

**UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTENIA**

DISSERTAÇÃO

**Efeitos da Amonização Sobre o Valor Nutritivo do Feno de Capim-Elefante
Colhido Após o Florescimento**

LEONARDO FIUSA DE MORAIS

2016



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

**Efeitos da Amonização Sobre o Valor Nutritivo do Feno de Capim-Elefante
Colhido Após o Florescimento.**

LEONARDO FIUSA DE MORAIS

*Sob a orientação do Professor
João Carlos de Carvalho Almeida*

*e Co- orientação do Pesquisador
Mirton José Frota Morenz*

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
Julho de 2016

633.2
M827e
T

Morais, Leonardo Fiusa de, 1989-

Efeitos da amonização sobre o valor nutritivo do feno de capim-elefante colhido após o florescimento / Leonardo Fiusa de Moraes. - 2016.

43 f.: il.

Orientador: João Carlos de Carvalho Almeida.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, 2016.

Inclui bibliografias.

1. Capim-elefante - Teses. 2. Amônia na nutrição animal - Teses. 3. Urease - 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**

LEONARDO FIUSA DE MORAIS

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/07/2016

João Carlos de Carvalho Almeida Dr. UFRRJ
(Orientador)

Rondineli Pavezzi Barbero Dr. UFRRJ

Carla Luiza da Silva Avila Dra. UFLA

DEDICO

*“Quando ocorrem aumentos nos custos de produção,
o agricultor precisa “CONHECER”
as maneiras para aumentar a produtividade das culturas.
Colheitas rendosas não ocorrem por acaso. Ele sabe disso.
Elas ocorrem como consequência de horas de planejamento.
E muito trabalho pesado, ano após ano”*

Alfred Scheid Lopes (1989)

Ofereço

*Aos meus Pais, Zacarias Feitosa de Moraes e Ana
Sátiro Fiusa de Moraes pelo apoio e carinho.
A vocês dedico este trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, preciso agradecer a Deus por ter me iluminado durante o desenvolvimento deste estudo. Aos meus pais Zacarias Feitosa de Moraes e Ana Sátiro Fiusa de Moraes, pois sem a sua educação e os seus ensinamentos de vida, talvez não estivesse aqui hoje. Aos meus irmãos Marcos Fiusa de Moraes e Rafael Fiusa de Moraes, este ultimo principalmente por ter me incentivado e me estimulado durante toda minha vida acadêmica. A minha Cunhada Camila de Santos Barros de Moraes e a sua família, por terem a todo o momento me acolhido.

À UFRRJ, pela oportunidade de me tornar Zootecnista, poder realizar o curso de mestrado, e pelos 7 anos que mudaram em todos aspectos a minha vida. Aos meus amigos do alojamento da pós- graduação e alojamento M1 3º andar da graduação por terem sido a minha família durante todos estes anos.

Ao professor João Carlos de Carvalho Almeida pela orientação, amizade e toda confiança depositada sobre mim. A Barbara Maria de Gomes Melo e Joice Moreira de Fatima Silva, por terem ajudado na condução deste projeto. À Delci de Deus Nepomuceno, pelas ajudas e opiniões durante todo o desenvolvimento do projeto. Aos amigos Carlos Renato Viegas, Amanda Nunes Anjos e Pedro Henrique Ferreira pelos trabalhos, disciplinas e momentos de descontração que passamos juntos.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para o fim dessa empreitada, que Graças a Deus foi vitoriosa!!!

BIOGRAFIA

Nasceu em 1989, no município de São Bernardo do Campo, estado de São Paulo, filho de Zacarias Feitosa de Moraes e Ana Sátiro Fiusa de Moraes. Em 2004 conclui o ensino fundamental, e em 2007 o ensino médio ambos na escola Maria Afonsina Diniz Macedo, em Varzea Alegre, estado do Ceará. Em Agosto de 2009 iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica da FAPERJ e do PIBIC-CNPq, ambas sobre orientação do professor João Carlos de Carvalho Almeida. Foi monitor da disciplina fertilidade do solo, do departamento de solos da UFRRJ. No segundo semestre de 2014 ingressou no curso de mestrado do programa de pós-graduação em zootecnia da UFRRJ com bolsa da CAPES, onde desenvolveu pesquisas na área de conservação de forragens e tratamentos para volumosos de baixa qualidade.

RESUMO GERAL

MORAIS, Leonardo Fiusa de. **Efeitos da Amonização Sobre o Valor Nutritivo do Feno de Capim-Elefante Colhido Após o Florescimento**. 2016. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Objetivou-se avaliar o efeito da amonização com aplicação de diferentes doses de uréia em dois períodos tratamento, e 3 diferentes fontes de urease, sobre o valor nutritivo do feno de capim-elefante colhido após o florescimento, em dois capítulos. O primeiro capítulo avaliou o valor nutritivo do feno com aplicação de 2, 4, 6 e 8% de ureia com base na matéria seca, em dois períodos de tratamento (30 e 45 dias) e o controle (feno não amonizado), e o segundo que avaliou o efeito da adição de grãos moídos das leguminosas soja, feijão guandu e feijão de porco como fontes de urease, em níveis de 1, 2, 3 e 4% com base na matéria seca do feno amonizado com 4% de ureia, e o tratamento controle (feno amonizado com 4% de ureia sem adição de fonte de uréase). O Delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo com tratamento adicional com 4 repetições por tratamento para os dois estudos. Foram realizadas as análises de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel no detergente ácido (NIDA) e produção cumulativa de gás *in vitro* (Parâmetros: V_{f1} , k_1 , V_{f2} , K_2 e L) e o fracionamento de carboidratos. No primeiro estudo, houve diferença entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para MS, EE, FDN, FDA, Lignina, celulose, FDNcp, fração A + B1, fração B2, fração C, NT, NNP, NIDA, NIDN, K_1 , L , V_{f2} , K_2 , e efeito ($p < 0,05$) linear decrescente de dose de ureia para FDNcp, NIDA e NIDN e crescente de dose para fração A+B1, NT, NNP, efeito quadrático crescente de dose de ureia para V_{f2} com ponto máximo absoluto de 5,2% de ureia. Houve efeito de período de tratamento para V_{f2} e K_2 , com maior V_{f2} e menor K_2 para o feno tratado durante 45 dias. Houve interação ($p < 0,01$) entre fonte de uréase e nível de fonte de uréase para FDN, FDA e lignina, sendo que a adição de 3,0% de soja ou feijão guandu como fonte de uréase, resultaram em menores valores de FDN. Houve diferença ($P < 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para FDN e fração A + B1, mas não houve diferença ($p > 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para matéria seca, cinzas e extrato etéreo, mas foi observado efeito ($p < 0,01$) de fonte de uréase para extrato etéreo. Não houve interação ($p > 0,05$) entre fonte de uréase de nível de aplicação, mas houve efeito ($p < 0,01$) de fonte de urease para NNP e NIDA. Houve interação ($p < 0,05$) entre fonte de uréase de nível de aplicação para V_{f1} , mas não houve interação ($p > 0,05$) para k_1 , L , V_{f2} e k_2 . A dose mínima de 5,2% de ureia durante um período de 45 dias, proporcionou melhoria valor nutricional do feno de capim elefante. A amonização com ureia e adição de fontes de uréase é um método eficiente para tratamento químico do feno de capim elefante colhido após o florescimento, principalmente pelo aumento da solubilidade fibra, além da maior oferta de nitrogênio não proteico aos microrganismos ruminais, que resultou em melhoria dos parâmetros cinéticos de produção de gás *in vitro*.

Palavras-chave: Forragens de baixa qualidade, Produção de gás, Tratamento químico.

GENERAL ABSTRACT

MORAIS, Leonardo Fiusa de. **Effects by ammoniated about Nutritive Value Elephant grass Harvested Hay After flowering.** 2016. 43p. Dissertation (Master Science in animal Scienc). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The aim of this study was to evaluate the effect of ammoniated with different doses of urea in two treatment periods, and 3 different sources of urease on the nutritional value of elephant grass harvested after flowering in two chapters. The first chapter assessed the nutrition value of hay application of 2, 4, 6 and 8% of urea in two treatment periods (30 and 45 days) and control (not hay ammoniated). The second chapter evaluated the legume soybean, pigeon peas and jack beans sedds as urease sources, with the addition of 1, 2, 3 and 4% in ammoniated hay with urea and the control treatment (ammoniated hay with 4% urea without urease sources). The Experimental design was completely randomized in organized in double factorial arrangement with additional treatment. Dry matter (DM), ash, ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for the ash and the protein (NDFap), acid detergent fiber (ADF), cellulose, lignin, total nitrogen (TN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), Non protein N (NPN), *in vitro* gas production (Parameters: V_{f1} , k_1 , V_{f2} , K_2 e L) and Carbohydrates fractioning were analysed. In the first study, was applied urea different doses at treatment periods, there was a difference ($p < 0,05$) between the control and combination of factorial treatments for DM, EE, NDF, ADF, lignina, cellulose, NDFap, A + B1 fraction, B2 fraction, C fraction, TN, NPN, ADIN, NDIN, k_1 , L , V_{f2} , k_2 . Linear effect from dose was observed to NDFap, ADIN and NDIN and increasing dose to A+B1 fraction, TN, NNP. A quadratic effect for to V_{f2} , with point absolute maximum of 5,2% urea, and effect treatment period to V_{f2} e K_2 , with higher and lower V_{f2} K_2 for hay treated 45 days. There was interaction ($p < 0,01$) between sources of urease and level for NDF, ADF and lignin. The addition of 3% soybean or jack bean as a source of urease, resulted in lower NDF, and were not statistically different ($p > 0.05$), while pork beans had the highest NDF. There was a difference ($P < 0,05$) between the control and combination of factorial treatments for NDF, A + B1 fraction. There was no interaction ($p > 0.05$) between source application level of urease, but was no effect ($p < 0.01$) of urease source for NPN and ADIN. There was interaction ($p < 0.05$) between source application level of urease to V_{f1} , but there was no interaction ($p > 0.05$) for k_1 , L , V_{f2} and k_2 . Ammoniation urea and adding urease sources is an efficient method for chemical treatment of the elephant grass hay harvested after flowering, mainly by increasing the solubility fiber, in addition to the increased supply of non-protein nitrogen to rumen microorganisms, which resulted in improvement *in vitro* gas production of the kinetic parameters.

Key words: Low quality forage, Gas production, Chemical treatment.

ÍNDICE DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1. Composição química do capim elefante colhido após o florescimento, com 5 meses de idade.....	13
Tabela 2. Matéria seca (MS), cinzas e extrato etéreo (EE), do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT)	16
Tabela 3. Componentes da fração fibrosa expressos em g/kg de MS, do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT).....	17
Tabela 4. Fracionamento de Carboidratos, do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT).....	18
Tabela 5. Fracionamento do Nitrogênio, do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT).....	18
Tabela 6 Estimativas dos parâmetros cinéticos (PC) da produção de gás in vitro do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento	19

CAPITULO II

Tabela 1. Composição química do feno de capim elefante colhido após o florescimento, quando apresentava 5 meses de idade	30
Tabela 2. Composição química, dos grãos moídos de feijão de porco, feijão guandu e soja usados como fonte de urease.	30
Tabela 3. Composição química, do feno de capim elefante amonizado com ureia e Soja (SJ), Feijão de porco (FP) e Feijão guandu (FG), como fonte de urease.....	34
Tabela 4. Componentes da fração fibrosa expressos em g/kg de matéria seca do feno de capim elefante amonizado com ureia e Soja (SJ), Feijão de porco (FP) e Feijão guandu (FG), como fonte de uréase	35
Tabela 5. Fracionamento de Carboidratos, do feno de capim elefante amonizado com ureia e soja (SJ), feijão guandu (FG), e feijão de porco (FP) com fonte de uréase.....	36
Tabela 6. Fracionamento do Nitrogênio, do feno de capim elefante amonizado com ureia e com adição de diferentes níveis de soja (SJ), feijão guandu (FG), e feijão de porco (FP) com fonte de uréase	37
Tabela 7. Estimativas dos parâmetros cinéticos da produção de gás in vitro do feno de capim elefante amonizado com ureia e soja (SJ), feijão guandu (FG), e feijão de porco (FP) com fonte de urease	38

ÍNDICE DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Camadas da parede celular secundária (S1, S2 e S3). As diferentes orientações das três camadas dão resistência à parede secundária. Fonte. Adaptada de Raven (2014) 2

CAPITULO I

Figura 1. Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—), e temperatura mínima (---) de abril de 2014 à agosto de 2015, segundo dados do INMET 12

Figura 2. Capim elefante em estagio de florescimento (A), fenação (B), armazenamento (C e D), adição dos tratamentos nos 500 g de feno (E), vedação dos baldes (F), abertura dos baldes, e 48 horas de aeração (G) 13

Figura 3. Frascos de cor âmbar cotendo as amostras (A), ovinos fistulados no rumem (B), meio de cultura e inoculo ruminal (C), amostras no banho maria (D), medições de pressão e volume (E e F) 14

CAPITULO II

Figura 1. Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—), e temperatura mínima (---) de abril de 2014 a agosto de 2015, segundo dados do INMET 29

Figura 2. Adição dos tratamentos nos 500 g de feno (A); solução de ureia e farelo de sementes de feijão guandu moído (B); Fontes de uréase (da esquerda para direita : feijão de porco, feijão guandu e soja) (C); vedação dos baldes (D); abertura dos baldes durante 48 horas de aeração (E); presença de soja moída antes da coleta das amostras (F)..... 31

Figura 3. Frascos de cor âmbar cotendo as amostras (A), ovinos fistulados no rumem (B), meio de cultura e inoculo ruminal (C), amostras no banho maria (D), medições de pressão e volume (E e F) 32

LISTA DE ABREVIACÕES

A + B1	Fração A + B1 carboidratos
B2	Fração B2 carboidratos
C	Fração C de carboidratos
CT	Carboidratos Totais
EE	Extrato etéreo
FA*C	Efeito entre fatorial e controle
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNcp	Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas
FG	Feijão guandu
FP	Feijão de porco
FU	Fonte de uréase
FU*N	Interação fonte de uréase e nível de adição
K ₁	Taxa de fermentação dos carboidratos não fibrosos (%h ⁻¹)
K ₂	Taxa de fermentação da fração Fibrosa
L	Latência ou tempo de colonização
MS	Matéria seca
NIDA	Nitrogênio insolúvel no detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NNP	Nitrogênio não proteico
NT	Nitrogênio total
SJ	Soja
V _{f1}	Volume de gás proveniente dos carboidratos não fibrosos
V _{f2}	Volume de gás produzido pelos carboidratos fibrosos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Manejo de capim elefante e seus efeitos sobre o valor nutritivo.....	2
2.2 Amonização de forragens de baixo valor nutritivo	3
2.3 Fontes de urease e seus efeitos sobre a amonização.....	3
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPITULO I.....	8
VALOR NUTRITACIONAL DO FENO DE CAPIM EFEFANTE AMONIZADO COM UREIA.....	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1 Local experimental e dados climáticos.....	12
2.2 Espécie Vegetal e solo da área	12
2.3 Fenação e amonização do feno.....	12
2.4 Avaliações e análises laboratoriais	14
2.5 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4 CONCLUSÕES	21
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPITULO II.....	25
AMONIZAÇÃO DO FENO DE CAPIM EFEFANTE COM ADIÇÃO DE GRÃOS MOÍDOS DE LEGUMINOSAS COMO FONTES DE UREASE	25
RESUMO	26
ABSTRACT	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1 Local experimental e dados climáticos.....	29
2.2 Espécie Vegetal e solo da área	29
2.3 Fenação e amonização do feno com fontes de urease	29
2.4 Avaliações e análises laboratoriais	31
2.5 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4 CONCLUSÕES	39
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CONCLUSÕES GERAIS	43

1 INTRODUÇÃO GERAL

A alimentação perfaz grande parte do custo de produção e as plantas forrageiras constituem a base da alimentação da maioria dos sistemas de produção de ruminantes, atenção especial deve ser dada às forragens de maneira a buscar alta eficiência na produção animal (TEIXEIRA et al., 2014). O aproveitamento de resíduos agroindustriais e de culturas agrícolas pode ser considerado alternativas para a alimentação dos ruminantes, os quais pelas características do seu aparelho digestivo, são os animais mais aptos a utilizarem tais produtos (SANTOS et al., 2004). Estas tecnologias, chamadas tecnologias limpas possuem um caráter preventivo, uma vez que evitam a produção de resíduos pelo aproveitamento máximo das matérias-primas utilizadas durante o processo produtivo (CUNHA et al., 2005).

