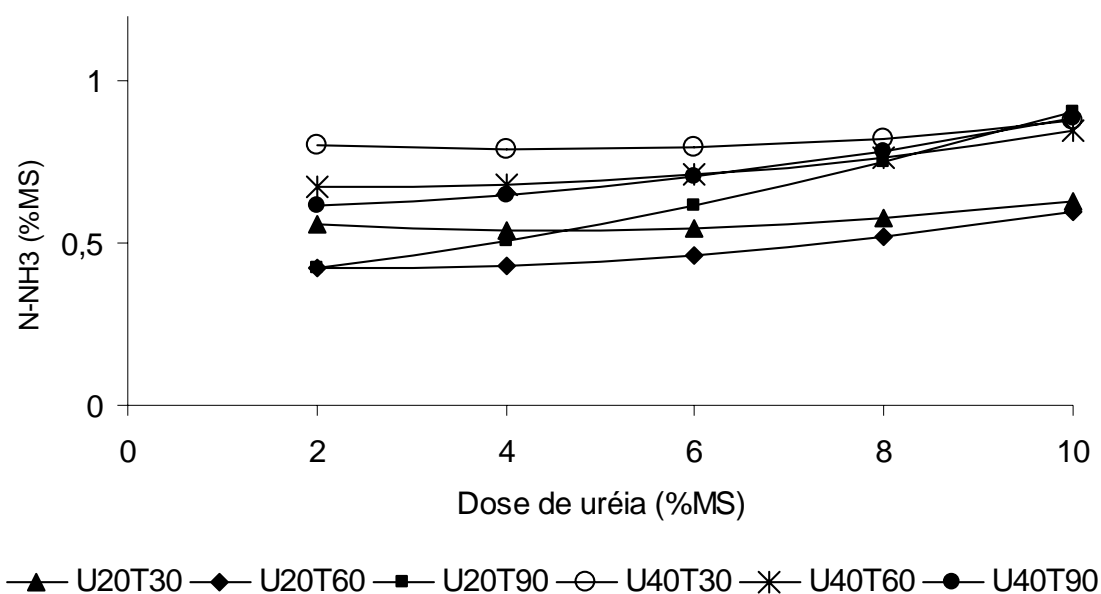


Figura 4 – Estimativa de teores nitrogênio amoniacal (N-NH₃) para teores fixos de umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

Observou-se uma maior produção de N-NH₃ ($p<0,01$), como apresentado na Figura 4, para os tratamentos com maior teor de umidade, independentemente do período de amonização e do nível de uréia. Essa maior produção de N-NH₃ nos

tratamentos com menor teor de MS pode ser explicada pela maior hidrólise da uréia em presença de água. Williams et al. (1984 a) e Dias-da-Silva et al. (1988) também observaram decréscimo no teor de uréia não hidrolisada com o aumento do período de amonização e que esses valores eram ainda menores quando os materiais amonizados tinham uma maior umidade. Contudo níveis de umidade que ultrapassem 40% podem prejudicar a difusão da amônia, dificultando a retenção do nitrogênio (Cañeque et al., 1998).

Souza et al. (2001), Reis et al. (2001a), Souza et al. (2002) e Gobbi et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes aos desse estudo, evidenciando os efeitos positivos da amonização sobre a fração nitrogenada dos volumosos tratados.

A estimativa dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina do feno de capim Tifton amonizado com diferentes doses de uréia, teor de umidades e períodos de amonização estão apresentados nas Figuras de 5 a 9. As equações de regressão desses fatores estão apresentadas na Tabela 3.

Os teores de FDN foram influenciados ($p < 0,01$) pela interação tripla dose de uréia X umidade X período de amonização. Os dados se ajustaram a um modelo linear (Tabela 3).

Tabela 3 - Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Hemicelulose, celulose e lignina, em função das variáveis dose (D), umidade (U) e período de amonização (P).

