

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Amonização de Feno de Coast-cross

Luiz Carlos Vianna Reis Junior

2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

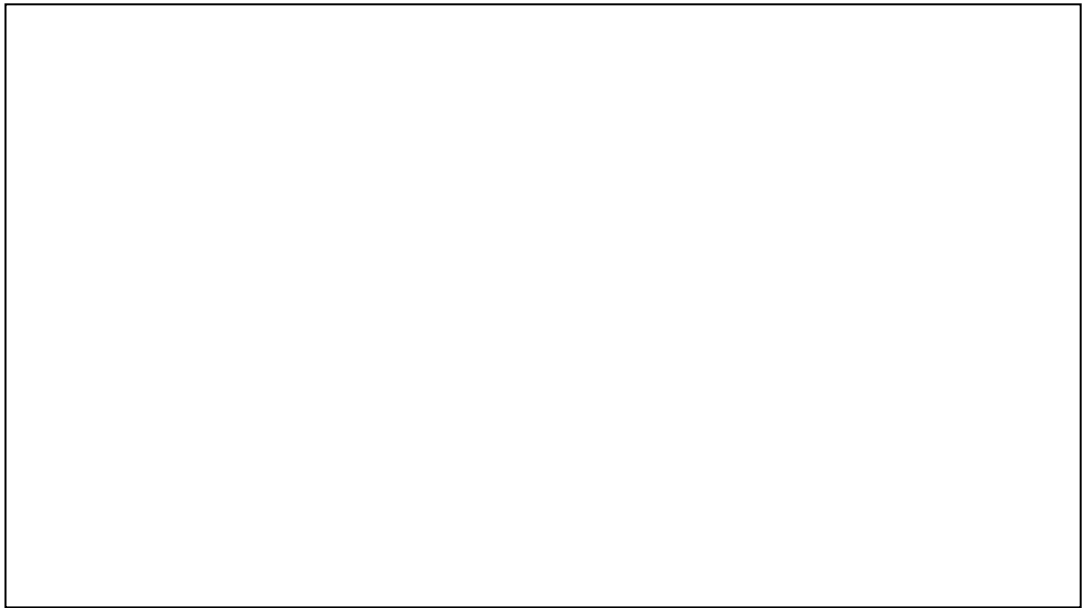
AMONIZAÇÃO DE FENO DE COAST-CROSS

LUIZ CARLOS VIANNA REIS JUNIOR

Sob a Orientação do Professor
João Carlos de Carvalho Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Outubro de 2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

LUIZ CARLOS VIANNA REIS JUNIOR

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/----/-----

João Carlos de Carvalho Almeida. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Mirton José Frota Morenz. Dr. UFRRJ

Carlos Augusto Brandão de Carvalho. Dr. APTA

DEDICATÓRIA

A Ane Hinds e Rafael Hinds, que sempre estiveram ao meu lado, principalmente como dois grandes amigos, irmãos, pai, mãe, confidentes e acima de tudo grandes incentivadores. São meus maiores mestres até hoje.

Ao meu pai, que embora tenha partido na minha infância, sua referência como pessoa e principalmente como homem serviram como a maior herança deixada para mim. Essa nova conquista é para você pai, que com certeza deve estar orgulhoso observando isso de onde estiver.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial ao Instituto de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor João Carlos de Carvalho Almeida pela orientação, suporte e apoio durante esses anos.

Ao Professor Mirton pela grande paciência na metade final do curso.

Ao Prof. José Bonifácio pelos inúmeros conselhos, parcerias, viagens, além de toda a bagagem de vida acrescentada.

Ao Prof. Saulo pelas ajudas emergenciais e direcionamento de ideias.

As antigas estagiárias Manu, Bruna e Mariana e novas estagiárias Natália e Gabriele.

A minha irmã Carla Reis que foi uma das grandes responsáveis pela minha chegada até aqui.

Ao meu irmão Zé pela cumplicidade, parceria e ao enorme passado que temos hoje e lembramos a cada vez que nos encontramos.

Ao Pedrão por ter se tornado um membro da minha família no Rio de Janeiro e ter me acolhido como parte de sua própria família, além do futuro que traçamos juntos com a empresa que temos hoje.

A Gi e ao Ivan, pois além de terem abraçado e vestido a camisa da nossa empresa, sempre me incentivaram a continuar trilhando o caminho acadêmico.

E a todas as pessoas que também se sentem responsáveis por essa minha nova vitória, meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

Luiz Carlos Vianna Reis Junior, filho de Luiz Carlos Vianna Reis e Janete de Souza Reis, nasceu em Porto Alegre em 19 de janeiro de 1983.

Em dezembro de 2000 passa a morar na cidade do Rio de Janeiro, onde em fevereiro de 2001 ingressa no curso de zootecnia da Faculdade de Ciências Agro-Ambientais.

Graduou-se no final de 2005, onde em junho de 2006, iniciou o Programa de Pós Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Em 2007 fundou a empresa SAFRA SUDESTE – Assessoria Agropecuária, na Incubadora de Empresas em Agronegócios da UFRRJ (INEAGRO), a qual presta suporte técnico agropecuário para produtores rurais e prefeituras e, atualmente é conhecida em diversos municípios fluminenses.

RESUMO

REIS JR, Luiz Carlos Vianna. **Amonização de feno de Coast-cross**. 2009. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

Este trabalho foi realizado no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Avaliaram-se os efeitos da adição de ureia em níveis crescentes sobre a composição químico-bromatológica e microbiológica do feno de coast-cross. O feno foi tratado com 5 níveis de ureia com base na matéria seca durante 28 e 35 dias de amonização. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com um arranjo em parcelas subdivididas, com cinco tratamentos (0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0% de ureia na matéria seca), dois períodos de amonização (28 e 35 dias) e três repetições. Foi utilizada ureia pecuária (45% N), diluída na proporção de 4 partes de água para cada parte de ureia. O feno tratado foi armazenado em sacos plásticos (3 kg feno/saco), lacrado e após abertura, foram coletadas amostras para as análises químicas e microbiológicas do material. Verificou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$) para os teores de proteína bruta em função dos níveis crescentes de ureia, sugerindo uma elevação nos teores de nitrogênio disponível no material amonizado. A adição de ureia promoveu redução significativa ($P < 0,05$) nos teores de proteína insolúvel em detergente neutro e proteína insolúvel em detergente ácido. Os níveis crescentes de ureia foram eficientes na diminuição das unidades formadoras de colônias, reduzindo-as a níveis aceitáveis ao limite preconizado como parâmetro de higiene para vegetais. Não houve influência da amonização sobre os teores de fibra em detergente neutro, hemicelulose para os níveis de ureia utilizados. O presente trabalho mostrou que o processo de amonização é eficiente na melhoria da composição química do feno de coast-cross.

Palavras-chave: Composição química. Tratamento. Ureia

ABSTRACT

REIS JR, Luiz Carlos Vianna. **Ammonization in coast-cross hay**. 2009. 38p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

This experiment was accomplished in the Animal Nutrition and Pastures Department in the Institute of Animal Science of the Rural Federal University of Rio de Janeiro. The effects of increasing levels of urea addition were evaluated on the chemical-bromatologic and microbiologic composition of Coast-cross hay. The hay was treated with 5 levels of urea (0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0% of dry matter), during 28 and 35 days. The experimental design used was the completely randomized with five treatments in a split-plot design, two ammonization periods (28 and 35 days) and three replications. Urea (45% N) was used and diluted in the proportion 1 to 4 parts of water. The treated hay was stored in sealed plastic bags (3kg/bag) and, when opened, samples were collected for chemical and microbiological analysis. It was verified that the crude protein levels increased linearly in function of higher doses of urea and period, which suggested an elevation of the nitrogen level available in the material. The addition of urea promoted a significant reduction ($P<0,05$) on the levels of neutral detergent insoluble protein (NDIP) and acid detergent insoluble protein (ADIP). There was no influence of the ammonization on the levels of neutral detergent fiber (NDF) and hemicelluloses (HEM). The increasing levels of urea were efficient on the reduction of colonies generator unities, keeping them under tolerable levels aiming the preconized limits to vegetable health. The present experiment showed that the process of ammonization is efficient on the improvement of the chemical composition of coast-cross hay.

Key words: Chemical composition. Treatment. Urea.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Reação da amônia nas ligações do tipo éster..... | 09 |
| Figura 2. Reação da água da forrageira com a amônia..... | 10 |
| Figura 3. Reação do hidróxido de amônio com as ligações do tipo éster..... | 10 |
| Figura 4. Teores médios de proteína bruta (%MS) do feno de coast-cross tratado com ureia e amonizado durante 28 e 35 dias, equações de regressão e coeficientes de determinação..... | 21 |
| Figura 5. Proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) do feno de coast-cross tratado com ureia e amonizado durante 28 e 35 dias, equações de regressão e coeficientes de determinação..... | 24 |
| Figura 6. Proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) do feno de coast-cross tratado com ureia e amonizado durante 28 e 35 dias, equações de regressão e coeficientes de determinação..... | 25 |
| Figura 7. Percentuais médios de celulose do feno de coast-cross tratado com ureia, equações de regressão e coeficientes de determinação..... | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Vantagens e desvantagens de diferentes fontes no tratamento de volumosos..... | 06 |
| Tabela 2. Composição químico-bromatológica e microbiológica do feno de coast-cross..... | 19 |
| Tabela 3. Matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) do feno de coast-cross amonizado com níveis de ureia durante 28 e 35 dias..... | 20 |
| Tabela 4. Efeito de doses de ureia sobre os teores médios de PIDN e PIDA do feno de coast-cross amonizado por 28 e 35 dias..... | 23 |
| Tabela 5. Valores médios de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Hemicelulose (HEM), Celulose (CEL) do feno de coast-cross tratado com doses crescentes de uréia e diferentes períodos de amonização..... | 27 |
| Tabela 6. Média e desvio padrão de unidades formadoras de colônias (UFC) do feno de capim coast-cross tratado com doses de ureia durante 28 e 35 dias..... | 31 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 03 |
| 2.1 Volumosos na Alimentação de Ruminantes..... | 03 |
| 2.2 Tratamento de Volumosos..... | 05 |
| 2.3 Amônia e Ureia..... | 08 |
| 2.4 Reações no Processo de Amonização..... | 08 |
| 2.5 Efeito sobre as Fibras..... | 11 |
| 2.6 Efeito sobre os Compostos Nitrogenados..... | 13 |
| 2.7 Efeito sobre a Formação de Fungos..... | 15 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| 4.1 Avaliação Bromatológica..... | 20 |
| 4.2 Avaliação Microbiológica..... | 31 |
| 5 CONCLUSÕES | 33 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

1 INTRODUÇÃO

A pecuária nacional caracteriza-se por ser uma das atividades mais promissoras dentro de várias cadeias de investimentos do mercado brasileiro. O setor do agronegócio, embora não tenha sido responsável pela maior parte do PIB nacional em 2008, foi o setor de maior crescimento, com aumento de 6,03%. O uso de tecnologias para maior intensificação dessa atividade se tornou de vital importância para garantir elevados níveis de produção durante o ano.

As perspectivas e tendências da produção de bovinos de corte aumentarão sensivelmente pelo incremento da população urbana, do comércio de exportações e da crescente demanda por este produto. Considerando este cenário futurista, novas tecnologias serão adotadas para aprimorar os métodos de produção, fazendo com que o fator alimentação, o qual representa a maior parcela dos custos de produção animal, apresente novas alternativas.

A pecuária no Brasil sempre foi explorada com base na utilização de pastagens, que representam em torno de 75% da superfície ocupada pela agropecuária nacional. Nosso país conta com mais de 170 milhões de hectares de pastagens, sendo 56 % de pastagens artificiais.

Sendo assim, sistemas de produção que tem como base da alimentação as pastagens, apresentam dificuldade em manter uma produção regular quantitativa e qualitativa da forragem durante o ano, em decorrência de fatores climáticos (estacionalidade) que afetam as plantas forrageiras e limitam seu crescimento. No entanto, como as exigências nutricionais dos rebanhos permanecem praticamente as mesmas durante todo ano, há necessidade do uso de volumosos de qualidade também no período seco, para garantir constantes incrementos na produção. Esse cenário, o qual é um dos maiores problemas do pecuarista brasileiro, gera baixa produtividade e conseqüentemente menores margens de lucro ao produtor devido à ausência de um planejamento alimentar para a seca.