O valor nutritivo da forragem varia com uma série de fatores, entre os quais destacam-se a idade da planta, o solo e adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies e variedades, estações do ano e sucessão de cortes (GOMIDE et al., 1976). À medida que a idade fisiológica da planta avança, aumentam as porcentagens de celulose, hemicelulose e lignina, reduzindo a proporção dos nutrientes potencialmente digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas, minerais e vitaminas), que representam uma queda acentuada na digestibilidade (REIS et al., 2005). Com o desenvolvimento do colmo, estas células desenvolvem uma espessa parede secundária, formando um rígido anel esclerenquimático ao redor dos feixes vasculares, representando problemas para a digestibilidade (WILSON, 1993).

A utilização de volumosos de baixo valor nutritivo, submetidos a tratamentos químicos, pode ser uma alternativa viável para suprir a demanda por volumosos durante o período de escassez de forragem proveniente das pastagens (REIS et al., 2001). Os fenos produzidos a partir de gramíneas de clima tropical colhidas no estágio de pós-florescimento e as palhadas obtidas após a colheita de grãos de cereais e sementes de gramíneas forrageiras são alimentos essencialmente energéticos, de baixo conteúdo proteico e mineral, baixa digestibilidade e consumo voluntário (GARCIA; PIRES, 1998).

A elevação do valor nutritivo da forragem é possível através de tratamentos que podem ser biológicos, físicos e químicos, e tem como finalidade principal torná-la mais digestível através de alterações de sua parede celular, permitindo então a ação mais pronunciada das enzimas microbianas existentes no rúmen (REIS et al., 2014). Quando do tratamento de volumosos de baixa qualidade por amonização se tem verificado elevação na degradação da celulose e hemicelulose, em razão da expansão de suas moléculas, com rompimento de pontes de hidrogênio e aumento da hidratação da fibra (ZANINE et al., 2007).

Deste modo, a adoção de tecnologias que busquem otimizar os sistemas produtivos, buscando ao máximo à qualidade do volumoso é de suma importância, pois este é o fator que mais influencia no custo de produção em atividade pecuária.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manejo do capim elefante e seus efeitos sobre o valor nutritivo.

O capim-elefante (*Penissetum purpureum* Schum.) é uma das mais importantes forrageiras, sendo cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido o seu potencial de produção de massa seca, qualidade, aceitabilidade, vigor e persistência (PEREIRA et al. 2010). Esta planta é bastante utilizada em áreas de capineiras, com o intuito de colher e fornecer aos animais na forma de capim picado, mais comumente como complemento da pastagem na estação chuvosa, ou como parte do volumoso na estação seca do ano (RESENDE; BRUSCHI, 2007).

Gomide (1990) recomenda que a capineira seja colhida quando o capim-elefante atingir entre 1,50 e 1,80 m, visando conciliar quantidade e qualidade da forragem, uma vez que o rendimento forrageiro e o valor nutritivo são distintamente afetados pela idade de corte. Quando mal manejado, e fornecido em estágio avançado de maturidade, o capim elefante compromete o desempenho do animal, uma vez que haverá uma redução significativa do seu valor nutritivo.

É importante observar que o corte da capineira com idade maior que o recomendado, apesar de proporcionar maior produção de massa de forragem, confere baixo valor nutritivo a forragem, em consequência dos elevados teores de fibra, lignina, celulose e baixo teor proteico (PEREIRA et al. 2010). Isto acontece devido a fatores físicos e morfofisiológicos, aos quais há o aumento de lignina entre as células, o que dificulta o ataque de microrganismos do rúmen, reduz a proporção de estruturas anatômicas mais digestíveis, aumenta carboidratos estruturais (celulose, hemicelulose), que são pouco digestíveis (GOMIDE; QUEIROZ 1994), associado à transição de parede celular primária para parede celular secundária, onde há o aumento de celulose, hemicelulose e lignina que são carboidratos constituintes da parede celular (RAVEN, 2014), com síntese de camadas espessas sobre a parede secundária S1, S2 e S3 conforme a figura 1.

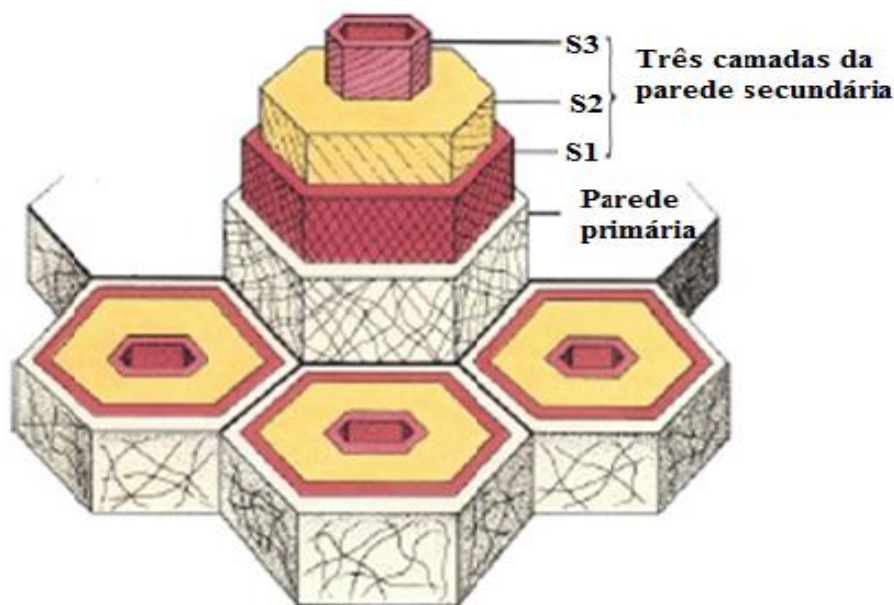


FIGURA 1. Camadas da parede celular secundária (S1, S2 e S3). As diferentes orientações das três camadas dão resistência à parede secundária. Fonte. Adaptada de Raven (2014).

2.2 Amonização de forragens de baixo valor nutritivo.

Tem-se utilizado diversos tipos de tratamentos químicos, físicos e biológicos visando melhorar as características de volumosos para que possam ser melhor aproveitados pelos ruminantes (GOBBI et al., 2005). Os tratamentos mais utilizados são o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), o hidróxido de sódio (NaOH) e a amonização com ureia, sendo os dois primeiros mais utilizados em cana-de-açúcar, devido à necessidade do fornecimento da cana por cortes diários e ao fato da adição de produtos alcalinizantes permitir o uso *in natura* por um maior período de tempo (24 a 72 horas) (RABELO et al., 2010).

Dentre os tratamentos químicos avaliados, principalmente com palhas ou resíduos de culturas e, mais recentemente, com fenos, destaca-se o uso da amônia anidra (NH_3) ou da uréia, processo denominado de amonização (PÁDUA et al., 2011). Um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação no complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos maior área de exposição e, conseqüentemente, aumentando o grau de utilização das diferentes frações da fibra (PIRES et al., 2004).

Um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação no complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos maior área de exposição e, conseqüentemente, aumentando o grau de utilização das diferentes frações da fibra (PIRES *et al.*, 2004). Outro efeito que deve ser considerado, é que, além da amônia ser incorporada ao feno tratado, servindo de fonte de nitrogênio não proteico aos microrganismos ruminais, parte dela permanece no meio e conserva o volumoso devido possuir atividade fungicida direta (OJI *et al.*, 2007), e pelo aumento do pH, que inibem o desenvolvimento de destes microrganismos.

A adição de ureia em volumosos via amonização, tem proporcionado maior valor digestibilidade *in vitro* da matéria seca, fator este que está relacionado com o aumento do conteúdo de nitrogênio disponível o que favorece a ação dos microrganismos ruminais, associado ao aumento da disponibilidade do nitrogênio aos microrganismos ruminais, ocorre à desestruturação dos componentes da fibra provocada pela amônia, também promove o aumento da digestibilidade do volumoso (GOBBI *et al.*, 2005). Então, espera-se que volumosos submetidos à amonização, sofram uma alteração no perfil de carboidratos, qualidade da fibra, bem como qualidade do nitrogênio oferecido aos microrganismos ruminais, sendo que estas informações podem indicar alta ou baixa qualidade da forragem. A melhoria da qualidade da fibra em volumosos submetidos à amonização, associado ao aumento da disponibilidade de nitrogênio não proteico aos microrganismos, maior produção de gás proveniente destas frações, com reflexo direto sobre o desempenho animal.

3. Fontes de urease, e seus efeitos sobre a amonização.

A utilização de ureia no tratamento de volumosos é uma tecnologia simples e de fácil adoção, por sua utilização como fonte de amônia apresentar fácil manuseio e baixo custo (GARCEZ et al., 2014). Tratamentos onde há utilização de ureia como fonte de amônia, a umidade e a atividade ureática têm influência marcante nas respostas dos volumosos amonizados (JOY et al., 1992). A ureia, quando decomposta, forma amônia, como é visto a seguir: $\text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ (GARCIA; NEIVA, 1994). Então, a adição de fontes de urease pode aumentar a eficiência da amonização de volumosos, principalmente pelo aceleramento de hidrólise da ureia (SAHNOUNE et al., 1991).

As ureases são enzimas que catalisam hidrólise da ureia em amônia e gás carbônico, e estão presentes em plantas, fungos e bactérias as quais possibilitam o uso de ureia como uma fonte de nitrogênio (WITTE, 2011). Apesar da abundância de uréases em alguns tecidos e

principalmente em sementes, pouco se sabe sobre sua função no vegetal, mas acredita-se que as uréases não desempenhem uma função vital nas plantas, pois a ureia, que é o seu principal substrato, não é um metabólito importante em plantas (BECKER-RITT, 2005). Há uma carência de informações científicas sobre a aplicação de fontes de uréase durante a amonização, tornando necessário este tipo de estudo (SARMENTO et al., 2001).

Devido ao exposto, objetivou-se neste estudo avaliar o valor nutritivo do feno de capim-elefante colhido após o florescimento, amonizado com doses de ureia, em dois períodos de tratamento e com três diferentes fontes de uréase.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER-RITT, A.B. **Ureases de soja (*Glycine max* (L) Merrill): expressão em tabaco (*Nicotiana tabacum*) e atividade fungicida e/ou fungistática.** 2005. 135 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CUNHA, M.J.; AMARO, R.; OLIVEIRA, A. **Tecnologias limpas em agropecuária.** 1.ed. Porto: Principia - Publicações Universitárias e Científica, 2005, 104p.

GARCEZ, B.S.; ALVES, A.A.; LIMA, N.A. Tratamentos químicos na melhoria do valor nutritivo de volumosos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n.1, p.3085-3093, 2014.

GARCIA, R.; NEIVA, J.N.M. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. In: **Simpósio nordestino de alimentação de ruminantes**, 5., Salvador, 1994. Anais. Salvador: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1994. p.41-61.

GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: **Congresso nacional dos estudantes de zootecnia**, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p.33-61.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; BERNARDINO, F.S.; ROCHA, F.S. Composição química e digestibilidade *In Vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.720-725, 2005.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. **Simpósio latino americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens**, Belo Horizonte, 1976, 20 - 33 p.

GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: **Simpósio sobre capim-elefante**, 1., Coronel Pacheco. Anais... Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1990. p.59-87.

GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. Valor alimentício das *Brachiarias* In: **Simpósio sobre manejo da pastagem**. 11.1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba, SP.

JOY, M.; ALIBÉS, X.; MUÑOZ, F. Chemical treatment of lignocellulosic residues with urea. **Animal feed science technology**, v.38, n.3-4, p. 319-333, 1992.

OJI, U.I.; ETIM, H.E.; OKOYE, F.C. Effects of urea and aqueous ammonia treatment on the composition and nutritive value of maize residues. **Small Ruminant Research**, 69, 232- 236, 2007.

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

PEREIRA, A.V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S.; BARBOSA, S. *Pennisetum purpureum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas Forrageiras**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2010. v. 1, cap. 6, p. 197-219.

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A.; ITAVO, L.C.V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1071-1077, 2004.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, F.H.S. NOGUEIRA, D.A.; VIEIRA, P.F. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Caatinga**, v.23, n.4, p.135-143, 2010.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. 2014. **Biologia vegetal**. 8° ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1. ed. Jaboticabal: UNESP, 2014. V. 1, cap. 30, p. 457-473.

REIS, R.A.; BASSO, F.C.; ROTH, A.P.T.P. Fenação. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1. ed. Jaboticabal: UNESP, 2014. V. 1, cap. 30, p. 457-473.

REIS, R.A.; MELO G.M.P.; BERTIPAGLIA L.M.A. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A. et al. (Eds.). **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p.187-238

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Composição química e digestibilidade de fenos tratados com amônia anidra ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.666-673, 2001.

RESENDE, H.; BRUSCHI, J.H. **Formação e manejo de capineira**. Viçosa- MG, CPT, 2007, p 218.

SAHNOUNE, S.; BESLE, M.M.; CHENOST, M.; JOUANY, J.P.; COMBES, D. Treatment of straw with urea. I. Ureolysis in a low water medium. **Animal Feed Science and Technology**. v. 34 p. 34:75, 1991.

