

NUTRIÇÃO DE RUMINANTES COM USO DO FENO DE CAPIM ELEFANTE AMONIZADO

(Ruminant nutrition with the use of hay of elephant grass ammonized)

Flavio Silva de SANTANA¹; Natan Teles CRUZ²; Alfredo Acosta BACKES³;
Roberta de Lima VALENÇA^{4*}; Lucas Kennedy Silva LIMA⁴; Braulio
Maia de Lana SOUSA³; Jailson Lara FAGUNDES³

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Sergipe. Av. Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze, São Cristóvão/SE. CEP: 49.100-000; ²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; ³Universidade Federal de Sergipe; ⁴Universidade Federal do Agreste de Pernambuco.

*E-mail: robertalimav@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características químicas e nutricionais do feno de capim elefante amonizado com diferentes níveis de ureia (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% da matéria seca). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e a estimativa dos coeficientes de regressão foi feita através do teste T de Student (5% de significância). Os dados também foram submetidos à análise multivariada, utilizando a distância de Gower e o método UPGMA de agrupamento, além disso, foram submetidos à análise de componentes principais. O aumento das doses de ureia não alterou os teores de matéria seca, hemicelulose e material mineral do feno de capim elefante. Houve redução das frações fibrosas com o aumento das doses de ureia, contudo, houve aumento linear dos teores de digestibilidade da matéria seca (DMS), proteína bruta, nutrientes digestíveis totais (NDT) e nitrogênio amoniacal. Observou-se, através da análise multivariada, que os carboidratos não fibrosos, NDT e DMS, foram as variáveis que mais contribuíram com os resultados observados para o tratamento com 2,0% de ureia. Através da análise de Cluster, foi possível visualizar a formação de dois grupos, sendo o primeiro formado pela utilização de 2,0% de ureia, que se destacou na composição bromatológica do feno de capim elefante, e o segundo grupo pelas demais doses de ureia, divididos em dois subgrupos. Em conclusão, entre as doses estudadas, recomenda-se a adição de 2,0% de ureia ao capim elefante desidratado, pois altera benéficamente a composição nutricional do feno de capim elefante, principalmente os componentes da fração fibrosa.

Palavras-chaves: Amonização, conservação, digestibilidade, gramínea, nitrogênio.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical and nutritional characteristics of ammonized elephant grass hay with different levels of urea (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 e 2.0% of dry matter). The experimental design was completely randomized and the regression coefficients were estimated using the Student's T test (5% significance). The data were also submitted to multivariate analysis using the Gower distance and the UPGMA method of grouping, in addition, they were subjected to principal component analysis. There was a reduction in fibrous fractions with an increase in urea doses, however, there was a linear increase in the contents of digestibility of dry matter (DDM), crude protein, total digestible nutrients (TDN) and ammoniacal nitrogen. It was observed through multivariate analysis that non-fibrous carbohydrates, TDN and DDM were the variables that most contributed to the results observed for the treatment with 2.0% urea. Through the Cluster analysis it was possible to visualize the formation of two groups, the first formed by the use of 2.0% urea, which stood out in the bromatological composition of elephant grass hay and the second group by the other doses of urea, divided into two subgroups. Thus, it is possible to conclude that among the studied doses, the addition of 2.0% urea to the dehydrated elephant grass is recommended, as it beneficially alters the nutritional composition of elephant grass hay, mainly the components of the fibrous fraction.

Keywords: Ammonization, conservation, digestibility, grassy, nitrogen.

INTRODUÇÃO

Plantas forrageiras são a base da nutrição de ruminantes no Brasil, devido à grande extensão territorial e às condições climáticas favoráveis para a produção de pastagem. Contudo, a disponibilidade de forragem, durante o ano, é desuniforme, enquanto no período chuvoso existe excesso de forragem, durante o período seco é comum observar escassez de alimentos atingindo negativamente a produção animal (BRAGA *et al.*, 2019). Com o objetivo de diminuir os efeitos negativos do período de sazonalidade na produção de alimento volumoso, a fenação surge como alternativa para conservar e utilizar a forragem durante a escassez de alimentos (GARCEZ *et al.*, 2020).

O capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é uma gramínea difundida em todo território nacional devido a sua perenidade, elevada produção de matéria seca e valor nutritivo (FERREIRA *et al.*, 2018). Existe elevação da produção de massa seca do capim elefante com o avançar da idade de corte e da altura da planta (SALES *et al.*, 2014), entretanto, com o avanço da idade de corte ocorre redução de folhas e aumento da produção de colmo, resultando em um material lignificado com menor digestibilidade. Neste sentido, aliado ao processo de fenação é possível utilizar aditivos químicos, visando melhorias no processo de conservação e elevação da qualidade do material conservado (REIS *et al.*, 2014; CRUZ e SILVA, 2016).

Dentre os tratamentos químicos se destaca a adição de ureia, conhecida como amonização que proporciona a solubilização dos constituintes da parede celular vegetal, e elevação dos conteúdos de nitrogênio, aumentando a disponibilidade para os microrganismos ruminais e provocando, assim, a redução da fração fibrosa, que resulta na melhoria da digestibilidade e, conseqüentemente, no desempenho animal (VAN SOEST *et al.*, 1991; OLIVEIRA *et al.*, 2011; RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2014; GARCEZ *et al.*, 2020)

A amonização vem sendo utilizada para promover melhoria no desempenho animal. Neste contexto, Gunun *et al.* (2013) avaliaram o desempenho de novilhos mestiços alimentados com palha de arroz tratada com diferentes níveis de ureia e observaram aumento na ingestão de matéria seca e na digestibilidade de nutrientes, podendo elevar a produtividade do animal. Já Barros *et al.* (2010) avaliaram a viabilidade econômica da substituição da silagem de sorgo pelo bagaço de cana amonizado com ureia no confinamento de bovinos e concluíram que o uso de 100% de bagaço de cana-de-açúcar amonizado é viável como única fonte de volumoso. Segundo Carvalho *et al.* (2006), a hidrólise alcalina dos volumosos, melhora a digestibilidade, com isso, do ponto de vista nutricional, pode predispor os animais a desempenhos iguais aos obtidos com dietas de alta qualidade.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de diferentes níveis de uréia sobre o valor nutricional do feno de capim elefante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santo Antônio de Pádua, localizada no município de Catu, estado da Bahia, entre julho e novembro de 2010. Os valores médios de precipitação, temperatura máxima, mínima e média, durante o período experimental, foram de 100mm, 28,7, 23,4 e 19,4 °C, respectivamente. Os dados meteorológicos foram coletados através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Preparação da forrageira