Item	Equação de Regressão
FDN	$\hat{y} = 77,4155 - 0,5244D - 0,0485D^2 + 0,0875U + 0,0564P - 0,0001(DPU) - 0,0051(DP) - 0,0004(UP)$ ($r^2=0,78$)
FDA	$\hat{y} = 50,5987 - 1,0023D - 0,0698U + 0,0189(DU)$ ($r^2=0,78$)
Hemicelulose	$\hat{y} = 34,3547 + 0,759D + 0,1573U - 0,0427P - 0,0244(DU)$ ($r^2=0,79$)
Celulose	$\hat{y} = 36,6276 - 0,549D - 0,0006U - 0,00002P^2 + 0,0121(DU)$ ($r^2=0,80$)
Lignina	$\hat{y} = 5,5705 - 0,0067P$ ($r^2=0,82$)

Observou-se (Figura 5) que os valores de FDN decresceram com o aumento da dose de uréia aplicada ao material. Pode-se observar também que os menores valores de FDN (75,7 e 74,2%) foram encontrados nos tratamentos com maior período de amonização (90 dias) e com umidade de 20 e 40%, respectivamente. Uma queda mais acentuada da FDN pode ser observada para os tratamentos que apresentavam um menor teor de MS, sendo seus valores mais baixos do que os tratamentos com 20% de umidade para um mesmo período de tratamento. Essa redução nos teores de FDN pode ser atribuída à ocorrência de solubilização parcial da fração hemicelulose da parede celular em materiais amonizados (Van Soest et al., 1984) e, a maior redução da fibra em detergente neutro nos tratamentos com maior período de amonização (90 dias) e teor de umidade (40%), pode ser explicada pelo fato desses tratamentos terem proporcionado uma maior produção de NH_3 que é o responsável pela solubilização da hemicelulose. Resultados semelhantes foram obtidos por Cañeque et al. (1998) que ao estudar o efeito da amonização com uréia em palhada de cevada em diferentes temperaturas (20 e 35°C) e umidade (20; 30 e 40%), observaram uma redução na fração da FDN de 69,0 para 66,4% quando o teor de umidade passou de 20 para 40%.

Nos trabalhos conduzidos por Grotheer et al. (1985), Dias-da-Silva et al. (1988), Reis et al. (2001b) e Gobbi et al. (2005) em palhadas, feno de capim bermuda e feno de capim braquiária, respectivamente, também se observou redução nos teores de FDN ao se tratar volumosos com uréia.

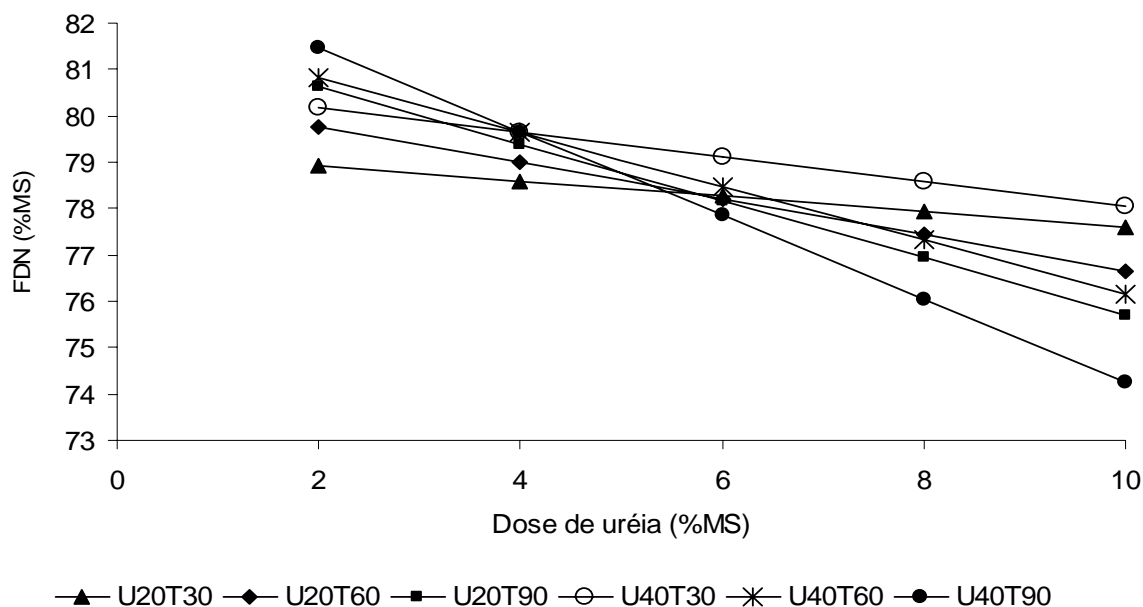


Figura 5 – Estimativa de teores de fibra em detergente neutro (FDN) para teores fixos de umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

Os teores de FDA foram influenciados ($p < 0,01$) de forma negativa pela dose de uréia aplicada, sendo os dados ajustados a um modelo linear (Tabela 3). Os demais parâmetros (umidade e período de amonização) não exerceram influência nesta variável.