SANTOS, J.; CASTRO, A.L.A.; PAIVA, P.C.A.; BANYS, V.L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos No resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, 2004

SANTOS, J.; CASTRO, A.L. A.; PAIVA, P.C.A.; BANYS, V.L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos No resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, 2004

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; NASCIMENTO, A.S. Grãos de soja como fonte de urease na amonização do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Scientia agricola**, v. 58, n .2, p. 223-227, 2001

TEIXEIRA, I.A.M.A.; CANESIN, C.C.; BERCHIELLI, T.T.; RESENDE, K.T. Métodos biológicos e laboratoriais na avaliação da qualidade de plantas forrageiras . In:

WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATIFIE, R.D (Ed.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: America Society of Agronomy, 1993. p.1-32.

WITTE, C. P. Urea metabolism in plants. **Plant Science**, v. 180, n. 3, p. 431– 438, 2011.

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**, v.28, n.2, p.333-340, 2007.

CAPITULO I

VALOR NUTRITACIONAL DO FENO DE CAPIM EFEFANTE AMONIZADO COM UREIA

RESUMO

Avaliou-se o efeito da amonização sobre o valor nutritivo do feno de capim-elefante colhido após o florescimento. Foi aplicado 2; 4; 6 e 8% de ureia com base na matéria seca do feno, durante 30 e 45 dias de período de tratamento e o controle (feno não amonizado). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo com um tratamento adicional: 4 (doses de ureia) x 2 (período de tratamento) + 1 (Controle) com 4 repetições. Foram realizadas as análises de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, nitrogênio total (NT), nitrogênio insolúvel no detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio não proteico (NNP), produção acumulada de gases *in vitro* (Parâmetros: V_{f1} , k_1 , V_{f2} , k_2 e L) e o fracionamento de carboidratos. Houve diferença entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para MS, EE, FDN, FDA, Lignina, celulose, FDNcp, fração A + B1, fração B2, fração C, NT, NNP, NIDA, NIDN, k_1 , L, V_{f2} , k_2 . Foi observado um efeito linear decrescente de dose de ureia para FDNcp, NIDA e NIDN e crescente para fração A+B1, NT, NNP. Houve efeito quadrático crescente de dose de ureia para V_{f2} com ponto máximo absoluto de 5,2% de ureia, e efeito de período de tratamento para V_{f2} e K_2 , com maior V_{f2} e menor K_2 para o feno tratado durante 45 dias. A dose mínima de 5,2 % de ureia durante um período de 45 dias, proporcionou melhoria valor nutricional do feno de capim elefante coletado após florescimento.

Palavras-chave: Composição química, Níveis de ureia, Qualidade nutricional.

ABSTRACT

Elephant grass hay nutritive value harvested after flowering, and ammoniated with 2, 4, 6 e 8% urea dose for two periods (30 and 45 days) and control was evaluated. A completely randomized design, in two-way factorial designs with additional treatment:4 (urea dose) x 2 (treatment period) + 1 (Control) with 4 replicates. Dry matter (DM), ash, ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for the ash and the protein (NDFap), acid detergent fiber (ADF), cellulose, lignin, total nitrogen (TN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), Non protein N (NPN), in vitro gas production and Carbohydrates fractioning were analysed. There was a difference ($p < 0,05$) between the control and combination of factorial treatments for DM, EE, NDF, ADF, lignina, cellulose, NDFap, A + B1 fraction, B2 fraction, C fraction, TN, NPN, ADIN, NDIN, K1, L, V_{f2} , K_2 . Linear effect from dose was observed to NDFap, ADIN and NDIN and increasing dose to A+B1 fraction, TN, NNP. A quadratic effect for to V_{f2} , with point absolute maximum of 5,2% of urea, and effect treatment period to V_{f2} e K_2 , with higher and lower V_{f2} K_2 for hay treated 45 days. Minimum dose 5,2% urea for 45 days increased nutritive value of elephant grass hay nutritive value harvested after flowering.

Key words: Chemical composition, nutritional quality, urea levels.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira se destaca no cenário mundial, devido a localização tropical, caracterizada por condições climáticas favoráveis à produção vegetal, associado às extensas dimensões territoriais, nos permite uma grande oferta de forragem nas propriedades criadoras de gado. No entanto, a qualidade da forragem oferecida ao ruminante é de fundamental importância, uma vez que, este é um dos principais fatores reguladores de consumo, e que depende essencialmente do manejo da planta forrageira.

O capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma planta forrageira de importante uso em propriedades rurais no Brasil, especialmente pela sua perenidade e alta produção de massa de forragem (DIEHL et al., 2013). Apesar disto, como grande parte das forrageiras tropicais possui baixo valor nutritivo quando mal manejado, e como a forragem é o principal volumoso componente da dieta de ruminantes no Brasil, é um dos fatores que resultam em baixos índices de produtividade animal (DIAZ et al., 2015).

O capim elefante é cultivado principalmente em forma de capineiras, com o intuito de cortá-lo e fornecer picado no cocho como suplemento da pastagem na época seca do ano. Segundo GUEDES et al. (2006) é comum o produtor rural, colher o capim em estágio avançado de maturidade, quando apresenta maior massa de forragem por área, porém neste estágio apresenta baixo valor nutricional. A maturidade da planta forrageira é um dos indicativos, do conteúdo de fibra pois, ocorre aumento de FDN e FDA com o avançar da idade (LU et al., 2005), sendo que o valor de FDN tem uma relação intrínseca com o valor nutricional, servindo como um preditor de sua digestibilidade (DANIEL et al., 2013).

Uma alternativa para otimizar o uso de forragens de baixa qualidade pelos ruminantes, são os tratamentos de volumosos. Existem tratamentos químicos, físicos, biológicos. Entretanto, todos possuem o princípio de tornar o volumoso mais digestível ao ruminante, principalmente por atuarem sobre a fibra. Dentre os tratamentos químicos, a amonização com ureia, tem se destacado, devido a facilidade de execução e acessibilidade ao produtor (NGUYEN et al., 2012). A amonização promove a elevação da degradação da celulose e hemicelulose, em razão da expansão de suas moléculas, com rompimento de pontes de hidrogênio e aumento da hidratação da fibra (ZANINE et al., 2007), além disto, acarreta ao volumoso um acréscimo do teor de proteína bruta, promovido pela adição do nitrogênio oriundo da hidrólise da ureia (NISA et al., 2007), e o aumento da digestibilidade (GARCÍA-MARTÍNEZ et al., 2009).

Entre os fatores que afetam a eficiência dos tratamentos mediante amonização pode ser citados a qualidade da forragem, a dose de ureia aplicada, o teor de umidade do volumoso e a duração do tratamento (RAMIREZ et al., 2007). Assim, estudos que buscam determinar a dose ideal de ureia a ser aplicada sobre o volumoso, bem como, o período de tratamento, que promovam melhores respostas em termos de valor nutricional, potencializam o emprego da técnica de amonização, aumentando sua eficiência através da redução do custo do tratamento.

Com a hipótese de que há diferença no valor nutricional do feno de capim-elefante colhido após o florescimento, amonizado com doses ureia durante dois períodos de tratamento, objetivou-se avaliar a aplicação de 0; 2; 4; 6 e 8 % de ureia durante 30 e 45 dias de tratamento, sobre o valor nutritivo deste feno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local experimental e dados climáticos.

O estudo foi conduzido no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada em Seropédica – RJ (Latitude: 22°46'59" S. Longitude: 43°40'45" W e altitude de 33 m). O clima da região é do tipo AW, pela classificação de Köppen. Os dados meteorológicos referentes a estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ, segundo o INMET, durante o período de realização do projeto são apresentados na figura 2.

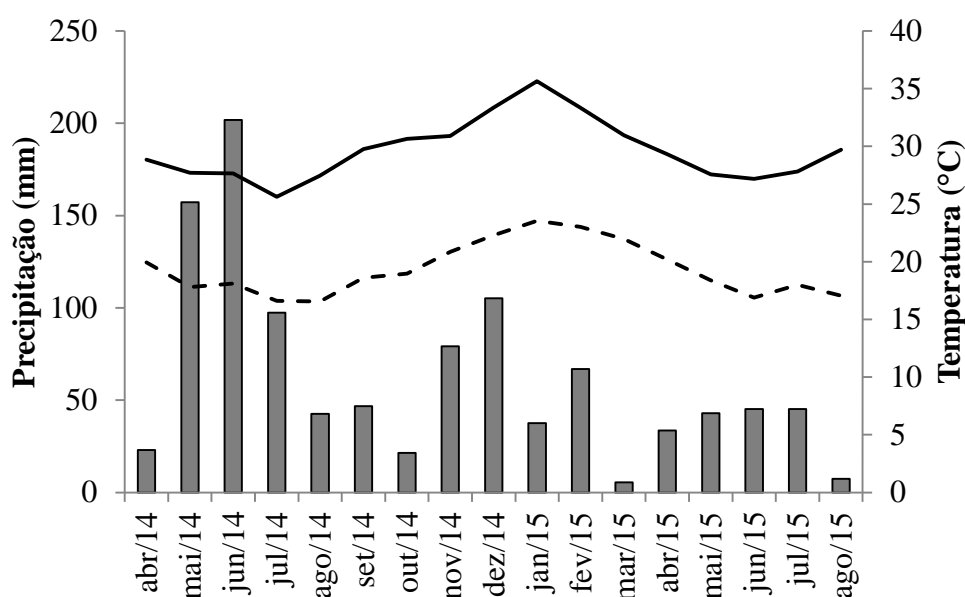


Figura 1. Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—), e temperatura mínima (---) de abril de 2014 à agosto de 2015, segundo dados do INMET.

2.2 Espécie Vegetal e solo da área.

Foi utilizada uma área de 400 m² cultivada com capim elefante cv. Cameron, localizada no setor de caprinocultura do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

O Capim elefante cv. Cameron foi oriundo de plantio já estabelecido de numa área de 400 m², localizada no setor de caprinocultura do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. Foi realizado coleta de amostra de terra na camada de 0-20cm, a qual apresentava os seguintes valores de fertilidade: pH (H₂O) = 6.4; cálcio = 4.40 cmol/dm³; magnésio = 3.10 cmol/dm³; alumínio = 0.0 cmol/dm³; hidrogênio + alumínio = 3.80 cmol/dm³; carbono orgânico = 9.75 cmol/dm³; saturação por bases = 67%; fósforo = 133mg/L; potássio = 68 mg/L. No dia 16 de dezembro de 2014, foi realizado um corte de uniformização, quando foi aplicação de 100 Kg de N, 80 Kg de P₂O₅ e 50 kg de K₂O, e após um mês, foi aplicado 100 Kg de N e 50 kg de K₂O.

2.3 Fenação e amonização do feno.

O capim foi colhido após o florescimento no dia 15 de maio, quando apresentava 5 meses de idade, com a composição química descrita na tabela 1.

Tabela 1. Composição química do capim elefante colhido após o florescimento, com 5 meses de idade

Componentes	Média (IC 95%)
Matéria Seca ^a	303,4±17,16
Cinzas ^b	57,1±2,84
Extrato etéreo ^b	13,4±0,53
Proteína Bruta ^b	53,0±0,34
Fibra em detergente neutro ^b	632,1±12,72
Fibra em Detergente ácido ^b	393,0±4,91
Nitrogênio insolúvel no detergente ácido ^c	113,5±7,16
Nitrogênio insolúvel no detergente neutro ^c	186,5±11,16
Hemicelulose ^b	239,1±12,1
Celulose ^b	293,2±5,74
Lignina ^b	82,6±4,15

Expressos em: ^ag/kg de feno; ^bg/kg de MS; ^cg/kg de Nitrogênio.

O capim foi cortado, picado, espalhado sobre uma lona plástica, e revolvido para que houvesse uma desidratação uniforme, até que a forragem atingisse ponto de feno (893,7 g*kg⁻¹ de MS). Após esta etapa, o mesmo foi transportado e armazenado no laboratório de ciências forrageiras do departamento de nutrição animal e pastagens (Figura 3: A, B e C).

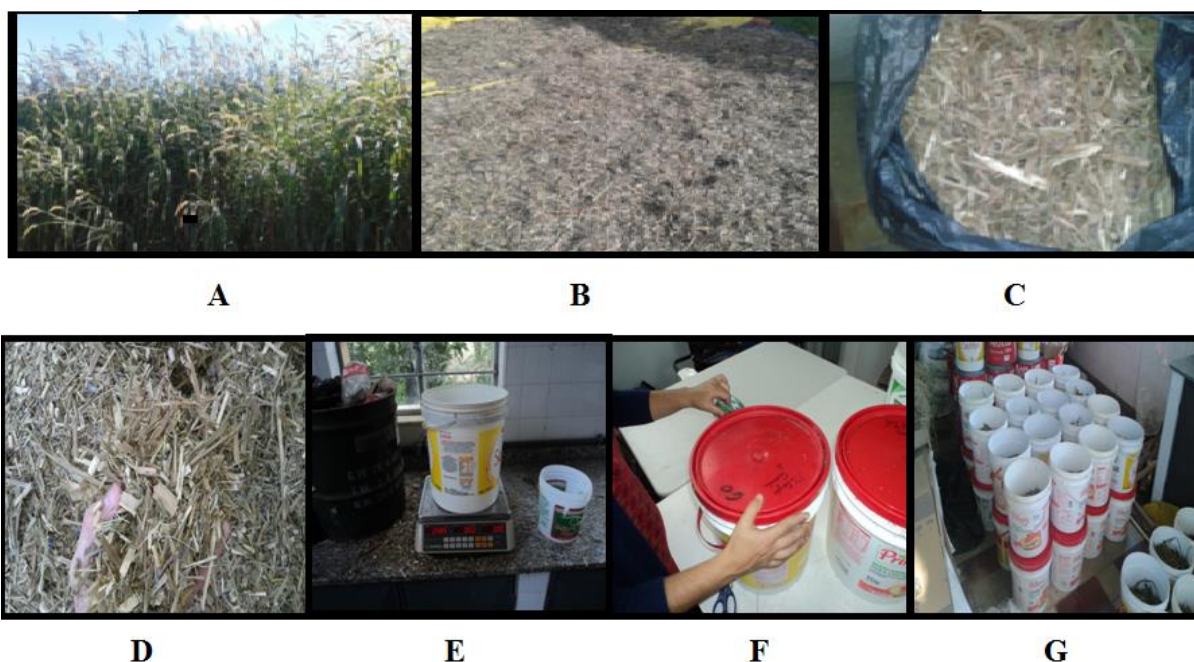


Figura 2. Capim elefante em estágio de florescimento (A), fenação (B), armazenamento (C e D), adição dos tratamentos nos 500 g de feno (E), vedação dos baldes (F), abertura dos baldes, e 48 horas de aeração (G).

A amonização foi realizada no 12/06/15, acondicionando 500 g de feno em baldes de 15 kg, sendo em seguida distribuída uma solução de ureia diluída em água sobre o mesmo. A quantidade de água utilizada foi calculada para reduzir o teor de matéria seca do feno para 700 g*kg⁻¹. Após a aplicação da solução os baldes foram fechados hermeticamente, sendo abertos após cada período experimental, mantidos abertos por 48 h para eliminação do excesso de amônia, para início das análises laboratoriais (Figura 2: D, E, F e G).