A espécie forrageira utilizada foi o capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum), coletados manualmente de uma área de pastagem já estabelecida. No início do experimento, realizou-se um corte mecânico deixando 40cm de resíduo para que a planta tivesse seu crescimento livre até o dia da colheita, sendo esta realizada após 100 dias de rebrota. Neste momento, o capim elefante apresentava aproximadamente 2,0m e foi coletado deixando 20cm de resíduo. Após a colheita, o material foi picado com o objetivo de reduzir as partículas para 3cm e serem expostos ao ar durante 72h, sendo revolvidos com frequência para que houvesse uma desidratação uniforme. A composição química da espécie forrageira, ao final do processo de desidratação, encontra-se na Tab. 01, a fim de poder caracterizar o material antes da amonização.

Tabela 01: Composição química do capim elefante aos 100 dias de rebrota após 72h de desidratação.

Componentes	Teores (% de matéria seca)
Matéria seca	87,05
Cinzas	5,20
Proteína bruta	4,85
Extrato etéreo	1,32
Fibra em detergente neutro	73,71
Fibra em detergente ácido	49,70
Celulose	39,86
Hemicelulose	24,00
Lignina	9,72
Carboidratos não-fibrosos	14,45
Carboidratos totais	88,16

Tratamentos, potencial hidrogeniônico e nitrogênio amoniacal

Foram avaliadas a aplicação de cinco concentrações de ureia (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% com base na matéria seca) no capim elefante desidratado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais. A amonização foi realizada misturando-se 500mL de água à quantidade de ureia correspondente à cada dose (incluindo o 0% de ureia), com o objetivo de aumentar a umidade para cerca de 30%. A solução de ureia foi então homogeneizada com 3,0kg da forragem triturada e desidratada e colocada em sacos de polietileno preto, os quais foram vedados para que não houvesse perda de nitrogênio por volatilização.

A abertura dos sacos ocorreu 5 semanas após a vedação, ficando expostos ao ar por 24h para redução na concentração de amônia. Neste momento, foram coletadas, aproximadamente, 0,5 kg de forragem da parte central dos sacos, descartando as extremidades. As amostras armazenadas foram subdivididas em duas frações. A primeira foi destinada para mensuração do potencial hidrogeniônico (pH) e nitrogênio amoniacal (NNH₃), conforme técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002) e Licitra *et al.* (1996), respectivamente. A outra fração foi pré-secada em estufa de ventilação forçada de ar, à temperatura de 60 °C, por 72h. Posteriormente, foram moídas usando moinho de faca do tipo willey, com malha de 1,0mm, e acondicionadas em frascos plásticos devidamente fechados.

Análises químico-bromatológicas

Essas amostras foram utilizadas para determinação dos teores de matéria seca (MS) (método 967.03), proteína bruta (PB) (método 981.10), extrato etéreo (EE) (método 920.29) e cinzas (CZ) (método 942.05) (AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG) foram determinados conforme Van Soest *et al.* (1991). Os teores de hemicelulose (HEM) foram obtidos pela diferença entre FDN e FDA. Estimou-se também os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo a equação $NDT = 83,79 - 0,4171 \times FDN$ proposta por Cappelle *et al.* (2001), e carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), de acordo com as equações $CNF = 100 - (PB + FDN + CZ + EE)$ e $CHOT = 100 - (PB + CZ + EE)$ propostas por Sniffen *et al.* (1992). A digestibilidade da matéria seca (DMS) foi estimada por meio da equação $DMS = 88,9 - (0,779 \times \% FDA)$, descrita por Castro Filho *et al.* (2007).

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados com o auxílio do programa estatístico SAS University Edition, onde foram realizados testes de análise de variância (ANOVA), para verificar o efeito dos tratamentos, e estimativa dos coeficientes de regressão através do teste T de Student, considerando 5% de significância. Os dados também foram submetidos à análise multivariada, utilizando a distância de Gower e o método UPGMA de agrupamento (grupo de pares não ponderados com média aritmética). Além disso, os dados foram submetidos à análise de componentes principais (PCA) e os tratamentos foram plotados em relação aos dois componentes principais (PC1 e PC2), que explicaram a maior parte da variabilidade dos dados. A análise foi realizada utilizando a função `prcomp` no R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito linear positivo do pH e dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) com a adição dos níveis de ureia (Fig. 01). Para o capim elefante amonizado com 2% de ureia, houve aumento de 21,55 e 37,6% no valor de pH e N-NH₃, respectivamente, em relação ao tratamento sem adição de ureia. De acordo com Carvalho *et al.* (2006), a elevação do pH em alimentos amonizados pode ser atribuído ao aumento da produção de amônia, que ocorre quando é adicionada ureia ao material que receberá amonização. Perazzo *et al.* (2016 e 2017) avaliaram o desempenho de ovinos alimentados com feno de capim buffel (*Cenchrus ciliaries*) amonizado com quatro níveis de nitrogênio (0, 18, 36 e 54 g/kg MS). Os autores relataram que existe uma correlação positiva entre o aumento das doses de nitrogênio e o comportamento ingestivo, digestibilidade e conseqüentemente, desempenho animal.

