

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Composição Química do Feno de Tifton 85 Amonizado
com Ureia**

Thaís Gláucia Bueno Moreira

2015



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

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FENO DE TIFTON 85
AMONIZADO COM UREIA**

THAÍS GLÁUCIA BUENO MOREIRA

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
Agosto de 2015

633.2

M838c

T

Moreira, Thaís Gláucia Bueno, 1986-
Composição química do feno de
Tifton 85 amonizado com ureia /
Thaís Gláucia Bueno Moreira - 2016.
28 f.: il.

Orientador: João Carlos de
Carvalho Almeida.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia.

Bibliografia: f. 18-21.

1. Gramínea - Teses. 2. Feno -
Composição - Teses. 3. Plantas
forrageiras - Teses. 4. Carboidratos
na nutrição animal - Teses. 5.
Nutrição animal - Teses. 6. Uréia -
Teses. I. Almeida, João Carlos de
Carvalho, 1956-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia.
III. Título.

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

THAÍS GLÁUCIA BUENO MOREIRA

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 13/08/2015

Assinatura

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

Assinatura

Fábio Teixeira de Pádua. Dr. IFRJ

Assinatura

Delci de Deus Nepomuceno. Dr. UFRRJ

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realizar este curso.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos durante o curso de Mestrado.

Ao professor e orientador João Carlos de Carvalho Almeida pela orientação, ensinamentos, paciência e ajuda durante todo o curso.

Ao pós-doutorando Delci de Deus Nepomuceno pela dedicação, paciência e ensinamentos para a elaboração deste trabalho.

À todos que auxiliaram, direta e indiretamente, na realização deste trabalho.

RESUMO

MOREIRA, Thaís Gláucia Bueno. **Composição química do feno Tifton 85 amonizado com ureia**. 2015. 28p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Objetivou-se neste trabalho avaliar as alterações na composição bromatológica do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp*) submetido a diferentes doses de ureia e períodos de tratamento. O trabalho foi conduzido no setor de Forragicultura e Pastagens do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica-RJ, entre os meses de agosto e setembro de 2013. O experimento foi conduzido segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos por cinco doses de ureia pecuária (45% de N) (0; 1; 2; 3 e 4% com base da MS) distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, contendo dois períodos (30 e 45 dias) para a abertura dos sacos, com cinco repetições cada. O material amonizado foi armazenado em sacos plásticos (1 kg feno/saco), lacrados e, após a abertura, foram coletadas amostras para análises bromatológicas. Não houve efeito de dose, tempo e interação dose x tempo para as variáveis de matéria seca, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, matéria mineral, carboidrato total, frações B₂ e fração C de carboidratos (P>0,05). Já as variáveis proteína bruta, nitrogênio insolúvel em detergente neutro e carboidrato não fibroso foram influenciados pelas doses de ureia. A amonização de feno de tifton 85 com ureia nas doses 1; 2; 3 e 4% em base da MS promove incrementos nos teores de proteína bruta e carboidrato não fibroso. Entretanto, não altera os constituintes da parede celular da forrageira.

Palavras-chave: Composição bromatológica. Fracionamento de carboidrato. Tratamento químico.

ABSTRACT

MOREIRA, Thaís Gláucia Bueno. **Chemical composition of Tifton 85 hay with urea.** 2015. 28p. Dissertation (Master Degree in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

This study aimed evaluating changes in the Tifton 85 (*Cynodon* spp) hay chemical composition under different urea doses and treatment periods. The study was carried out at the Forage and Pastures Sector, Animal Nutrition and Pastures Department, Animal Science Institute in Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, Brazil between August and September 2013. Completely randomized design with a factorial arrangement of five (45% N) (0, 1, 2, 3 and 4% based on dry matter) commercial urea doses distributed in a split-plot at two periods (30 and 45 days) for the bags opening, with five replications each was employed. The ammoniated material was stored in (1 kg hay / bag) plastic bags, sealed and after opening, samples were collected for bromathological analysis. No dose effect, time and dose x time interaction for dry matter, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose, cellulose, lignin, acid detergent insoluble nitrogen, mineral matter, total carbohydrates, B2 fractions and carbohydrates fraction ($P > 0.05$) were reported. The variables crude protein, neutral detergent insoluble nitrogen and non-fibrous carbohydrates were influenced by urea doses. The ammoniation of Tifton 85 hay with urea at 1; 2; 3; 4% doses on dry matter might promote increases in crude protein and non-fibrous carbohydrates. However, cell wall constituents of the forage might not be altered, as well.

Key words: Carbohydrates fractionation. Chemical composition. Chemical treatment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Descrição da Gramínea <i>Cynodon spp.</i> cv. Tifton 85.....	03
2.2 Tratamento Químico de Volumosos.....	03
2.3 Amonização.....	03
2.3.1 Histórico da amonização.....	03
2.3.2 Amonização de volumosos de baixa qualidade.....	04
2.3.3 Reações que ocorrem no processo de amonização com ureia.....	04
2.3.4 Fatores que interferem no processo de amonização.....	06
2.3.5 Efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular.....	07
2.3.6 Efeitos da amonização sobre os teores de compostos nitrogenados.....	08
2.4 Fração de Alimentos.....	09
2.4.1 Fracionamento de carboidratos.....	09
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Localização da Área Experimental.....	11
3.2 Instalação do Experimento.....	11
3.3 Análises Laboratoriais.....	11
3.4 Delineamento Experimental.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5 CONCLUSÕES.....	17
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de ruminantes, a planta forrageira é a principal fonte de alimento utilizada no Brasil. Sendo assim, é importante a utilização de forrageiras de boa qualidade para garantir e manter bons índices zootécnicos ao longo do ano. Entretanto, no período seco há uma redução da quantidade e da qualidade das gramíneas.

Esta desuniformidade da produção e da qualidade do volumoso é causada pela estacionalidade da produção de pastagem que contribui para a redução da produtividade dos rebanhos. A estacionalidade da produção de pastagens ocorre no período seco do ano, caracterizado pela redução da temperatura e da água, além do fotoperíodo que reduz as horas de luz durante os dias.

O estágio de desenvolvimento e crescimento da planta forrageira também influencia na quantidade e qualidade do volumoso. Conforme a idade fisiológica da planta forrageira aumenta, ocorrem alterações na fração da parede celular. Inicialmente, ocorre aumento da proporção de carboidratos da parede celular e, simultaneamente, há alterações nas características da composição bromatológica e da digestão da forrageira. A parede celular, composta basicamente de lignina e carboidratos estruturais, é considerada a principal fonte de energia dos ruminantes.

A adoção de práticas de manejo da pastagem que visam manter ou melhorar o valor nutritivo da planta forrageira é necessário para atender as exigências nutricionais dos animais no período seco do ano e, conseqüentemente, contribuirá para melhorar a eficiência na produção animal, inserindo o produtor rural no mercado de forma sustentável e competitiva.

Para este fim, é interessante utilizar o máximo de energia fornecida pela parede celular. Entretanto, a ruminação e a composição bromatológica da parede celular da forrageira determinarão a velocidade do acesso dos microrganismos ruminais na parede celular para então usufruir da sua energia.

