

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**VOLATILIZAÇÃO DA AMÔNIA E AVALIAÇÃO DO  
CAPIM-MARANDU SOB DOSES E FONTES DE  
FERTILIZANTES NITROGENADOS**

**Acadêmica: Juliana Bonfim Cassimiro**

**Orientadora: Profa Dra Ana Carolina Alves**

Cassilândia-MS

Novembro de 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**VOLATILIZAÇÃO DA AMÔNIA E AVALIAÇÃO DO  
CAPIM-MARANDU SOB DOSES E FONTES DE  
FERTILIZANTES NITROGENADOS**

**Acadêmico: Juliana Bonfim Cassimiro**

**Orientadora: Profa Dra Ana Carolina Alves**

“Trabalho apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS

Novembro de 2017

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

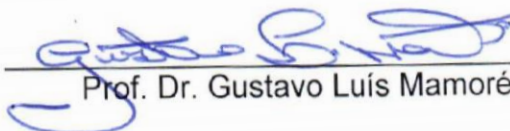
TÍTULO:

"VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA E AVALIAÇÃO DO CAPIM-MARANDU  
SOS INDES' E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS"


ACADÊMICO (A): **Juliana Bonfim Cassimiro**

ORIENTADOR (A): **Profa. Dra. Ana Carolina Alves Rochetti**

**APROVADO** pela comissão examinadora em vinte e quatro de novembro de 2017.

  
Prof. Dr. Gustavo Luís Mamoré Martins

  
Profa. Dra. Andréia Fróes Galuci O. de Souza

  
Profa. Dra. Ana Carolina Alves Rochetti- Orientadora

## **EPIGRAFE**

“Dizem que a vida é para quem sabe viver, mas ninguém nasce pronto. A vida é para quem é corajoso o suficiente para se arriscar e humilde o bastante para aprender.”

Clarice Lispector.

## DEDICATÓRIA

À minha mãe,

Maria Izabel Silva Bonfim,

ao meu pai,

Jones Ferreira Cassimiro,

minha tia e irmão,

Maria Angélica Silva Bonfim e Leonardo Bonfim Cassimiro,

Pelo apoio, dedicação, amor e carinho durante todos os anos da minha vida, pessoas sem as quais jamais teria conquistado essa grande vitória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter dado saúde e força para superar minhas dificuldades.

Aos meus familiares, pelo apoio, incentivo, confiança e por terem acreditado em meu potencial, principalmente a minha mãe Maria Izabel Silva Bonfim, que com todo seu amor e dedicação nunca deixou que eu desistisse do meu grande sonho.

À professora e orientadora Profa Dra. Ana Carolina Alves, pela orientação pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, incentivos e momentos de descontrações.

## Sumário

1. Introdução .....	1
2. Material e Métodos.....	2
3. Resultados e Discussão.....	5
4. Conclusões .....	12
5. Referências Bibliográficas.....	13
6. Apêndice .....	16

## RESUMO

O nitrogênio é um dos elementos mais limitante para o desenvolvimento de gramíneas forrageiras, que é justificado pela quantidade extraída pela planta e pelo efeito residual baixo do nitrogênio no solo após a sua aplicação, em função de perdas por volatilização, lixiviação e imobilização por microrganismos. Uma das formas de melhor aproveitamento do nitrogênio aplicado é o uso de fontes de liberação lenta e controlada do nutriente para o solo, reduzindo a volatilização de amônia e lixiviação do nitrato através do perfil do solo. O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a produção de massa seca da parte aérea e teor de proteína bruta da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, além das perdas de amônia (N-NH<sub>3</sub>) por volatilização e a eficiência da adubação de fontes de fertilizantes nitrogenados e doses de nitrogênio aplicadas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x3, os tratamentos consistiram na combinação de três fontes de nitrogênio (ureia, ureia com polímero e ureia com inibidor de urease NPBT (N-(n-butil) tiofosfórico triamida), três doses de N (50,100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e o controle (sem adubação) constituindo 10 tratamentos, com quatro repetições. Foram avaliadas, teor de proteína bruta (%PB), a produção de massa seca da parte aérea (PMS) (kg ha<sup>-1</sup>), volatilização de amônia (kg ha<sup>-1</sup>), porcentagem de N volatilizado em relação à quantidade de N aplicada (%) e eficiência agrônômica dos fertilizantes na planta. A fonte nitrogenada que apresentou menores perdas de amônia (N-NH<sub>3</sub>) por volatilização foi a ureia tratada com inibidor de urease (NPBT), onde o pico de volatilização ocorreu no segundo dia após a aplicação do nitrogênio. As doses de N influenciaram a PMS, PB e volatilização da amônia, sendo assim, devem ser considerados na determinação de estratégias no manejo da pastagem.