Bezerra *et al.* (2014) avaliaram fenos de capim buffel amonizado com níveis crescentes de ureia e não encontraram efeitos com a utilização das doses de ureia. Esses autores relataram um pH médio de 8, que consideraram alto para essa variável. Por outro lado, Zanine *et al.* (2006) observaram aumento do pH do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com ureia, encontrando valor máximo de 3,68 na dose mais elevada (3% de ureia na MS). Isso sugere que o efeito da amonização sobre o pH depende das doses de ureia e do material que será

amonizado. Apesar do pH alto, a amonização tende a melhorar a qualidade nutricional do material (PERAZZO *et al.*, 2016; PERAZZO *et al.*, 2017; MORAIS *et al.*, 2020). Trabalhando com doses crescentes (0, 5, 6 e 7%) de ureia na amonização do feno de capim gamba (*Andropogon gayanus*), Alli-Balogun *et al.* (2018) observaram aumento no ganho de peso de ovinos alimentados com tais fenos (38,88; 66,67; 98,33 e 94.44g/dia, respectivamente). Os autores atribuíram o aumento do ganho de peso à melhoria da qualidade nutricional do alimento, ocasionada pelo processo de amonização.

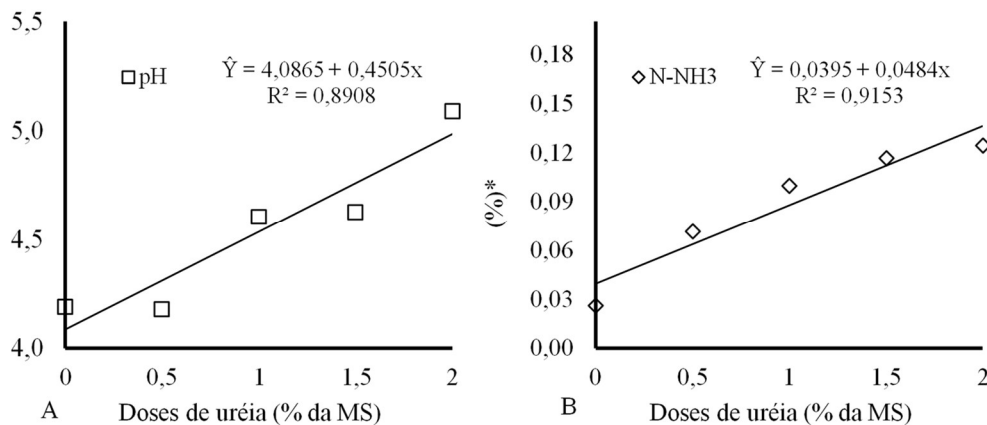


Figura 01: Potencial hidrogeniônico (pH) (A) e teor de Nitrogênio amoniacal (N-NH3) (B) do capim elefante desidratado amonizado com diferentes níveis de ureia.

(Obs.: *Expresso em porcentagem do nitrogênio total (NT))

Segundo Garcez *et al.* (2014a), existe aumento do nitrogênio não proteico e do nitrogênio amoniacal (NH₃-N) em alimentos tratados com ureia, proporcionando maior quantidade de nitrogênio disponível e o desenvolvimento das bactérias ruminais. As bactérias ruminais são essenciais para o processo de fermentação e digestão dos alimentos fibrosos que os ruminantes consomem (OLIVEIRA *et al.*, 2016), pois, além de fornecer energia através dos ácidos graxos de cadeia curta, fornecem ao seu hospedeiro proteína de alta digestibilidade. O NRC (1996) sugere que a proteína microbiana pode suprir até 100% da exigência de proteína metabolizável para bovinos de corte. É importante mencionar, também, que a amônia possui uma alta capacidade tamponante, que evita redução do pH com a fermentação do material amonizado. Além disso, a amônia liberada nesse processo é eficiente em inibir a proliferação de microrganismos indesejáveis (BEZERRA *et al.*, 2014).

Não houve efeito ($p > 0,05$) da concentração de ureia sobre o teor de matéria seca (MS), material mineral (MM) e extrato etéreo (EE) no feno de capim elefante, apresentando valor médio de 75,92, 4,86 e 1,43%, respectivamente (Tab. 02). Os valores observados são aceitáveis para um alimento volumoso destinado a ruminantes, as forragens em sua maioria possuem baixo teor de minerais e gordura em suas folhas, o que justifica os baixos teores de MM e EE, nutrientes que costumam ser encontrados em maiores quantidade nos grãos. Almeida *et al.* (2019) e Bezerra *et al.* (2014) também não observaram diferença nas concentrações de MS, MM e EE estudando capim Tifton 85 e Buffel amonizados. Já Moreira Filho *et al.* (2013) observaram redução linear no teor de matéria seca da palha de milho amonizada com doses crescentes de ureia e atribuíram este resultado à hidrólise da parede celular, provocada pelo

pelo tratamento químico utilizado. Os níveis de ureia utilizados neste experimento não foram suficientes para alterar o teor de matéria seca do feno de capim elefante.

Tabela 02: Composição química do feno de capim elefante amonizado com diferentes níveis de ureia.

Variável (%) ¹	Níveis de ureia (% da matéria seca)					Equação de Regressão	R ² *
	0	0,5	1,0	1,5	2,0		
Matéria seca	76,03	75,90	75,87	75,89	75,93	$\hat{Y} = 75,92$	-
Proteína Bruta	4,59	5,52	5,81	6,28	6,61	$\hat{Y} = 4,8025 + 0,9595x$	0,9518
FDN ²	72,16	71,89	70,98	70,89	68,33	$\hat{Y} = 72,58 - 1,7305x$	0,8177
FDA ²	51,56	51,56	51,28	50,72	48,36	$\hat{Y} = 52,143 - 1,448x$	0,7170
Celulose	41,47	51,50	41,35	40,99	39,51	$\hat{Y} = 41,848 - 0,8851x$	0,7013
Lignina	10,09	10,07	9,94	9,74	8,84	$\hat{Y} = 10,296 - 0,5629x$	0,7416
Hemicelulose	20,60	20,33	20,28	20,58	19,98	$\hat{Y} = 20,35$	-
Extrato Etéreo	1,59	1,36	1,43	1,33	1,46	$\hat{Y} = 1,43$	-
MM ²	4,82	4,99	4,94	4,87	4,69	$\hat{Y} = 4,86$	-
CHOT ²	89,00	88,13	87,83	87,52	87,24	$\hat{Y} = 88,77 - 0,827x$	0,9295
CNF ²	16,84	16,25	16,27	16,21	18,91	$\hat{Y} = 17,00 - 2,889x + 1,85x^2$	0,8808

*Coeficiente de determinação; ¹Dados expressos em porcentagem da matéria seca; ²FDN: Fibra em Detergente Neutro; FDA: Fibra em Detergente Ácido; MM: Material mineral; CHOT: Carboidratos Totais; CNF: Carboidratos Não Fibrosos.