A aplicação de tecnologias de conservação de plantas forrageiras é uma prática de manejo adotada que aproveita totalmente a sua produção, tais como a fenação de excedente de pastos e o resíduo da colheita de sementes de forragem ou de outras culturas, e utiliza-la em período de escassez da forragem ou como prevenção da queima deste material.

Apesar de serem alimentos essencialmente energéticos, estes resíduos utilizados na dieta dos ruminantes apresentam baixo valor nutricional devido aos elevados teores de fibra em detergente neutro (> 60,0%) e de fibra em detergente ácido (> 40,0%), além de reduzidos valores de proteína bruta (< 6,0%), de carboidratos solúveis, de minerais e de vitaminas, conseqüentemente, os valores de digestibilidade (40 a 50%) e de consumo da matéria seca irão reduzir (REIS et al., 2002), sendo um fator limitante para garantir ou manter os índices de produtividade animal.

Para utilizar eficientemente estes volumosos durante o período de escassez da forragem tem-se como alternativa viável os tratamentos químicos, dentre os quais se destaca o processo de amonização que pode utilizar a ureia e a amônia anidra como fontes de amônia. A amonização pode provocar alterações benéficas na fração fibrosa dos volumosos e melhorar o teor de compostos nitrogenados, favorecendo os microrganismos ruminais ao disponibilizar maior área de exposição das frações fibrosas, aumentando sua utilização, além da amônia contribuir para a síntese microbiana.

A utilização de ureia na amonização de volumosos de baixa qualidade é uma alternativa viável ao produtor rural em função da sua praticidade e do seu baixo custo para manter ou melhorar a qualidade dos volumosos conservados que serão ofertados aos animais no período de escassez da forragem, além de ser um método seguro.

A amonização pode promover resultados satisfatórios no valor nutritivo dos volumosos tratados tais como na elevação dos teores de proteína bruta e da digestibilidade da matéria seca. Entretanto, há diversas inconsistências nos resultados na fração fibrosa de volumosos tratados com ureia, sendo necessários mais estudos.

Devido ao exposto, este trabalho objetivou-se em avaliar as possíveis alterações na composição bromatológica e no fracionamento de carboidratos do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp*) submetido a diferentes doses de ureia e períodos de tratamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da Gramínea *Cynodon spp. cv. Tifton 85*

O gênero *Cynodon* é originário da África e apresenta boa adaptação as regiões tropicais e subtropicais. As principais pesquisas de melhoramento genético com as cultivares de *Cynodon* foram realizadas pelas Universidades da Geórgia e da Flórida (EUA), as quais deram origem as principais cultivares e, dentre elas, o Tifton 85 (VILELA et al., 1998).

A cultivar Tifton 85 apresenta características estruturais como elevada produção de matéria seca, colmos maiores e finos, folhas largas, elevada relação folha/colmo, elevada resistência ao corte, boa velocidade e vigor de rebrote, além de rápida desidratação, o que favorece a produção do feno. Tem sido bastante recomendado na dieta dos animais, apresentando alta digestibilidade e boa aceitação pelos animais.

É um híbrido estéril interespecífico oriundo do cruzamento da Grama Bermuda (*Cynodon dactylon*), proveniente da África do Sul e denominada de PI 290884, e do Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*).

2.2 Tratamento Químico de Volumosos

A finalidade dos tratamentos químicos de volumosos de baixo valor nutricional é de aumentar a sua eficiência de utilização (REIS et al., 2002). Estes tratamentos podem melhorar o valor nutritivo do volumoso tratado por meio de alterações na parede celular que favorecerá a ação das enzimas microbianas ruminais. Atualmente, diversos tratamentos têm sido testados e podem ser físicos, químicos, biológicos ou combinação de dois ou mais destes.

O volumoso tratado pode ser de baixo a moderado valor nutritivo, tendo necessidade de suplementação com proteína e/ou energia para atender à exigência nutricional do animal. Sendo assim, o que determinará se a forrageira tratada será inserida na dieta do animal será o custo de sua produção que, geralmente, apresenta alto valor no produto final, tornando-se um problema comum dos métodos de tratamento (REIS et al., 2002).

Dentre os produtos químicos utilizados no tratamento químico de fenos de baixa qualidade, os agentes oxidantes e hidrolíticos têm sido destacados. Nos produtos oxidantes, os agentes deslignificadores utilizados são o clorito, o ácido peracético e permanganato, o ozônio, o peróxido de hidrogênio e o dióxido de enxofre (BERGER et al., 1994). Enquanto nos produtos hidrolíticos são utilizados as fontes de amônia (amônia anidra e ureia) e os hidróxidos de sódio, de potássio, de cálcio e de amônia (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984).

Estes produtos químicos foram desenvolvidos e utilizados ao longo dos anos com objetivo de reduzir os riscos de perda no processo de conservação de fenos, além de preservar e/ou melhorar o valor nutritivo destas forragens conservadas (REIS et al., 2013).

Atualmente, dentre os tratamentos químicos avaliados nos resíduos de culturas e nos fenos de baixa qualidade, destacam-se o uso das fontes de amônia. Este processo é denominado de amonização e pode ser uma alternativa viável para a melhoria do valor nutricional dos volumosos de baixa qualidade.

2.3 Amonização

2.3.1 Histórico da amonização

Garcia (1992) relata que na primeira década do século passado, a amônia anidra foi utilizada no tratamento de forragens ricas em lignina e celulose. Durante a década de setenta do mesmo século, os trabalhos de pesquisas foram bastante desenvolvidos pelos países da Europa e Canadá. E, nesta mesma década, iniciaram os trabalhos de pesquisas com volumosos tratados com amônia nos Estados Unidos. No Brasil, os trabalhos de pesquisas com esta metodologia iniciaram em 1984, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

2.3.2 Amonização de volumosos de baixa qualidade

A amonização é o tratamento químico de volumosos de baixo valor nutritivo com uma fonte de amônia. É o processo no qual adiciona amônia a forragem visando melhorar sua qualidade (GARCIA, 1992).

A amônia é um composto químico que possui um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio (NH_3). Quando em estado gasoso, a amônia produz um cheiro forte e penetrante (GARCIA, 1992). Este composto químico apresenta capacidade de favorecer alterações no valor nutritivo dos volumosos de baixa qualidade, principalmente por meio da solubilização da hemicelulose e do aumento nos teores de nitrogênio não proteico (REIS et al., 2002; REIS et al., 2010).

O aumento de nitrogênio não proteico disponibiliza aos microrganismos uma maior área de exposição e amplia o grau de utilização das diferentes frações da fibra (GARCIA, 1992). A maioria das bactérias digestoras de celulose necessita da presença da amônia no rúmen para seu bom funcionamento e, na sua ausência, há necessidade de suplementação.

Fenos de alta qualidade tratados com altos níveis de amônia (3% da MS) podem causar danos ao animal e reduzir o consumo de forragem por apresentarem hipersensibilidade ao princípio tóxico, 4-metilimidazol, formado na reação entre a amônia e os açúcares presentes na forragem de alta qualidade, principalmente se houver aumento na temperatura da forrageira. Esta reação não ocorre em fenos de baixa qualidade por conterem baixos conteúdos de açúcares solúveis (REIS et al., 2010).