Uma das alternativas para amenizar o entrave do período seco é a prática de conservação de forragens em forma de feno. Contudo, muitas vezes é necessário trabalhar com uma forrageira em estágio avançado de crescimento, ou por subpastejo dos animais durante o verão, ou por adiamento de corte em função de condições climáticas. Sendo assim, para a prática de fenação, o produtor passa a iniciar o processo de conservação no começo do outono, quando diminuem os riscos de chuvas. Entretanto, as forrageiras tropicais colhidas nesta época do ano estão em estágio de desenvolvimento avançado e apresentam baixo valor protéico, digestibilidade reduzida e baixo consumo voluntário. Isso se dá, provavelmente pelos elevados conteúdos de parede celular, com acentuados teores de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina e pouca disponibilidade de compostos nitrogenados.

Esses volumosos com baixos níveis de nutrientes e baixos teores de componentes digestíveis podem ter sua composição química melhorada quando submetidos a tratamentos, sejam químicos, físicos ou biológicos. Podendo ser uma alternativa viável para suprir a demanda por volumosos de boa qualidade durante o período seco, por reduzir os teores de FDN e elevar o teor de compostos nitrogenados dos volumosos com baixo valor nutricional (VN) (REIS et al., 2001; TONUCCI, 2006; GOBBI et al., 2005).

A ureia possui destaque dentre os produtos químicos utilizados, pois é de fácil aplicação, possui baixo impacto ambiental e fornece nitrogênio não-protéico (NNP). Além de gerar efeitos benéficos na qualidade nutricional da planta fenada, reduz as perdas que ocorrem no armazenamento em função do seu efeito sobre crescimento de microrganismos, diminuindo as perdas na estocagem e preservando a qualidade destas forragens conservadas.

Em função de todos esses possíveis benefícios o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações na composição química e na incidência de fungos do feno de coast-cross tratado com diferentes doses de ureia e períodos de amonização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Volumosos na Alimentação de Ruminantes

No trabalho publicado na década de 80, do século passado, intitulado de “*Straw and other fibrous products as feed*” realizada por Sundstol e Owen (1984), os autores afirmavam que em função do aumento na demanda do uso direto de grãos de cereais na alimentação humana, a utilização dos resíduos gerados tende a aumentar. Sendo assim, lista alguns fatores que inevitavelmente deverão ocorrer em benefício da produção de ruminantes como adoção de novas estratégias e desenvolvimento de novos métodos para alimentação de animais através de alimentos fibrosos, desenvolvimento de um conhecimento mais preciso sobre o requerimento nutricional dos animais, identificando assim as situações onde seja possível trabalhar abaixo da exigência máxima e consequentemente com desempenhos mais baixos, entre outros.

Nos modelos de produção comercial de ruminantes a alimentação é um dos pilares mais importantes da criação. O fornecimento de volumosos de qualidade durante o período seco, quando a oferta e qualidade da forragem no campo são reduzidas, é fundamental para manter um contínuo ganho de peso ao longo do ano. Segundo Van Soest (1994) os fatores limitantes na alimentação de ruminantes são basicamente energia e proteína e já na década passada o mesmo autor relatou que tal fator era bastante relevante em sistemas de produção.

De acordo com Van Soest (1994), citando Raymond (1969), o valor nutritivo (VN) é convencionalmente classificado por nutricionistas como um resumo de três fatores: digestibilidade, ingestão e eficiência energética. O mesmo autor afirma também que a qualidade da forragem é um indicativo de alguns fatores como o teor de parede celular da planta, alta digestibilidade e taxa de digestão. Qualidade da forragem está intimamente ligada com fibras, as quais são necessárias para permitir o bom funcionamento do rúmem. A parte lignificada da fibra é indigestível, porém, ainda que seja uma estrutura indispensável à planta não permite adequada ruminação quando em altas quantidades (VAN SOEST, 1994).

Os volumosos produzidos a partir de gramíneas tropicais, embora apresentem um VN baixo, quando colhidos em estágio de pós-florescimento são alternativas para a alimentação de ruminantes no período seco, apesar da digestibilidade reduzida, baixo valor protéico e baixo consumo, provavelmente, pela maior quantidade de parede celular. Sabe-se que nessa fase a planta apresenta altas produções de matéria seca (MS) com caules mais longos e menor presença de folhas, fazendo com que o complexo estrutural da forrageira nesse estágio avançado de crescimento, apresente altos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina associado a baixos teores de compostos nitrogenados. Nessa condição, a forragem apresenta baixo consumo pelos ruminantes, pois a conversão biológica ou enzimática da celulose é limitada pelo estágio de lignificação da planta (VAN SOEST, 1994).

Para otimizar a utilização desse material, estudos principalmente com braquiárias (ROTH, 2008; GOBBI et al., 2005), *Cynodon* (TONUCCI, 2006; CALIXTO JUNIOR et al., 2007) e bagaço de cana (GESUALDI et al., 2001; CARVALHO et al., 2007) foram realizados na última década e, em sua maioria, apresentaram resultados semelhantes, principalmente no que se refere a alterações na parede celular e no teor de compostos nitrogenados dos materiais submetidos a algum tratamento químico, como ureia, amônia anidra e sulfato de amônio. Corroborando com a otimização do uso desses materiais com baixo VN, tratamentos químicos possibilitam também a redução do desenvolvimento de fungos, permitindo um maior tempo de armazenamento sem deterioração, mantendo as condições sanitárias adequadas ao consumo animal (ALMEIDA et al., 2006; ZANINE et al., 2006).

Em revisão realizada por Klopfenstein (1978) foi verificado que o tratamento químico de 200 milhões de toneladas de palhadas possibilitaria a produção de energia a valores equivalentes a de uma silagem de milho, podendo produzir cerca de 10 milhões de toneladas de carcaças bovinas.

Anualmente no Brasil, cerca de 2,8 milhões de resíduos provenientes da colheita de sementes de gramíneas tropicais são produzidos e descartados pelo método de varredura. A retirada desse material é essencial para não prejudicar a rebrota da plantação. Porém como esse resíduo é composto basicamente por talos e folhas secas, pouco adequado para alimentação animal, o destino dado a este material comumente é a queima, contribuindo para a poluição atmosférica e demais danos ao meio ambiente (SOUZA e SILVEIRA, 2006).

Como as palhadas ou fenos, confeccionados a partir de forrageiras colhidas em estágio avançado de crescimento, apresentam altos teores de fibras (FDN>60,0%) e baixos teores de nitrogênio (NT>1,0%), torna-se necessário suplementar esses nutrientes para que os animais apresentem um desempenho satisfatório (REIS et al., 2002). Pelo fato da maioria das bactérias digestoras de celulose serem dependentes da presença da amônia no rúmem para seu bom funcionamento, quando há sua ausência, há necessidade de suplementação. Isso é dado pelo fato da amônia ser fundamental na síntese microbiana no rúmem e quando utilizada como suplemento seu uso é feito tanto a partir de fontes de proteína, quanto fontes de nitrogênio não protéico, como ureia, amônia anidra, entre outros (VAN SOEST, 1994).

O consumo de forragens com baixo VN está ligado diretamente a sua qualidade e palatabilidade, além das próprias características do animal, sendo também limitada pelo tempo em virtude da baixa taxa de passagem pelo trato digestivo, em consequência da sua lenta degradação ruminal (VAN SOEST, 1994).

De acordo com revisão realizada por Rodrigues e Souza (2006) sobre utilização de palhadas na alimentação de ruminantes, experimentos realizados na Austrália com forragens de baixa qualidade mostraram que a necessidade de nitrogênio degradável no rúmen para síntese de proteína microbiana pode ser parcialmente ou totalmente suprida com fontes de nitrogênio não protéico, como a ureia (KELLAWAY e LEIBHOLZ, 1983).

2.2 Tratamento de Volumosos

Existem basicamente 3 tipos de tratamentos para o processo de enriquecimento de forragens com baixo VN, onde estes podem ser químicos, físicos ou biológicos. Segundo Rodrigues e Souza (2006) os tratamentos químicos são os mais utilizados por apresentarem menores limitações do que os tratamentos físicos que ou elevam a digestibilidade e o consumo ou são demasiadamente onerosos e não tiveram seus usos popularizados. Os biológicos possuem uma linha de pesquisa bastante interessante e potencialmente viável, mas requerem mais estudos sobre os microorganismos envolvidos neste processo, bem como no tocante aos efeitos da moagem no tamanho das partículas; tempo de incubação e micélios fúngicos que atuam na degradação da lignina (SCHMIDT et al., 2003).

Os produtos químicos utilizados no tratamento de volumosos, segundo revisão de Reis et al. (2002) podem ser classificados como hidrolíticos ou oxidantes. Dentre os produtos hidrolíticos destacam-se o hidróxido de sódio, de potássio, de cálcio e de amônio, amônia anidra e ureia (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984). E dentre os produtos oxidantes destacam-se a utilização do ozônio, peróxido de hidrogênio, dióxido de enxofre e outros agentes deslignificadores como ácido peracético e permanganato (BERGER et al., 1994). Segundo REIS et al. (2002) a combinação de produtos hidrolíticos e oxidantes tem sido avaliada para o tratamento de volumosos.

De acordo com Rodrigues e Souza (2006), no que diz respeito a tratamentos químicos de volumosos, embora exista um número razoável de produtos adequados ao processo como Hidróxido de Sódio (soda cáustica/NaOH), Hidróxido de Cálcio (cal virgem/Ca(OH)₂), amônia anidra (NH₃) e Hidróxido de Amônio (NH₄OH), a ureia (CH₄N₂O) tem sido bastante utilizada tanto em experimentos como na área prática em sistemas de produção de ruminantes.

Inúmeros benefícios são inerentes às diferentes fontes utilizadas para tratamentos químicos de volumosos. Na Tabela 1 são apresentadas as vantagens e desvantagens de quatro fontes utilizadas para o tratamento de volumosos.

Tabela 1. Vantagens e desvantagens de diferentes fontes no tratamento de volumosos

| Tratamento | Viabilidade | Risco | Efeito alta t°C ambiente | Necessidade equipamento especial | Custo | Eficiência |
|---------------------|-------------|-----------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------|
| Hidróxido de sódio | Difícil | Arriscado | Nenhum | Sim/não | Alto | Eficiente |
| Hidróxido de cálcio | Fácil | Seguro | Favorável | Sim/não | Baixo | ---- |
| Amônia | Difícil | Arriscado | Favorável | Sim | Alto | Fornece N |
| Uréia | Fácil | Seguro | Favorável | Não | Razoável | Fornece N |

Fonte: Rodrigues e Souza (2006)

O tratamento químico de volumosos com uso de amônia é chamado de amonização, onde suas fontes têm sido avaliadas por inúmeros autores e com maior frequência nas duas últimas duas décadas (PEREIRA et al., 1990; LINES et al., 1996; REIS e RODRIGUES, 2001; ROTH, 2008). Existem basicamente dois objetivos quando tratamos quimicamente um material com baixo VN: aumento da digestibilidade e aumento do consumo de matéria seca por meio da deslignificação, ou seja, pelo desdobramento da lignocelulose (RODRIGUES e SOUZA, 2006).

Apesar de diferentes fontes serem utilizadas em estudos com forrageiras tratadas quimicamente (REIS et al., 2001; FERNANDES et al., 2002; PEREIRA FILHO et al., 2003; BERTIPAGLIA et al., 2005; PIRES et al., 2006), o uso da ureia como fonte de amônia para o processo de amonização, como citado anteriormente, tem sido observado em grande parte das pesquisas consultadas (GOBBI et al., 2005; CARVALHO et al., 2006; CALIXTO JUNIOR et al., 2007; ZANINE et al., 2007). Provavelmente por ser economicamente viável pelo seu baixo custo, por ambientalmente apresentar baixos impactos, ser de fácil aplicação e tecnicamente apresentar resultados satisfatórios como redução dos teores de fibras e aumento dos compostos nitrogenados.