O teor de proteína bruta do capim elefante amonizado aumentou de forma linear ($p < 0,05$) à medida que aumentaram as doses de nitrogênio (Tab. 02). A maior dose de ureia utilizada neste experimento não foi suficiente para elevar o teor de proteína bruta até 7%, que segundo Patra *et al.* (2015) é o mínimo necessário para manutenção da fermentação ruminal, visto que este valor de 7% é o mínimo exigido para sobrevivência dos microrganismos ruminais. É importante salientar que ocorreu aumento de 43,9% no teor de PB na maior dose utilizada (2%) em relação ao capim não amonizado, confirmando que a amonização do feno de capim elefante contribui para o acréscimo do teor de PB.

A elevação dos teores de PB com a amonização é decorrência da adição de nitrogênio não proteico (NNP) ao material amonizado, que é possivelmente usado como substrato para o crescimento da população microbiana do rúmen (BRANDÃO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2017). Em dietas bem balanceadas, todo o NNP é considerado como proteína disponível para o animal, pois será incorporado aos microrganismos ruminais, transformando-se em proteína microbiana, sendo que a proteína microbiana tem excelente qualidade em termos de composição em aminoácidos (isto é, tem alto valor biológico) e a capacidade de usar NNP é uma das grandes vantagens dos ruminantes em relação aos monogástricos, para os quais o termo PB não faz sentido (MEDEIROS *et al.*, 2015).

O incremento em proteína bruta da forragem pode significar maiores ganhos de peso aos animais ruminantes, através dos mecanismos já salientados aqui. Neste contexto, Ribeiro *et al.* (2011) e Pinheiro *et al.* (2014), avaliando o desempenho de bovinos em pastagem de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (75, 150 e 225 kg ha⁻¹ N), observaram que os pastos adubados com a maior dose de nitrogênio apresentaram incrementos no teor de proteína bruta. A maior dose também incrementou as taxas de lotação animal e ganho de peso vivo por área.

A adição de ureia reduziu linearmente ($p < 0,05$) os teores de FDN e FDA (Tab. 02), sendo os menores valores observados na maior dose aplicada (48,36 e 68,33 %,

respectivamente). Esta redução foi correspondente a 5,3% para FDN e 6,2% para FDA, comparados ao tratamento que não recebeu adição de ureia. Foi observado redução linear ($p < 0,05$) dos teores de celulose e lignina com a adição de ureia (Tab. 02). A adição de 2% ureia com base na MS reduziu 4,7 e 12,3% os teores de celulose e lignina, respectivamente. Porém não afetou os teores de hemicelulose apresentando média de 20,35%. De acordo com Oliveira *et al.* (2011), o teor de FDN presente na dieta está relacionado com a limitação do consumo, em razão do espaço ocupado no rúmen, levando-o ao enchimento. Quando ocorre o enchimento do rúmen, a fibra exerce pressão sobre a sua parede, desencadeando respostas fisiológicas que ativam o processo de ruminação e fazem com que o animal pare de consumir (BERCHIELLI *et al.*, 2011).

A ureia é eficiente em diminuir os compostos da fração fibrosa de plantas forrageiras, devido à hidrólise dos componentes da parede celular, além de provocar alterações sobre as células da bainha vascular e forçar a ruptura de superfícies cuticulares (ABO-DONIA *et al.*, 2014; BEZERRA *et al.*, 2014). Assim, existe o rompimento de ligações éster, ocorrendo aumento na solubilização da hemicelulose através da ruptura com compostos fenólicos, como a lignina, reduzindo os teores de FDN e FDA (GARCEZ *et al.*, 2014b). Segundo Carvalho e Pires (2008), a proporção dos tecidos e espessura da parede celular do vegetal têm impacto no valor nutritivo do alimento. Isso acontece pois os teores de fibra, lignina e proteína bruta afetam os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Assim, os tecidos de baixa digestão (fibra e lignina) afetam negativamente a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do alimento (OLIVEIRA *et al.*, 2016)

Neste experimento, a solubilização da hemicelulose não foi observada, já que não houve efeito dos níveis de ureia para essa variável. Assim, a redução da fração fibrosa do feno de capim elefante parece estar diretamente ligada à solubilização parcial da celulose e lignina presente na parede celular, uma vez que essas variáveis diminuíram com o acréscimo dos níveis de ureia (Tab. 02). Altos teores de FDN, na dieta do ruminante, tem efeito negativo no consumo de matéria seca, por favorecer o enchimento do rúmen (BARROS *et al.*, 2010). Assim, a redução de compostos fibrosos, através da amonização, é uma alternativa que pode ser aplicada com o intuito de melhorar a produtividade animal. Além do tratamento químico, a adição de leguminosas como fonte de urease contribui para redução da fibra em detergente neutro do feno de capim elefante amonizado com ureia (MORAIS *et al.*, 2017).

Nesse sentido, Gimenes *et al.* (2011) avaliando o capim marandu sob doses de nitrogênio (50 e 200 kg ha⁻¹), observaram que a maior dose promoveu um incremento no valor nutritivo da forragem, caracterizado por maiores valores de PB e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e menores valores de FDN e FDA, o que resultou em maior ganho de peso vivo diário dos animais com média anual de 0,511 e 0,630g/dia, respectivamente. Os resultados referentes à composição bromatológica foram semelhantes aos observados neste trabalho com a adição das crescentes doses de ureia ao feno de capim elefante, podendo significar que o comportamento relacionado à fibra, observados no presente trabalho, resultará em incremento no ganho de peso dos animais (GIMENES *et al.*, 2011).