No tratamento químico de amonização, a fonte de amônia utilizada pode ser na forma de amônia anidra (NH_3) ou de ureia, ambas pertencem ao grupo de compostos nitrogenados não proteicos e apresentam facilidade na aplicação e na biodegradação. Além de poderem contribuir com a melhora do valor nutritivo do volumoso, também são utilizadas na preservação da qualidade dos fenos tratados, atuando na redução do desenvolvimento de fungos, preservando as condições sanitárias adequadas ao consumo do animal (ALMEIDA et al., 2006).

A amonização com amônia anidra apresenta praticidade, porém a sua disponibilidade, o elevado custo e a deficiência de transporte adequado têm limitado a sua aplicação em fenos (ROSA et al., 2000), além de necessitar de equipamento especial, embora seja a fonte mais comum utilizada na amonização. A amônia anidra (NH_3) é um composto químico que contém aproximadamente 82% de nitrogênio e, normalmente, é encontrado no estado líquido sobre elevadas pressões ou reduzidas temperaturas (GARCIA, 1992).

Quanto à amonização com ureia, é um método considerado mais seguro em relação ao emprego da amônia anidra, tendo baixo custo e facilidade na aquisição e no manuseio, pois não necessita de equipamento especial. A ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) é um produto químico que se apresenta no estado sólido, cristalizado em forma de pérolas e na cor branca, sendo quimicamente classificada como amida. É solúvel em água, álcool e benzina, higroscópica, inodora e contém 45% de nitrogênio. É obtida sinteticamente pela combinação de amônia e gás carbônico (GARCIA, 1992).

2.3.3 Reações que ocorrem no processo de amonização com ureia

Durante o processo de amonização com ureia em volumosos de baixa qualidade, ocorrem duas reações simultâneas no interior da massa de forragem, dentre os quais a reação da ureólise e os efeitos da amônia nas partes fibrosas da forrageira (GARCIA e PIRES, 1998).

A reação da ureólise é a primeira reação que ocorre no processo da amonização na qual há hidrólise da ureia para liberar a amônia e, conseqüentemente, a amônia gera efeitos nas paredes da célula da forragem (GARCIA, 1992). A ureólise é uma reação enzimática que necessita da presença da enzima urease no ambiente de tratamento para ocorrer os processos.

Segundo Willians et al. (1984), a enzima urease é produzida pelas bactérias ureolíticas presentes nas forragens. Para haver produção suficiente da enzima urease é necessário ter

condições de umidade no ambiente de tratamento. Entretanto, na ausência de umidade, como palhas e capins secos que são materiais secos, a enzima urease é praticamente inexistente, sendo necessário adicionar a urease no material tratado para promover o efeito da amonização esperado. Sendo assim, é fundamental ter umidade, temperatura e suas interações durante o processo de amonização para favorecer a atividade da bactéria e da sua enzima e obter uma boa reação da ureólise.

Quanto ao efeito da amônia sobre a parede celular do volumoso tratado, há duas teorias que explicam: a reação de amoniólise das ligações do tipo éster e a hidrólise alcalina (GARCIA, 1992).

A reação do tipo amoniólise é a reação entre a amônia e um éster, resultando na produção de uma amida (Figura 1). As ligações do tipo éster são oriundas da combinação entre a hemicelulose e a lignina (TARKOW e FEIST, 1969). Ao reagir com a amônia, as ligações entre os carboidratos estruturais são rompidas, formando a amida, disponibilizando uma maior superfície de contato aos microrganismos do rúmen (GARCIA, 1992).

Na Figura 1 está representada a reação entre a amônia e as ligações do tipo éster presente nos carboidratos estruturais da forrageira.

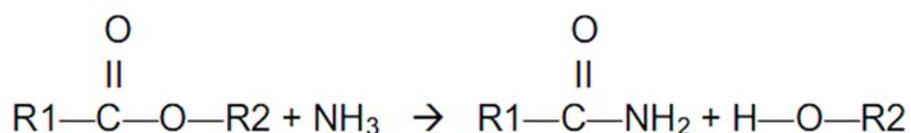


Figura 1. Reação de amoniólise. Em que: *R*₁ e *R*₂ representam molécula de carboidrato estrutural

Para ocorrer a reação da hidrólise alcalina é necessário a formação o hidróxido de amônio (NH₄OH). Sendo uma base fraca, o hidróxido de amônio é formado por meio da alta afinidade da amônia com a água presente na forrageira (Figura 2), numa reação exotérmica (GARCIA, 1992).

Na Figura 2 está representada a reação entre a amônia e a água presente na forrageira, resultando no hidróxido de amônio.

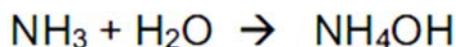


Figura 2. Reação entre a amônia e a água presente na forrageira

A reação da hidrólise alcalina, segundo Buettner (1978), ocorre através da reação do hidróxido de amônio e do éster oriundo das ligações entre os carboidratos estruturais (Figura 3). Sendo uma solução aquosa com 29 a 30% de amônia, o hidróxido de amônio resulta na elevação do pH da forragem, favorecendo a hidrólise alcalina das ligações do tipo éster da parede celular (REIS et al., 2002), conseqüentemente, ocorre expansão da parede celular e ruptura de componentes dos tecidos do volumoso tratado.

Na Figura 3 está representada a reação entre o hidróxido de amônio e as ligações do tipo éster presente nos carboidratos estruturais da forrageira.

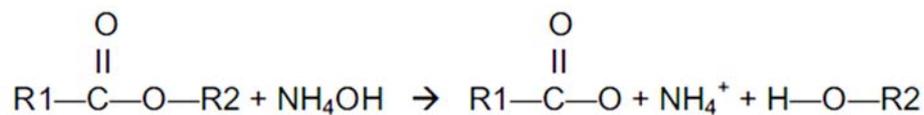


Figura 3. Reação entre o hidróxido de amônio e as ligações do tipo éster. Em que: R_1 e R_2 representam molécula de carboidrato estrutural

2.3.4 Fatores que interferem no processo de amonização

A partir da hidrólise da ureia, importantes fatores podem interferir na eficácia da amonização, tendo destaque à quantidade a ser aplicada, a duração do período de tratamento, o teor de umidade e a atividade ureática (GARCIA e PIRES, 1998).

A importância de observar as interações da quantidade de ureia, do tipo de forragem e da duração do período de tratamento é para obter o nível ótimo destes fatores que irá intensificar o tratamento (GARCIA e PIRES, 1998).

Entretanto, as informações sobre as quantidades exatas de umidade ou de ureia necessárias para um tratamento ótimo variam bastante e depende da espécie forrageira e do seu estágio de desenvolvimento, além do método de armazenar (ROSA et al., 2000).

As melhores respostas da amonização quanto ao tipo de forragem são obtidas em forragem com menor valor nutritivo, quando comparada à forragem de maior valor nutricional, devido à maior concentração dos constituintes da parede celular na qual a amonização irá atuar efetivamente (TONUCCI, 2006).