Observou-se (Figura 6) um decréscimo nos teores da FDA de 47,6 para 44,1% com o aumento da dose de uréia aplicada de 2 para 10%. A redução no conteúdo da FDA nos materiais amonizados esta associada com a solubilização da lignina e da celulose presumidamente como um resultado da redução da cristalinidade da celulose, e também devido a sua expansão e saponificação das ligações éster entre lignina e hemicelulose (Klopfenstein et al., 1978). Resultado semelhante foi obtido por Gobbi (2004) estudando o efeito da amonização com diferentes níveis de uréia (0; 2; 4; 6; 8 e 10%) no valor nutritivo do feno de capim braquiária observando uma redução de 11,7% nos valores de FDA para o tratamento controle e para o nível de uréia de 10%. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Reddy et al., (1993), Leal et al., (1994) e

Brown & Adjei (1995) que observaram redução nos teores de FDA em feno de sorgo, palhada de sorgo e feno de capim-guiné, respectivamente.

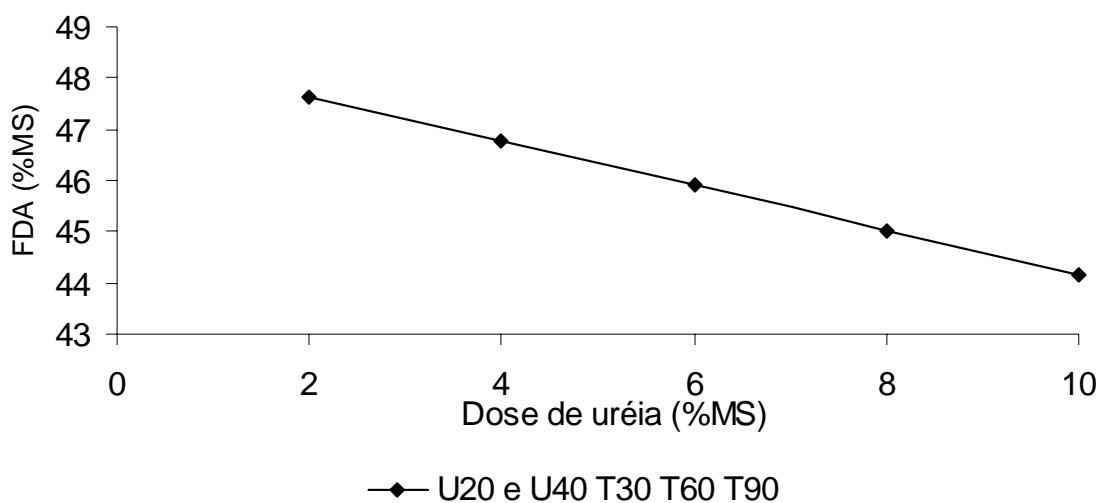


Figura 6 – Estimativa de teores de fibra em detergente ácido (FDA) para teores fixos umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

Os teores de hemicelulose foram influenciados ($p < 0,01$) de forma negativa pelo período de amonização e os dados se ajustaram a um modelo linear. Observou-se uma redução nos teores de hemicelulose com o aumento do período de amonização (Figura 7). Uma possível explicação para este comportamento pode estar em uma maior reação entre amônia, oriunda da ureólise, e esta fração da parede celular com o passar do tempo, uma vez que o período de amonização influenciou a produção de NH_3 de forma positiva. Apesar de não ter sofrido influência da dose e do teor de umidade pode-se observar uma tendência de maior solubilização da hemicelulose para os tratamentos com maior teor de umidade e maiores doses de uréia.