Com o aumento das doses de ureia, houve efeito linear negativo ($p < 0,05$) para o teor de carboidratos totais (Tab. 02). A adição de ureia no feno de capim elefante reduziu o teor de carboidratos totais de 89 para 87,24%. Já os carboidratos não fibrosos do capim elefante se comportaram de forma quadrática ($p < 0,05$) com o aumento dos níveis de ureia. O menor teor

de CNF foi encontrado na dose de 0,7% de ureia com base na MS. Neste ponto, o valor mínimo de CNF foi de 15,88%. Apesar da redução dos carboidratos totais, estes tendem a melhorar a sua digestibilidade, De acordo com Morais *et al.* (2020), a amonização tende a favorecer a maior atividade dos microrganismos ruminais, provocando melhorias na digestibilidade da fibra através da quebra dos compostos ligados à lignina, os autores relataram aumento na produção de gás da fração fibrosa do material amonizado, sendo 7,93; 8,56 e 8,07mL/0,1g MS, respectivamente, utilizando 2, 4 e 6% de ureia na MS, respectivamente.

No feno de capim elefante, a redução linear da lignina (Tab. 02) está relacionada com aumento do teor de pH e N-NH₃ (Fig. 01), pois, de acordo com Van Soest (1994), a elevação do pH ajuda na redução nos teores de lignina por facilitar a solubilização desse composto em contato com a amônia liberada no meio amonizado. A lignificação da parede celular provoca efeitos negativos sobre a digestibilidade do volumoso e, de acordo com Morais *et al.* (2017), a lignina pode causar efeito tóxico aos microrganismos ruminais, impedindo o acesso de bactérias fibrolíticas ao centro de reação de um carboidrato. Assim, a redução da lignina no material amonizado é interessante, pois a presença desse composto contribui na redução da digestibilidade do alimento e na ingestão voluntária, afetando negativamente o desempenho animal (LAZZARINI *et al.*, 2009).

Apesar da redução dos carboidratos totais com o aumento dos níveis de ureia, na maior dose (2%) houve um aumento de 12,29% no teor de carboidratos não fibrosos em relação à menor dose (0%). Neste sentido, Sousa *et al.* (2019) avaliaram a amonização com ureia de palha de milho e relataram aumento nos teores de carboidratos não fibrosos, que foi atribuído à solubilização da fração fibrosa em decorrência do contato da amônia produzida com o material amonizado. O aumento de carboidratos não fibrosos representa incremento no fornecimento de energia para o desenvolvimento de microrganismos ruminais, o que pode ser considerado como aspecto positivo, visto que os microrganismos presentes no rúmen são os principais fornecedores de proteína para os ruminantes (BERCHIELLI *et al.*, 2011). Ademais, os carboidratos não fibrosos representam compostos de alta degradação e seu aumento indica redução proporcional dos carboidratos estruturais presentes na parede celular, que são lentamente degradados no ambiente ruminal (SILVA e SILVA, 2013).

Com o aumento dos níveis de ureia houve aumento linear ($p < 0,05$) dos valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da matéria seca (Fig. 02). No maior nível de ureia (2%), quando comparados ao capim sem tratamento químico, houve aumento de 3 e 5% para os valores de NDT e DMS, respectivamente. Segundo Murta *et al.* (2011), a digestão se baseia na quebra de macromoléculas em compostos mais simples para que possam ser absorvidas no trato gastrointestinal do animal.

Sendo assim, o aumento da quantidade de nutrientes digestíveis presente em um alimento é um indicativo de que o animal pode aproveitar de forma mais eficiente a alimentação que está sendo fornecida. Ademais, a determinação dos coeficientes de digestibilidade de um alimento serve para qualificá-lo quanto ao seu valor nutritivo, que pode indicar o percentual de cada nutriente que o animal pode aproveitar (VAN SOEST, 1994). Assim, a inclusão de ureia na forma de amonização é eficiente para aumentar o teor de nutrientes digestíveis totais do feno de capim elefante (Fig. 02A), evidenciando o efeito positivo desse tratamento químico.

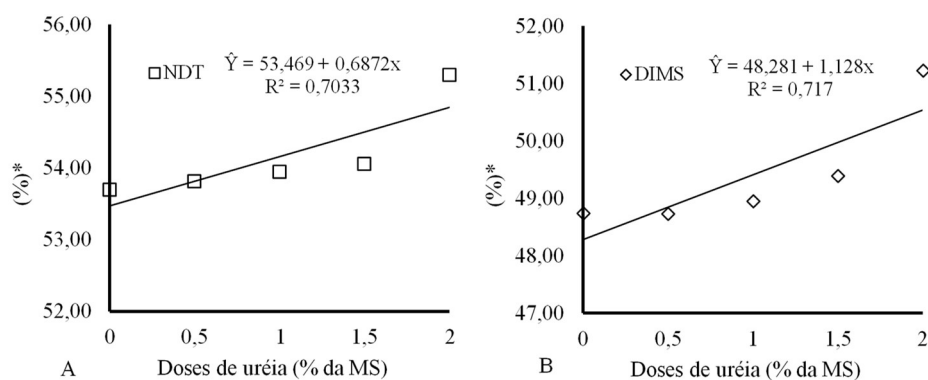


Figura 02: Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) (A) e digestibilidade da matéria seca (DMS) (B) do capim elefante desidratado amonizado com diferentes níveis de ureia.

(Obs.: *Em porcentagem da matéria seca)

Ferreira e Zanine (2013) avaliaram o tratamento químico com ureia do feno de capim-mombaça e relataram aumento na digestibilidade do material amonizado comparado ao não amonizado. Este fator favorece o aumento da disponibilidade de nutrientes digestíveis pelo fato de ampliar a área de ataque dos microrganismos ruminais sobre o alimento. Além disso, o aumento das doses de ureia reflete na solubilização dos componentes da parede celular, resultando em incremento de nutrientes prontamente digestíveis para o animal (PÁDUA *et al.*, 2011).

De acordo com Díaz *et al.* (2015), o aumento da digestibilidade de forragem de baixa qualidade, através de tratamento químico, resulta em melhorias significativas no desempenho de ruminantes em regiões tropicais e subtropicais. Contudo, para que não haja perdas na produtividade animal, é necessário que a utilização do material amonizado esteja associada à quantidade de concentrado capaz de atender às exigências nutricionais, de acordo com o objetivo dos sistemas de produção (MISSIO, 2016).