A quantidade de ureia a ser aplicada deve ser na dosagem de 4 a 8% da matéria seca da forragem tratada e, para obter resultados satisfatórios, a ureia deve ser dissolvida em água, na quantidade de 0,3 a 1,0 litro/kg do material tratado, para então ser aspergida em camadas de volumosos a serem tratados (DOLBERG, 1992).

O teor de umidade do volumoso a ser amonizado é importante para a obtenção da melhor liberação de amônia e eficiência do tratamento e não deve ser inferior a 20% nem superior a 60% (GARCIA, 1992; BERGER et al., 1994). Nestas condições de umidade, o tratamento será mais eficiente pelo fato de facilitar a produção de hidróxido de amônio, elevando o pH da forragem tratada e, conseqüentemente, tem-se a hidrólise alcalina das ligações do tipo éster, além da amoniólise (BERGER et al., 1994). Carvalho et al.(2006) recomendam teor de 30% de umidade para obter as melhores respostas, principalmente quando se utiliza ureia, pois apresenta alta higroscopicidade.

O período de tratamento depende da temperatura ambiente que influencia tanto na velocidade de hidrólise da ureia como na velocidade de reação entre a amônia e a forragem tratada. Após a aplicação do tratamento, a temperatura interna do material tratado aumenta rapidamente, apresentando valores máximos dentro de seis horas após a aplicação. Estas variações de temperatura que ocorrem no interior do material amonizado dependem principalmente da umidade da forragem, da quantidade de amônia aplicada e da temperatura ambiente (ROSA E FADEL, 2001).

Em condições de climas tropicais, a temperatura não é considerada um fator de risco, sendo satisfatória para o desenvolvimento do processo, uma vez que a temperatura ocorre na faixa de 20 a 45°C, contribuindo para ocorrência atividade ureática entre 24 horas a uma semana. Caso ocorra temperaturas na faixa de 5 a 10°C, essa atividade é reduzida drasticamente ou não ocorre (ROSA et al., 2000).

Reis et al. (2002) descreveram que em ambientes tropicais, em função da alta temperatura, pode-se utilizar de 3 a 4 semanas de tratamento. Assim como Garcia (1992) menciona que em temperaturas superiores a 20°C é recomendado tratamento com período de três semanas para obter melhores resultados.

O aumento exagerado da temperatura pode favorecer a reação de Maillard, na qual parte do nitrogênio adicionado torna-se indisponível para o animal (TONUCCI, 2006).

2.3.5. Efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular

Os efeitos relevantes da amonização são as alterações benéficas que podem ocorrer na parede celular dos fenos de baixo valor nutricional. Estas alterações evidenciam a redução dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) que pode ser atribuída ao efeito da diluição causada pela redução dos teores de hemicelulose e lignina.

A solubilização parcial da hemicelulose pode aumentar a disponibilidade de substratos fermentescíveis, propiciando condições adequadas para o desenvolvimento microbiano. A redução dos teores de lignina pode ser atribuída à reação de hidrólise alcalina das ligações do tipo éster (ROSA et al., 1998).

As estruturas da hemicelulose e da celulose são interligadas por pontes de hidrogênio e, após a hidrólise da hemicelulose, a estrutura da celulose torna-se mais susceptível a ação dos microrganismos ruminais (ROSA et al., 2000).

A amonização atua na expansão e no rompimento da fração fibrosa, reduzindo as ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio e do tipo éster (ROSA et al., 1998). Parte da lignina e da sílica é dissolvida durante o processo da amonização (ROSA et al., 2000). Assim, a forragem torna-se mais flexível e com menor resistência ao cisalhamento o que favorece o consumo da matéria seca, além de aumentar a hidratação da fibra que pode estimular o consumo e a digestibilidade da celulose e hemicelulose em função da rápida colonização desta fração pelas bactérias ruminais (REIS et al., 2010).

Entretanto na literatura há controversas sobre o efeito da amonização na fração fibrosa do volumoso, Klopffestein et al. (1978) citam que o teor de lignina dos volumosos tratados quimicamente não apresenta redução e o aumento da digestibilidade ocorre com o rompimento das ligações do tipo éster e do tipo éter, porém sem saída efetiva da lignina.

A solubilização parcial da hemicelulose ou da hemicelulose e da lignina tende a ser mais expressiva quando há redução do teor de FDN. A maioria das forragens submetidas à amonização não apresentam redução dos outros constituintes da parede celular ou podem ocorrer em menor magnitude (ROSA e FADEL, 2001).

É importante ter atenção nas interpretações do teor de FDN e hemicelulose, pois a ação da amônia na parede celular pode aumentar os compostos de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN). O não aumento da retenção de nitrogênio na parede celular com a amonização é ocasionado pela pouca retenção do nitrogênio dosado na fração fibrosa ou pela solubilização parcial da fibra (celulose e hemicelulose) (TONUCCI, 2006).

Este efeito da amonização na redução da FDN nem sempre é observado nos trabalhos. Pires et al. (2006) e Oliveira et al. (2009) ao avaliarem a composição química de volumosos, *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, amonizados com ureia não obtiveram resultados encontrados na maioria dos trabalhos na literatura.

Zanine et al. (2007) estudaram o efeito da adição de ureia (0; 1; 2 e 3% da MS) sobre o valor nutritivo do feno de capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq cv. Tanzânia) e observaram que o tratamento proporcionou redução no teor da FDN, da FDA e da hemicelulose. Gobbi et al. (2005) avaliaram a composição química do feno de *Brachiaria decumbens*, colhida no estágio de pós-crescimento, tratada com ureia (0; 2; 4; 6; 8 e 10% da MS) e observaram que, conforme aumentava a dose da ureia utilizada, ocorria redução nos teores de FDN, FDA e celulose e não alterou os teores da hemicelulose e lignina.

Os efeitos sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA), de celulose e de lignina não são relatados de forma consistentes. Bertipaglia et al. (2005) avaliaram o efeito da amonização com ureia (5% da MS) no feno de *Brachiaria brizantha*, com dois teores de umidade (15 e 30%) associados a três fontes de urease (feno de *Brachiaria decumbens*,

Pennisetum purpureum e *Leucaena leucocephala*) e relataram que não houve efeitos consistentes sobre os teores de FDA, celulose e lignina.

Rosa e Fadel (2001) relatam que o aumento nos teores de FDA, de celulose e de lignina das forragens amonizadas é devido ao efeito de concentração causado pela redução de um ou mais constituintes da parede celular e o aumento dos teores de FDA e de lignina também pode ser causado pela reação de Maillard e/ou pela ligação do nitrogênio adicional a lignina.

2.3.6 Efeitos da amonização sobre os teores de compostos nitrogenados

Para avaliar os teores de nitrogênio em volumosos amonizados é necessário deixar a forragem tratada exposta ao ar por dois a três dias, após a abertura do saco (ROSA et al., 2000). A finalidade dessa prática é de volatilizar a amônia que não reagiu e reduzir a rejeição pelos animais em função do odor, sendo que aproximadamente 50% do nitrogênio adicionado são efetivamente fornecidos aos animais.