2.4 Avaliações e análises laboratoriais.

Após as 48 horas de aeração, foi coletado uma amostra de feno por repetição, e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C durante 72 horas. Após a primeira secagem, o feno foi processado em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm para análise da composição química e produção de gás *in vitro*.

Foram realizadas as análises de matéria seca, cinzas, extrato etéreo pelo método Goldfish de extração “a quente” com éter nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e celulose segundo Van Soest *et al.*, (1991), e a hemicelulose através da diferença entre o FDN e o FDA. Foi obtido o teor de Nitrogênio não proteico solúvel em solução de ácido tricloroacético, o teor de NIDA e NIDN, através da dosagem no nitrogênio retido na fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro respectivamente, sendo realizadas conforme metodologia descrita em Licitra *et al.* (1996).

O fracionamento de Carboidratos foi obtido segundo Sniffen *et al.* (1992), sendo as frações A + B1 representadas pelos carboidratos não fibrosos: $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{ncp} + \%Cinzas)$, e os carboidratos totais: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{ncp} + \%Cinzas)$. A fração C foi determinada pela porcentagem de lignina multiplicada por 2,4, e a fração B2 pela diferença entre $FDN_{ncp} - \text{Fração C}$, onde a FDN_{ncp} equivale à fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

As incubações *in vitro* foram realizadas conforme Goering & Van Soest (1970), onde foram utilizados frascos de penicilina de 100 mL na cor âmbar, com aproximadamente 0,5 g de amostra incubada com 40 mL de meio de cultura reduzido e 10 mL de inoculo ruminal, e vedados com tampas de borracha e lacre de alumínio (Figura 4. A)



Figura 3. Frascos de cor âmbar cotendo as amostras (A), ovinos fistulados no rumem (B), meio de cultura e inoculo ruminal (C), amostras no banho maria (D), medições de pressão e volume (E e F).

O meio de cultura foi obtido segundo Hall & Mertens (2008), onde o inóculo ruminal foi obtido de três ovinos fistulados no rumem, alimentados uma vez ao dia com silagem de milho e farelo de soja. Foi coletado separadamente líquido e material fibroso do conteúdo ruminal, duas horas após a alimentação, e armazenados em garrafas térmicas até o momento de utilização no laboratório. O material fibroso foi então batido em liquidificador por 60 segundos junto com o líquido ruminal na proporção de 1:2 (material fibroso: líquido ruminal) e com infusão contínua de CO₂. A mistura foi filtrada através de oito camadas de gaze. Em seguida, o inóculo ruminal filtrado foi adicionado ao meio de cultura, previamente reduzido na proporção 4:1, mantendo a mistura a 39°C sob infusão de CO₂ constante até sua transferência para os frascos, que foram imediatamente vedados e mantidos em banho-maria a 39°C (Figura 4. A, B, C e D).

Os perfis de tempo da produção de gás acumulado obtidos utilizando um dispositivo não automatizado similar àquele utilizado por Abreu *et al.* (2014). A pressão dos gases foi obtida por leituras manométricas e o volume medido por meio de pipeta graduada (25 mL; incremento 0,1mL). Para a medição do volume foi delineado um sistema, fixado em moldura feita de madeira, com um manômetro (0 a 8 psi; incremento 0,05) acoplado à uma válvula de plástico de três vias. As medições de pressão e volume foram realizadas nos tempos 0; 2; 4; 6; 8; 10;12; 16; 20; 30; 36; 48; 72 e 96 horas após adição do inoculo ruminal (Figura 3. E e F).

Foi utilizado o modelo bifásico composto pelos modelos monomolecular e GNG1 (Vieira *et al.*, 2008), segunda a equação: $V_t = V_{f1} \times (1 - \exp(-k_1 t)) + V_{f2} \times (1 - (\delta^N \exp(-k_2 t) + \exp(-\lambda t) \sum_{i=1}^{N-1} \frac{(1-\delta^{N-i})(\lambda t)^i}{i!})$; no qual: V_t é o volume final de gases acumulado no tempo t (mL), V_{f1} é o volume de gás produzido pela fração rapidamente fermentável (mL) e sua respectiva taxa de fermentação (k_1 , 1/h); V_{f2} é o volume de gás produzido pela fração lentamente fermentável (mL) e sua respectiva taxa de fermentação (k_2 , 1/h); N é um número inteiro positivo que representa a ordem de dependência do tempo, λ (1/h) é a assíntota da taxa de preparação para a digestão, e $\delta = \lambda/(\lambda - k)$ é uma constante.

Os modelos foram ajustados aos perfis de degradação ou produção cumulativa de gases por meio do procedimento NLMIXED do programa SAS (SAS System Inc., Cary, NC, USA), sendo que o melhor ajuste do modelo ao perfil foi avaliado através segundo o critério de Akaike.

2.5 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.

Os tratamentos consistiram na combinação de aplicação de doses de ureia: 2; 4; 6 e 8%, e os períodos de tratamento de 30 e 45 dias, mais o controle (feno não amonizado). O Delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo de esquema fatorial duplo com um tratamento adicional 4x2+1 (quatro doses de ureia em dois períodos de tratamento e um controle) com 4 repetições por tratamento. Cada balde, onde estava contido as repetições consistiram às unidades experimentais.

As médias foram submetidas à análise de variância, e em caso de significância foi realizado análise de regressão para doses de ureia, e comparação de médias através do teste de tukey para períodos de tratamentos, utilizando o pacote Expdes.pt do programa Rstudio (Ferreira *et al.*, 2013).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados de composição química do feno de capim elefante, amonizado com ureia durante 30 e 45 dias estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Matéria seca (MS), cinzas e extrato etéreo (EE), do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT)

Variável	PT (dias)	Controle	Dose (% de MS)				Média (DS)	Média (Fatorial)	CV (%)	P valor FA*C
			2	4	6	8				
MS ^a	30	893,7 ^A	772,8	757,7	761,5	770,4	765,6	760,5 ^B	1,93	*
	45		750,3	748,6	759,5	763,6	755,5			
Cinzas ^b	30	83,2	85,1	88,2	86,0	88,1	86,9	84,2	6,19	ns
	45		84,5	83,3	84,2	81,2	83,3			
EE ^c	30	14,6	13,6	14,0	13,2	13,4	13,6	14,2	8,75	ns
	45		14,4	14,4	15,9	14,2	14,7			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Efeito de: Período de tratamento (PT); diferença entre fatorial e controle (FA*C); interação entre Dose e Período de tratamento (D*PT); não significativo com $p > 0,5$ (ns); significativo com $p < 0,01$ (*) pelo teste de Fisher.

Valores expressos em: ^ag/kg de feno; ^bg/kg de MS.

Houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para matéria seca. Não houve efeito ($p > 0,05$) de dose, de período de tratamento e interação entre dose e período de tratamento para matéria seca, cinzas e extrato etéreo.

Ao amonizarem palha de milho com 3% de ureia, Moreira Filho *et al.* (2013) obtiveram redução no conteúdo de matéria seca da palha de milho amonizada, quando comparada ao controle, sendo que, os autores atribuíram estas reduções, à água adicionado ao volumoso durante amonização, necessária para reduzir o conteúdo de matéria seca para 70%. Ferreira & Zanine (2013) amonizaram feno de capim Tanzânia com 1,5; 2,5 e 3,5% de ureia, e não obtiveram alteração no teor de extrato etéreo e de cinzas do feno amonizado comparado ao controle.

Pádua *et al.* (2011) amonizaram feno de grama batatais com 0; 5; 1; 1,5; 2 e 2,5% de ureia durante 21, 28 e 35 dias de período de tratamento, e não obtiveram diferença ($p > 0,05$) significativa do controle com relação aos doses de ureia e períodos de tratamentos. Segundo os autores, estas variáveis sofrem influencia do teor de umidade do volumoso no momento da amonização, mas não do período de tratamento.

Os componentes da fração fibrosa do feno de capim elefante amonizado com doses de ureia em dois períodos de tratamento, são apresentados na tabela 3.

Houve diferença ($p < 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para FDN, FDA, lignina e celulose, mas não houve interação ($p > 0,05$) entre dose de ureia e período de tratamento. Não foi observado efeito ($p > 0,05$) de dose de ureia para os componentes da fração fibrosa, mas houve efeito ($p < 0,05$) de período de tratamento, e os menores valores de FDN para o feno tratado por 45 dias. Sarwar *et al.* (2006) amonizaram palha de trigo com 0, 2 e 4 % de ureia, durante 20, 30 e 40 dias e obtiveram redução do teor de FDN com o aumento do período de tratamento, mas não obtiveram diferença dos períodos de 30 40 dias de tratamento.

Wanapat *et al.* (2009) amonizaram palha de arroz com 5,5 % de ureia, e obtiveram uma redução de 849 para 720 $g \cdot kg^{-1}$ no FDN, e de 613 para 535 $g \cdot kg^{-1}$ para FDA, deste tratamento comparado ao controle. Dean *et al.* (2008) amonizaram duas gramíneas tropicais e obtiveram redução de 485 para 467 $g \cdot kg^{-1}$ do teor de FDA do capim bermuda, mas não houve

efeito significativo ($p>0,05$) para grama batatais. As reduções no teor dos componentes da fibra ocorrem devido a quebra das ligações entre lignina e os carboidratos da parede celular (celulose e hemicelulose), aumento a solubilidade dos mesmos (GARCÍA-MARTÍNEZ *et al.*, 2009). Além disso, Abo-Donia *et al.* (2014), destaca que a amonização provoca alterações sobre as células da bainha vascular, e a ruptura de superfícies internas cuticulares.

Tabela 3. Componentes da fração fibrosa^a expressos em $g \cdot kg^{-1}$ de MS, do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT)

Variável	PT (dias)	Controle	Dose (% de MS)				Média	Média (Fatorial)	CV (%)	P valor	
			2	4	6	8				FA*C	PT
FDN	30	758,7 ^A	750,5	742,3	745,4	734,2	743,1 ^a	738,6 ^B	1,93	**	*
	45		737,5	735,2	725,5	738,1	734,1 ^b				
FDA	30	470,6 ^A	449,3	442,2	447,7	432,3	442,8	442,9 ^B	2,79	*	ns
	45		444,3	444,6	435,5	447,4	442,9				
LIG	30	91,1 ^A	77,6	76,9	82,8	72,1	77,4	78,4 ^B	7,86	*	ns
	45		78,3	75,1	86,2	78,7	79,6				
CEL	30	347,6 ^A	339,5	330,6	332,3	327,3	332,0	330,7 ^B	3,25	*	ns
	45		331,1	332,4	325,5	327,3	328,8				
HEM	30	288,5	300,1	299,4	298,6	302,1	299,8	295,5	4,96	ns	ns
	45		293,2	290,4	289,3	291,3	290,8				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Efeito de: Período de tratamento (PT); diferença entre fatorial e controle (FA*C); interação entre Dose e Período de tratamento (D*PT); não significativo com $p>0,5$ (ns); significativo com $p<0,01$ (*) pelo teste de Fisher.

^aFDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; HEM = Hemicelulose; CEL = Celulose; LIG = Lignina.

Houve diferença ($p<0,01$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para FDNcp, fração A + B1, fração B2 e fração C. Foi observado efeito linear decrescente de dose de ureia para FDNcp e efeito linear crescente de dose para fração A+B1.

As reduções dos teores de FDNcp indicam aumento da solubilidade da fibra, e melhorias sobre o aspecto nutricional, uma vez que esta é representada pelos carboidratos fibrosos de degradação lenta pelos microrganismos ruminais. A fração A + B1 dos carboidratos é representada por açúcares solúveis com rápida degradação pelos microrganismos ruminais (SNIFFEN *et al.*, 1992), e o seu aumento representa um aumento de fonte de energia para o desenvolvimento destes microrganismos. Dean *et al.* (2008) amonizaram feno de capim bermuda e grama batatais e obtiveram aumento do teor de carboidratos solúveis fato atribuído ao tratamento com ureia que promoveu a hidrólise da fibra, aumentando o conteúdo de compostos solúveis.

Os resultados do fracionamento de carboidratos do feno de capim elefante amonizado com ureia estão apresentados na tabela 4 contem.

Um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação do complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos maior área de exposição e, conseqüentemente, aumentando a solubilidade das frações da fibra (Pires *et al.*, 2004). O que pode incrementar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal, uma vez que esta fração A + B1 fornece energia de forma mais lenta aos microrganismos do rúmen (PEREIRA *et al.*, 2010), enquanto a fração C indica a fração de carboidratos indisponível nos compartimentos digestivos dos ruminantes (FAVORETO *et al.*, 2008).

Tabela 4. Fracionamento de Carboidratos^a, do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT)

Variável	PT (dias)	Controle	Dose (% da MS)				Média (Fatorial)	CV (%)	Equação Regressão
			2	4	6	8			
FDNcp ^b	30	641,5 ^A	630,8	617,9	623,6	613,6	621,6 ^B	1,93	$*\hat{Y} = 632,1 - 2,08x$ (0,41)
	45		633,3	611,9	625,7	616,3			
CT ^b	30	821,3	823,2	819,6	822,3	819,9	822,9	2,79	ns
	45		824,3	821,6	826,2	826,3			
A + B1 ^c	30	179,9 ^B	192,3	201,6	198,6	206,3	201,2 ^A	5,42	$*\hat{Y} = 109,3 + 2,1x$ (0,58)
	45		190,9	209,6	200,4	210,0			
C ^c	30	218,6 ^A	186,4	185,6	199,8	173,1	188,4 ^B	8,13	ns
	45		188,1	180,4	207,1	189,9			
B2 ^c	30	422	444,4	433,3	424,5	440,5	433,4	4,10	ns
	45		445,2	431,6	418,7	427,4			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste tukey à 5% de significância. Efeito: não significativo com $p > 0,5$ (ns); significativo com $p < 0,01$ (*) pelo teste de Fisher.

^aFDNcp = fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteínas; CT = Carboidratos Totais; A + B1 = Fração A + B1; B2 = Fração B2; C = Fração C,

Expressos em: ^bg/kg de matéria seca; ^cg/kg de carboidratos.

O resultado do fracionamento de nitrogênio do feno de capim elefante amonizado com ureia está apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Fracionamento do Nitrogênio, do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT)

Variável	PT	Controle	Dose (% da MS)				Média (Fatorial)	CV (%)	Equação Regressão	R ²
			2	4	6	8				
NT ^a	30	12,4 ^B	17,2	20,9	24,2	29,4	22,8 ^A	7,4	$*\hat{Y} = 11,9 + 2,1x$	0,9
	45		17,1	19,4	22,8	31,5				
NNP ^b	30	212,3 ^B	344,7 ^b	440,5 ^a	525,6 ^a	619,7 ^b	490,3 ^A	7,3	$*\hat{Y} = 255,5 + 45,3x$	0,9
	45		420,7 ^a	400,4 ^a	516,4 ^a	656,6 ^a				
NIDA ^b	30	108,0 ^A	108,7 ^a	87,3 ^a	80,1 ^a	69,4 ^a	84,7 ^B	9,1	$*\hat{Y} = 107,5 - 6,2x$	0,9
	45		99,7 ^a	93,8 ^a	84,0 ^a	54,3 ^b				
NIDN ^b	30	269,8 ^A	240,7	222,2	200,8	136,1	211,5 ^B	9,7	$*\hat{Y} = 309,1 - 19,5x$	0,9
	45		275,4	263,6	207,2	145,8				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Efeito: não significativo com $p > 0,5$ (ns); significativo com $p < 0,01$ (*) pelo teste de Fisher.