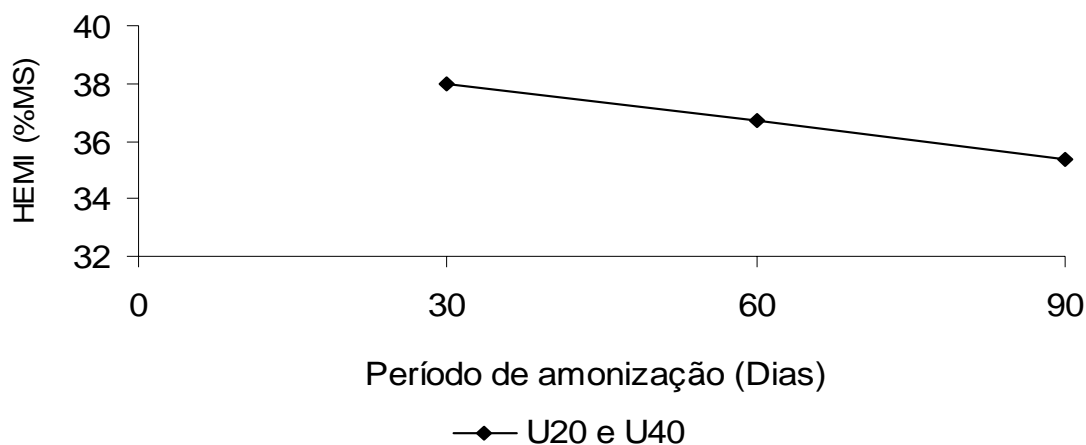


Figura 7 – Estimativa de teores de hemicelulose (HEMI) para teores fixos umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

Esses resultados estão de acordo com Grotter et al. (1986) que observaram redução nos teores de hemicelulose de 6,5% com o aumento do período de tratamento de uma para três semanas em feno de capim bermuda amonizado com 2% de amônia anidra. Outros trabalhos também revelaram redução nos teores de hemicelulose em volumosos tratados com uréia (Haddad et al., 1995; Fisher et al., 1996; Reis et al., 2001a; Bertipaglia et al., 2005).

Os teores de celulose foram influenciados pela dose, pela umidade e pelo período de amonização ($p < 0,01$) de forma independente e os dados se ajustaram a um modelo linear.

Constatou-se que os teores de celulose decresceram com o aumento das doses de uréia aplicada (Figura 8), e que esses decréscimos foram mais acentuados nos tratamentos com menos teor de umidade (20%), quando comparado com o tratamento com alta umidade (40%). Observou-se também, que os tratamentos com maior período de amonização (90 dias), apresentaram uma maior solubilização da celulose, independentemente da umidade do material. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato de que, quando materiais volumosos são tratados com produtos alcalinos,

como a uréia, as ligações intermoleculares, mais especificadamente as pontes de hidrogênio entre as moléculas de celulose, se rompem, solubilizando parte deste componente da parede celular (Van Soest, 1994). Outros autores também observaram redução no teor de celulose em fenos tratados com uréia (Grossi et al., 1993; Alfaya et al., 2002 ; Gobbi, 2004).