A utilização de compostos nitrogenados em volumosos de baixa qualidade resulta em melhorar os teores de nitrogênio não proteico (NNP). Após o processo de amonização com ureia, há aumento no teor de nitrogênio total que permite a atuação mais eficaz das bactérias ruminais sobre o substrato, uma vez que está fornecendo NNP para a síntese de proteína pelos microrganismos do rúmen (GOBBI et al., 2005), desde que haja energia disponível.

O aumento nos teores de proteína bruta (PB) em volumosos de baixa qualidade é relatado por Reis et al. (2003), Bertiplagia et al. (2005) e Zanine et al. (2007). Este aumento é dependente da quantidade de ureia aplicada.

O aumento do teor de PB no volumoso tratado com ureia pode ser devido ao nitrogênio retido na forragem por meio da fração insolúvel em detergente neutro (NIDN), da fração insolúvel em detergente ácido (NIDA), o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e o nitrogênio solúvel em água, em termos nutricionais, são considerados importantes por determinar os teores de nitrogênio e avaliar a eficiência de utilização de volumosos amonizados (SNIFFEN et al., 1992).

O nitrogênio retido varia de acordo com a quantidade de amônia aplicada e o teor de umidade. Assim, quanto menor a quantidade de amônia aplicada, maior o valor de nitrogênio retido (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984). E quanto maior o teor de umidade da forragem tratada, maior o valor de nitrogênio retido (DOLBERG, 1992).

Parte do nitrogênio aplicado pode ser perdida por volatilização da amônia durante o período de armazenamento ou após a abertura do saco. Bezerra et al. (2014) avaliaram a composição bromatológica de fenos de buffel (*Cenchrus ciliaris*) amonizados com ureia (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0% da MS) e observaram que conforme aumentou os níveis de ureia, menor foi o aumento nos teores de PB justificando a redução devido a volatilização do nitrogênio.

Os teores de NIDN e NIDA expressam a quantidade de nitrogênio que estão ligados à parede celular (LIMA e VILELA, 2005) e que estão diretamente relacionados com a degradabilidade do volumoso ofertado ao animal. No entanto, o nitrogênio contido no NIDN apresenta degradabilidade lenta no rúmen, devido à associação com a parede celular, e o nitrogênio contido no NIDA apresenta estruturas altamente resistentes às bactérias do rúmen, sendo considerado nitrogênio indisponível para os animais (KRISHNAMOORTHY et al., 1982), geralmente está associado a lignina e a outros composto de difíceis degradação.

Na literatura são encontrados efeitos contraditórios dos efeitos da amonização em relação ao NIDN e NIDA. Gobbi et al. (2005) avaliaram a composição química do feno de *Brachiaria decumbens*, colhida no estágio de pós-crescimento, tratada com níveis ureia (0; 2; 4; 6; 8 e 10% da MS) e obtiveram aumento no teor de NIDN (6,67% de ureia) para o feno de *Brachiaria decumbens* amonizado com ureia. Fernandes et al. (2002) avaliaram a qualidade do feno *Brachiaria decumbens*, enfardado após queda de sementes, submetidos a amonização com amônia anidra (3% da MS) e ureia (5% da MS) e não observaram alterações significativas no

teor de NIDN no feno amonizado com ureia. Roth et al. (2010) avaliaram o efeito do tratamento químico com ureia (3 e 5% da MS) e amônia anidra (3% da MS) em feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, colhido pós colheita de sementes, com diferentes teores de umidade (15; 25; e 30%), observaram aumento nos teores de NIDA a 3% de ureia a 25 e 30% de umidade e justificaram com a reação de amoniólise devido a retenção de nitrogênio na porção de NIDA.

O aumento nos teores de NIDA pode ser atribuído a ocorrência da reação de amoniólise pelo fato do nitrogênio dosado ser retido na porção insolúvel em detergente ácido (celulose e lignina) e quando há redução nos teores de NIDA pode ser que a maior parte do nitrogênio retido possa estar disponível para a síntese de proteína microbiana no rúmen (ROSA et al., 1998).

2.4 Frações dos Alimentos

O sistema The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) foi desenvolvido a partir de conceitos mecanicistas, principalmente na dinâmica dos nutrientes no trato gastrointestinal dos ruminantes. É um sistema dinâmico com a finalidade de avaliar as dietas completas, minimizar as perdas dos nutrientes e buscar a maximização da eficiência do desempenho das comunidades de microrganismos ruminais (RUSSEL et al., 1992).

A avaliação das frações dos alimentos de acordo com CNCPS é considerada um importante avanço. Este sistema separou os alimentos em entidades mais uniformes quanto ao seu aproveitamento, caracterizando quimicamente os alimentos de acordo com os processos de fermentação ruminal e digestão pós-ruminal, tornando possível a utilização de modelos dinâmicos e a predição do desempenho animal.

No Brasil, a utilização deste sistema para prevê o desempenho animal deve ser feita a partir da adequada caracterização dos nutrientes dos alimentos produzidos nas condições tropicais, cuja composição nutricional diferencia daquela encontrada em alimentos das regiões de clima temperado (MALAFAIA et al., 1999).

O CNCPS assume que os alimentos são compostos de proteínas, carboidratos, gordura, matéria mineral e água, sendo a proteína e os carboidratos subdivididos de acordo com sua degradação ruminal e características de digestibilidade.

Segundo este sistema, as divisões necessárias para quantificação dos alimentos são obtidas por meio das seguintes análises: matéria seca (MS), matéria mineral (MM); nitrogênio total (NT) e extrato etéreo (EE), utilizando as metodologias proposta pela AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN), lignina, carboidratos não estruturais (CNE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo Van Soest et al. (1991).

2.4.1 Fracionamento de carboidratos

Os carboidratos correspondem de 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras e dos grãos, sendo considerados os principais constituintes das forrageiras.

Sniffen et. al. (1992) classificaram os carboidratos das plantas de acordo com suas características estruturais, dividindo-os em estruturais e não estruturais. Os carboidratos estruturais estão presentes na parede celular e são compostos pela celulose, hemicelulose e lignina. Os carboidratos não estruturais são encontrados no conteúdo celular, sendo constituídos por açúcares, amido e pectina. A pectina é um carboidrato estrutural e, enquadra neste grupo, por possuir taxa de degradação similar aos dos constituintes do conteúdo celular.

Todos os carboidratos não estruturais são fermentados pelas bactérias que utilizam nitrogênio tanto da amônia como de peptídeos para a produção de proteína microbiana (RUSSEL et. al., 1992).

Os carboidratos das plantas também são classificados de acordo com suas características nutricionais, podendo ser carboidratos fibrosos (CF) e carboidratos não fibrosos (CNF). Os CF

representam os constituintes da parede celular (celulose e hemicelulose), são as frações lentamente degradadas e ocupam espaço no trato gastrointestinal. Os CNF representam os constituintes do conteúdo celular (açúcares, amido e pectina) e são as frações degradadas mais rapidamente.