^aNT= Nitrogênio total; NNP = Nitrogênio não protéico; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro;

Expressos em: ^ag/kg de matéria seca; ^bg/kg de Nitrogênio Total.

Houve diferença entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para NT, NNP, NIDA e NIDN, interação entre período de tratamento e dose de ureia para NNP, com maiores valores de NNP com tratamento durante 45 dias, para aplicação de 2 e 8% de ureia. Foi observado efeito ($p < 0,05$) linear crescente de dose de ureia para NT e NNP, e efeito ($p < 0,05$) linear decrescente para NIDA e NIDN, e efeito ($p < 0,01$) de período de tratamento para NIDN, onde foram obtidos maiores valores de NIDN para o feno tratado durante 45 dias.

Ao amonizarem feno de *Brachiaria decumbens* com 0; 2; 4; 6; 8 e 10%, Gobbi *et al.* (2005), obtiveram aumento linear do nitrogênio total, aumento este atribuído a adição de fonte de NNP via ureia no feno níveis crescentes de nitrogênio, e redução linear NIDA/NT e NIDN/NT. Diante destes resultados estes autores afirmaram que, o aumento gradual no teor de nitrogênio disponível em função dos níveis de ureia evidencia que a adição de nitrogênio não-proteico (NNP) promoveu diluição dos conteúdos de NIDN e NIDA em relação ao nitrogênio total (NT), acarretando aumento na disponibilidade de nitrogênio para os microorganismos ruminais.

Abo-Donia *et al.* (2014), amonizaram casca de amendoim com 5% de ureia, e obtiveram aumento do nitrogênio não proteico de 0,04 para 1,65, com relação à casca de amendoim não amonizada. Carvalho *et al.* (2006), obtiveram reduções dos teores de NIDA de 17,4, 14,1, 10,9 e 7,8%, respectivamente, para os bagaços tratados com 0, 2,5, 5,0 e 7,5% de ureia. Isto justifica as reduções dos teores de NIDA e NIDN com relação ao nitrogênio total, devido a adição de nitrogênio não proteico (NPN) via ureia, o que indica uma maior disponibilidade de nitrogênio aos micorganismos ruminais.

As estimativas dos parâmetros cinéticos de produção de gás *in vitro* do feno de capim elefante amonizado com ureia são apresentados na tabela 6.

Houve diferença entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para K_1 , L , V_{f1} , K_2 . Foi observado efeito de período de tratamento para V_{f2} e k_2 , com maior V_{f2} e menor k_2 para o feno tratado durante 45 dias, e efeito quadrático crescente de dose de ureia para V_{f2} com ponto máximo absoluto de 5,2% de ureia. O aumento da produção de gás proveniente da fração fibrosa, se deve ao aumento da solubilidade desta fração e consequentemente maior acessibilidade pelos micorganismos ruminais quando o feno foi tratado por 45 dias. Além disso, os tratamentos com ureia aumentam o nitrogênio oferecido aos micorganismos, através da hidrólise da ureia, servindo como fonte de nitrogênio não proteico para que haja a fermentação da matéria orgânica (GARCÍA-MARTÍNEZ *et al.*, 2009).

Tabela 6 Estimativas dos parâmetros cinéticos (PC) da produção de gás *in vitro*^a do feno de capim elefante amonizado com ureia em dois períodos de tratamento (PT)

PC	PT	Controle	Dose (% da MS)				Média	Média (Fatorial)	CV (%)	Equação Regressão	R ²
			2	4	6	8					
V_{f1}	30	8,1	8,6	8,1	7,8	7,9	8,1	8,23	1,95	ns	-
	45		8,5	8,5	8,7	7,6	8,3				
k_1	30	0,188 ^A	0,166	0,174	0,173	0,166	0,170	0,166 ^B	7,68	ns	-
	45		0,164	0,163	0,150	0,172	0,162				
L	30	2,6 ^B	2,8	3,1	3,3	3,5	3,1	3,2 ^A	8,83	ns	-
	45		3,3	3,1	3,3	3,2	3,2				
V_{f2}	30	15,1	16,1	16,3	16,1	16,6	16,2 ^b	16,7	5,47	** $\hat{Y} = 12,76 + 2,07x - 0,20x^2$	0,92
	45		16,2	17,5	18,3	16,3	17,0 ^a				
k_2	30	0,018	0,016	0,018	0,017	0,015	0,017 ^a	0,015	17,72	ns	-
	45		0,015	0,013	0,011	0,015	0,014 ^b				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste tukey à 5% de significância.

Efeito: não significativo com $p > 0,5$ (ns); significativo com $p < 0,05$ (**) pelo teste de Fisher.

^a V_{f1} : Volume de gás proveniente dos carboidratos não fibrosos (mL), k_1 : taxa de fermentação dos carboidratos não fibrosos (%h⁻¹), V_{f2} : volume de gás produzido pelos carboidratos fibrosos (mL); k_2 : taxa de fermentação da fração Fibrosa (%h⁻¹), L: latência ou tempo de colonização (horas).

Napasirth *et al.* (2012) amonizaram palha de arroz com ureia e obtiveram aumento de 60,2 para 83,2 ml no volume de gás proveniente da fração fibrosa, sendo que, estes mesmos

autores atribuíram esse aumento de volume a melhoria da digestibilidade da fibra, pela quebra das ligações entre os carboidratos e a lignina presentes na fibra.

Reduções nas taxas de fermentação da fração solúvel (k_1), e fração da fibrosa (k_2), indicam uma maior eficiência na atividade fermentativa dos microrganismos, uma vez que, houve maior produção de gás com relação ao tempo de fermentação, que pode ser atribuído, as reduções dos componentes da fibra uma vez que, estas taxas são parâmetros afetados pela presença de substâncias inibidoras à fermentação ruminal tais como a lignina (ABREU *et al.*, 2014).

4 CONCLUSÕES

O emprego da amonização mediante ureia proporciona melhorias no valor nutritivo do feno de capim elefante colhido após o florescimento, devido a melhoria qualidade da fibra, associado à quantidade e qualidade do nitrogênio oferecido aos microrganismos ruminais.

A dose mínima de 5,2% de ureia, durante um período de 45 dias de tratamento, proporcionou melhoria do valor nutricional do feno de capim elefante colhido após o florescimento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABO-DONIA, F.M.; ABDEL-AZIM, S.N.; ELGHANDOU, M.M.Y.; SALEM, A.Z.M.; BUENDÍA, G.; N.A.M.; SOLIMAN, N.A.M. Feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation activities in sheep-fed peanut hulls treated with *Trichoderma viride* or urea. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 221–228, 2014.
- ABREU, M.L.C.; VIEIRA, R.A.M.; ROCHA, N.S.; ARAÚJO, R.P.; GLÓRIA, L.S.; FERNANDES, A.M.; LACERDA, P.D.D.; JÚNIOR, A.G. Clitoria ternatea L, as a Potential High Quality Forage Legume. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27. n. 2, p.169-178, 2014.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Official Methods of Analysis**, 15th Ed. Association of Official Analytical chemists, Washington, DC, USA. pp:1094. 1990.
- 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.
- DANIEL, J.L.P.; CAPELESSO, A.; CABEZAS-GARCIA, E.H., ZOPOLLATTO, M.; SANTOS M.C.; HUHTANEN, P. E NUSSIO, L.G. Fibre digestion potential in sugarcane across the harvesting window. **Grass and Forage Science**, v.69, n.1, p.176-181, 2013.
- DEAN, D.B.; ADESOGAN, A.T. KRUEGER, N.A.; LITTELL, R.C. Effects of treatment with ammonia or fibrolytic enzymes on chemical composition and ruminal degradability of hays produced from tropical grasses. **Animal Feed Science and Technology**. v. 145, n. 1-4, p. 68-83, 2008.
- DÍAZ, A.; RANILLA, M. J.; GIRALDO L. A.; TEJIDO M. L.; CARRO, M. D. Treatment of tropical forages with exogenous fibrolytic enzymes: Effects on chemical composition and in vitro rumen fermentation. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 2, p. 345–355, 2015.
- DIEHL, M.S.; OLIV,; C.J.; AGNOLIN, C.A.; BRATZ, V.F.; BEM, C.M.; AGÜIRRE, P.F., GLIENKE, C.L.; CORREA, M.R.; SERAFIM, G. Produtividade de sistemas forrageiros consorciados com leguminosas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1527-1536, 2013.
- FAVORETO, M.G.; DERES, Z.F.; FERNANDES, A.M.; VIEIRA, R.A.M.; FONTES, C.A.A. Avaliação nutricional da grama estrela cv, Africana para vacas leiteiras em condições de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 319-327, 2008.
- FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M. Comparison between levels of sodium hydroxide and urea in hay guinea grass haylage. **Scientific Journal of Animal Science**, v. 2, n. 10, p. 277-284, 2013.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge, R package** (Português), version 1.1.2, 2013.

GARCÍA-MARTÍNEZ, A.; ALBARRAN-PORTILLO, B.; CASTELAN-ORTEGA, O.A.; ESPINOZA-ORTEGA.; ARRIAGA-JORDAN, C. Urea treated maize straw for small-scale dairy systems in the highlands of Central Mexico. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 7, p. 1487–1494, 2009.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; BERNARDINO, F.S.; ROCHA, F.S. Composição química e digestibilidade *In Vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.720-725, 2005.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J, **Forage fiber analysis** (Apparatus, reagents, procedures and some applications), Washington, DC: USDA, 1970, (Agricultural Handbook, 379).

GUEDES, C.M.; RODRIGUES, M.A.M.; GOMES, M.J.; SILVA, S.R.; FERREIRA, L M. and MASCARENHAS-FERREIRA A. Urea treatment of whole-crop triticale at four growth stages: effects on chemical composition and on in vitro digestibility of cell wall. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 6, p. 964-970, 2006.

HALL, M.B.; MERTENS, D.R. In vitro fermentation vessel type and method alter fiber digestibility estimates. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 1, p. 301-307, 2008.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 45-52, 2005.

MOREIRA FILHO, M.A.; ALVES, A.A.; VALE.; G.E.S.; MOREIRA, A.L.; ROGÉRIO.; M.C.P. Nutritional value of hay from maize-crop stubble ammoniated with urea. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 893-901, 2013.

NAPASIRTH, V.; WANAPAT, M.; BERG, J. Assessment of urea and/or lime treatment on rice straw quality using in vitro gas fermentation technique. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, n. 2, p. 295-299, 2012.

NGUYEN, V. N., M. WANAPAT, P. KHEJORNART.; P. KONGMUN. Nutrient digestibility and ruminal fermentation characteristic in swamp buffaloes fed on chemically treated rice straw and urea. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 3, p. 629-636, 2012.

NISA, M.; SARWAR, M.; SHAHZAD, M.A.; HASSAN, Z. Influence of urea molasses treated wheat straw fermented with cattle manure on nutrient intake, digestibilities, milk yield and its composition in early lactating Nili Ravi buffaloes. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, suppl. 2, p. 480-483, 2007.

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

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L. S.; MIZUBUTI, I.Y.; ARAUJO, G. G.L.; CARNEIRO, M.S.S.; REGADAS FILHO, J.G.L.; MAIA, I.S.G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A.; ITAVO, L.C.V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1071-1077, 2004.

RAMÍREZ, G. R.; AGUILERA-GONZALEZ, J.C.; GARCIA-DIAZ, G.; NUÑÉS-GONZÁLES. Effect of urea treatment on chemical composition and digestion of *Cenchrus ciliaris* and *Cynodon dactylon* hays and *Zea mays* residues. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 6, n. 8, p. 1036- 1041, 2007.

SARWAR, M.; NISA, M.; HASSAN, Z.; SHAHZAD, M.A. Influence of urea molasses treated wheat straw fermented with cattle manure on chemical composition and feeding value for growing buffalo calves. **Livestock Science**, v. 105, n. 8, p. 151-161, 2006.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, R.A.M.; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1, Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**, v. 255, n. 4, p. 345-356, 2008.

WANAPAT, M.; POLYORACH, S.; BOONNOP, K.; MAPATO, C.; CHERDTHONG, A. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. **Livestock Science**, v. 125, p. 238–243. 2009.

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**, v.28, n.2, p.333-340, 2007.

CAPITULO II

AMONIZAÇÃO DO FENO DE CAPIM EFEFANTE COM ADIÇÃO DE GRÃOS MOÍDOS DE LEGUMINOSAS COMO FONTES DE UREASE

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da adição de grãos moídos de leguminosas como fontes de uréase, sobre o valor nutritivo do feno de capim elefante colhido após o florescimento. Os tratamentos consistiram na adição de soja, feijão guandu e feijão de porco como fontes de urease, em níveis de 1, 2, 3 e 4% de fonte de uréase, com 4 repetições por tratamento. Foram realizadas as análises de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, nitrogênio total (PB), nitrogênio insolúvel no detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio não proteico (NNP), produção de gás *in vitro* e o fracionamento de carboidratos. Foi observado interação ($p < 0,01$) entre fonte de uréase e nível de fonte de uréase para FDN, FDA e lignina. A adição de 3% de soja ou feijão guandu como fonte de uréase, resultaram em menores valores de FDN, e não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$), enquanto feijão de porco apresentou os maiores valores de FDN. Houve diferença ($P < 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para FDN fração A + B1, mas não houve diferença ($p > 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para matéria seca, cinzas e extrato etéreo, mas foi observado efeito ($p < 0,01$) de fonte de uréase para extrato etéreo. Não houve interação ($p > 0,05$) entre fonte de uréase de nível de aplicação, mas houve efeito ($p < 0,01$) de fonte de urease para NNP e NIDA. Houve interação ($p < 0,05$) entre fonte de uréase de nível de aplicação para V_{f1} , mas não houve interação ($p > 0,05$) para k_1 , L, V_{f2} e K_2 . Foi observado efeito linear de nível de fonte de urease, e maior V_{f1} quando foi aplicado soja como fonte de urease. A adição de 4% de soja como fonte de uréase, do feno de capim elefante amonizado com ureia, proporcionou melhoria no valor nutricional do feno de capim elefante colhido após o florescimento, tendo como base o aumento da produção de gás proveniente da fração solúvel.