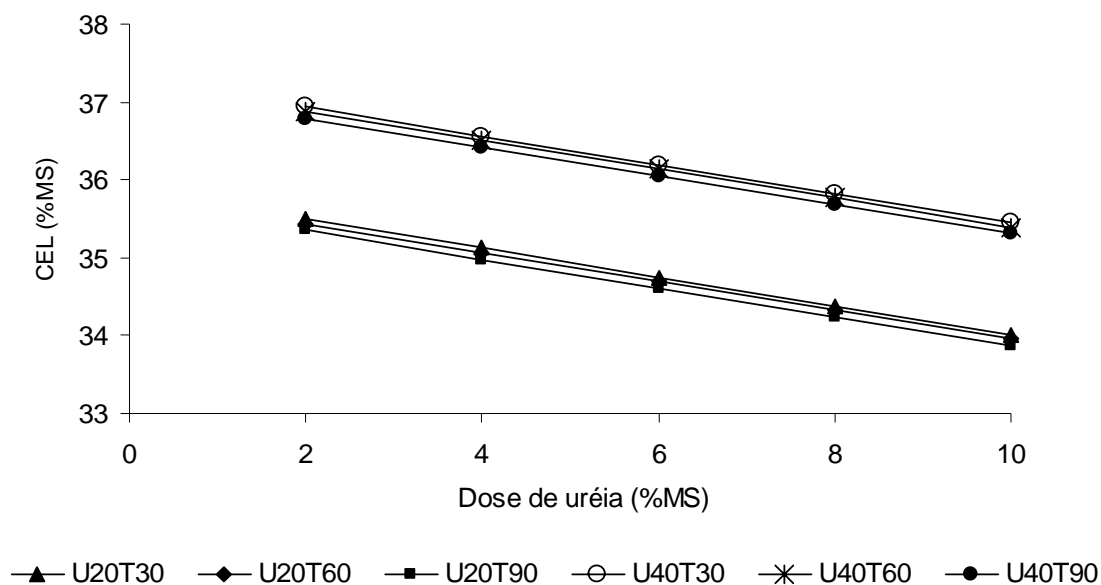


Figura 8 – Estimativa de teores de celulose (CEL) para níveis teores de umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

Os teores de lignina diminuíram com o aumento do período de amonização como pode ser observado na Figura 9, e se ajustaram a um modelo linear, não sofrendo influência das variáveis umidade e doses de uréia aplicada. Uma possível explicação para essa redução no teor de lignina com o aumento no período de amonização, pode ser a maior solubilização desta fração com o passar do tempo, ou ainda, devido a uma maior solubilização da celulose e da hemicelulose como observado neste estudo, permitindo que parte da lignina que se encontra ligada a esta fração também fosse solubilizada.

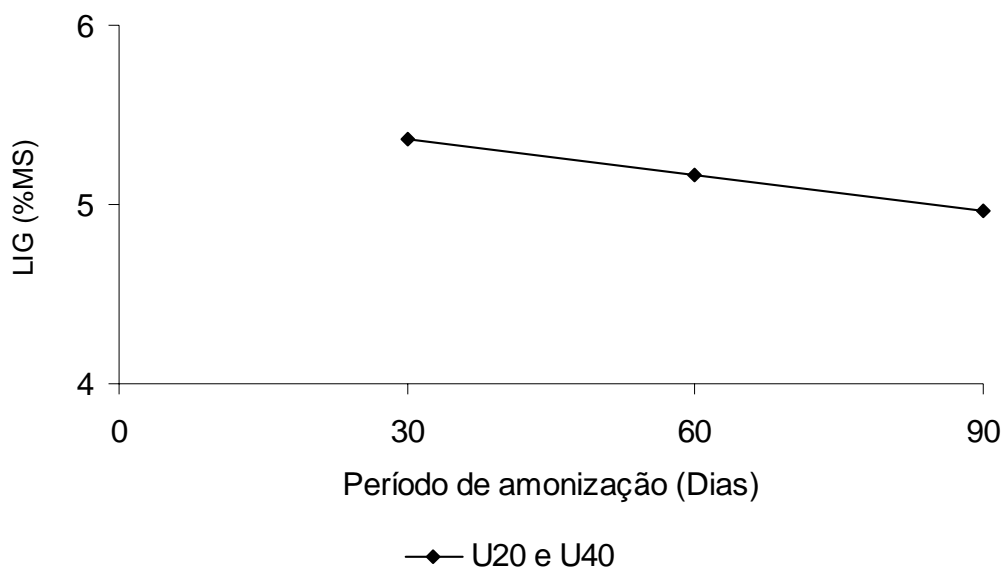


Figura 9 – Estimativa de teores de lignina (LIG) em função dos períodos de tratamento (30, 60, 90).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Lines et al., (1996), que observaram redução nos teores de lignina com o aumento no período de amonização de 9,4 para 8,6%, para feno de alfafa amonizados por uma ou duas semanas respectivamente. Outros trabalhos estudando a adição de diferentes doses de uréia em materiais volumosos, não observaram redução nos teores de lignina com o aumento da dose de uréia aplicada, sem, contudo, avaliar a variável tempo de tratamento (Brown & Adjei, 1995; Granzin & Dryden, 2003 ; Gobbi, 2004).

O comportamento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do feno de capim Tifton 85 amonizado com diferentes doses de uréia, teor de umidades e períodos de amonização e a sua equação de regressão encontram-se na Figura 10 e na Tabela 4.

Tabela 4 - Equações de regressão ajustada e coeficiente de determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em função das variáveis dose (D), umidade (U) e período de amonização (P).