A lignina é um componente químico, polímero fenólico, que se associa aos CF (celulose e hemicelulose) durante o processo de formação da parede celular. A lignina está correlacionada a indigestibilidade dos nutrientes.

Os alimentos utilizados na dieta dos ruminantes devem ser fracionados para sua adequada avaliação (SNIFFEN et. al., 1992). Segundo o sistema CNCPS, os carboidratos totais são classificados de acordo com suas diferentes taxas de degradação no rúmen, dividindo-se em quatro frações: A, B₁, B₂ e C. As frações A e B₁ correspondem aos carboidratos não estruturais; a fração B₂ à porção disponível da parede celular; e a fração C à porção indisponível da parede celular (SNIFFEN et. al., 1992).

A fração A é constituída pelos açúcares e ácidos orgânicos. É rapidamente degradada no rúmen. Geralmente, os açúcares representam pequena quantidade nos alimentos utilizados em dietas de bovinos, exceto no caso de forragem fresca (SNIFFEN et. al., 1992).

A fração B₁ representa os CNF, amido e pectinas, sendo lentamente degradada no rúmen. O amido é rapidamente digerido no rúmen (SNIFFEN et. al., 1992). A pectina é solúvel e rapidamente degradada no rúmen (PATTON, 1994), tendo pouca importância em gramíneas e cereais por apresentar níveis muito baixos (SNIFFEN et. al., 1992).

A fração B₂ compreende os CF (celulose e hemicelulose) e apresenta taxa de degradação baixa no rúmen.

A fração C corresponde à lignina x 2,4. Apresenta taxa de degradação igual a zero (indegradável) e é considerada a porção indisponível da parede celular. A lignina pode representar de 5 a 10% da parede celular (VAN SOEST, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DNAP/IZ/UFRRJ), localizada no município de Seropédica – RJ (latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' W e 33 metros de altitude). A classificação climática da região é do tipo Aw, baseado na classificação de Köppen.

3.2 Instalação do Experimento

O experimento iniciou em 08 de agosto e terminou em 30 de setembro de 2013. Foi utilizado feno de Tifton 85 e ureia pecuária, contendo 45% de N, adquiridos no comércio local.

A amonização do feno foi realizada com quatro doses de ureia (1; 2; 3 e 4%), com base na matéria seca, durante os períodos de 30 e 45 dias de amonização. O tratamento controle (0%) não foi submetido à dosagem de ureia.

O feno foi acondicionado em sacos de polietileno, na quantidade de 1 kg/saco. A ureia foi diluída em 180 ml de água, para todos os tratamentos, com objetivo de aumentar o teor de umidade do volumoso para 30%, realizando-se a aplicação por meio de um regador, de forma homogênea sobre o material. Após a aplicação, os sacos contendo o feno amonizado foram fechados e lacrados com a finalidade de impedir a entrada de ar e garantir que toda amônia produzida permanecesse em seu interior e colocados sob uma lona preta para manter a temperatura do material tratado até a abertura aos 30 e 45 dias.

Ao término de cada período de amonização, procedeu-se abertura dos sacos, os quais permaneceram expostos ao ar por cerca de 48 horas, para a eliminação da amônia residual.

Para a determinação da composição química foram coletados aproximadamente 300g de feno de cada parcela experimental após as 48 horas de abertura dos sacos. Essas amostras foram pesadas e colocadas em estufa com ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, até atingir o peso constante. Após esta pré-secagem, as amostras foram novamente pesadas para determinação do teor de matéria seca.

Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 1mm de crivos, e acondicionadas em sacos de plásticos identificados, para então serem analisadas nos laboratório de bromatologia.

3.3 Análises Laboratoriais

As amostras foram analisadas no laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. Foram realizadas as análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose, proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Os teores de hemicelulose foram obtidos pela diferença entre FDN e FDA.

O fracionamento de carboidratos foi efetuado de acordo com o sistema CNCPS (SNIFFEN et al., 1992). Os teores de carboidratos totais (CT) e os carboidratos não fibrosos (CNF) frações “A+B₁”, foram estimados após a determinação dos teores da PB, EE e MM, sendo utilizados as equações: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$; $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{cp} + \%MM)$, respectivamente, em que FDN_{cp} equivale à parede celular corrigida para cinzas e proteínas. Já a fração B₂ (hemicelulose e celulose) foi calculada pela diferença entre FDN_{cp} – Fração C, obtida através da multiplicação do teor de Lignina pelo fator 2,4. Expressando os resultados em percentagem (%).

As características da composição bromatológica do feno Tifton 85 antes de ser submetido ao tratamento de amonização estão representados na tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica do feno Tifton 85 antes da amonização com ureia

Variáveis	Média (%)
Matéria Seca (MS)	82,00
Proteína Bruta (PB)	9,50
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	73,03
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	39,29
Hemicelulose (HEM)	33,74
Celulose (CEL)	29,74
Lignina (LIG)	8,16
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN)	2,84
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA)	1,08
Matéria Mineral (MM)	3,60
Extrato Etéreo (EE)	0,005
Carboidrato não fibroso (CNF)	14,28
Carboidrato total (CT)	86,90
Fração B ₂ (B ₂)	53,04
Fração C (C)	19,58

3.4 Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos por cinco doses de ureia pecuária (45% de N) (0; 1; 2; 3 e 4% com base da MS) distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, contendo dois períodos (30 e 45 dias) para a abertura dos sacos, com cinco repetições cada.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão, testados pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.0 para Windows.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidrato total (CT), fração B₂ (B₂) e fração C (C) não apresentaram efeito de doses, tempo e interação dose x tempo (P>0,05), sendo as médias destas variáveis representadas na tabela 2.

Tabela 2. Média dos constituintes: Matéria Seca (MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Hemicelulose (HEM), Celulose (CEL), Lignina (LIG), Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE), Carboidrato Total (CT), Fração B₂ (B₂) e Fração C (C) do carboidrato do feno de Tifton 85, exposto a dois períodos de tratamentos com ureia (30 e 45 dias)

Variáveis	Período de amonização (dias)		Média (%)
	30	45	
MS	75,60 ± (8,16)	66,28 ± (5,97)	70,94
FDN	72,37 ± (7,94)	73,36 ± (6,93)	72,86
FDA	39,72 ± (4,42)	39,47 ± (3,51)	39,59
HEM	32,65 ± (3,82)	33,89 ± (3,77)	33,74
CEL	27,24 ± (2,80)	27,87 ± (2,77)	27,55
LIG	9,53 ± (1,25)	8,38 ± (0,91)	8,95
NIDA	1,09 ± (0,14)	1,16 ± (0,36)	1,12
MM	3,33 ± (0,44)	3,47 ± (0,57)	3,4
EE	0,0051 ± (0,00)	0,0060 ± (0,00)	0,0055
CT	77,64 ± (9,67)	77,89 ± (6,70)	77,76
B ₂	43,87 ± (4,40)	46,73 ± (4,96)	45,30
C	22,86 ± (3,00)	20,10 ± (2,19)	21,48

O teor MS apresentou média 70,94%. Oliveira et al. (2011) avaliaram o efeito de diferentes doses de ureia (2; 4; 6 e 8% em base da MS) acrescidos de grãos de soja moídos como fonte de urease, sobre a composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado, e, não observaram efeito das diferentes doses de ureia e grão de soja moída sobre os teores de MS. Enquanto que Bezerra et al. (2014) observaram efeito linear decrescente (P<0,05) para os teores de MS, à medida que aumentaram as doses de ureia (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0% da MS) ao avaliar a composição bromatológica de fenos de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*) amonizados com ureia durante 60 dias, justificando a redução do teor de MS a quantidade de água utilizada como veículo para incorporação da ureia ao volumoso.