Estudos com amonização, segundo revisão de Garcia et al. (1992), foram iniciados na primeira década do século passado. Contudo, foram necessárias mais cinco décadas para que pesquisas fossem desenvolvidas com maior frequência na Europa e posteriormente nos EUA. Já no Brasil, as pesquisas com amonização tiveram início na década seguinte.

O processo de amonização com a utilização da ureia tem como base principal o desenvolvimento de condições herméticas para que ocorra a sua hidrólise e a ação da enzima urease para liberação da amônia. Contudo, a eficiência do processo de amonização pode ser influenciada por alguns fatores como a fonte utilizada (GESUALDI et al., 2001), a umidade da forrageira (TONUCCI, 2006), a atividade ureática (REIS et al., 2001), o período de

tratamento (LINES et al., 1996), dose aplicada (GOBBI et al., 2005), poder tampão (REIS et al., 2001) e temperatura ambiente (MASON et al., 1989).

Algumas controvérsias são vistas em diferentes estudos sobre esses fatores que podem influenciar o processo de amonização. Os diferentes teores de água dos volumosos, bem como a adição de fontes de urease são fatores que mais apresentam distinção nos resultados.

Experimento realizado por Roth (2008), sobre amonização de volumosos, mostrou que as alterações constatadas sob influência da quantidade de água da forragem foram geradas somente nos tratamentos utilizando ureia com o teor de umidade em 30%. Contudo, quando tratado com amônia anidra, não houve necessidade em elevar os teores de umidade, relatando que a amônia anidra pode ser utilizada na matéria original do feno.

Entretanto, estudo semelhante foi realizado por Bertipaglia et al. (2005) em que o teor de umidade não influenciou nas alterações da composição química do volumoso utilizando somente ureia como tratamento químico. O autor concluiu que não houve diferença nos tratamentos utilizando 15 ou 30% de umidade.

Pesquisa realizada por Reis et al. (2001), combinando uma fonte de amônia, como ureia, com uma fonte extra de urease, como labe-labe, observaram que não houve potencialização do efeito da ureia no processo de amonização, contudo esse processo seria justificado somente para reduzir o tempo de tratamento da forragem, ou seja, tornar o volumoso tratado adequado ao consumo animal mais cedo. Experimentos citados neste mesmo trabalho mostram resultados semelhantes, com baixa ou nenhuma potencialização da ureia combinada com uma fonte extra de urease (JOY et al., 1992; BROWN e ADJEI, 1995).

Analizando os resultados obtidos em trabalhos com gramíneas tropicais como o de Reis et al. (2001), Gobbi et al. (2005), e Bertipaglia et al. (2005) é possível sugerir que a atividade ureática dos fenos, oriundos de forrageiras colhidas em estágio avançado de crescimento, é suficiente para o desdobramento da ureia aplicada, não necessitando de uma fonte extra de urease. Contudo, o teor de umidade dessas forrageiras não deve ser limitante, onde esses autores relatam a necessidade do desenvolvimento de mais estudos para um maior entendimento sobre o melhor nível de umidade que atualmente recomenda-se teores entre 20 e 30%.

2.3 Amônia e Ureia

A amônia é um composto químico que apresenta um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio (NH_3). A ureia, uma das fontes da amônia, é um composto formado por um átomo de carbono, quatro átomos de hidrogênio, dois átomos de nitrogênio e um átomo de oxigênio ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$).

A amônia, segundo Garcia (1992), atua principalmente no complexo estrutural de fibras da planta, desestruturando a parede celular (celulose, hemicelulose e lignina), pela solubilização da hemicelulose e expondo maior área de contato para os microorganismos, além de elevar os teores de nitrogênio não protéico (NNP).

A amônia possui efeitos distintos nos tratamentos de forragens, onde segundo Lines et al. (1996) a quantidade de amônia necessária para preservar feno úmido é menor do que a quantidade de amônia para melhorar o valor nutritivo de forragens de baixa qualidade, exemplificando valores até 2% na MS para preservar fenos e a partir de 3% na MS para incrementos na qualidade de forrageiras. Segundo esse mesmo autor, o valor econômico agregado a fenos de alta qualidade torna a ação conservante da amônia mais importante do que sua capacidade em melhorar o valor nutritivo de forrageiras.

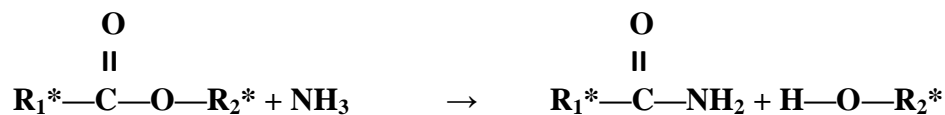
2.4 Reações no processo de amonização

O processo de amonização é caracterizado por algumas reações, onde a primeira é conhecida como ureólise, a qual possibilita a liberação da amônia pela hidrólise da ureia. A ureólise é uma reação enzimática que requer a presença da enzima urease, a qual é praticamente ausente em material morto ou forragens extremamente secas. Esta enzima é produzida pelas bactérias ureolíticas, onde sua presença, embora baixa em materiais maduros, só justificaria adição externa de urease em casos de umidade limitante ou condições que impossibilitem a umidificação do material (WILLIANS et al., 1984).

A partir da liberação da amônia, demais importantes processos passam a ocorrer no material tratado.

Uma das reações conhecidas é a amoniólise, definida como a reação de maior importância pela frequência dos efeitos gerados. Esta reação ocorre entre os componentes da parede celular e o composto químico (NH_3) utilizado na prática de amonização. A amoniólise ocorre entre a amônia e as ligações do tipo éster, existentes entre a hemicelulose e a lignina, resultando na produção de uma amida. A amoniólise causa uma lise nas ligações entre os carboidratos estruturais, liberando estes compostos e conseqüentemente disponibilizando uma maior superfície de contato aos microorganismos do rúmex (TARKOV e FEIST, 1969).

A Figura 1 representa a reação que ocorre entre a amônia com as ligações do tipo éster, presente entre os carboidratos estruturais da planta.



* R_1 / R_2 = molécula de carboidrato estrutural;

Figura 1. Reação da amônia nas ligações do tipo éster

A reação química descrita acima é baseada no estudo realizado por Sundstol e Coxworth (1984) onde relataram que a parede celular do material tratado sofre ação direta da amônia. Essa ação ocorre sobre as ligações do tipo éster, desestruturando-as e como conseqüência liberando um carboidrato e produzindo uma amida.

Buettner et al. (1982) relata também sobre a reação conhecida como hidrólise alcalina, que ocorre após a reação da amônia com a água, a qual também altera o conteúdo da parede celular. Segundo o autor, a reação química entre a amônia e a água da forragem promove uma elevação do pH, em virtude da formação de uma base fraca, o hidróxido de amônio (NH_4OH). O NH_4OH é uma solução aquosa que promove a hidrólise alcalina das ligações do tipo éster da parede celular, razão esta para elevação do pH.

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

A Figura 2 representa a reação que ocorre entre a água da forrageira com a amônia, resultando na base fraca (hidróxido de amônio) que promoverá a hidrólise alcalina das ligações do tipo éster.

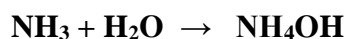
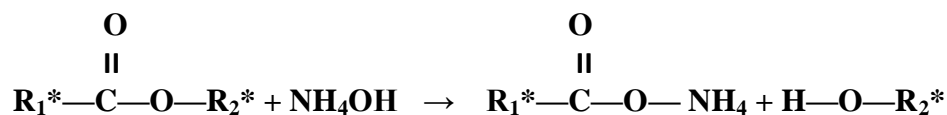


Figura 2. Reação da água da forrageira com a amônia

A outra reação conhecida é a do hidróxido de amônio sobre as ligações do tipo éster. Esta reação é caracterizada pela hidrólise destas ligações do tipo éster também liberando um carboidrato estrutural.

A Figura 3 representa a reação que ocorre entre o hidróxido de amônio e as ligações do tipo éster entre os carboidratos estruturais:



*R₁ / R₂ = molécula de carboidrato estrutural;

Figura 3. Reação do hidróxido de amônio com as ligações do tipo éster

Na revisão realizada por Rosa e Fadel (2001) é relatado que pelo fato da amônia possuir alta afinidade com a água, gerando a hidrólise alcalina das ligações entre os carboidratos, consequentemente acaba promovendo a expansão da parede celular e ruptura de componentes dos tecidos das forragens amonizadas, onde tais alterações podem ser constatadas por meio de estudos de microscopia eletrônica.

Garcia e Pires (1998) descreveram que as interações entre “quantidade de ureia x tipo de forragem x duração do período de tratamento” devem ser bastante observadas, pois o nível ótimo de cada fator é que irá potencializar o processo de amonização. Isso possibilita que seja evitada a super e subdosagem do composto químico, acarretando num tratamento adequado sem desperdício financeiro e físico com o produto utilizado no tratamento; evita também a limitação da atividade ureática por falta ou excesso de umidade.

Os volumosos que apresentam teor de umidade acima de 20%, quando tratados com NH₃, observa-se uma maior produção de NH₄OH, o que resulta em maior eficiência do tratamento, pois com a elevação do pH, tem-se além da amoniólise, a hidrólise alcalina das ligações do tipo éster (BERGER et al., 1994).

Em relação ao tempo em que se mantém a forragem em um local fechado em contato com a fonte de NH₃, Reis et al. (2002) relataram em revisão que em ambientes tropicais, em virtude das altas temperaturas, pode-se usar de 3 a 4 semanas de tratamento para um efetivo processo de amonização.

2.5 Efeitos sobre as fibras

Grande parte dos resultados de trabalhos de pesquisa com amonização de feno, palhada ou bagaço, segundo revisão de Reis et al. (2002), têm demonstrado grande semelhança nas alterações do conteúdo da parede celular (CPC). A parede celular é composta basicamente por celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), onde a amonização provoca a redução principalmente no conteúdo da HEM e em menor magnitude no conteúdo da CEL, lignina e sílica.

Contudo, alterações na concentração de fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose devem ser interpretadas com cautela, pois geralmente há elevação dos compostos de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) em virtude da ação da amônia na parede celular (LINES et al. 1996).

Em revisão realizada por Rosa e Fadel (2001) foi relatado que o efeito da amonização é marcante sobre os teores de FDN e seus componentes, onde essa redução, na maioria das vezes, ocorre em virtude da solubilização parcial da hemicelulose e com menor frequência na redução da celulose. Tal fato está relacionado ao maior conteúdo deste componente em

plantas com idade avançada, possibilitando uma maior ocorrência de reações químicas entre o aditivo e as ligações do tipo éster da parede celular que ligam as moléculas de hemicelulose.

Os teores de celulose quando submetidos a ação da amônia apresentam expansão de suas estruturas e conseqüentemente promovem o rompimento das ligações intermoleculares como as pontes de hidrogênio, as quais mantêm as ligações da celulose unidas com outra molécula de celulose ou outro componente da parede celular (KLOPFENSTEIN et al., 1978).

No que diz respeito ao conteúdo de lignina, existem algumas controvérsias mesmo que menos recentes, onde Klopfenstein et al. (1978) relataram em sua revisão, que geralmente essa variável não apresenta redução sob tratamento químico. Sendo assim o aumento do grau de digestão é provavelmente devido à ruptura das ligações existentes entre lignina e hemicelulose ou celulose sem saída efetiva de lignina.

Reduzindo ou, em menor escala, inalterando a composição química do volumoso tratado a combinação desses efeitos redutivos resultam em forragem mais flexível, com menor resistência ao cisalhamento, o que pode explicar o aumento do consumo de MS de animais alimentados com esse tipo de volumoso como é possível observar em estudo realizado por Roth (2008).

Além desses fatos, o aumento da taxa de hidratação da fibra, pelo processo de amonização, permite uma melhor colonização das bactérias ruminais fato esse que também pode explicar o aumento do consumo e da digestibilidade da forragem tratada.