Item	Equação de Regressão
DIVMS	$\hat{y} = 41,2747 - 0,3195D - 0,0926D^2 + 0,5926P - 0,0045P^2 - 0,0042U + 0,0108(DP) + 0,0466(DU)$ ($r^2=0,91$)

A DIVMS foi influenciada de forma quadrática (Tabela 4) pelo período de amonização e dose de uréia ($p < 0,01$) e de forma linear pela umidade ($p < 0,001$). As interações entre as variáveis dose de uréia X umidade ($p < 0,001$) e dose de uréia X período de amonização ($p < 0,01$) foram significativas.

Observou-se aumento na DIVMS em todos os tratamentos (Figura 10). Para os tratamentos com 20% de umidade o máximo valor da DIVMS (64,8%) foi obtido no tratamento com 60 dias de amonização e com o nível de uréia de 6,8%. Para os tratamentos com 40% de umidade o máximo valor de DIVMS (73,9%) foi obtido no período de amonização de 90 dias e com 10% de dose de uréia. Os menores valores de DIVMS 56,4 e 58, 2% foram encontrados nos tratamentos com 30 dias de amonização e 2% de uréia para 20 e 40% de umidade, respectivamente. De uma maneira geral, os tratamentos com maior teor de umidade (40%) apresentaram maiores valores de DIVMS para uma mesma dose de uréia aplicada. Esses resultados estão de acordo com a grande maioria dos estudos realizados com uréia como fonte de amônia para o tratamento de volumosos fibrosos resultando em uma melhora na digestibilidade do material tratado (Williams et al., 1984 b; Haddad et al., 1995; Cañeque et al., 1998).

Segundo Han et al.(1983), o incremento na digestibilidade em volumosos amonizados é resultante da solubilização da hemicelulose e da alteração na estrutura cristalina da celulose, favorecendo a ação dos microrganismos devido a efeitos indiretos. A amônia pode agir sobre as moléculas de hemicelulose promovendo o rompimento de ligações e a solubilização parcial deste componente, facilitando a ação dos microrganismos ruminais sobre a parede celular (Klopfenstein, 1978). Uma outra possibilidade para esse incremento na digestibilidade decorre do rompimento das pontes de hidrogênio entre as moléculas de celulose promovido pela amônia, permitindo uma solubilização parcial desta fração (Van Soest, 1994). Essa solubilização dos

componentes da fração fibrosa (hemicelulose e celulose), acaba por facilitar o acesso dos microrganismos ruminais à parede celular, aumentando assim sua digestão (Berger et al, 1994).

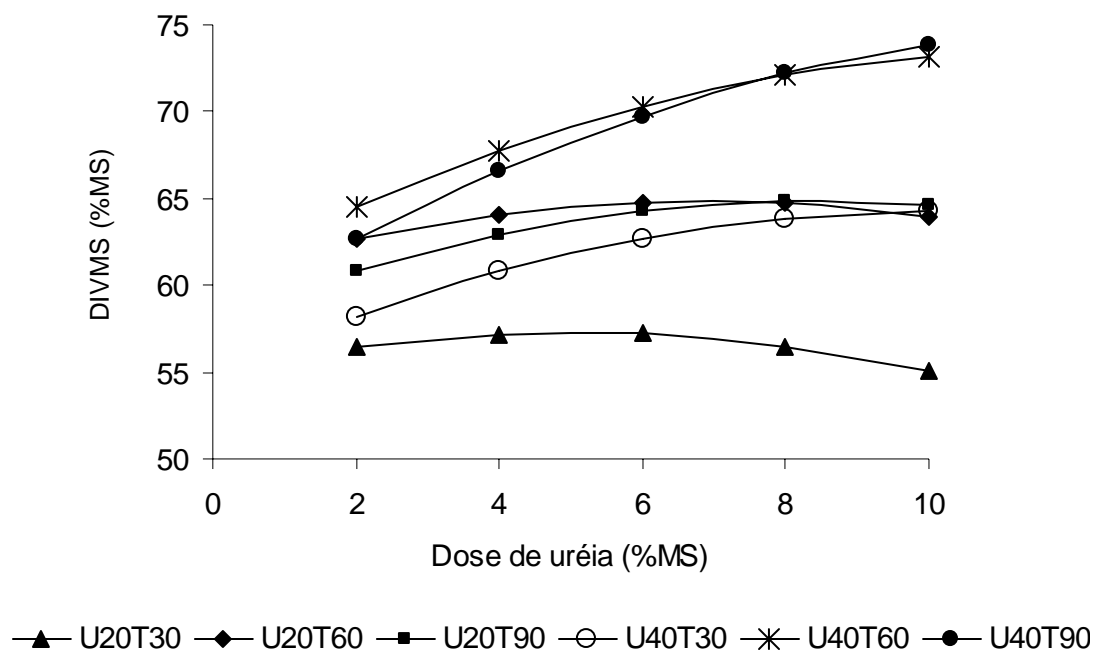


Figura 10 – Estimativa digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) para teores fixos umidade (20 e 40%) e períodos de tratamentos (30; 60 e 90), em função das doses de uréia.