De maneira geral, a produção de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) é favorável no processo de amonização por causar solubilização de compostos indisponíveis e aumentar a digestibilidade do material amonizado. Porém, os efeitos da produção de amônia vão além da sua ação nas características físico-químicas do alimento e se estende até o animal. De acordo com Ribeiro *et al.* (2015), a amônia, ao ser absorvida pela parede ruminal, segue pela corrente sanguínea até o fígado, onde é convertida em ureia e lançada no sangue, podendo seguir diferentes destinos, quando a ureia retorna ao rúmen ela é convertida novamente em amônia e pode ser utilizada como fonte de nitrogênio pelas bactérias, esse processo, denominado de reciclagem do nitrogênio, é extremamente importante para a sobrevivência dos ruminantes em condições de dieta deficiente desse nutriente. Assim, o aumento na produção de $\text{NH}_3\text{-N}$ favorece o crescimento de microrganismos ruminais, principalmente àqueles que degradam carboidratos fibrosos, aumentando a degradação da fibra a nível de rúmen (FERREIRA *et al.*, 2015).

Abo-Donia *et al.* (2014) relataram que a casca de amendoim amonizada com ureia favorece o aumento da produção ruminal de $\text{NH}_3\text{-N}$. Esses autores relacionaram este aumento com a elevação na disponibilização de carboidratos provocada pela produção de amônia durante o processo de amonização. Dessa forma, a elevação de $\text{NH}_3\text{-N}$, no rúmen, beneficia o crescimento de microrganismos por fornecer energia, aumentando, assim, a produção de

proteína microbiana que será utilizada pelo animal. Ademais, Nguyen *et al.* (2012) descobriram aumento na população de bactérias celulolíticas no rúmen de búfalos alimentados com palha de arroz tratada quimicamente com ureia. O aumento de microrganismos ruminais está relacionado com a elevação de ácidos graxos voláteis (AGVs), geralmente, de cadeia curta, que favorecem o aumento da população microbiana ruminal (ABDEL-AZIM *et al.*, 2011).

Perazzo *et al.* (2016; 2017) avaliaram o desempenho de ovinos alimentados com feno de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*) amonizado com quatro níveis de nitrogênio (0, 18, 36 e 54g/kg MS). Os autores relataram que existe uma correlação positiva entre o aumento das doses de nitrogênio e o comportamento ingestivo, digestibilidade e conseqüentemente, desempenho animal. Alli-Balogun *et al.* (2018) também relataram melhoria no desempenho de ovinos quando alimentados com níveis crescentes de ureia na amonização do feno de capim gamba (*Andropogon gayanus*). Este fato está relacionado com o aumento da qualidade nutricional do alimento ocasionado pelo processo de amonização.

Além disso, Morais *et al.* (2020) relataram aumento na produção de gás da fração fibrosa do material amonizado, devido à maior ação dos microrganismos ruminais, provocando aumento na digestibilidade da fibra através da quebra dos compostos ligados à lignina. Dessa maneira, fica evidenciado que o tratamento de forragens de baixa qualidade é uma alternativa eficiente para melhorar sua qualidade nutricional e, conseqüentemente, o desempenho animal.

Análise multivariada

As cargas fatoriais com maior potencial de discriminação do PC1 foram pH, CEL, DMS, NDT, FDA, LIG e FDN com 70,01% e para o PC2 LIG, CNF, CHOT e FDA com 85,70%. Caracteres como CEL, FDA, LIG e FDN influenciaram diretamente nos tratamentos utilizando 0,5 e 1,0% de ureia, já para a utilização de 2,0% de ureia as variáveis CNF, NDT e DMS foram mais eficientes na explicação desse tratamento (Fig. 03A).

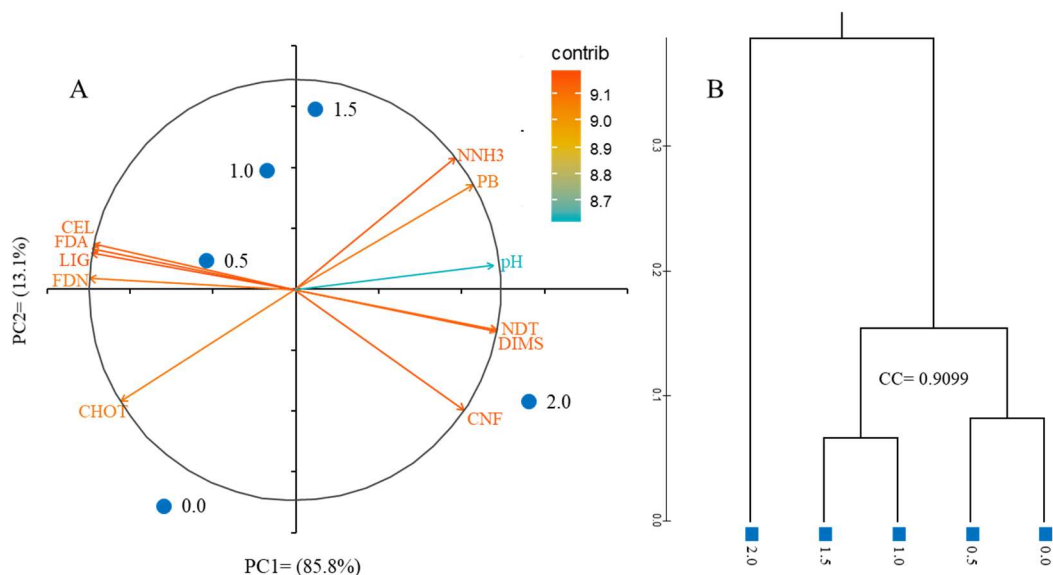


Figura 03: Análise de componentes principais e dendrograma para características bromatológicas do capim elefante desidratado adubado com diferentes doses de ureia.

A: Correlação para características bromatológicas e dispersão do capim elefante em função das doses de ureia, as setas representam a direção da característica e as cores representam a contribuição de cada característica. Do azul ao vermelho: contribuições baixas a altas; B: Dendrograma.