As variáveis FDN, FDA, HEM, CEL e LIG apresentaram médias 72,86; 39,59; 33,27; 27,55 e 8,95%, respectivamente. Neste trabalho, a ausência de efeito da amonização sobre os teores de FDN, FDA, HEM, CEL e LIG pode ser explicada pela dose de ureia e de água aplicadas ao material, visto que o teor de ureia recomendado é 4 a 8% em base da matéria seca diluído em 0,3 a 1,0 litro/kg do material tratado (Dolberg, 1992). A umidade é fundamental

para promoção das reações do processo de amonização e dos efeitos sobre as frações fibrosas do volumoso tratado. Na redução ou ausência de umidade, o processo da amonização é afetado de forma negativa.

Roth et al., (2010) avaliaram o tratamento químico com ureia (3 ou 5% na base da MS) de resíduo de pós colheita de semente de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com 3 diferentes teores de umidade (15, 25 ou 30%), e observaram que com 5% de ureia e 30% de umidade os teores de FDN de 84,3 para 79,6% em relação ao material não tratado. A redução do teor de FDN em forragens amonizadas é atribuída à solubilização da hemicelulose e/ou lignina (VAN SOEST, 1994).

Bertipaglia et al. (2005) avaliaram o efeito da amonização com ureia (5% em base da MS) do feno *Brachiaria brizantha*, com dois teores de umidade (15 ou 30%), associado a feno três forrageiras (*Brachiaria decumbens*, *Pennisetum purpureum* e *Leucaena leucocephala*) como fontes de urease e observaram que a aplicação de ureia sobre o fenos com 30% de umidade, associados ou não a fontes de urease, reduziu os teores de FDN. Entretanto, não foram observados efeitos consistentes sobre os teores de FDA e de CEL e efeito sobre o teor de LIG.

A ausência de resposta sobre FDN e EE também foram relatadas por Bezerra et al. (2014) ao avaliar a composição bromatológica de feno de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*) amonizados com ureia (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 em base da MS), durante 60 dias, e justificaram a ineficiência da amonização devido ao estágio avançado de desenvolvimento no momento da colheita e que pode ter reduzido a atividade da urease, seguido pela menor liberação de amônia e a solubilização da hemicelulose.

O teor de NIDA apresentou média de 1,32% após tratamento com ureia. O NIDA representa o nitrogênio do alimento indisponível ao animal, associada a estruturas resistentes aos microrganismos ruminais (Sniffen et al., 1992). Granzin e Dryden (2003) relataram ausência de efeito da ureia sobre os teores de NIDA do capim rhodes tratado com ureia (0; 2; 4; 6 e 8% em base da MS) e justificaram a que a ureia proporcionou baixa retenção de nitrogênio na porção insolúvel em detergente ácido (celulose e lignina).

Roth et al. (2010) avaliaram o efeito de duas doses de ureia (3 e 5% na base da MS) e uma de amônia anidra (3% na base da MS) sobre o resíduo pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetidos ao tratamento químico com três teores de umidade (15; 25 e 30%), e observaram aumento dos teores de NIDA no material com amônia anidra com 25 e 30% de umidade, e, justificaram este aumento devido a ocorrência da reação de amoniólise, o qual o nitrogênio ficou retido na porção insolúvel em detergente ácido (celulose e lignina).

O teor de MM apresentou média de 3,60% e não foi influenciado pela amonização devido a amônia ser volátil e a atividade ureática, reação a qual hidrolisa a ureia em amônia, impedindo seu acúmulo no material tratado (Pádua et al., 2011).

A equação de CT proposta por Sniffen et al. (1992) apresenta uma relação inversamente proporcional entre os CT e os teores de PB, MM e EE. Neste trabalho o teor de PB apresentou alterações significativas ($P < 0,05$), porém o aumento do teor de PB não foi suficiente para alterar o teor de CT, contradizendo Carvalho et al. (2006) que observaram redução do teor de CT do bagaço de cana-de-açúcar submetido a amonização com ureia (0; 2,5; 5,0 e 7,5% em base da MS) e adição de 1,2% de soja como fonte de urease, durante 110 dias de amonização, e relataram que esta redução era prevista devido ao aumento do teor de PB que normalmente aumenta com a adição de NNP, pois o teor de extrato etéreo e cinzas não sofrem alterações com o processo de amonização.

A fração B₂ e a fração C não sofreram interferência dos tratamentos sobre o feno.

Roth et al. (2010) avaliaram o efeito do tratamento químico do resíduo da pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com ureia (3 ou 5% em base da MS) e amônia anidra (3% em base da MS) associado a diferentes teores de umidade (15, 25 e 30%),

observaram que o material tratado com ureia com teor de 30% de umidade apresentou maior teor da fração B₂, porém não apresentaram efeitos sobre o teor da fração C.

As variáveis proteína bruta (PB), carboidrato não fibroso (CNF) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) não apresentaram efeito para tempo e interação dose x tempo (P>0,05). Entretanto, apresentaram efeito para doses de ureia (Tabela 2).

Tabela 3. Média dos teores de proteína bruta (PB), carboidrato não fibroso (CNF) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), equação de regressão, coeficiente de determinação (R²) e probabilidade (P) das variáveis do feno Tifton 85 amonizado com ureia nas doses (0; 1; 2; 3 e 4% em base da MS)

Variável	Doses de Ureia					Equação	R ²	P
	0	1	2	3	4			
PB	9,5	7,9	11,3	13,2	22,6	$\hat{Y}=3,1797x+6,6526$	0,58	<0,0001
CNF	14,3	14,5	12,1	11,2	6,5	$\hat{Y}=0,5771x+14,2900$	0,46	<0,0001
NIDN	2,8	2,0	2,2	3,6	2,7	$\hat{Y}=2,6$	-	0,0766

O teor de PB apresentou equação linear positiva (P<0,05), de acordo com o aumento do teor de ureia, o que pode ser explicado pela adição de nitrogênio não proteico (NNP), provido da ureia, como explicou Carvalho et al. (2006) ao avaliar a composição bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar amonizada com ureia (0; 2,5; 5,0 e 7,0% em base da MS) e adição de 1,2% de soja como fonte de urease.

Bezerra et al. (2014) avaliaram a composição bromatológica de fenos de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*) amonizados com ureia, durante 60 dias, e observaram aumento linear (P<0,05) nos teores de PB. Entretanto, a medida que aumentou a quantidade de ureia aplicada, menor foi o aumento de PB, e justificaram esta redução devido as perdas por volatilização do nitrogênio, na forma de amônia, com as doses maiores, já que a fixação de nitrogênio aplicado varia em função da quantidade de ureia adicionada, sendo registrados maiores valores de retenção com o uso de doses menores.