No presente estudo a alteração na cristalinidade da celulose parece ser o efeito mais importante, visto que, a variação nesta fração da parede celular foi maior que na fração hemicelulose, para todos os tratamentos.

É sabido que a disponibilidade de água é um fator importante para o sucesso do tratamento com uréia. Williams et al., (1984 a e b) observaram que a digestibilidade dos volumosos tratados com uréia aumentaram 8% e 18% quando a umidade inicial era de 30 e 40%, respectivamente. Outros autores como Sundstol & Coxworth (1984), Dias-da-Silva et al. (1988), Muñuz et al. (1991) também constataram que a umidade do

material é muito importante para que a ação da uréia seja eficiente e melhoras na digestibilidade possam ser alcançadas.

Cabe ainda salientar que a amonização do feno estudado também promoveu incremento nos valores de NT, e N-NH₃ e diminuição da fração NIDA, que é indigestível, o que, por sua vez, favorece a ação dos microrganismos ruminais, aumentando a digestibilidade do feno.

Conclusão

A amonização melhorou o valor nutritivo do feno de Tifton 85 por meio da redução dos constituintes de parede celular, aumento dos teores de nitrogênio total e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Recomendar-se, então, para teor de umidade de 40%, doses de uréia de até 10%. Para o nível de umidade de 20% doses de uréia entre 6 e 7% são o mais indicados por apresentarem melhoria na DIVMS, FDN, FDA e NT.

Referências Bibliográficas

- ALFAYA, H., SUÑE, L.N.P., SIQUEIRA, C.M.G., et al. Efeito da amonização com uréia sobre os parâmetros de qualidade do feno do capim-annomi 2 (*Eragrostis plana* Nees). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, (suplemento) p.842-851, 2002.
- BERGER, L.L., FAHEY JR., G.C., BOURQUIM, L.O. et al. Modification of forage quality after harvest. In FAHEY JR., G.C. et al (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Medison: American society of agronomy, p.922-966, 1994.
- BERTIPAGLIA, L.M.A., LUCA, S., MELO, G.M.P., et al. Avaliação de fontes de uréase na amonização de feno de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.
- BOLSEN, K.K., LIN C. & BRENT, E. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- BROWN, W.F., ADJEI, M.B. Urea ammoniation effects on the feeding value of guineagrass (*Panicum maximum*) hay. **Journal of Animal Science**, v.73, p. 3085-3093, 1995.
- CAÑEQUE, V., VELASCO, S., SANCHA, J.L. et al. Effect of moisture and temperature on the degradability of fiber and on nitrogen fractions in barley straw treated with urea. **Animal Feed Science and Technology**, v.74, p.241-258, 1998.
- CLOETE, S.W.P., KRITZINGER, N.M., A laboratory assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of wheat straw by urea. 1. The effect of temperature, moisture level and treatment period. **South Africa Journal of Animal Science**, v.14, n.2, p.55-58, 1984a.
- CLOETE, S.W.P., KRITZINGER, N.M. Urea ammoniation compared to urea supplementation as a method of improving the nutritive value of wheat straw for sheep. **South Africa Journal of Animal Science**, v.14, n.2, p.59-63, 1984b.
- DIAS-DA-SILVA, A.A., MASCARENHAS FERREIRA, A., GUEDES, C.V.M., Effects of moisture level, treatment time and soya bean addition on the nutritive value of urea-treated maize stover. **Animal Feed Science and Technology**, v.19, p.67-77, 1988.