Por se tratar de uma estrutura bastante complexa, a parede celular funciona como um indicativo de digestibilidade, onde a formação de grandes associações entre lignina-hemicelulose e/ou lignina-celulose reduzirão significativamente a capacidade de aproveitamento da forrageira (VAN SOEST, 1994).

Gobbi et al. (2005) trabalhando com feno de *Brachiaria decumbens*, elevando o teor de umidade do volumoso a 30%, concluiu que a amonização com ureia reduziu o teor de FDN e fibra em detergente ácido (FDA), mas unicamente pela redução da celulose, onde os demais componentes da parede celular não apresentaram alterações sob as doses de amônia.

Bertipaglia et al. (2005) realizaram experimento com feno de *Brachiaria brizantha* testando fontes de urease e diferentes umidades, onde os teores de FDN foram reduzidos com as doses de ureia com 30% de umidade, independente da presença de urease. Contudo os valores de FDA e celulose não foram afetados por nenhum tratamento.

Resultados semelhantes foram encontrados no experimento realizado por Reis et al. (2001) onde os tratamentos não apresentaram efeito sobre os constituintes da FDA, mas reduziram os teores de hemicelulose.

Os valores da FDN, em estudo realizado por Roth (2008) foram reduzidos também em feno de *Brachiaria brizantha* com a utilização de amônia anidra, contudo o teor de umidade não influenciou nesses valores. Já no tratamento realizado com ureia os teores da FDN só apresentaram diferença com o nível de umidade a 30%. Sugerindo que o teor de umidade original do feno, bem como os valores mais baixos de umidade, não foram suficientes para uma adequada reação da ureia. Em relação aos teores da FDA, não foi observada diferença em nenhum dos tratamentos, sugerindo que os efeitos da amonização atuaram somente na solubilização da hemicelulose, independente da fonte, dose e teor de umidade do volumoso.

Resultados contrários foram observados em experimento realizado por Alfaya et al. (2002) onde a amonização com 4% de ureia na MS do feno de capim-Annoni não alterou os teores de FDN, hemicelulose e lignina, mas mostrou efeito sobre os teores de celulose.

Redução para os teores de FDN, FDA e hemicelulose foram encontrados em estudo com amonização por ureia, em feno de capim Tanzânia colhido aos 70 dias de crescimento, realizado por Zanine et al. (2007).

Resultados distintos como estes sugerem que o tipo de forragem, bem como a fonte utilizada e o teor de água do capim exercem influência nas respostas da amonização sobre os componentes da parede celular.

2.6 Efeito sobre os Compostos Nitrogenados

De maneira geral, segundo alguns autores (SNIFFEN et al. 1992; BUETTNER, 1982), volumosos tratados quimicamente por fontes de amônia, apresentam retenção do N sob algumas formas como o N solúvel em água, N amoniacal (N-NH₃), o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). Em virtude disso é que estudos como o de Reis et al. (2001) relataram que a forma como o nitrogênio foi incorporado ao volumoso tratado é de suma importância para sua utilização.

Os incrementos de PB relacionados à amonização são consistentes, mostrando resultados semelhantes na maioria dos trabalhos revisados. Esses aumentos são observados na faixa entre 5 a 8%, segundo experimentos realizados somente na última década (REIS et al., 2002).

É consistente o volume de resultados que relatam aumentos nos teores de PB dos volumosos tratados quimicamente, com pouca influência dos teores de umidade, doses ou períodos. Entretanto esses valores são mais visíveis em palhadas, bagaços ou capins colhidos em estágio vegetativo avançado. Considerando o conteúdo de N da ureia que é de 45%, pode-se concluir que a aplicação deste composto resulta em incrementos dos teores de NNP da forragem.

Houve incremento significativo nos teores de PB em estudos com amônia anidra e ureia em feno de Marandu (*Brachiaria brizantha*), com ureia e amônia anidra em fenos de *Brachiaria decumbens* e de jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness **Stapf**), com ureia em feno de Tifton-85 em trabalhos realizados por Roth (2008), Reis et al. (2001) e Tonucci (2006), respectivamente.

Em trabalho de pesquisa realizado por Lines et al. (1996) com alfafa amonizada por 7, 14 e 21 dias, os teores de PB foram incrementados significativamente com a aplicação de 2% de amônia anidra na MS em todos os períodos.

Estudando 3 fontes de amônia através de 3 dosagens (1, 2 e 4% de NH₃ na MS) Gesualdi et al. (2001) relataram que houve aumento da PB do bagaço de cana-de-açúcar tratado tanto com ureia quanto com amônia anidra e sulfato de amônio, sugerindo uma grande consistência nesses aumentos.

Zanine et al. (2007) em estudo com amonização em feno de capim-Tanzânia, utilizando 3 doses de ureia (1, 2 e 3% na MS) observaram incrementos nos teores de PB em torno de 4% com a maior dose aplicada de ureia quando comparado com o feno não tratado.

Enquanto que Oliveira et al. (2007), amonizando *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum*, observaram incrementos da PB em torno de 6, 5 e 4%, respectivamente, quando comparado com o material controle, utilizando 5% de ureia na MS.

Os valores expressos em NIDN e NIDA representam a quantidade de N ligado à parede celular. Os compostos nitrogenados presentes na parede celular por estarem ligados a celulose, hemicelulose ou lignina são de extrema importância, ao passo que estes compostos estão diretamente relacionados com a degradabilidade do material oferecido aos animais.

Segundo Krishnamoorthy et al. (1982) o N contido em NIDN possui degradabilidade lenta por estar associado a parede celular, enquanto que o N contido em NIDA é considerado indisponível para o animal por apresentar estruturas altamente resistentes às bactérias do rúmem.

A recuperação do N que foi adicionado, pela aplicação de uma fonte de amônia, estará em função da quantidade desses compostos e do conteúdo de umidade, sendo que a medida que se eleva a quantidade aplicada menor será sua recuperação (SNIFFEN et al., 1992).

De acordo com os resultados observados sobre as variáveis de NIDN e NIDA, inúmeras respostas a amonização são relatadas, porém a redução desses compostos em relação ao N total é mais observada. Contudo, segundo Lines et al. (1996) os teores de NIDN e NIDA em relação a MS tendem a serem incrementados pela amonização, havendo retenção de nitrogênio quando ocorrem as reações na parede celular. Ressaltam ainda que reduções significativas no conteúdo de FDN devem ser interpretadas com cuidado em virtude de um conseqüente aumento nos teores de NIDN.

Resultados com elevações das variáveis NIDN e NIDA, como observado por Roth (2008) amonizando feno de Marandu (*Brachiaria brizantha*), mostrou efeito em quase todos os tratamentos testados. Por terem observado aumentos nessas variáveis, sugere-se que a justificativa para tal fato tenha sido pela reação de amoniólise ou hidrólise alcalina, onde a amônia ou o hidróxido de amônio, que tenha reagido com a parede celular, inevitavelmente deixou retido N no complexo estrutural da planta.

Entretanto, estudo como o de Fernandes et al. (2002), amonizando feno de *Brachiaria decumbens*, observa-se que nem 3% de amônia anidra, nem 5% de ureia na MS, foram suficientes para promover efeitos nas variáveis NIDN e NIDA.

Alguns trabalhos podem apresentar reduções dessas variáveis como nos resultados de Gobbi et al. (2005) porém a redução observada nesses conteúdos de NIDN e NIDA são em relação ao nitrogênio total (NT) da forragem. Isso indica que o aumento da PB foi maior que o aumento de N retido nas frações de NIDN e NIDA.

De maneira geral, segundo revisão de Reis et al. (2002) trabalhos de pesquisa tem mostrado que pelo menos 50% do nitrogênio aplicado no processo de amonização é efetivamente fornecido aos animais. Contudo algumas horas de aeração, antes do fornecimento aos animais, são necessárias para que ocorra a volatilização da amônia que não reagiu com a fibra, reduzindo a rejeição do material em função do odor.

2.7 Efeito sobre formação de fungos

Rosa et al. (1998) relataram em sua revisão que chuvas ocorridas durante o processo de fenação, limita a produção de fenos, decrescendo sua qualidade. O enfardamento do volumoso com umidade acima de 20%, embora reduza o tempo de cura após o corte, aumenta as perdas no armazenamento, pois cria condições de desenvolvimento fúngico, apontado por Kaspersson et al. (1984) como principal causa de deterioração de fenos armazenados em condições de alta umidade.

O feno contém diversificada população de microorganismos, onde o contato deste com o solo e a contaminação pelos equipamentos mecânicos aumentam o desenvolvimento desses agentes patógenos. Produtos químicos podem ser utilizados para reduzir o crescimento desses microorganismos e conseqüentemente diminuir a perda de qualidade do volumoso (KASPERSSON et al., 1984).

Dentre as principais substâncias químicas utilizadas para preservação de fenos, ureia e amônia anidra são os principais insumos utilizados para tal prática, segundo trabalhos pesquisados (NASCIMENTO, 1994; ROSA et al., 1998; FREITAS, 2002; ALMEIDA et al., 2006; ZANINE et al., 2007).

Almeida et al. (2006) relataram em experimento com amonização de feno de grama-batatais (*Paspalum notatum*), cortado em 3 estádios de crescimento, que níveis a partir de 2% de ureia na MS foram suficientes para inibir o crescimento de fungos e leveduras. Ressaltando que o nível de 2,5% na MS, foi 25% mais eficiente no controle do crescimento dos fungos.

Demais trabalhos como de Zanine et al. (2007) amonizando com ureia feno de capim Tanzânia observaram que as doses de ureia reduziram significativamente o desenvolvimento de mofo e leveduras a medida que as doses do aditivo foram elevadas. A maior dose que corresponde a 3% de ureia na MS promoveu a maior redução de microorganismos, sugerindo que a quantidade de amônia liberada foi suficiente para exercer ação fungicida e bactericida.

Freitas et al. (2002) amonizando com amônia anidra feno de alfafa, também observaram resultados bastante satisfatórios para preservação de feno. Contudo os tratamentos utilizando ureia foram pouco eficientes na redução dos microorganismos patógenos do feno.

Efeitos da adição de ureia sobre o desenvolvimento de fungos em feno de capim-Festuca não foram observados em experimento realizado por Henning et al. (1990) sugerindo que houve pouco desdobramento de ureia em amônia ou ainda que o teor de umidade baixo não favoreceu a reação de ureólise. Apesar de não demonstrar tal efeito, houve aumento significativo na digestibilidade *in vitro* do volumoso amonizado quando comparado com o não tratado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, situado a uma latitude de 22° 45'S, longitude 43° 41'W, com uma altitude de 33 metros.

De acordo com a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo AW, com duas estações distintas, compreendendo uma época de seca que se estende de abril a setembro e outra época quente e chuvosa, que se estende de outubro a março.

O período experimental foi de 3 de maio a 8 de agosto de 2008. Utilizou-se feno de capim-Coast-cross, adquirido no comércio local.

Os tratamentos utilizados foram definidos pelas doses e períodos de amonização, totalizando 27 tratamentos como se descreve a seguir:

- 1 – feno não tratado (3 repetições);
- 2 – feno tratado com 0,5% de ureia, na MS, durante 28 dias (3 repetições);
- 3 – feno tratado com 1,0% de ureia, na MS, durante 28 dias (3 repetições);
- 4 – feno tratado com 1,5% de ureia, na MS, durante 28 dias (3 repetições);
- 5 – feno tratado com 2,0% de ureia, na MS, durante 28 dias (3 repetições);
- 6 – feno tratado com 0,5% de ureia, na MS, durante 35 dias (3 repetições);
- 7 – feno tratado com 1,0% de ureia, na MS, durante 35 dias (3 repetições);
- 8 – feno tratado com 1,5% de ureia, na MS, durante 35 dias (3 repetições);
- 9 – feno tratado com 2,0% de ureia, na MS, durante 35 dias (3 repetições);

No início da fase experimental o feno de capim-Coast-cross foi acondicionado em sacos plásticos transparentes e tratado com as respectivas doses de ureia. A amonização foi realizada através da aplicação de ureia, seguindo a metodologia proposta por Reis e Rodrigues (1993). Foi utilizada ureia pecuária (45% N), diluída na proporção de quatro partes de água para cada parte de ureia (4:1).