Palavras-chave: Feijão de porco, feijão guandu, níveis de fonte de urease, soja.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of addition of legume milled grain as sources of urease on the nutritional value of elephant grass hay harvested after flowering. The treatments consisted of the addition of soybean, pigeon peas and jack beans as urease source at levels of 1, 2, 3 and 4% source of urease, with four replicates. Dry matter (DM), ash, ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for the ash and the protein (NDFap), acid detergent fiber (ADF), cellulose, lignin, total nitrogen (TN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), Non protein N (NPN), in vitro gas production and Carbohydrates fractioning were analysed. There was interaction ($p < 0,01$) between sources of urease and level for NDF, ADF and lignin. The addition of 3% of soybean or jack bean as a source of urease, resulted in lower NDF, and were not statistically different ($p > 0.05$), while jack beans had the highest NDF. There was a difference ($P < 0,05$) between the control and combination of factorial treatments for NDF, A + B1 fraction. There was no interaction ($p > 0.05$) between source application level of urease, but was no effect ($p < 0.01$) of urease source for NPN and ADIN. There was interaction ($p < 0,05$) between level source of urease to V_{f1} , but there was no interaction ($p > 0.05$) k_1 , L, V_{f2} e K_2 . Linear effect of urease source level and greater V_{f1} when applied soybeans as a source of urease. The addition of 4% of soybean as a source of urease, elephant grass hay ammoniated with urea based, provided improving the nutritional value of elephant grass hay harvested after flowering, based on the increased gas production from the soluble fraction.

Key words: Jack beans, pigeon pea, urease source levels, soybean.

1 INTRODUÇÃO

A amonização de volumosos de baixa qualidade com ureia é um tratamento que otimiza o emprego de recursos forrageiros em propriedades agrícolas, por se tratar de uma técnica pouco onerosa e de fácil acesso ao produtor (VADIVELLO & FADEL, 2009), além disto, a amonização com ureia quando comparado a amônia anidra, apresenta vantagens, uma vez que esta última tem disponibilidade limitada no comércio e apresenta dificuldade quanto ao transporte, o que compromete o seu uso como fonte de nitrogênio (BROWN & ADJEI, 1995).

A hidrólise da ureia (ureólise) resulta na produção de amônia e CO₂ (MEDEIROS-SILVA *et al.*, 2014) conforme equação: $\text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$. A umidade e a atividade ureática presente no volumoso, interferem diretamente sobre a eficiência da amonização com ureia, pois ambas participam da reação de hidrólise, e, conseqüente produção de amônia (RAMÍREZ *et al.*, 2007). A amônia reage com a água formando o hidróxido de amônio, substância esta que desencadeia os efeitos sobre o volumoso (POLYORACH *et al.*, 2014), promovendo a quebra das ligações éster entre a lignina, celulose e hemicelulose, o que permiti maior acesso dos microrganismos ruminais aos carboidratos estruturais (WANAPAT *et al.*, 2009).

A soja (MEDEIROS-SILVA *et al.* 2014) e o feijão de porco (PIOVESAN *et al.* 2014) são descritas como as fontes de uréases mais comuns. Entretanto, há uma variedade de leguminosas tais como o feijão guandu (BALASUBRAMANIAN *et al.*, 2013) que podem ser utilizadas para emprego nesta finalidade. Segundo Becker-Ritt *et al.* (2011) esta enzima desempenha no vegetal as funções de reciclagem de nitrogênio através da ureia e atua na proteção contra agentes patogênicos presentes na planta. Apesar disto, informações sobre o benefício do emprego de fontes de urease em tratamento de volumosos via amonização com ureia ainda são escassos, o que torna importante este tipo de estudo, pelo aumento da atividade de urease presente no volumoso, acarretando o aceleração de hidrólise da ureia.

Sobre a hipótese de que há diferença no valor nutricional do feno de capim-elefante colhido após o florescimento, amonizado com ureia e com adição de grãos moídos como fontes de urease, objetivou-se neste trabalho avaliar a adição de soja, feijão guandu e feijão de porco em diferentes níveis sobre o valor nutricional deste feno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local experimental e dados climáticos

O estudo foi desenvolvido no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada em Seropédica – RJ (Latitude: 22°46'59" S. Longitude: 43°40'45" W e altitude de 33 m). O clima da região é do tipo AW, pela classificação de Köppen. Os dados meteorológicos referentes a estação Ecologia Agrícola, Seropédica-RJ, segundo o INMET, durante o período de realização do projeto são apresentados na figura 1.

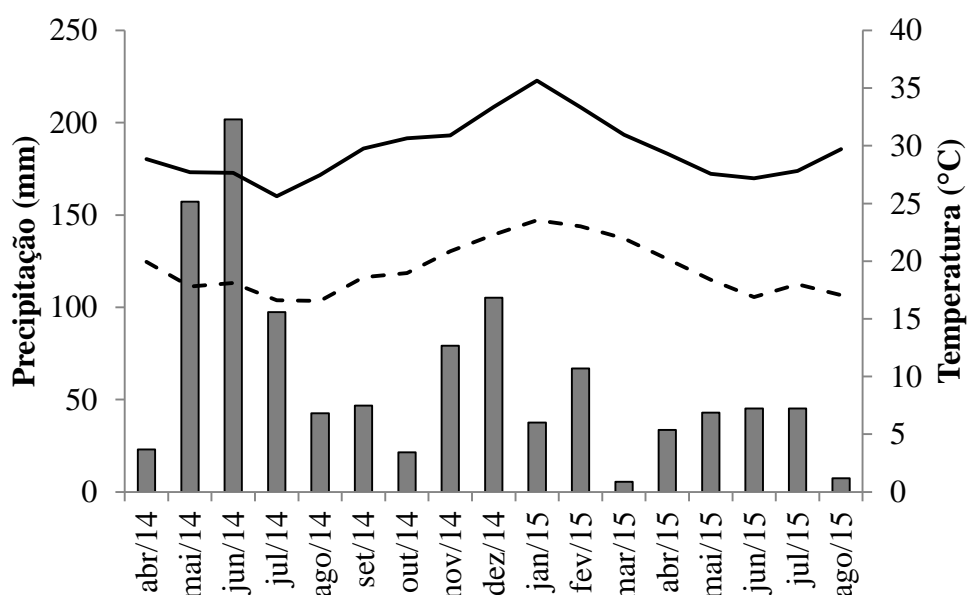


Figura 1. Precipitação acumulada mensal (■), temperatura máxima (—), e temperatura mínima (---) de abril de 2014 a agosto de 2015, segundo dados do INMET.

2.2 Espécie Vegetal e solo da área

Foi utilizado uma área de 400 m² cultivada com capim elefante cv. Cameron, localizada no setor de caprinocultura do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

Foi realizado uma análise química de amostra de terra na camada de 0-20cm, a qual apresentava os seguintes valores de fertilidade: pH (H₂O) = 6,4; cálcio = 4,40 cmol/dm³; magnésio = 3,10 cmol/dm³; alumínio = 0,0 cmol/dm³; hidrogênio + alumínio = 3,80 cmol/dm³; carbono orgânico = 9,75 cmol/dm³; saturação por bases = 67%; fósforo = 133mg/L; potássio = 68 mg/L. Foi realizado um corte de uniformização no dia 16 de dezembro de 2014, e realizado a aplicação de 200 Kg de N, 80 Kg de P₂O₅ e 100 kg de K₂O, sendo o nitrogênio e o K₂O parcelado em duas vezes.

2.3 Fenação e amonização do feno com adição de fontes de urease

O capim foi colhido após o florescimento, com 5 meses de idade, sendo cortado, picado, espalhado sobre uma lona plástica, e revolvido para que houvesse uma desidratação uniforme, até que a forragem atingisse ponto de feno. Após isto foi transportado e armazenado no laboratório de ciências forrageiras do departamento de nutrição animal e pastagens, com a composição química descrita na tabela 1.

Tabela 1. Composição química do feno de capim elefante colhido após o florescimento, quando apresentava 5 meses de idade

Componentes	Média (IC 95%)
Matéria Seca ^a	893,7±6,01
Cinzas ^b	83,2±1,61
Extrato Etéreo ^b	14,6±0,47
Fibra em Detergente Neutro ^b	758,7±5,14
Fibra em Detergente Ácido ^b	470,6±3,91
Hemicelulose ^b	347,6±5,50
Celulose ^b	288,5±3,18
Lignina ^b	91,1±2,55
Proteína bruta ^b	485,6±1,07
Nitrogênio insolúvel no detergente ácido ^c	108,0 ±9,22
Nitrogênio insolúvel no detergente neutro ^c	212,3±17,28

Expressos em: ^ag/kg de feno; ^bg/kg de MS; ^cg/kg de nitrogênio.

A amonização foi realizada acondicionando-se 500 g de feno em baldes de 15 kg, mais a solução aquosa de 4% de ureia, em quantidade suficiente para reduzir o teor de matéria seca do feno para 70%, juntamente à solução de ureia, foi adicionado grãos moídos de: soja (*Glycine max*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), e feijão de porco (*Canavalia ensiformes*), nos níveis 1, 2, 3 e 4% com base na matéria seca do feno.

A composição química dos grãos de leguminosas usadas no experimento são descritos na descrita na tabela 2.

Tabela 2. Composição química, dos grãos moídos de feijão de porco, feijão guandu e soja usados como fonte de uréase

Componentes	Fonte de uréase		
	Feijão de porco	Feijão Guandu	Soja
Matéria seca ^a	884,3±8,27	879,2±9,27	902,6±7,27
Cinzas ^b	32,5±2,27	39,4±2,36	48,7±1,89
Extrato etéreo ^b	21,1±0,95	19,6±0,81	28,3±0,73
Proteína bruta ^b	316,5±2,79	206,6±1,23	334,5±1,73
Fibra em detergente Neutro ^b	255,9±5,79	375,3±6,23	296,8±4,23
Fibra em detergente ácido ^b	122,3±3,92	174,6±3,79	126,9±4,23
Hemicelulose ^b	133,6±2,38	200,7±3,14	169,9±2,68
Índice de atividade ureática ^c	1,78±0,20	2.21±0,13	2.76±0,18

Expressos em ^ag/kg de feno; ^bg/kg de MS, ^cΔpH = diferença de pH.

Após aplicada a solução os baldes foram tampados e fechados com fita isolante para que haja condições herméticas dentro dos baldes. Ao fim do período experimental, os baldes foram abertos, e permaneceram abertos por 48h para eliminação do excesso de amônia. Teve-se o cuidado de coletar amostras sem a presença do farelo de sementes para que não houvesse contaminação da amostra (Figura 2).

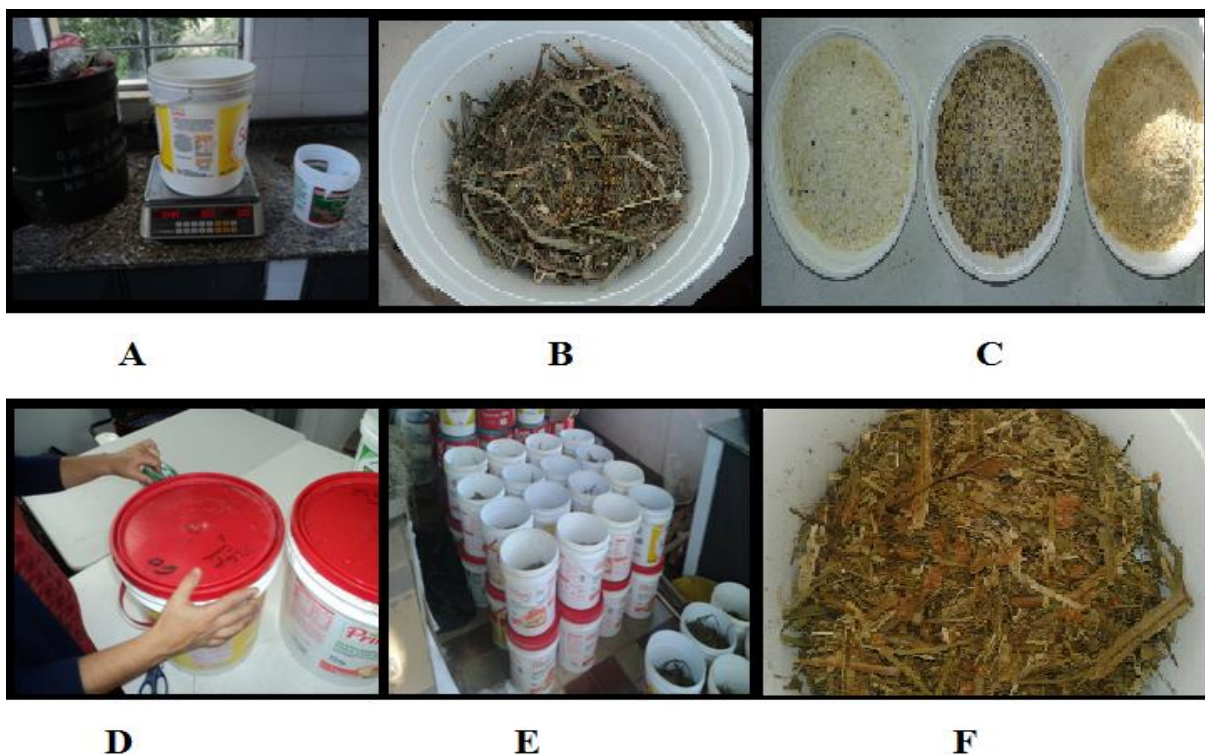


Figura 2. Adição dos tratamentos nos 500 g de feno (A); solução de ureia e farelo de sementes de feijão guandú moído (B); Fontes de uréase (da esquerda para direita : feijão de porco, feijão guandú e soja) (C); vedação dos baldes (D); abertura dos baldes durante 48 horas de aeração (E); presença de soja moída antes da coleta das amostras (F).

2.4 Avaliações e análises laboratoriais

Foi coletado uma amostra de feno por repetição de cada tratamento, e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C durante 72 horas. Após a primeira secagem, o feno foi processado em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm para análise da composição química e produção de gás *in vitro*.

Foi realizado o Índice de atividade da urease dos grãos moídos das leguminosas de acordo com Gomes e Oliveira (2011), onde foi adicionado, aproximadamente 0,2000g de amostra em tubos de ensaio, com 10 ml solução tampão fosfato 0,05M (Branco), e 0,2000g de amostra em todos de ensaio com solução tampão fosfato, mais ureia diluída. As amostras permaneceram em banho maria à 30°C durante 30 minutos. Ao término deste período foi realizado a leitura do pH do líquido contido em cada tubo de ensaio, e diferença de pH entre a solução tampão com e sem ureia, foi o índice de atividade da urease, expresso em Δ pH.

Foram realizadas as análises de matéria seca, cinzas, extrato etéreo pelo método Goldfish de extração “a quente” com éter nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e celulose segundo Van Soest *et al.* (1991), e a hemicelulose através da diferença entre o FDN e o FDA. Foi obtido o teor de Nitrogênio não proteico solúvel em solução de ácido tricloroacético, o teor de NIDA e NIDN, através da dosagem no nitrogênio retido na fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro respectivamente, sendo realizadas conforme metodologia descrita em Licitra *et al.* (1996).