- GOBBI, K.F., GARCIA, R., GARCEZ NETO, A.F., et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno da *Brachiaria decumbens* Stapf. Tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.720-725, 2005.
- GOBBI, K.F. **Características químicas, digestibilidade *in vitro* e degradação de tecidos foliares de feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia.** Viçosa MG, 2004, 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- GRANZIN, B.C., DRYDEN, G. McL. Effects of alkalis, oxidants and urea on the nutritive value of rhodes grass (*Chloris gayana* cv. Callide). **Animal Feed Science and Technology**, v.103, p.113-122, 2003.
- GRORTHEER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W., et al. Effect of moisture level and injection ammonia on nutrient quality and preservation of coastal bermuda grass hay. **Journal of Animal Science**, v.61, n. 6, p. 1370-1377, 1985.
- GROTHEER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W. Effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on nutritional and preservatory characteristics of dry and high moisture coastal bermuda grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.14, p.55-65, 1986.
- GROSSI, S.F., REIS, R.A., EZEQUIEL, J.M.B. et al. Tratamento de volumosos com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.651-660, 1993.
- HADDAD, S.G., GRANT, R.J. & KLOPFENTEIN, T.J., Digestibility of alkali-treated wheat straw measured *in vitro* or *in vivo* using Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3258-3265, 1995.
- HAN, Y.W., CATALANA, E.A., CIELGLER, A. Treatment to improve the digestibility of crop residues. **Research on use for feed, fuel and chemicals.** Academic Press, New York, 1983.
- KLOPFENTEIN, T.J. Chemical treatment of crop residues **Animal Feed Science and Technology**, v.46, n.3, p. 841-848, 1978.
- LEAL, M., SHIMADA, A., HERNANDEZ, E. The effect of NH₃ and or SO₂ on the composition and histological characteristics of sorghum stover. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1/2, p.141-150, 1994.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.11, p.2000-2004, 1996.
- MANDELL, I.B., CHRISTISON, G.I., NICHOLSON, H.H., et al. The effect of variation in the water content of wheat straw before ammoniation on its value for beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.20, p. 111-124, 1988.

- MUÑOZ, F., JOY, M., FACI, R. et al. Treatment of ligno-cellulosic residues with urea. Influence of dosage, moisture, temperature and addition of ureases. **Annual Zootech**, v.40, p.215-225, 1991.
- REDDY, D.V., RAMACHANDRA REDDY, R., SUBRA REDDY, K.V. Effect of urea-ammoniation of moist sorghum hay chemical composition and degradation kinetics. **Indian Journal of Dairy Science**, v.10, n.1, p.45-48, 1993.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., PERREIRA, J.R.A. et al. Composição química e digestibilidade de feno tratados com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.666-673, 2001b.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., RESENDE, K.T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de feno de gramíneas tropicais. 1- Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.674-681, 2001a.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., RESENDE, K.T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de feno de gramíneas tropicais. 2- Compostos Nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.682-686, 2001c.
- ROCHA, F.C. **Níveis de uréia, períodos de amonização e aeração sobre a composição bromatológica e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de capim-elefante cv. Napier**. Viçosa MG, 2001, 37p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ROSA, B., REIS, R.A., RESENDE, K.T. et al. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.815-822, 1998.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/ASTAT User's Guide**. Version 6.4 ed., V.1, Cary, NC:SAS institute Inc. 943p. 1990.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, Imp. Univ., 235p. 2002.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: 11- Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, A.L., GARCIA, R., PEREIRA, O.G., et al. Valor nutritivo da casca de café tratada com amônia anidra. **Revista Ceres**, v.286, n.49, p.669-681, 2002.
- SOUZA, A.L., GARCIA, R., PERREIRA, O.G. et al. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, (suplemento 1), p.983-991, 2001.
- SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M. Ammonia treatment. In: Sundstol, F., Owen, E. (Eds.), *Straw and Other Fibrous By-Products*. Elsevier, Amsterdam, p.196-240, 1984.

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

VAN SOEST, P.J., FERREIRA, A.M., HARTLEY, R.D. Chemical properties of fibre in relation to nutritive quality of ammonia-treated forages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.2, p.156-164, 1984.

WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M., BREWER, A., Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. **Animal Feed Science and Technology**, v.11, p.103-113, 1984a.

WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M., BREWER, A., Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. II. Additions of soya bean (urease), sodium hydroxide and molasses; effects on the digestibility of urea-treated straw **Animal Feed Science and Technology**, v.11, p.115-124, 1984b.