Correlação positiva de alta magnitude foram observadas entre CEL x FDA, CEL x LIG, CEL x FDN, FDA x LIG, pH x NDT com 0,99; 0,99; 0,97; 0,99 e 0,90, respectivamente. Enquanto as correlações negativas entre NDT x FDA (-0,99), LIG x DMS (-0,99), CHOT x PB (-0,99) e pH x FDN (-0,96) (Fig. 03A). Através da análise de Cluster, foi possível visualizar a formação de dois grupos, sendo o primeiro formado pela utilização de 2,0% de ureia, que se destacou na composição bromatológica do feno de capim elefante, e o segundo grupo pelas demais doses de ureia, divididos em dois subgrupos. A menor similaridade pela distância de Gower (0,1326) foi observada entre as doses 1,0 e 1,5% e a maior entre o controle e 2,0% de ureia com 0,976 (Fig. 03B).

CONCLUSÕES

Recomenda-se a adição de 2% de ureia ao capim elefante desidratado, pois altera benéficamente a composição nutricional da forragem, principalmente os componentes da fração fibrosa. Assim, a utilização da amonização mostrou-se uma técnica viável para melhoria do valor nutricional do feno de capim elefante, podendo resultar na melhoria no desempenho produtivo do animal.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZIM, S.N.; AHMED, M.A.; ABO-DONIA, F.; SOLIMAN, H. Evaluation of fungal treatment of some agricultural residues. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences*, v.6, n.2, p.1-16, 2011.
- ABO-DONIA, F.M.; ABDEL-AZIM, S.N.; ELGHANDOUR, M.M.; SALEM, A.Z.; BUENDÍA, G.; 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, n.1, p.221-228, 2014.
- ALLI-BALOGUN, J.K.; ABUBAKAR, M.Y.; ABDU, S.B. Effect of different levels of urea treated Gamba hay on growth performance of Yankasa rams. *Nigerian Journal of Animal Science*, v.20, n.4, p.528-533, 2018.
- ALMEIDA, J.C.C.; MORAIS, L.F.; MOREIRA, T.G.B.; ABREU, J.B.R.; MORENZ, M.J.F. Nutritive value of Tifton 85 hay ammoniated with urea. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.41, n.1, p.1-7, 2019.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 15^a ed., Arlington, V.A.: AOAC, 1990. 1025p.
- BARROS, R.C.D.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; SOUZA, A.S.D.; FRANCO, M.D.O.; OLIVEIRA, T.S.D.; MENDES, G.D.A.; PIRES, D.A.A.; SALES, E.C.J.; CALDEIRA, L.A. Viabilidade econômica da substituição da silagem de sorgo por cana-de-açúcar ou bagaço de cana amonizado com ureia no confinamento de bovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.3, p.555-569, 2010.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.E; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes. 2^a ed., Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão (FUNEP). Jaboticabal. 2011. 616 pp.

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

BRAGA, G.J.; MACIEL, G.A.; GUIMARÃES, JR.R.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, M.A.; FERNANDES, F.D.; FONSECA, C.E.L.; JANK, L. Performance of young Nelore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. Tropical Grasslands-Forrajões Tropicais, v.7, n.3, p.214–222. 2019.

BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVÊDO, J.A.G.; SANTOS, R.D.; ARAGÃO, A.S.L.; VOLTOLINI, T.V.; NEVES, A.L.A.; ARAÚJO, G.G.L.; BRANDÃO, W.N. Valor nutricional de componentes da planta e dos coprodutos da Agave sisalana para alimentação de ruminantes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, n.6, p.1493-1501, 2011.

CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.1837–1856, 2001.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, A.F.; FREIRE, M.A.L.; SILVA, F.F.D.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.1, p.125-132, 2006.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. Archivos de Zootecnia, v.57, p.13-28, 2008.

CASTRO FILHO, M.A.; BARBOSA, M.A.A.F.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; GASTAL, D.W. Valor nutritivo da palha de milho verde para bovinos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.8, n.2, p.112-121, 2007.

CARVALHO, G.G.P.; CAVALI, J.; FERNANDES, F.E.P.; ROSA, L.O.; OLIVINDO, C.S.; PORTO, M.O.; PIRES, A.J.V.; GARCIO, R. Chemical composition and dry matter digestibility of sugarcane bagasse treated with calcium oxide. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, n.6, p.1346-1352, 2009.

CRUZ, B.C.C.; SILVA, D.A. Tratamento químico e biológico em volumosos para ruminantes. PUBVET, v.10, n.3, p.190-270, 2015.

CASTRO FILHO, B.B.; ARAÚJO, R.P.; SILVA, N.; ABREU, M.L.C.; GUERRA, R.N.; NICOLINI, B.R.; PANDOLFI FILHO, A.D.; RODRIGUES, P.R. Composição químico-bromatológica do feno de capim elefante amonizado com uréia. PUBVET, v.8, n.13, p.1551-1697, 2014.

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. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12175>

FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M. Comparison between levels of sodium hydroxide and urea in hay Guinea grass haylage. *Scientific Journal of Animal Science, West Azerbaijan*, v.2, n.10, p.277-284, 2013.

FERREIRA, S.F.; FERNANDES, J.J.R.; PÁDUA, J.T.; BILEGO, U.O.; LIMA, M.A.S.; FRANÇA, A.F.S.; BENTO, E.A.; OLIVEIRA, L.G.; GRANDINI, D. Desempenho e metabolismo ruminal em bovinos de corte em sistema de pastejo no período seco do ano recebendo virginiamicina na dieta. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.1, p.2067-2077, 2015.

FERREIRA, E.A.; ABREU, J.G.D.; MARTINEZ, J.C.; BRAZ, T.G.D.S.; FERREIRA, D.P. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production1. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.3, n.48, p.245-253, 2018.

GARCEZ, B.S.; ALVES, A.A.; OLIVEIRA, M.E.D.; PARENTE, H.N.; SANTANA, Y.A.G.; MOREIRA FILHO, M.A.; CÂMARA, C.S. Valor nutritivo do feno de folíolos de pindoba de babaçu submetido a tratamentos alcalinos. *Ciência Rural*, v.44, n.3, p.524-530, 2014a.

GARCEZ, B.S.; MOREIRA FILHO, M.A.; DA SILVA, R.N.P.; ALVES, A.A. Influência de tratamentos alcalinos no valor nutritivo de forragens. *PUBVET, Londrina*, v.8, n.2, p.84-229, 2014b.