O fracionamento de Carboidratos foi obtido segundo Sniffen *et al.* (1992), sendo as frações A + B1 representadas pelos carboidratos não fibrosos: $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{cp} + \%Cinzas)$, e os carboidratos totais: $CT = 100 - (\%PB + \%EE +$

%Cinzas). A fração C foi determinada pela porcentagem de lignina multiplicada por 2,4, e a fração B2 pela diferença entre FDNcp – Fração C, onde a FDNcp equivale à fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (VAN SOEST *et al.*, 1991).

As incubações *in vitro* foram realizadas conforme Goering & Van Soest (1970), onde foram utilizados frascos de penicilina de 100 mL na cor âmbar, com aproximadamente 0,5 g de amostra incubada com 40 mL de meio de cultura reduzido e 10 mL de inoculo ruminal, e vedados com tampas de borracha e lacre de alumínio. O meio de cultura foi obtido segundo Hall & Mertens (2008), onde o inóculo ruminal foi obtido de três ovinos fistulados no rúmen, alimentados uma vez ao dia com silagem de milho e farelo de soja (Figura 3. A e B).



Figura 3. Frascos de cor âmbar cotendo as amostras (A), ovinos fistulados no rumem (B), meio de cultura e inoculo ruminal (C), amostras no banho maria (D), medições de pressão e volume (E e F).

Foi coletado separadamente líquido e material fibroso do conteúdo ruminal, duas horas após a alimentação, e armazenados em garrafas térmicas até o momento de utilização no laboratório. O material fibroso foi então batido em liquidificador por 60 segundos junto com o líquido ruminal na proporção de 1:2 (material fibroso: líquido ruminal) e com infusão contínua de CO₂. A mistura foi filtrada através de oito camadas de gaze. Em seguida, o inóculo ruminal filtrado foi adicionado ao meio de cultura, previamente reduzido na proporção 4:1, mantendo a mistura a 39°C sob infusão de CO₂ constante até sua transferência para os frascos, que foram imediatamente vedados e mantidos em banho-maria a 39°C (Figura 3. C e D).

Os perfis de tempo da produção de gás acumulado obtidos utilizando um dispositivo não automatizado similar àquele utilizado por Abreu *et al.* (2014). A pressão dos gases foi obtida por leituras manométricas e o volume medido por meio de pipeta graduada (25 mL; incremento 0,1mL). Para a medição do volume foi delineado um sistema, fixado em moldura feita de madeira, com um manômetro (0 a 8 psi; incremento 0,05) acoplado à uma válvula de

plástico de três vias. As medições de pressão e volume foram realizadas nos tempos 0; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 30; 36; 48; 72 e 96 horas após adição do inoculo ruminal (Figura 3. E e F).

Foi utilizado o modelo bifásico composto pelos modelos monomolecular e GNG1 (Vieira *et al.*, 2008), segunda a equação: $V_t = V_{f1} \times (1 - \exp(-k_1 t)) + V_{f2} \times (1 - \left(\delta^N \exp(-k_2 t) + \exp(-\lambda t) \sum_{i=1}^{N-1} \frac{(1 - \delta^{N-i})(\lambda t)^i}{i!} \right))$; no qual: V_t é o volume final de gases acumulado no tempo t (mL), V_{f1} é o volume de gás produzido pela fração rapidamente fermentável (mL) e sua respectiva taxa de fermentação (k_1 , 1/h); V_{f2} é o volume de gás produzido pela fração lentamente fermentável (mL) e sua respectiva taxa de fermentação (k_2 , 1/h); N é um número inteiro positivo que representa a ordem de dependência do tempo, λ (1/h) é a assíntota da taxa de preparação para a digestão, e $\delta = \lambda / (\lambda - k)$ é uma constante.

Os modelos foram ajustados aos perfis de degradação ou produção cumulativa de gases por meio do procedimento NLMIXED do programa SAS (SAS System Inc., Cary, NC, USA), sendo que o melhor ajuste do modelo ao perfil foi avaliado por meio do cômputo dos critérios de informação derivados do critério de Akaike (1974).

2.5 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

Os tratamentos consistiram na combinação de fontes de urease: grãos de soja, feijão de porco e feijão guandu moídos, adicionados em níveis de 1, 2, 3 e 4% com base na matéria seca do feno, e o controle, o sem fonte de urease. O delineamento foi inteiramente casualizado, em arranjo de esquema fatorial duplo com tratamento adicional: $3 \times 4 + 1$ (três fontes de uréase, em quatro níveis de adição de fonte de uréase e um controle), com 4 repetições por tratamento.

As médias foram submetidas à análise de variância, e em caso de significância foi realizado análise de regressão para níveis de urease, e comparação de médias através do teste de Tukey para fontes de urease, utilizando-se o pacote Expdes.pt do programa Rstudio (Ferreira *et al.*, 2013).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados de composição química do feno de capim elefante, amonizado com ureia, e três diferentes fontes de urease estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Composição química, do feno de capim elefante amonizado com ureia e Soja (SJ), Feijão de porco (FP) e Feijão guandu (FG), como fonte de urease.

Variável	Fonte Urease	Controle	Nível (% de MS)				Média (FU)	Média (Fatorial)	CV (%)	P valor FU
			10	20	30	40				
Matéria Seca ^a	SJ		740,9	738,5	753,6	735,1	742,0			
	FP	742,4	739,0	739,0	736,0	733,2	736,8	741,9	1,52	ns
	FG		750,8	745,9	740,2	737,3	743,6			
Cinzas ^b	SJ		85,4	83,1	81,6	87,5	84,3			
	FG	84,9	82,6	80,8	81,4	82,1	81,7	83,7	4,88	ns
	FP		85,8	84,3	84,6	86,0	85,1			
Extrato Etéreo ^b	SJ		16,1	16,4	16,0	16,1	16,1 ^a			
	FG	14,0	13,6	14,0	13,1	14,6	13,8 ^b	14,59	11,56	*
	FP		13,1	15,1	12,8	14,4	13,8 ^b			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Efeito de: Fonte de urease (FU); ns= não significativo com $p > 0,5$; * $p < 0,01$ pelo teste de Fisher.

Expressos em: ^a $g \cdot kg^{-1}$ de feno, ^b $g \cdot kg^{-1}$ de matéria seca.

Não houve diferença ($p > 0,05$), entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para matéria seca, cinzas e extrato etéreo, mas foi observado efeito ($p < 0,01$) de fonte de uréase para extrato etéreo. O aumento do teor de extrato etéreo quando foi adicionados grãos de soja moídos como fonte de urease, pode ser explicado pelo alto teor de extrato etéreo presente na soja, se comparado ao feijão de porco e ao feijão guandu conforme apresentado na tabela I, provavelmente, grande parte do extrato etéreo da soja passou para o feno após a amonização.

Ao amonizarem palha de arroz com 4% de ureia, e com adição de 0; 4 e 6% de soja, durante diferentes períodos de tratamento Ahmed *et al.* (2002), obtiveram um aumento de 10,2 para 28,7 $g \cdot kg^{-1}$ do teor de extrato etéreo do controle, comparado a adição de 6%, mas não obtiveram diferença do teor de matéria seca e cinzas em função da adição de soja como fonte de urease. Oliveira *et al.* (2011) amonizaram bagaço de cana com quatro doses de ureia (2; 4, 6 e 8% da MS) e três níveis de grãos de soja moídos (0; 2 e 4% da MS) e não obtiveram interação ($p > 0,05$) entre doses de ureia e níveis de grãos de soja, nem efeito ($p > 0,05$) de adição de soja, sobre o teor de matéria seca do bagaço de cana amonizado.

Os constituintes da fração fibrosa do feno de capim elefante, amonizado com três diferentes fontes de urease estão apresentados na tabela 4.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para FDN, mas não houve efeito de nível de fonte de urease para os constituintes da fração fibrosa. Foi observado interação ($p < 0,01$) entre fonte e nível de uréase para FDN, FDA e Lignina. A adição de 3% de soja ou de feijão guandu como fonte de urease, resultaram os menores valores de FDN, e não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$), enquanto que a adição de 2% de feijão guandu e 3% de soja, resultaram nos menores valores de FDA e lignina.

Tabela 4. Componentes da fração fibrosa^a expressos em g/kg de matéria seca do feno de capim elefante amonizado com ureia e adição soja (SJ), feijão de porco (FP) e feijão guandu (FG) grão moído, como fonte de urease

Variável	FU	Cont.	Nível (% de MS)				Média (FU)	Média (FA)	CV (%)	P valor	
			1	2	3	4				FU*N	FA*C
FDN	SJ		744,4 ^a	741,6 ^a	736,5 ^b	739,1 ^a	740,4				
	FP	749,2 ^A	744,5 ^a	737,4 ^a	751,5 ^a	734,2 ^a	741,9	740,8 ^B	0,93	*	**
	FG		742,5 ^a	742,5 ^a	737,4 ^b	742,3 ^a	741,2				
FDA	SJ		457,0 ^a	455,3 ^a	452,3 ^a	449,2 ^a	453,3				
	FP	448,0	442,7 ^b	441,0 ^b	456,1 ^a	446,4 ^a	446,5	450,5	1,84	*	ns
	FP		446,8 ^{ab}	456,5 ^a	446,7 ^a	455,9 ^a	451,8				
HEM	SJ		287,3	289,4	292,4	289,2	289,6				
	FG	301,1	304,4	298,5	296,3	289,3	297,1	293,4	3,44	ns	ns
	FP		299,3	290,2	293,3	289,2	293,0				
CEL	SJ		341,4	338,6	346,9	333,2	340,0				
	FP	331,9	331,3	331,5	340,8	331,3	333,7	336,3	2,25	ns	ns
	FG		330,7	338,4	332,7	339,2	335,3				
LIG	SJ		81,8 ^a	82,3 ^a	72,4 ^b	80,3 ^a	79,2				
	FG	84,4	77,3 ^a	75,8 ^b	82,0 ^a	79,4 ^a	78,6	80,1	5,61	*	ns
	FP		84,4 ^a	83,1 ^a	81,0 ^a	81,5 ^a	82,5				

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Efeito de: Nível de fonte de urease (N); diferença entre fatorial e controle (FA*C); interação entre fonte de urease e nível de fonte de urease (FU*N); ns = não significativo com $p > 0,5$; significativo com $p < 0,01$ (*); significativo com $p < 0,05$ (**) pelo teste de Fisher.

^aFDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; HEM = Hemicelulose; CEL = Celulose; LIG = Lignina.

Ao amonizarem bagaço de cana com 4% de ureia, e adição de 0; 2,5; 3,75 e 7,5% de soja com base na matéria seca, Sarmento et al. (2001) obtiveram redução de 862,4 para 837,0 g*kg⁻¹ de FDN, na adição de 7,5%, quando comparado ao tratamento controle. A adição de diferentes doses de grãos de feijão de porco (*Canavalia ensiformes*), de soja (*Glycine max*), e urease pura durante diferentes períodos de tratamentos, Khan et al. (1999) atribuíram os melhores tratamentos os que usaram soja e ao feijão de porco na proporção de 1:1 (grãos de soja moído:ureia), pois foram os tratamentos que apresentaram maiores reduções no conteúdo de fibra, portanto, foram mais eficientes no aceleração de hidrólise da ureia. Estes resultados confirmam que a adição de fonte urease no momento da amonização com ureia, acelera a hidrólise da ureia e produção da amônia, e esta atua sobre as ligações do tipo ester entre os carboidratos da parede celular e a lignina quebrando o complexo lignina-carboidrato (ABO-DONIA, 2014).

O resultado do fracionamento de carboidratos do feno de capim elefante amonizado com ureia e com diferentes fontes de urease estão apresentados na tabela 5.

Houve diferença ($p < 0,05$) entre o controle e a combinação de tratamentos fatoriais para fração A + B1, mas não foi observado efeito ($p > 0,05$) de nível de fonte de uréase, e de fonte de uréase para as variáveis referentes ao fracionamento de carboidratos.

O aumento da fração A + B1, a qual é representada pelos carboidratos não fibrosos, indica aumento de compostos solúveis de rápida degradação tais como os açúcares, ao mesmo tempo que, indica uma redução proporcional do teor de carboidratos fibrosos (FDN_{ncp}), que estão presentes na parede celular e incluem a celulose, hemicelulose e lignina, os quais são

lentamente degradados, e conseqüentemente ocupam espaço no trato gastrointestinal (SILVA; SILVA, 2013), reduzindo a taxa de passagem e aumentando o tempo de retenção do volumoso no rumem.

Tabela 5. Fracionamento de Carboidratos^a, do feno de capim elefante amonizado com ureia e soja (SJ), feijão guandu (FG), e feijão de porco (FP) com fonte de urease

Variável	FU	Controle	Nível (% de MS)				Média (FU)	Média	CV (%)	P valor FA*C
			1	2	3	4				
FDNcp ^a	SJ		686,0	686,9	694,1	697,5	688,7			
	FP	691,9	689,9	683,5	695,7	677,2	686,5	687,4	1,56	ns
	FG		685,2	684,9	688,5	689,5	687,0			
CT ^a	SJ		784,8	786,8	794,2	776,7	785,6			
	FP	781,0	792,0	796,5	793,2	790,3	786,0	788,2	1,47	ns
	FG		786,8	787,7	788,4	781,6	785,6			
A + B1 ^b	SJ		88,7	105,9	109,2	88,8	95,2			
	FP	93,6 ^B	99,3	111,7	97,5	113,1	105,3	100,7 ^A	13,02	**
	FG		96,6	102,7	109,9	97,5	101,6			
B2 ^b	SJ		495,8	494,8	522,5	499,8	500,5			
	FP	502,9	507,1	503,7	493,6	486,4	497,6	495,3	3,7	ns
	FG		487,6	480,6	495,1	487,8	487,7			
C ^b	SJ		200,3	197,1	174,2	198,7	192,5			
	FP	184,5	185,6	182,0	202,1	190,8	190,1	194,7	8,25	ns
	FG		202,6	204,3	194,5	204,9	201,5			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste tukey à 5% de significância. Efeito de: Nível de fonte de urease (N); diferença entre fatorial e controle (FA*C); interação entre fonte de urease e nível de fonte de urease (FU*N); ns= não significativo com p>0,5; significativo com p< 0,01 (*); significativo com p<0,05 (**) pelo teste de Fisher.

^aFDNcp = fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteínas; CT = Carboidratos Totais; A + B1 = Fração A + B1; B2 = Fração B2; C = C, FU= Fonte de uréase.

Expressos em: ^ag*kg⁻¹ de matéria seca; g*kg⁻¹ de carboidratos.

O fracionamento de nitrogênio do feno de capim elefante amonizado com ureia e com diferentes fontes de urease estão contidos na tabela 6. Não houve interação (p>0,05) entre fonte de uréase e nível de aplicação, mas houve efeito (p<0,01) de fonte de urease para NNP e NIDA.