O teor de CNF apresentou aumento linear positivo, tendo aumento do teor de CNF com o aumento das doses de ureia. A equação de determinação do CNF proposta por Sniffen et al. (1992) é uma relação inversamente proporcional e a redução dos teores de FDN, MM e EE promove aumento do teor do CNF.

Carvalho et al. (2006) avaliaram a composição bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar submetido a amonização com ureia (0; 2,5; 5,0 e 7,5% da MS) e adição de 1,2% de soja como fonte de urease, durante 110 dias de amonização, e observaram aumento dos teores de CNF explicado pela redução dos componentes fibrosos em materiais amonizados, principalmente a hemicelulose.

O teor de NIDN foi influenciado pelas doses de ureia. No entanto, não foi observado efeito da amonização para esta variável. Fernandes et al. (2002) avaliaram a qualidade do feno *Brachiaria decumbens*, enfardado após queda de sementes, submetidos a amonização com amônia anidra e ureia com 3 e 5% em base da MS, respectivamente, e não observaram alterações significativas no teor de NIDN no feno amonizado com ureia.

O NIDN é associado à parede celular e representa a degradabilidade lenta do alimento no rúmen, sua redução sugere maior disponibilidade do nitrogênio para a flora microbiana ruminal, uma vez que encontra-se complexado por ligações muito fortes (CARVALHO et al., 2006).

Roth et al. (2010) não observaram efeito sobre o teor de NIDN do resíduo da pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com ureia (3 e 5% na base da

matéria seca), com dois teores de umidade (25 e 30%), no entanto o tratamento com 5% de ureia e 30% de umidade apresentou maior teor (0,34%) de NIDN em relação ao tratamento controle (0,29%), mas o teor de umidade do tratamento controle foi de 15%.

5 CONCLUSÕES

A amonização de feno de tifton 85 com ureia promove incrementos nos teores de proteína bruta e carboidrato não fibroso. Entretanto, não altera os constituintes da parede celular da forrageira nas doses 1; 2; 3 e 4% de ureia em base da matéria seca.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.C.; PÁDUA, F.T.; NEPOMUCENO, D.D.; ROCHA, N.S.; SILVA, T.O.; ZANINE, A.M. 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., FAHEYJR, G.C., BOURQUIM, L.O. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY JR, G.C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 922-966.

BERTIPAGLIA, L.M.A.; 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.

BEZERRA, H.F.C.; SANTOS, E.M; OLIVEIRA, J.S.; PINHO, R.M.A.; PERAZZO, A.F.; SILVA, A.P.G.; RAMOS, J.P.F.; PEREIRA, G.A. Fenos de capim-buffel amonizados com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.561-569, 2014.

BUETTNER, M.R. Effects of ammoniation on the composition and digestion of forage fiber. West Lafayette, Purdue University, 1978. N.p.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, A.F.; FREIRE, M.A.L.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. 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.

DOLBERG, F. Progress in the utilization of urea-ammonia treated crop residues: biological and socio-economic aspects of animal production and applications of the technology on small farms. **Livestock Research for Rural Development**, v.4, n.2, 1992.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; LUDIC, I. L.; MANZAN, R.J. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1325-1332, 2002.

GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, São Carlos, **Anais...** São Carlos, 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, **Anais...** Viçosa, AMEZ, p.33-60, 1998.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G; BERNADINO, F.S.; ROCHA, F.C. 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.

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.

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.; VAN SOEST, P. J. Nitrogen fractions in select feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.2, p.217-225, 1982.

LIMA, J.A; VILELA, D. **Formação e manejo de pastagens de *Cynodon***. In: *Cynodon: forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 11-32.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. et. al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.790-796, 1999.

OLIVEIRA, H.C.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, A.C.; ROCHA NETO, A.L.; MATOS NETO, U.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; OLIVEIRA, U.L.C. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim Tanzânia amonizado com ureia. **Revista Archivos de Zootenia**, v.58, n.222, p.195-202, 2009.

OLIVEIRA, T.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; REIS, S.T.; AGUIAR, E.F.; SOUZA, A.S.; SILVA, G.W.V.; DUTRA, E.S.; SILVA, C.J.; ABREU, C.L., BONALTI, F.K.Q. Composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de ureia e soja grão. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.625-635, 2011.

PÁDUA, F.T.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D.; CABRAL NETO, O.; DEMINICIS, B.B. Efeito da dose de ureia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.60, n.229, p. 57-62, 2011.

PATTON, R. S. Complexities of soluble carbohydrate metabolism in ruminants. **Feed stuffs**, v. 66, n. 6, p. 13-19, 1994.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERNADES, T.F.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; RESENDE, K.T; MORENO, T.T.B.; RUGGIERI, A.C.; CARVALHO, G.G.P. Composição química de feno de *Brachiaria brizantha* amonizado em diferentes umidades. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.55, n.212, p.393-396, 2006.

REIS, R.A.; BASSO, F.C.; ROTH, A.P.T.P. Fenação. FORRAGICULTURA: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E GESTÃO DOS RECURSOS FORRAGEIROS. Jaboticabal. **Anais...** p.699-714, 2013.

REIS, R A.; BERCHIELI, T.T.; ANDRADE, P.; MOREIRA, A.L.; SILVA, E.A. Valor nutritivo do feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon* L. Pers) submetido à amonização. **Resvista Ars Veterinária**, v. 19, n. 2, p. 143-149, 2003.

REIS, R.A.; EVANGELISTA, A.R.; BASSO, F.C. É possível produzir feno de qualidade em clima tropical? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DAS PASTAGENS. Viçosa, **Anais...** UFV, p.463-512, 2010.

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

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadoras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Maringá, **Anais...** UEM, p.41-63, 2001.

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

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

ROTH, M.T.P.; REIS, R.A.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; PIRES, A.J.V.; BERTIPAGLIA, L.M.A. Chemical treatment of postharvest Marandu grass seed residues with different moisture contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.39, n.3, 2010.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3561, 1992.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 235p. 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.E.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p-3562-2577, 1992.

SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E.M. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F. E OWEN, E. (Ed). **Straw and others fibrous by-products as feed**. Amsterdam: Elsevier Press, 1984. p.196-247.

TARKOW, H.; FEIST, W.C. A mechanism for improving the digestibility of lignocelulosic material with dilute alkali and liquid ammonia. **Advances in Chemistry Series**, v.26. n.1; p.13-21, 1969.

TONUCCI, R.G. **Valor nutritivo do feno de capim-Tifton 85 amonizado com ureia**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p-3583-3596, 1991.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: PEIXOTO, A.M. et. al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, p.23-54, 1998.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J; PEREIRA, O.D. Efeito de níveis de ureia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tanzânia. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.2, p.333-340, 2007.

WILLIAMS, P.E.V.; INNES, G.M.; BREWER, A. Ammonia treatment of straw via hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. **Animal Feed Science Technology**, v.11, n.2, p.103-113, 1984.