A aplicação da ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) foi realizada por meio de regadores com o feno já dentro dos sacos, priorizando a distribuição homogênea, de modo a garantir que todo o material tivesse contato com a solução. Imediatamente após cada aplicação e depois da retirada parcial do ar, os sacos foram lacrados.

Ao término de cada período de amonização (28 e 35 dias) os sacos foram abertos e posteriormente submetidos a aeração por cerca de 4 horas para que a amônia que não tivesse reagido com o feno fosse eliminada. Após esse período, procedeu-se a coleta das amostras para início das análises. As amostras foram homogeneizadas e levadas para secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após determinação da matéria seca parcial as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1 mm.

As amostras coletadas foram submetidas a análises bromatológicas e microbiológicas. Foram realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) como descrita por Silva e Queiroz (2009). Os valores de NIDN e NIDA foram multiplicados por 6,25 para apresentação dos valores em proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) em relação à proteína total.

As análises microbiológicas foram realizadas para estimar a ocorrência de fungos no feno, destacando os principais grupos de colônias desenvolvidas através das unidades formadoras de colônias (ufc), segundo protocolo descrito por Hocking e Pitt (1980) e Pitt e

Hocking (1997). A contagem das ufc foi determinada pelo método de disseminação em superfície, homogeneizando 10g de amostra em 90 ml de água peptonada a 0,1% durante 30 minutos em agitação. Diluições seriadas 1:10 da solução anterior foram preparadas e as diluições 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} plaqueadas, em alíquotas de 0,1 ml (por triplicata) sobre Agar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC) utilizado como meio de contagem geral. As placas de DRBC, foram incubadas a 25°C por 7 dias; placas contendo entre 10-100 colônias se utilizaram para a contagem, expressos em ug^{-1} de matéria vegetal (Dalcerro et al., 1997).

A composição químico-bromatológica e microbiológica do feno de coast-cross utilizado no experimento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica e microbiológica do feno de coast-cross

| Variável | Quantidade |
|--|------------|
| Matéria Seca (%MV) | 86,05 |
| Proteína Bruta (%MS) | 9,92 |
| Proteína Insolúvel em Detergente Neutro (% PB) | 50,7 |
| Proteína Insolúvel em Detergente Ácido (% PB) | 16,7 |
| Fibra de Detergente Neutro (%MS) | 74,9 |
| Hemicelulose (%MS) | 33,7 |
| Celulose (%MS) | 30,9 |
| UFC/g | 8.300 |

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas subdivididas, com cinco doses de ureia (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) com base na matéria seca (MS) e dois períodos de amonização (28 e 35 dias) com 3 repetições.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, onde utilizou-se análise de regressão para os níveis de ureia e teste de Tukey para os períodos de amonização a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa estatístico SAEG (UFV, 1995).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento da abertura dos sacos plásticos com o material amonizado, o feno não apresentou diferença na coloração como visualizado por Reis et al. (2001) em experimento com gramíneas amonizadas com ureia e amônia anidra. Alguns trabalhos também evidenciam a alteração na coloração do material amonizado como um indicativo de reação entre a fração fibrosa e a amônia (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984).

4.1 Avaliação Bromatológica

Os percentuais médios de proteína bruta (PB) e matéria seca (MS) do feno de capim coast-cross tratado com diferentes níveis de ureia e tempos de amonização (28 e 35 dias) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) do feno de coast-cross amonizado com níveis de ureia durante 28 e 35 dias

| Doses (%MS) | 28 dias | | 35 dias | |
|-------------|---------|-------|---------|-------|
| | %MS | %PB | %MS | %PB |
| 0 | 86,05 | 9,92 | 84,43 | 9,92 |
| 0,5 | 86,44 | 11,88 | 85,38 | 11,65 |
| 1,0 | 84,43 | 12,05 | 86,16 | 13,01 |
| 1,5 | 83,87 | 13,60 | 82,69 | 16,65 |
| 2,0 | 80,16 | 15,69 | 83,26 | 16,63 |

Não houve interação dos níveis de ureia e períodos de amonização para o teor de MS. Embora os resultados não tenham mostrado diferença significativa na redução da MS, a tendência de redução observada evidencia que em materiais amonizados é possível que ocorram diminuições desta variável devido ao elevado poder higroscópico da ureia, fazendo com que o material absorva umidade do ambiente (CÂNDIDO et al., 1999).

Entretanto, Pereira et al. (1992) em experimento com amonização, utilizando ureia e amônia anidra, também não observaram alterações na MS em nenhum dos tratamentos aplicados em palhada de milho.

Zanine et al. (2007) observaram respostas distintas em experimento com feno de capim-Tanzânia amonizado com ureia, em que os valores de MS decresceram significativamente a medida que as doses de ureia foram elevadas.

Os teores de PB foram influenciados ($P < 0,05$) pelos níveis de ureia apresentando um comportamento linear positivo (Figura 4). Os aumentos observados da menor para a maior dose foram de 58% e de 67% para os períodos de 28 e 35 dias, respectivamente. Dessa forma, o maior período de amonização tanto na maior dose quanto na média resultou em maior teor de PB.

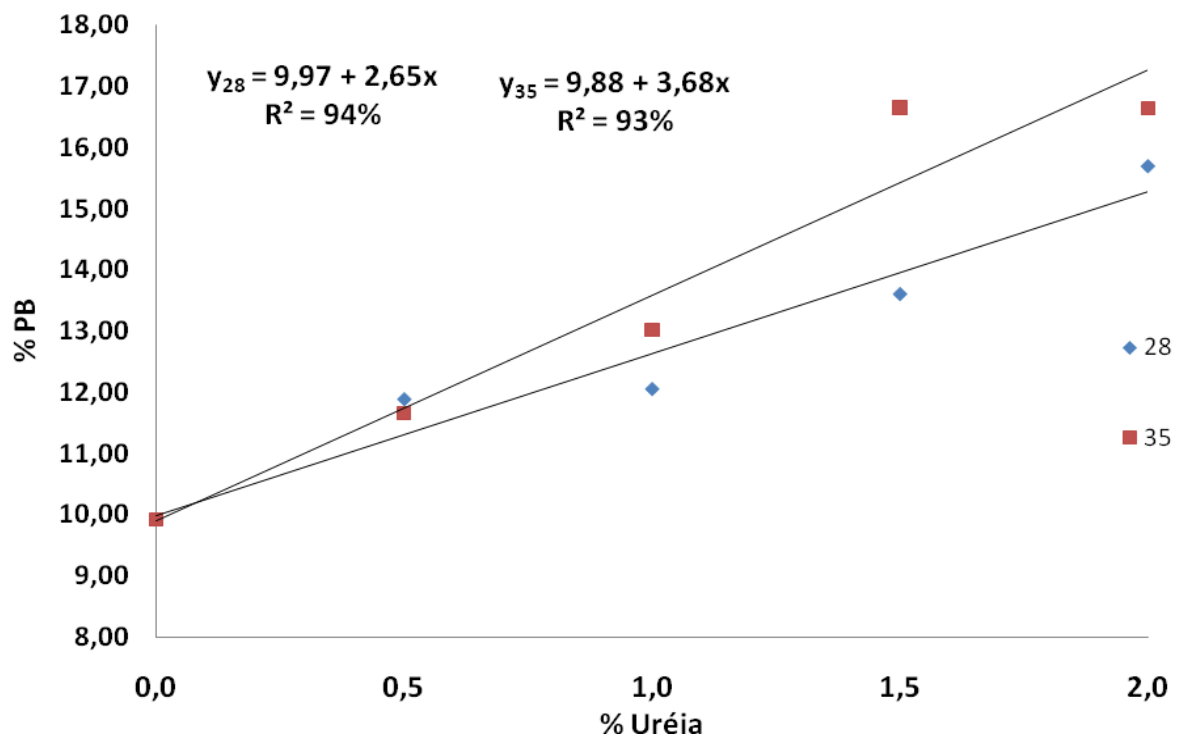


Figura 4. Teores médios de proteína bruta (%MS) do feno de coast-cross tratado com ureia e amonizado durante 28 e 35 dias, equações de regressão e coeficientes de determinação

Os aumentos observados nesta variável sugerem que tenha ocorrido esse comportamento em função das doses crescentes de nitrogênio não-protéico (NNP) que foram aplicadas através da ureia, considerando que este composto possui 45% de N.

Observa-se através das equações que o maior nível de ureia promoveu um aumento de seis e sete pontos percentuais, quando comparado ao feno não tratado, nos períodos de 28 e 35 dias, respectivamente.

Os resultados obtidos referentes aos compostos protéicos têm sido muito semelhantes em experimentos com amonização, sendo observados significativos aumentos.

Incrementos de PB oriundos da aplicação de diferentes fontes de amônia foram observados em experimentos realizados por Reis et al. (2001), Pires et al. (2006), e Tonucci (2006), utilizando ureia e amônia anidra em fenos de *Brachiaria decumbens* e de jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Ness **Stapf**), amônia anidra e ureia em feno de *Brachiaria brizantha*, e com ureia em feno de Tifton-85, respectivamente. Os aumentos observados foram acima de 5% quando comparados com os materiais controle. Semelhante aos resultados do presente experimento.

Entretanto, Roth (2008) avaliando os efeitos da amonização com amônia anidra e ureia em feno de *Brachiaria brizantha* com diferentes umidades, relata que as doses mais baixas de ureia (3% na MS) não diferiram significativamente nos teores de PB quando comparado ao feno controle, justificando tal fato pela baixa umidade do feno. Porém as doses de 5% de ureia e 3% de amônia anidra na MS foram suficientes para elevar o conteúdo de PB independente da umidade. Contudo, o aumento do teor de PB do feno tratado com amônia anidra foi quase o dobro quando comparado com o feno amonizado com ureia. Vale ressaltar também, que o maior valor de PB observado foi no feno amonizado com 5% de ureia com umidade de 30%, mesmo que não tenha diferido significativamente dos fenos tratados com amônia anidra.

Experimento semelhante ao presente estudo foi realizado por Lines et al. (1996) utilizando amônia anidra durante 3 períodos de amonização em feno de alfafa. O aumento da PB, embora não tenha sido significativo entre os períodos, mostrou elevação de 27% quando comparado o material controle com a maior dose. A elevação dos teores de PB do presente estudo quando comparado ao de Lines et al. (1996) foi praticamente o dobro, contudo utilizou-se ureia como fonte de amônia e um período maior de amonização.

Tonucci (2006) também utilizando ureia e diferentes períodos de amonização, observou que o maior teor de PB observado foi com a maior dose de amônia durante o maior período de amonização que foi de 90 dias. Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo onde observou-se um maior teor de PB com o maior período de amonização.

Gesualdi et al. (2001) realizou experimento de amonização com amônia anidra, ureia e sulfato de amônio em bagaço e ponta de cana-de-açúcar durante 5 períodos de tratamento. Os resultados mostraram que todas as fontes utilizadas promoveram incrementos significativos nos teores de PB, ainda que não tenha sido observada diferença entre as fontes utilizadas e os períodos de tratamento.

Aumentos nos teores de PB também foram encontrados em trabalhos realizados por Pereira et al. (1993) com feno de *Brachiaria brizantha*, Zanine et al. (2007) com feno de capim-Tanzânia e Pereira et al. (1992) com palha de milho, utilizando diferentes fontes de amônia.

Souza et al. (2001) relataram que a magnitude de aumento no teor dessa fração pode sofrer grande variação, atribuída, entretanto, às diferentes condições de tratamento, como doses de amônia aplicadas, temperatura ambiente, teor de umidade, período de amonização e qualidade do material tratado. Apresentando maiores efeitos em forragens de baixa qualidade.

É importante ressaltar que o teor de 9,92% de PB obtido no feno controle, quando convertido para nitrogênio total (NT), apresenta resultados em torno de 1,5%, não sendo suficiente para suprir os requerimentos de ganhos mínimos dos ruminantes em produção (VAN SOEST, 1994).