Não ocorreu efeito interação (p>0,05) entre fonte de urease e de nível de aplicação. No entanto, houve efeito (p<0,01) de fonte de urease para NNP e NIDA. A adição de grãos moídos de feijão de porco, independente do nível de aplicação, resultou em maiores valores de NIDA, mas não diferiu (p>0,05) da aplicação de grãos soja moídos. Bertipaglia et al. (2005) amonizaram feno de *Brachiaria brizantha* com ureia, com diferentes teores de umidade (15 e 30%), e diferentes fontes de urease (leucena e capim elefante), e não obtiveram efeito (p > 0,05) da adição de fontes de urease a fração C da Proteína, a qual é representada pelos teores de NIDA do volumoso.

A soja foi o tratamento que mostrou maiores valores de NNP, no entanto, o feijão de porco e o feijão guandu não diferiram (p>0,05) estatisticamente. A soja contém uma quantidade significativa de urease, que age diretamente sobre a eficiência de hidrólise da ureia, e isto pode tornar mais eficiente o uso da ureia, pelo aceleração da hidrólise, e conseqüentemente da ação da amônia (AHMED et al., 2002).

Tabela 6. Fracionamento do Nitrogênio^a, do feno de capim elefante amonizado com ureia e com adição de diferentes níveis de soja (SJ), feijão guandu (FG), e feijão de porco (FP) com fonte de urease.

Variável	FU	Controle	Nível (% de MS)				Média (FU)	Média (Fatorial)	CV (%)	P valor	
			1	2	3	4				FA*C	FU
NT ^a	SJ		18,2	18,2	17,3	19,2	18,2				
	FG	18,1	17,9	17,4	18,0	18,1	17,9	18,7	6,15	ns	ns
	FP		18,3	18,1	18,3	18,9	18,4				
NIDN ^b	SJ		254,8	251,3	264,2	251,2	255,4				
	FG	248,2	279,8	256,5	271,3	273,4	270,3	264,1	8,88	ns	ns
	FP		268,2	299,1	254,6	244,5	266,6				
NIDA ^b	SJ		108,4	106,8	108,7	122,2	111,5 ^a				
	FG	84,5	94,0	105,4	104,8	93,1	99,3 ^b	107,7	9,32	ns	**
	FP		101,9	112,0	121,5	113,3	112,2 ^a				
NNP ^b	SJ		520,0	471,4	485,2	496,6	493,3 ^a				
	FG	436,9 ^B	479,1	448,2	432,4	461,9	455,4 ^b	461,1 ^A	8,99	**	*
	FP		468,4	421,1	440,1	408,3	434,5 ^b				

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste tukey à 5% de significância.

Efeito de: diferença entre fatorial e controle (FA*C); Fonte de urease (FU); ns= não significativo com $p>0,5$; significativo com $p<0,01$ (*); significativo com $p<0,05$ (**) pelo teste de Fisher.

^aNT= Nitrogênio total; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; NNP = Nitrogênio não proteico. ns: Efeito não significativo ($p>0,05$),

^bg/kg de matéria seca; ^cg/kg de Nitrogênio.

Ao avaliarem o efeito amonização com diferentes fontes de amônia e lab lab como fonte de urease, sobre os teores de compostos nitrogenados dos fenos dos braquiária decumbens e capim jaraguá, colhidos no estágio de maturação das sementes, Reis et al. (2001) não obteve diferença ($p > 0,05$) no teor NIDA/NT, mas obteve aumento do teor de NNP/NT do fenos do capim jaraguá amonizados com fonte de urease, mas não obteve diferença do capim braquiária decumbens amonizado com fonte de urease. Segundo Pereira et al., (2010), o nitrogênio não proteico, representa a fonte nitrogenadas disponível para bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos (fibrolíticas), as quais utilizam amônia para atendimento de suas exigências proteicas, produzindo ácidos graxos de cadeia ramificada.

Os parâmetros cinéticos da produção de gás *in vitro* do capim elefante, amonizado com ureia, e diferentes fontes de urease são apresentados na tabela 7.

Houve interação ($p<0,05$) entre fonte de uréase de nível de aplicação para V_{f1} , mas não houve interação ($p>0,05$) para k_1 , L, V_{f2} e K_2 . Foi observado efeito linear de nível de fonte de urease, e maior V_{f1} quando foi adicionado grãos de soja moídos como fonte de urease. A adição de 4% g de soja proporcionou maior V_{f1} , seguido pelo feijão de porco e feijão guandu que não diferiram estatisticamente ($p>0,05$). Este aumento de produção de gás proveniente da fração fibrosa para o tratamento em que houve a adição de soja como fonte de urease pode ser atribuído ao acréscimo de nitrogênio não proteico e de carboidratos solúveis ao volumoso, além da melhoria da qualidade da fibra, uma vez que a ação das ações da amônia de solubilizar as ligações entre lignina e celulose, torna mais eficiente o acesso dos microrganismos do rúmen a fibra, ocasionando uma maior produção de gás (ABO-DONIA et al., 2014).

Tabela 7. Estimativas dos parâmetros cinéticos da produção de gás *in vitro*^a do feno de capim elefante amonizado com ureia e soja (SJ), feijão guandu (FG), e feijão de porco (FP) com fonte de urease.

Parâmetro	FU	Controle.	Nível (% de MS)				Media	CV (%)	Equação de Regressão		R ²
			10	20	30	40					
V _{fl}	SJ		8,2 ^a	8,2 ^a	8,4 ^a	11,2 ^a			* $\hat{Y} = 6,72 + 0,92x$	0,67	
	FG	8,5 ^B	8,3 ^a	8,6 ^a	8,3 ^a	8,6 ^b	8,9 ^A	7,13	ns	Y = 8,45	-
	FP		8,3 ^a	7,8 ^a	7,8 ^a	8,4 ^b			ns	Y = 8,07	-
k ₁	SJ		0,20	0,20	0,21	0,2			ns	Y = 0,20	-
	FG	0,18	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	6,11	ns	Y = 0,19	-
	FP		0,19	0,19	0,2	0,20			ns	Y = 0,20	-
L	SJ		1,46	1,66	1,6	1,46			ns	Y = 1,54	-
	FG	1,49	1,44	1,41	1,5	1,39	1,6	27,2	ns	Y = 1,43	-
	FP		1,43	1,38	1,62	1,59			ns	Y = 1,50	-
V _{f2}	SJ		17,6	16,6	17	16,6			ns	Y = 16,9	-
	FG	16,0	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	4,61	ns	Y = 16,5	-
	FP		16,9	16,4	16,4	17,9			ns	Y = 16,9	-
k ₂	SJ		0,013	0,016	0,016	0,016			ns	Y = 0,015	-
	FG	0,016	0,016	0,016	0,016	0,015	0,014	14,61	ns	Y = 0,015	-
	FP		0,015	0,014	0,015	0,013			ns	Y = 0,014	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Efeito de: Nível de fonte de urease (N); diferença entre fatorial e controle (FA*C); interação entre fonte de urease e nível de fonte de urease (FU*N); ns= não significativo com p>0,5; significativo com p< 0,01 (*); significativo com p<0,05 (**) pelo teste de Fisher.

^aV_{fl}: Volume de gás proveniente dos carboidratos não fibrosos (mL), K₁: taxa de fermentação dos carboidratos não fibrosos (%h⁻¹), V_{f2}: volume de gás produzido pelos carboidratos fibrosos (mL); K₂: taxa de fermentação da fração Fibrosa (%h⁻¹), L: latência ou tempo de colonização (horas).

Sarmento *et al.* (2001) ao amonizaram bagaço de cana com 4% de ureia, e adição de 0; 2,5; 3,75 e 7,5% de grãos moídos soja, obtiveram efeito quadrático crescente da digestibilidade *in vitro* em função da adição de soja, e concluíram que a adição de 3,75% de soja moída propiciou melhoria na digestibilidade da matéria seca do bagaço de cana. Ahmed *et al.* (2002), amonizou palha de arroz com 4% de ureia e com adição de 0; 4 e 6% de soja, e obtiveram efeito da adição de soja sobre o coeficiente de digestibilidade da fibra.

Em função da dificuldade de encontrar trabalhos com uso de fontes de urease, que tenham feito a avaliação de produção cumulativa de gás *in vitro*, considerou-se resultados da literatura que avaliaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca ou da fibra, uma vez que, a maior produção de gás neste estudo, é resultado do aumento da digestibilidade, o que proporcionou uma maior produção de gás proveniente da fração solúvel quando usou soja com fonte de urease.

4 CONCLUSÕES

A adição de 4% de soja grão moída na amonização do feno de capim elefante com ureia, proporcionou melhoria no valor nutricional do feno, tendo como base o aumento da produção de gás proveniente da fração solúvel.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABO-DONIA, F.M.; ABDEL-AZIM, S.N.; ELGHANDOU, M.M.Y.; SALEM, A.Z.M.; BUENDÍA, G.; N.A.M.; SOLIMAN, N.A.M. Feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation activities in sheep-fed peanut hulls treated with *Trichoderma viride* or urea. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 221–228, 2014.
- ABREU, M.L.C.; VIEIRA, R.A.M.; ROCHA, N.S.; ARAÚJO, R.P.; GLÓRIA, L.S.; FERNANDES, A.M.; LACERDA, P.D.D.; JÚNIOR, A.G. Clitoria ternatea L, as a Potential High Quality Forage Legume. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27. n. 2, p.169-178, 2014.
- AHMED, S.; KHAN, M.J.; SHAHJALAL, M.; ISLAM, K.M.S. Effects of feeding urea and soybean meal-treated rice straw on digestibility of feed nutrients and growth performance of bull calves. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 15, p.522-527, 2002.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Official Methods of Analysis**, 15th Ed. Association of Official Analytical chemists, Washington, DC, USA. pp:1094. 1990.
- BALASUBRAMANIAN, A.; DURAIRAJPANDIAN, V.; ELUMALAI, S.; MATHIVANAN, N.; MUNIRAJAN, A.K.; PONNURAJ, K. Structural and functional studies on urease from pigeon pea (*Cajanus cajan*). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 58, n. 1, p. 301–309, 2013.
- BECKER-RITT, A.B.; MARTINELLI, A.H.S.; MITIDIERI, S.; FEDER, V.; WASSERMANN, G.E.; SANTI, L.; VAINSTEIN, M.H.; OLIVEIRA, J.T.A. ; FIUZA, L.M.; PASQUALI, G.;CARLINI, C.R.R.S. Antifungal activity of plant and bacterial ureases. **Toxicon**, n. 7, v. 50, p. 971-983, 2007
- 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.B. Urea ammoniation effects on the nutritive value of Guineagrass (*Panicum maximum*) hay. **Journal Animal Science**, v.73, p.3085-3093, 1995.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package, R package** (Português), version 1.1.2, 2013.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J, **Forage fiber analysis** (Apparatus, reagents, procedures and some applications), Washington, DC: USDA, 1970, (Agricultural Handbook, 379).
- GOMES, J.C.; OLIVEIRA, G.F. **Análises físico-químicas de alimentos**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.
- GUNUN, P.; WANAPAT, M.; ANANTASOOK, N. Effects of Physical Form and Urea Treatment of Rice Straw on Rumen Fermentation, Microbial Protein Synthesis and Nutrient Digestibility in Dairy Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 12, p. 1689-1697, 2013.

HALL, M.B.; MERTENS, D.R. In vitro fermentation vessel type and method alter fiber digestibility estimates. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 1, p. 301-307, 2008.

KHAN, M.J.; SCAIFE, J.R.; HOVELL, F.D. The effect of different sources of urease enzyme on the nutritive value of wheat straw treated with urea as a source of ammonia. **Asian-Austral Journal of Animal Science**, v. 12, m. 7, p. 1063-1069, 1999.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MEDEIROS-SILVA, M.; FRANCK, W. L.; BORBA, M.P.; PIZZATO, S.B.; STRODTMAN, K.N.; EMERICH, D.W.; STACEY, G.; POLACCO, J.C.; CARLINI, C.R. Soybean Ureases, but Not That of *Bradyrhizobium japonicum*, Are Involved in the Process of Soybean Root Nodulation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 231, p. 3517–3524, 2014.

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. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 625-635, 2011.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L. S.; MIZUBUTI, I.Y.; ARAUJO, G. G.L.; CARNEIRO, M.S.S.; REGADAS FILHO, J.G.L.; MAIA, I.S.G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

PIOVESAN, A.R.; MARTINELLI, A.H.S.; LIGABUE-BRAUN, R.; SCHWARTZ, J.L.; CARLINI, C.R. *Canavalia ensiformis* urease, Jaburetox and derived peptides form ion channels in planar lipid bilayers. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 547, p. 6–17, 2014.

POLYORACH, S.; WANAPAT, M. Improving the quality of rice straw by urea and calcium hydroxide on rumen ecology, microbial protein synthesis in beef cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, p. 449–456, 2015.

RAMÍREZ, G. R.; AGUILERA-GONZALEZ, J.C.; GARCIA-DIAZ, G.; NUÑÉS-GONZÁLES. Effect of urea treatment on chemical composition and digestion of *Cenchrus ciliaris* and *Cynodon dactylon* hays and *Zea mays* residues. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 6, n. 8, p. 1036- 1041, 2007.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; RESENDE, K.T.; PEREIRA, J.R.A.; RUGGIERI, A.C. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais: 2. Compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.682-686, 2001.

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; NASCIMENTO, A.S. Grãos de soja como fonte de urease na amonização do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Scientia agricola**, v. 58, n .2, p. 223-227, 2001.

SILVA, S.P.; SILVA, M.M.C. Fracionamento de carboidratos e proteína segundo o sistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v. 19, p. 95-108, 2013.

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

VADIVELLO J.; FADEL J.G. The response of rice straw varieties to urea treatment. **Animal Feed Science and Technology**, v. 151, p. 291–298, 2009.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, R.A.M.; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1, Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**, v. 255, n. 4, p. 345-356, 2008.

WANAPAT, M.; POLYORACH, S.; BOONNOP, K.; MAPATO, C.; CHERDTHONG, A. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. **Livestock Science**, v. p. 125-238–243. 2009.

CONCLUSÕES GERAIS

A amonização com ureia é um método eficiente para tratamento químico do feno de capim elefante colhido após o florescimento, principalmente pelo aumento da solubilidade fibra, além da maior oferta de nitrogênio não proteico aos microrganismos ruminais, que resultou em melhoria dos parâmetros cinéticos de produção de gás *in vitro*

A adição de soja grão moída junto a amonização com ureia, no nível de 4%, proporcionou melhoria no valor nutricional do feno, tendo como base o aumento de compostos solúveis, nitrogênio não proteico e da produção de gás proveniente da fração solúvel.

A amonização com ureia e adição de soja como fonte de urease, é uma alternativa para o tratamento químico do feno de capim elefante proveniente de capineiras colhidas em estágio de pós florescimento, pela melhoria das características nutricionais