GARCEZ, B.S.; ALVES, A.A.; MOREIRA FILHO, M.A.; FERREIRA, F.D.S.; MACEDO, E.O.; LIMA, I.S.D.S. Composição química e degradação ruminal do feno de pindoba de babaçu amonizado em duas alturas. *Ciência Animal Brasileira*, v.21, n.1, p.1-11, 2020.

GIMENES, F.M.A.; DA SILVA, S.C.; FIALHO, C.A. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.7, p.751-759, 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.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SOUZA, M.A.; OLIVEIRA, F.A. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.3, p.635-647, 2009.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedurs for nitrogen, fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MEDEIROS, S.R., GOMES, R.D.C.; Bungenstab, D.J. Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Embrapa Gado de Corte-Livro técnico (Infoteca-E), 2015.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of dairy science*, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MISSIO, R.L. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. *Archivos de Zootecnia*, v.65, n.250, p.267-278, 2016.

MORAIS, L.F.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D.; MORENZ, M.J.F.; MELO, B.M.G.; FREITAS, R.S.X. Milled legume grain as urease source for the ammonization of elephant grass hay. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, n.12, p.1268-1275, 2017.

MORAIS, L.F.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D.; FREITAS, R.S.X.; MELO, B.M.G.; SILVA, J.F.M. Nutritive value of elephant grass hay ammoniated by urea. *Bioscience Journal*, v.36, n.5, p.1498-1506, 2020.

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.

MURTA, R.M.; CHAVES, M.A.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; ROCHA NETO, A.L.; EUSTÁQUIO FILHO, A.; SANTOS, P.E.F. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.6, p.1325-1332, 2011.

NGUYEN, V.T.; WANAPAT, M.; KHEJORNART, P.; KONGMUN, P. 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.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Washington, 1^a ed., National Academy Press, 2016. 305p.

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. Chemical composition of sugarcane bagasse ammoniated with different levels of urea and whole soybean. *Archivos de Zootecnia*, v.60, n.231, p.625-635, 2011.

OLIVEIRA, V.S., SANTANA NETO, J.A., VALENÇA, R.L., SILVA, B.C.D., SANTOS, A.C.P. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. *Veterinária Notícias*, v.22, n.2, p.1-18, 2016.

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*, v.60, n.29, p.7-62, 2011.

PATRA, A.K. Urea/ammonia metabolism in the rumen and toxicity in ruminants. In: PUNYIA, A.K.; SIEGH, R.; KAMICA, D.M. *Rumen Microbiology: from evolution to revolution*. 1^a ed., Índia: Springer, p.329-341, 2015.

PERAZZO, A.F.; HOMEM NETO, S.P.; RIBEIRO, O.L.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, J.S.; RODRIGUES, T.C.G.C.; PINHO, R.M.A. Correlations of intake, digestibility and performance with the ingestive behavior of lambs fed diets containing ammoniated buffel grass hay. *Semina: Ciências Agrárias*, v.37, n.3, p.1551-1563, 2016.

PERAZZO, A.F.; HOMEM NETO, S.P.; RIBEIRO, O.L.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, J.S.; BEZERRA, H.F.C.; CAMPOS, F.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E. Intake and ingestive behavior of lambs fed diets containing ammoniated buffel grass hay. *Tropical Animal Health and Production*, v.49, n.4, p.717-724, 2017.

PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.O.J.D.A. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v.35, n.4, p.2147-2158, 2014.

REIS, R.A.; BASSO, F.C.E.; ROTH, A.P.T.P. Fenação. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.E.; SIQUEIRA, G.R. *Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros*. 1ª ed., FUNEP/UNESP, Jaboticabal, p.699-714, 2014.

RIBEIRO, O.L.; CECATO, U.; IWAMATO, B.S. et al. Desempenho de bovinos em capim Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com Estilosantes. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, n.1, p.275-285, 2014.

RIBEIRO JUNIOR, G.O.; VELASCO, F.O.; FARIA JÚNIOR, W.G.; TEIXEIRA, A.M.; MACHADO, F.S.; MAGALHÃES, F.A.; JAYME, D.G.; GONÇALVES, L.C. In situ degradation kinetic of *Andropogon gayanus* grass silages harvested at three stages of maturity. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6, p.1883-1890, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-6780>

RIBEIRO, P.R.; MACEDO, G.L.; SILVA, S. P. Aspectos nutricionais da utilização da proteína pelos ruminantes. *Veterinária Notícias*, v.20, n.2, p.1-14, 2015.

SALES, E.C.J.D.; SARAIVA, C.R.S.; REIS, S.T.D.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; PIRES, D.A.A.; VITOR, C.M.T. Morphogenesis and productivity of Pioneiro elephant grass under different residual heights and light interceptions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.36, n.2, p.137-143, 2014.

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

SILVA, R.N.P.D.; ALVES, A.A.; GARCEZ, B.S.; MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M.E.D.; MOREIRA, A.L.; AZEVEDO, D.M.M.; PARENTE, H.N. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.18, n.1, p.26-37, 2017.

SILVA, S.P.; SILVA, M.M.C. Fracionamento de carboidratos e proteína segundo o sistema CNCPS. *Veterinária Notícias, Uberlândia*, v.19, n.2, p.95-108, 2013.

SILVA, V.L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.; COSTA, H.; MESSIAS FILHO, F.; FRUTUOSO, F.I.; SILVA, R.H.; ANCÂNTARA, P.B. Efeito do tratamento químico sobre a digestibilidade de volumosos e subprodutos agroindustriais. *Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento*, v.1, n.1, p.29-37, 2016.

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.

SOUSA, G.O.C.; RODRIGUES, R.C.; LIMA, J.R.L.; LIMA, N.M.; MIRANDA, B.E.C.; JESUS, A.P.R.; PARENTE, H.N. COSTA, C.S. Nutritional value of dehydrated maize straw ammoniated with urea. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.20, n.1, p.1-11, 2019.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2^a ed., Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

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

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G. Efeito da amonização sobre o desenvolvimento de mofos e leveduras e valor nutricional do bagaço de cana-de-açúcar. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, n.2, p.222-231, 2006.