Portanto a amonização de feno com ureia e o consequente aumento no teor de NT poderão contribuir para suprir parcialmente a necessidade de N para uma adequada síntese microbiana no rúmem, como relatam Kellaway e Leibholz (1983).

Os teores percentuais médios da PIDN e da PIDA do feno de coast-cross tratado com diferentes níveis de ureia e períodos de amonização (28 e 35 dias) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Efeito de doses de ureia sobre os teores médios de PIDN e PIDA do feno de coast-cross amonizado por 28 e 35 dias

| Níveis (%MS) | 28 dias | | 35 dias | |
|-----------------|---------|-------|---------|-------|
| | %PIDN | %PIDA | %PIDN | %PIDA |
| 0 | 50,71 | 16,67 | 50,71 | 16,67 |
| 0,5 | 44,50 | 15,47 | 45,66 | 13,99 |
| 1,0 | 35,87 | 13,06 | 36,56 | 11,73 |
| 1,5 | 34,24 | 11,10 | 29,88 | 10,84 |
| 2,0 | 31,48 | 9,64 | 28,47 | 10,03 |

Houve efeito da interação dos níveis de ureia e períodos de amonização para os teores da PIDN e PIDA. As reduções observadas para estas variáveis em função dos níveis de ureia foram semelhantes.

A redução em decorrência da amonização pode ser explicada em parte pela solubilização parcial da hemicelulose, liberando a proteína presente no complexo celulose,

hemicelulose e lignina e pelo fato de PIDN e PIDA serem expressos como base da PB sem adição de ureia.

Foi possível observar que a redução média da PIDN foi maior quando o período de amonização foi maior, sugerindo que entre 28 e 35 dias ocorram importantes reações que influenciam nessas variáveis.

Nas Figuras 5 e 6 pode-se observar que o comportamento linear tanto para PIDN quanto para PIDA, apresentou redução nos teores em função das doses crescentes de ureia e dos períodos de amonização.

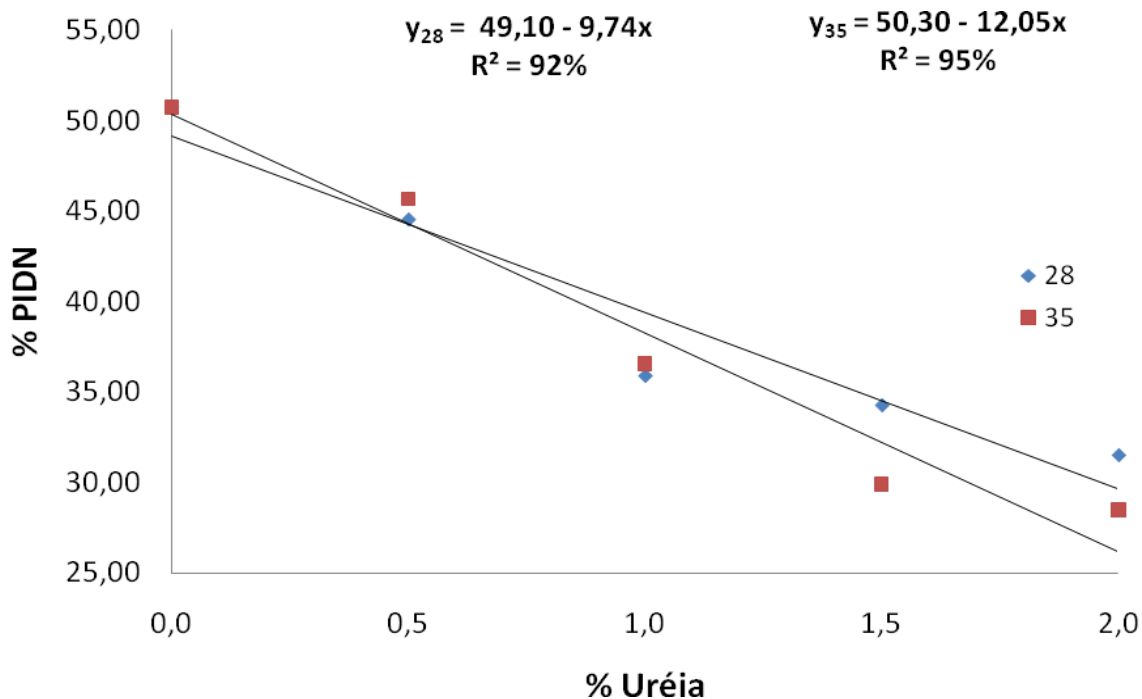


FIGURA 5. Proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) do feno de coast-cross tratado com ureia e amonizado durante 28 e 35 dias, equações de regressão e coeficientes de determinação

É possível observar que os valores referentes ao período de 35 dias de amonização, a partir da dose de 1% de ureia na MS, apresentaram menores valores de PIDN quando comparado ao período de 28 dias. Sugerindo que haja uma potencialização do efeito da ureia quando o período de amonização for maior.

O percentual de redução da PIDN, quando comparada a maior dose de ureia com o feno não tratado, foi de 38 e 44% para os períodos de 28 e 35 dias, respectivamente.

Em experimento, utilizando ureia para amonização de feno de *Brachiaria decumbens*, realizado por Gobbi et al. (2005) os níveis de NIDN e NIDA foram reduzidos em 72 e 88%, respectivamente. Essa redução linear foi obtida com as maiores doses de ureia, concluindo que 10% de ureia na MS, proporcionou as maiores reduções de N na parede celular.

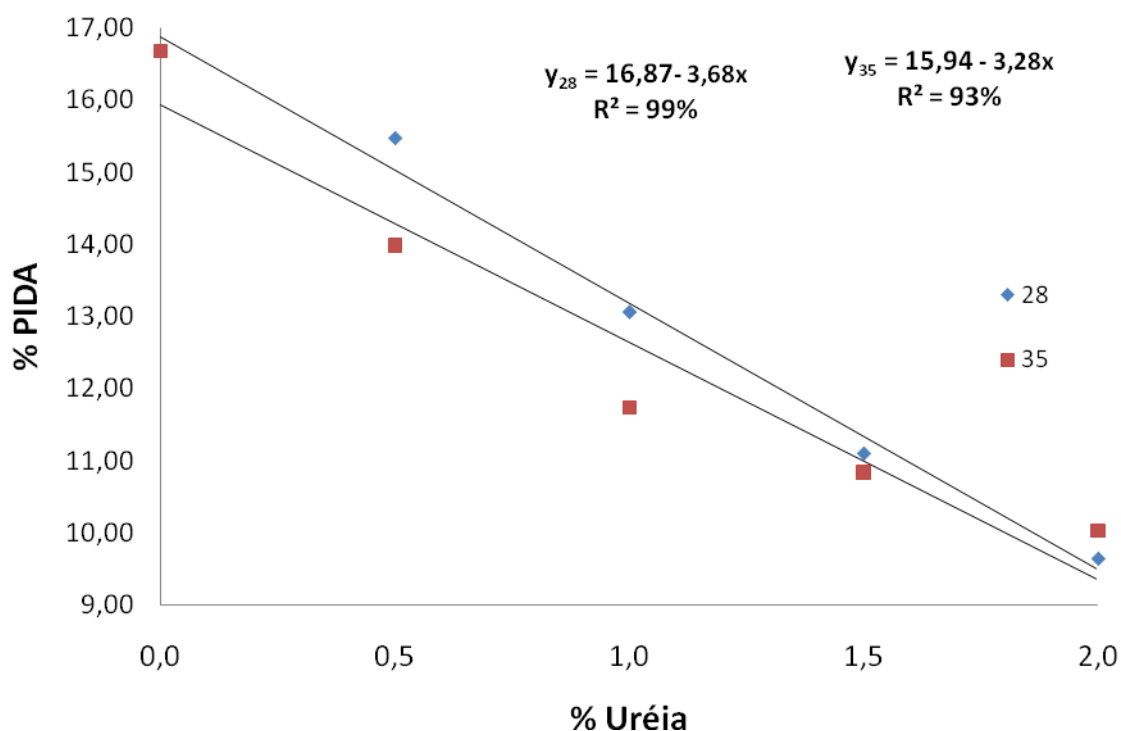


FIGURA 6. Proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) do feno de coast-cross tratado com ureia e amonizado durante 28 e 35 dias, equações de regressão e coeficientes de determinação

A redução observada nos teores de PIDA sugere que o NNP adicionado possibilitou uma elevação do N disponível no material amonizado. Esse fato pode ser admitido seguindo a afirmação relatada por Krishnamoorthy et al. (1982) de que o N presente na fração C, correspondente aos teores de PIDA, são indisponíveis para o animal por apresentarem estruturas altamente resistentes às bactérias do rúmem.

Reis et al. (2001) avaliando respostas dos compostos nitrogenados em fenos de braquiária e jaraguá, com uso de ureia e amônia anidra como tratamento químico, bem como utilizando tratamento biológico, relataram que em todos os volumosos submetidos ao processo de amonização, seja químico e/ou biológico, os teores de nitrogênio na parede celular em relação ao nitrogênio total decresceram linearmente. Mostrando uma redução mais expressiva quando comparada ao presente experimento.

Bertipaglia et al. (2005) também observou que os fenos de *Brachiaria brizantha* amonizados somente com ureia ou combinado com outras 3 fontes de urease, apresentaram valores de PIDN e PIDA menores que o feno não tratado.

Tonucci (2006) também relatou em seu experimento com feno de Tifton-85 amonizado com doses crescentes de ureia em 3 períodos de tratamento, que os teores de PIDN e PIDA apresentaram reduções em resposta a presença da amônia e ao período amonizado.

Por outro lado, Roth (2008) amonizando feno de *Brachiaria brizantha* com diferentes doses de amônia anidra e ureia, não observaram diferença significativa nos teores de NIDA do feno tratado com ureia a 5% na MS e com 25% de umidade quando comparado ao feno não tratado.

Avaliando a qualidade do feno de *Brachiaria decumbens*, submetido aos tratamentos com amônia anidra (3% na MS) e ureia (5% na MS), Fernandes et al. (2002) não observaram diferença significativa quanto aos teores de NIDN.

Carvalho et al. (2006) também corroboram com os dados do presente estudo, tendo observado reduções significativas nos teores de NIDN e NIDA do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de ureia.

Lines et al. (1996) não observou efeito da amonização para os teores de PIDA em feno de Alfafa tratado com amônia anidra. Registrando valores muito baixos para esta variável com cerca de 7% da proteína total do feno não tratado.

Rosa et al. (1998) observou em seus resultados que o efeito de redução gerado nos teores de NIDN e NIDA, do feno de braquiária decumbens, foram mais acentuados quando utilizou-se ureia para o processo de amonização, apresentando menores valores desta variável com a maior dose aplicada. Outro fato observado neste mesmo experimento foi que o aumento da dose da amônia anidra de 2 para 3% na MS, mesmo que sem diferença significativa, elevaram os valores de NIDN e NIDA de 12,7 para 16,8% e de 4,9 para 5,6%, respectivamente.

Inalterações foram observadas para estas variáveis por Fernandes et al. (2002) amonizando feno de *Brachiaria decumbens*. A amonização realizada com duas fontes de amônia mostrou que nem 3% amônia anidra, nem 5% de ureia na MS, foram suficientes para promover alterações no volumoso tratado.

De acordo com Krishnamoorthy et al. (1982), uma vez que o conteúdo de NIDN possui degrabilidade lenta e o contido em NIDA é indisponível para o animal, torna-se importante salientar que a redução, principalmente do nitrogênio insolúvel em solução ácida, é de suma importância para a melhoria da qualidade nutricional dos volumosos.

O decréscimo nos teores de PIDN e PIDA verificado é decorrente do processo de amonização e evidencia que a adição do NNP, em forma de ureia, possibilitou elevação da quantidade de N disponível para síntese de proteína microbiana.

Sabendo que nitrogênio presente na fibra está complexado por ligações muito fortes e que pouquíssimas quantidades são aproveitadas ou degradadas pelos microrganismos do rúmen, essa redução pode ser caracterizada como um indicativo de melhor qualidade e de maior disponibilidade de nitrogênio para a flora microbiana.

Os teores de FDN e HEM (Tabela 5) do feno de coast-cross não apresentaram efeito sob os níveis crescentes de ureia, bem como, para o período e para interação período x níveis.

Entretanto foi observado redução para os teores de CEL (Tabela 5), que apresentaram redução com a adição dos níveis de aditivo, para os diferentes períodos de amonização.

Tabela 5. Valores médios de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Hemicelulose (HEM), Celulose (CEL) do feno de coast-cross tratado com doses crescentes de uréia e diferentes períodos de amonização

| Níveis (%MS) | 28 dias | | | 35 dias | | |
|-----------------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | %FDN | %HEM | %CEL | %FDN | %HEM | %CEL |
| 0 | 74,92 | 33,68 | 30,90 | 74,92 | 33,68 | 30,90 |
| 0,5 | 72,85 | 32,34 | 31,42 | 69,57 | 31,33 | 29,46 |
| 1,0 | 70,05 | 32,63 | 27,85 | 68,91 | 31,32 | 28,80 |
| 1,5 | 68,94 | 31,24 | 29,58 | 68,47 | 30,97 | 29,37 |
| 2,0 | 67,88 | 34,10 | 27,63 | 66,92 | 32,57 | 25,86 |

Para os teores de FDN e HEM, observou-se uma baixa solubilidade em relação à adição de ureia, principalmente, com 28 dias de amonização.

Os teores de FDN, embora não tenham mostrado diferença significativa do feno não tratado comparado ao material amonizado, apresentaram uma tendência de redução, onde a maior dose de ureia promoveu uma diminuição média de 10% nos dois períodos de amonização.

Contudo, Gobbi et al. (2005) em estudo com feno de *Brachiaria decumbens*, observaram decréscimo linear da HEM e FDN como resposta a adição de níveis progressivos de ureia.

Em estudos com amonização de feno de brachiária e palha de milho, Reis et al. (2001) e Pereira et al. (1990), respectivamente, também observaram redução dos teores de FDN.

Fernandes et al. (2002) e Tonucci (2006), também observaram diminuição da FDN com amonização em feno de *Brachiaria decumbens* e Tifton-85, respectivamente.

Os valores do presente estudo de inalterabilidade da HEM dos fenos tratados não eram esperados, uma vez que o processo de amonização deveria promover a diminuição desses componentes da parede celular através do rompimento das ligações entre esses componentes (BUETTNER et al., 1982).

Alfaya et al. (2002) também não observaram diferença significativa para os teores de FDN e HEM em estudo com capim-Annoni amonizado com 4% de ureia na MS.

Contudo, sugerindo relato de Lines et al. (1996) de que a quantidade de amônia necessária para melhorar o valor nutritivo de forragens de baixa qualidade se torna de fato eficiente a partir de doses de 3% na MS. Sendo o valor máximo de 2% na MS, utilizado no presente estudo, insuficiente para gerar melhorias no valor nutritivo do feno de coast-cross.

Rocha et al. (2002) em experimento com capim-elefante mostrou que efeitos benéficos em volumosos amonizados com ureia são observados a partir de 4% na MS, corroborando com a justificativa para a inalterabilidade observada.

Tonucci (2006) observou em estudo com Tifton-85 que os teores mais baixos de umidade não proporcionaram os melhores benefícios na parede celular do volumoso amonizado com ureia. Sugerindo que a umidade do feno do presente estudo tenha sido limitante para adequada reação de ureólise no volumoso.

É possível explicar também tal resposta do conteúdo FDN a aplicação de ureia observando os resultados do experimento de Roth (2008). A autora relatou que os tratamentos realizados com ureia passaram a proporcionar maiores benefícios quando o feno de braquiária apresentava umidade em torno de 30%, ao passo que os tratamentos utilizando amônia anidra mostraram efeito na matéria original do feno. Foi possível observar também nesse mesmo estudo que não houve efeito na FDN quando aplicado 3% de ureia, independente do teor de umidade.

Analisando as respostas obtidas em experimentos com gramíneas tropicais realizados por Reis et al. (2001) e Bertipaglia et al. (2005) é possível sugerir que a atividade ureática dos fenos foi suficiente para o desdobramento da ureia aplicada em virtude da umidade não ser limitante, entre 20 e 30%. Níveis, estes, superiores ao presente estudo, sendo uma possível explicação para o baixo efeito nos compostos da parede celular.

Rosa et al. (2001) testaram cinco doses de ureia e 3 teores de umidade em feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concluíram que a adição de 4% de ureia na MS e umidade de 20% foi a combinação que apresentou melhor resultado em relação a composição original do feno amonizado. Comparando com o presente estudo, tanto a dose máxima de ureia quanto o teor de umidade do feno de coast-cross utilizado foram inferiores.

Torna-se importante considerar também que os volumosos não respondem de maneira uniforme ao processo de amonização, sendo observadas melhores respostas em materiais com baixo VN (REIS et al. 2002). Adicionando a esse fato, alguns fatores como período de tratamento, umidade da forragem, quantidade aplicada de NNP, atividade ureática proveniente da planta, entre outros, influenciam diretamente na eficiência do processo de amonização (Sundstol e Coxworth, 1984) possibilidade esta também descrita por Van Soest (1994).

Os valores referentes à celulose apresentaram redução linear (Figura 7) em resposta à ação da amônia liberada pela ureia.

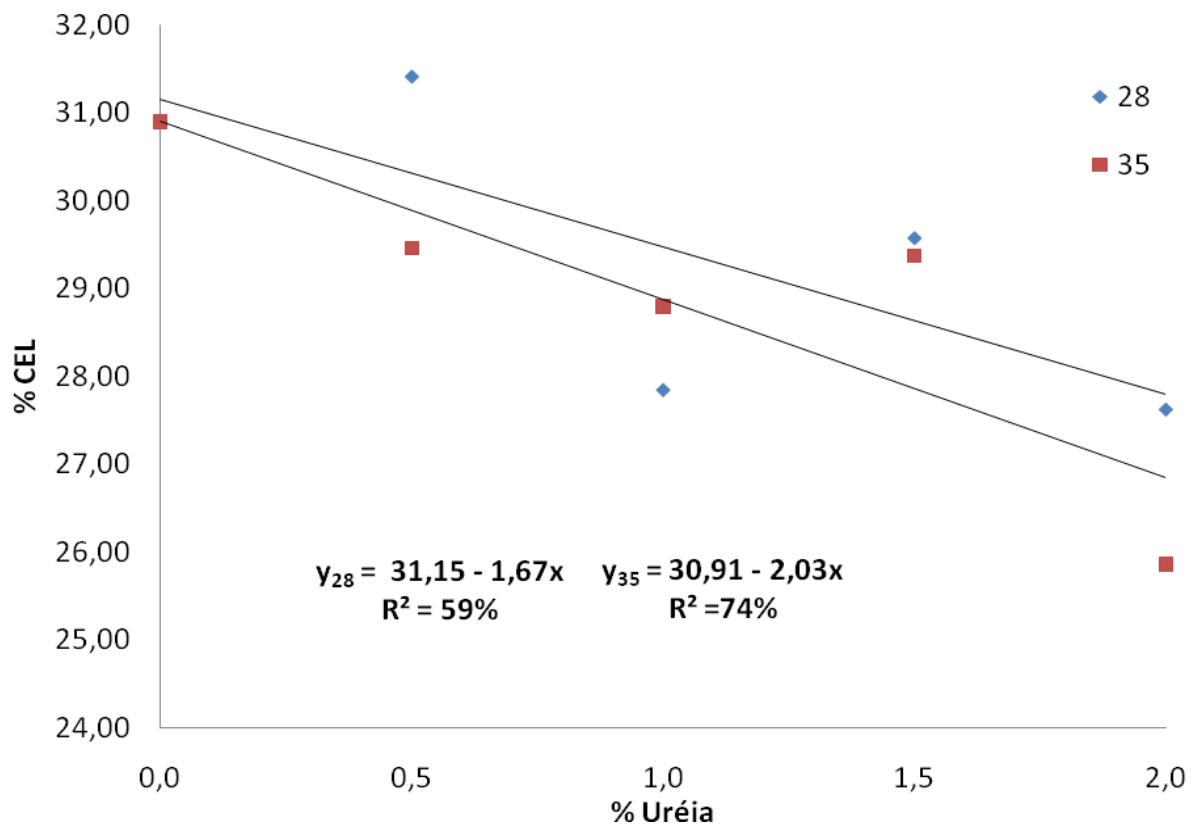


Figura 7 - Percentuais médios de celulose do feno de coast-cross tratado com ureia, equações de regressão e coeficientes de determinação

Embora não tenha mostrado diferença entre períodos, é possível visualizar a maior redução da celulose quando amonizada durante o maior período.

Klopfenstein et al. (1978) em sua revisão, relata que o efeito da ação da amônia sobre as ligações que sustentam a celulose, embora menos freqüente são passíveis de ocorrer. A expansão dessa estrutura causa o rompimento das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, liberando parte das moléculas de celulose, solubilizando-as e/ou tornando-as mais suscetíveis a ação dos microorganismos ruminais.

Experimentos utilizando ureia na amonização de fenos também apresentaram reduções nos teores de celulose como de Tonucci (2006) utilizando Tifton-85, onde as maiores doses promoveram os menores valores deste componente.

Souza et al. (2001), trabalhando com casca de café, também observaram efeito da amonização sobre os teores de celulose, verificando alterações na fração fibrosa deste resíduo, sem, contudo, constatar efeito sobre a sua digestibilidade.

Corroborando com os autores citados e o presente estudo, Gobbi et al. (2005) relataram que os teores de celulose decresceram a medida que os níveis de ureia foram elevados. Contudo, a maior dose de ureia (10% na MS), a qual promoveu uma redução de 10%, foi semelhante ao presente estudo, porém com dose máxima de 2% de ureia na MS.

Alfaya et al. (2002) amonizando capim-Annoni enfardado com 4% de ureia na MS observaram que os fardos não tratados apresentaram teores de celulose mais elevados que os amonizados, corroborando com os valores encontrados no presente estudo.

Entretanto, Reis et al. (2001) observaram que doses de ureia com 5,4% na MS e ureia mais labe-labe (3% na MS) utilizados na amonização de fenos de 3 gramíneas tropicais não foram suficientes para exercer efeito sobre os teores de celulose. Semelhante a estes resultados Bertipaglia et al. (2005) também não observaram efeito do teor de celulose em experimento com feno de *Brachiaria brizantha* testando fontes de urease e diferentes umidades, embora tenha visualizado efeito para os teores de FDN.

4.2 Avaliação Microbiológica

A adição de níveis crescentes de ureia foi eficiente na redução das unidades formadoras de colônias (UFC) independentemente do período de amonização.

Na Tabela 6 é possível observar uma redução progressiva das UFC em função das doses crescentes de ureia nos dois períodos de tratamento.

Tabela 6. Média e desvio padrão de unidades formadoras de colônias (UFC) do feno de capim coast-cross tratado com doses de ureia durante 28 e 35 dias

| Níveis (%MS) | 28 dias | 35 dias |
|-----------------|--|--|
| | UFC/grama | UFC/grama |
| 0 | $880 \times 10^3 \pm 16 \times 10^3$ | $780 \times 10^3 \pm 59 \times 10^3$ |
| 0,5 | $88,0 \times 10^3 \pm 9,3 \times 10^3$ | $31,6 \times 10^3 \pm 5,3 \times 10^3$ |
| 1,0 | $35,9 \times 10^3 \pm 8,3 \times 10^3$ | $8,06 \times 10^3 \pm 1,7 \times 10^3$ |
| 1,5 | $3,47 \times 10^3 \pm 1,7 \times 10^3$ | $1,79 \times 10^3 \pm 0,1 \times 10^3$ |
| 2,0 | $1,60 \times 10^3 \pm 1,7 \times 10^3$ | $0,40 \times 10^3 \pm 1,0 \times 10^3$ |

As doses mais altas de ureia, 1,5 e 2,0% na MS, reduziram as UFC ao limite preconizado como parâmetro de higiene para vegetais, segundo Who (1998).

O feno não tratado apresentou maior quantidade de UFC quando comparado com os fenos que receberam tratamento. Com as maiores doses, foi possível observar uma redução de 96% das UFC no menor período de amonização, enquanto que para o maior período a maior dose promoveu uma redução de 99% das UFC.

Desta forma, como o maior período promoveu reduções superiores quando comparado com o menor período, independente da dose aplicada. Esse comportamento sugere que o maior tempo de amonização (35 dias) promoveu uma preservação mais satisfatória do feno de Coast-cross.

As maiores doses de ureia (1,5 e 2,0% na MS) foram as mais eficientes para redução das UFC tanto para 28 quanto para 35 dias de amonização.

Resultados semelhantes foram encontrados em experimento com amonização de feno de grama-batatais (*Paspalum notatum*), onde Almeida et al.(2006), observaram que 2% de ureia com base na matéria seca, foi suficiente para inibir a formação de colônias de fungos.

Rosa et al. (1998) observaram que os níveis de 1% de amônia anidra, 0,9 e 1,8% de ureia foram eficientes para controlar a ocorrência de fungos em feno de braquiária decumbens.

Thorlacius e Robertson (1984) corroboram com os resultados do presente estudo, pois o tratamento com 2% de amônia anidra em feno de alfafa observaram a eficiência do tratamento químico em prevenir o crescimento de fungos.

Freitas et al. (2002) amonizando feno de alfafa com ureia e amônia anidra observaram resultados um pouco distintos quando comparado com o presente estudo, onde somente o tratamento com amônia anidra mostrou-se eficiente. A ureia, nas doses de 0,9 e 1,8%, na MS, não permitiu uma adequada preservação dos fenos amonizados com alta umidade. Por outro lado a amônia anidra mostrou-se eficiente no controle por reduzir o desenvolvimento de fungos produtores de toxinas, independente do teor de umidade, porém foi ineficaz no controle de outros fungos do gênero *Paecilomyces*. Diferente dos resultados observados no presente estudo, onde embora tenha utilizado tratamentos com umidade semelhante 12 a 16%, a maior dose de ureia aplicada (1,8% na MS) não foi eficiente para preservação do feno.

Sem observar resultados muito satisfatórios, Henning et al. (1990) amonizando com doses de ureia o feno de Festuca não visualizou redução na contagem de bacteriana, embora tenha observado melhoras na digestibilidade *in vitro* do material amonizado.

Entretanto, observa-se que grande parte dos trabalhos de estudo pesquisados sobre a ação de fungos em fenos, há redução desses teores e conseqüentemente uma maior preservação do material tratado.

5 CONCLUSÕES

A adição de ureia no feno de capim coast-cross promoveu elevação dos teores de proteína bruta.

Com amonização do feno de capim coast-cross ocorreu redução dos teores de proteína insolúvel em detergente neutro e proteína insolúvel em detergente ácido.

A adição de até 2% de uréia no feno de capim coast-cross não promoveu alteração nos teores de fibra em detergente neutro e hemicelulose.

O processo de amonização do capim coast-cross com ureia reduziu a ocorrência de unidades formadoras de colônias.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFAYA, H.; SUÑE, L.N.P.; SIQUEIRA, C.M.G.; SILVA, D.J.S.; SILVA, J.B.; PEDERZOLLI, E.M.; LÜEDER, W.E.; Efeito da amonização com ureia sobre os parâmetros de qualidade do feno do capim-Annoni 2 (*Eragrostis plana* Nees). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.842-851, 2002.
- ALMEIDA J.C.C. et al. Ocorrência de fungos no feno de grama-batatais (*Paspalum notatum*) em função da dose de ureia, período de tratamento e do teor de umidade. **Livestock Research for Rural Development**, v.18, n.80, 2006.
- BERGER, L.L.; FAHEY JR., G.C.; BOURQUIM, L.O. Modification of forage quality after harvest. Forage quality, evaluation and utilization. **American Society of Agronomy**, p.922-966, 1994.
- BERTIPAGLIA, L.M.A.; DE LUCA, S.; MELO, G.M.P.; REIS, R.A.; Avaliação de fontes de urease na amonização de fenos de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.
- BROWN, W.F.; ADJEI, M. Urea treatment to improve the nutritional value of tropical forages. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS, Gainesville, **Proceedings...** p.71-77, 1995.
- BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S.; HERTEL, J.M. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) hay. **Journal of Animal Science**, v.54, n.1, p.173-178, 1982.
- CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H. Digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta contendo feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) tratado com ureia. **Journal of Animal Science**, v.29, p.145-150, 2007.
- 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 ureia. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.928-935, 1999.
- CARVALHO, G.G.P. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.1, p.125-132, 2006.
- CARVALHO, G.G.P. et al. Degradabilidade da fração fibrosa do bagaço de Cana-de-açúcar amonizado com ureia. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.213, p.87-90, 2007.
- DALCERO A. M.; MAGNOLI, C.; CHIACCHERA, S.; PALACIOS, G.; REYNOSO, M. Mycoflora and incidence of aflatoxin B₁, zearalenone and deoxynivalenol in poultry feeds in Argentina. **Mycopathologia**, v.137, p.179-184, 1997.
- FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; LUDIC, I.L.; MANZAN, R.J. Qualidade do feno de *Braquiaria decumbens* stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1325-1332, 2002.
- FREITAS, D.; COAN, R.M.; REIS, R.A.; PEREIRA, J.R.A.; PANIZZI, R.C. Avaliação de fontes de amônia para conservação do feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) armazenado com alta umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.866-874, 2002.
- GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, São Carlos, **Anais...** p.83-97, 1992.
- GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa: AMEZ, p.33-60, 1998.

- GESUALDI, A.C.L.S. et al. Efeito da Amonização sobre a Composição, a Retenção de Nitrogênio e a Conservação do Bagaço e da Ponta de Cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.2, p.508-517, 2001.
- GOBBI, K.F. et al. Composição Química e Digestibilidade *in vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.720-725, 2005.
- HENNING, J.C.; DOUGHERTY, C.T. Urea for preservation of moist hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.31, p.193-204, 1990.
- HOCKING, A.N.D.; PITT, J.I. Dichloran-Glycerol media for enumeration xerophilic fungi from low moisture foods. **Microbiology**, v.39, p.488-492, 1980.
- JOY, M.; ALIBÉS, X.; MUÑOZ, F. Chemical treatment of lignocellulosic residues with urea. **Animal Feed Science and Technology**, v.38, n.3-4, p.319-333, 1992.
- KASPERSSON, A., HLODVERSSON, R., PALMEGREN, U. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. **Journal Agriculture Research**, v.14, n.1, p.127-133, 1984.
- KELLAWAY, R. C.; LEIBHOLZ, J. Effects o nitrogen supplements on intake and utilization of low-quality forages. **World Animal Review**, v.48, p.33-7, 1983.
- KLOPFENSTEIN, T. Chemical treatment of crops residues. **Journal of Animal Science**, v.46, p.841-848, 1978.
- KRISHNAMOORTHY, U.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J. Nitrogen fraction in selected feed stuffs. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.2, p.217-225, 1982.
- 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.
- MASON, V.C. et al. Relationships between chemical composition, digestibility *in vitro* and cell wall degradability of wheat straw treated with different amounts of ammonia and at elevated temperature. **Animal Feed Science Technolgy**, v.24, n.3-4, p.293-306, 1989.
- NASCIMENTO J.M. **Efeitos da amonização sobre a ocorrência de fungos e composição química de fenos de *Cynodon dactylon* (L.) Pers.** Jaboticabal: UNESP, 1994. 46 p. (Monografia). - Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- OLIVEIRA, A.C.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, H.C.; Patês, N.M.S.; Foncêca, M.P.; CARVALHO, G.G.P.; NETO, U.M.; OLIVEIRA, U.L.C.; AGUIAR, L.V. OLIVEIRA, A.B. Composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com ureia. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.213, p.15-21, 2007.
- PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; MATOSO, J. Efeito do tratamento da palha de milho com ureia ou amônia anidra, sobre o consumo de matéria seca e digestibilidade aparente dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.262-269, 1990.
- PEREIRA, J.C., QUEIROZ, A.C., COELHO DA SILVA, J.F. Efeito do tratamento da palha de milho com ureia ou amônia anidra sobre o consumo de matéria seca e digestibilidade aparente dos nutrientes. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.262-269, 1992.
- PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; SILVA, A.M.A.; CEZAR, M.F.; AMORIM, F.U. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*. Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.70-76, 2003.
- PIRES A.J.V. et al. Composição química do feno de *Brachiaria brizantha* amonizado em diferentes umidades. **Archivos de Zootecnia**, v.52, n.212, p.393-396, 2006.
- PITT, J.I.; HOCKING, A.N.D. Fungi and Food Spoilage. Second edition. **Blakie Academic and Professional**, Chapman and Hall, p.593, 1997.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; NAHAS, E.; BONJARDIM, S.R.; PEREIRA, J.R.A. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* com diferentes teores de umidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.4, p.539-543, 1993.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; RESENDE, K. T. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 1. Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.682-686, 2001.

REIS, R.A.; ROSA, B.; MOREIRA, A.L. Tratamento químico de volumosos: amonização. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p.407-436, 2002.

ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; CABRAL, L.S.; FREITAS, A.W.P.; SOUZA, A.S. Níveis de ureia e períodos de amonização sobre a taxa de digestão de carboidratos fibrosos da silagem de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. **Anais...** Recife: UFRPE, p.112-131, 2002.

RODRIGUES, A.A. **Usos alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens**. São Carlos: EMBRAPA, p.13-28, 2006.

RODRIGUES, A.A.; SOUZA, F.H.D. Perspectivas de utilização da palhada residual da produção de sementes capim para alimentação de ruminantes. In: SOUZA, F.H.D.; POTT, E.B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A.C.C.; RODRIGUES, A.A. (Eds). **Usos alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens**. São Carlos: EMBRAPA, p. 65-87, 2006.

ROSA, B.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou com ureia. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.815-822, 1998.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** p.40-63, 2001.

ROTH, M.T.P. **Avaliação da amonização de fenos de resíduo de pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu**. 2008. 65p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F.S.; VARGAS JUNIOR, F.M.; ROSSI, P. Valor Nutritivo do Feno de Braquiária Amonizado com Ureia ou Inoculado com *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2040-2049, 2003.

SILVA, D.J.; Queiroz, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 235, 2009.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.983-991, 2001.

SOUZA, F. H. D.; SILVEIRA, G. C. A palhada residual da produção de sementes de capins tropicais no Brasil. In: SOUZA, F. H. D.; POTT, E. B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A. C. C.; RODRIGUES, A. A. (Eds). **Usos alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens**. São Carlos: EMBRAPA, p.13-28, 2006.

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

- TARKOV, H.; FEIST, W.C. A mechanism for improving the digestibility of lignocelulosic material with dilute alkali and liquid ammonia. **Advanced Chemistry Series**, v.26, n.1, p.13-21, 1969.
- THORLACIUS S.O.; ROBERTSON J.A. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high-moisture hay. **Canadian Journal of Animal Science**, v.64, p.867-880, 1984.
- TONUCCI, R. G. **Valor nutritivo do feno de capim-Tifton 85 amonizado com ureia**. 1978. 41p. Dissertação (Mestrado Produção Animal) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 1995. **SAEG - Sistema de análise estatística e genética**. Versão 5.0., Viçosa, 1995.
- URIAS, A.R.; DELFINO, F.J.; SWINGLE, R.S. Crude protein content and in vitro digestibility of wheat straw ammoniated under high environmental temperatures. **Journal Animal Science**, v.59, p.290-291, 1984.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Quality control methods for medicinal plants materials**. Geneva: WHO, 1998.
- WILLIAMS, P.E.V.; INNES, G.M.; BREWER, A. Ammonia treatment of straw via hydrolysis of urea. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. **Animal Feed Science Technology**, v.11, n.2, p.115-124, 1984.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G. Efeito de níveis de ureia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.2, p.333-340, 2007.