**Palavras-chave:** volatilização, amônia, ureia.



## ABSTRACT

Nitrogen is one of the most limiting elements for the development of forage grasses, which is justified by the amount extracted by the plant and the low residual effect of nitrogen in the soil after its application, due to losses by volatilization, leaching and immobilization by microorganisms. One of the best ways to use Nitrogen applied is the use of slow and controlled releases of the nutrient to the soil, reducing ammonia volatilization and nitrate leaching through the soil profile. The present study was conducted with the objective of evaluating the dry mass production of shoot and crude protein content of the pasture of *Urochloa brizantha* cv. Marandu, besides the losses of ammonia (N-NH<sub>3</sub>) by volatilization and the fertilization efficiency of nitrogen fertilizer sources and applied nitrogen doses. The treatments consisted of the combination of three nitrogen sources (urea, urea with polymer and urea with NPBT (N- (n-butyl) thiophosphoric triamide urease inhibitor). The experimental design was a randomized complete block design with four replicates in a 3x3 factorial scheme. ), three doses of N (50,100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N) and the control (without fertilization) constituting 10 treatments with four replications. (kg ha<sup>-1</sup>), volatilization of ammonia (kg ha<sup>-1</sup>), percentage of N volatilized in relation to the amount of N applied (%) and agronomic efficiency of the fertilizers in the plant. (N-NH<sub>3</sub>) by volatilization was urea treated with urease inhibitor (NPBT), where the volatilization peak occurred on the second day after nitrogen application. N rates influenced PMS, PB and volatilization of ammonia, thus should be considered in the determination of strategies in pasture management.

**Key-words:** volatilization, ammonia, urea.

## 1. Introdução

Uma particularidade importante da pecuária brasileira é ter a maioria de seu rebanho criado a pasto, que se caracteriza como a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para os bovinos. Em virtude dessa realidade, o Brasil tem um dos menores custos de produção de carne do mundo (DIAS FILHO, 2010). O cerrado brasileiro nas últimas três décadas tornou-se um grande produtor de carne bovina no país, porém a degradação da pastagem é o maior problema para o estabelecimento da pecuária sustentável, por estas áreas apresentarem solos de baixa fertilidade e necessidade de adubação comprovada tecnicamente, que, no entanto não é realizada (MARTHA JUNIOR et al., 2002).

O nitrogênio é um dos elementos mais limitante para o desenvolvimento de gramíneas forrageiras, que é justificado pela quantidade extraída pela planta e pelo efeito residual baixo do nitrogênio no solo após a sua aplicação, em função de perdas por volatilização, lixiviação e imobilização por microrganismos (REIS et al., 2006). Resultados de pesquisas referentes à volatilização acumulada de  $N-NH_3$  e às taxas diárias de volatilização podem ser explicados pela ação conjunta de fatores de solo e de clima que irão proporcionar elevada concentração de  $N-NH_3$  muito próxima à superfície do solo e alta taxa de perda de água do solo determinando elevado potencial de perda de  $N-NH_3$  para fora do sistema solo-planta (MARTHA JUNIOR et al., 2004). As perdas de N por volatilização ocorrem normalmente após sua aplicação no solo, e por ser um gás em condições normais de temperatura e pressão atmosférica, a amônia presente no solo, pode rapidamente volatilizar para a atmosfera e reagir rapidamente com prótons, metais e compostos ácidos para formar íons ou compostos que variam em estabilidade (BASSO et al., 2004).

A eficiência de utilização do N dos fertilizantes pela planta é baixa, podendo variar com as práticas de manejo, propriedades do solo, condições ambientais e fonte de N utilizada (ESPINDULA, 2010; SILVA et al., 2011). Sendo assim, é importante pesquisas para avaliar novas práticas de manejo e uso de tecnologias que possam suprimir as perdas causadas pela baixa eficiência da adubação nitrogenada em diversas culturas. Uma das formas de melhor aproveitamento do nitrogênio aplicado é o uso de fontes de liberação lenta e controlada do nutriente para o solo. Essas fontes nitrogenadas são dotadas de substâncias que restringem

a atividade da urease e a intensidade da reação de nitrificação no solo, reduzindo a volatilização de amônia e lixiviação do nitrato através do perfil do solo (SOARES, 2011). Entre as fontes nitrogenadas estabilizadas não convencionais, as contendo inibidores de urease como o NBPT são as que têm obtido os melhores resultados e representam uma opção de manejo de culturas onde se realizam adubações com ureia em superfície, condições favoráveis para a ocorrência de perdas de N por volatilização de amônia (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

Segundo Sangoi et al. (2003), a quantidade de N perdido por volatilização, após a aplicação de ureia sobre a superfície do solo, pode atingir valores de até 78% do N, essas perdas podem variar muito em função das condições climáticas e do tipo de solo devido a variações nos teores de argila, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, e cobertura, em condições de laboratório, a aplicação superficial da ureia aumenta significativamente as perdas por volatilização, sendo numericamente maior e mais rápida no solo arenoso e com baixa capacidade de troca de cátions, do que em solos argilosos.

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de estimar o teor de proteína bruta, produção de massa seca da parte aérea, volatilização de N-NH<sub>3</sub> e a eficiência da adubação de fontes de fertilizantes nitrogenados (ureia, ureia com polímero, ureia com inibidor de urease NPBT) e doses de nitrogênio (50,100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) aplicados em pastagem de *Urochola brizantha* cv. Marandu.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi conduzido numa área estabelecida de *Urochola brizantha* cv. Marandu, pertencente à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) em Cassilândia-MS (19°05' S, 51°48' W e altitude de 510 m). No período entre 29 de novembro de 2016 a 23 de março de 2017. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes (SANTOS et al., 2006). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x3. Os tratamentos consistiram na combinação de três fontes de nitrogênio (ureia, ureia com polímero e ureia com NPBT) e três doses de N (50,100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e o controle (sem adubação) constituindo 10 tratamentos, com quatro

repetições. Foram avaliados, o teor de proteína bruta (%PB), produção de massa seca da parte aérea (PMS) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), volatilização de amônia ( $\text{N-NH}_3$ ) total e diária, % de N volatilizado em relação à quantidade de N aplicada e eficiência agronômica das doses e fontes de nitrogênio na planta.

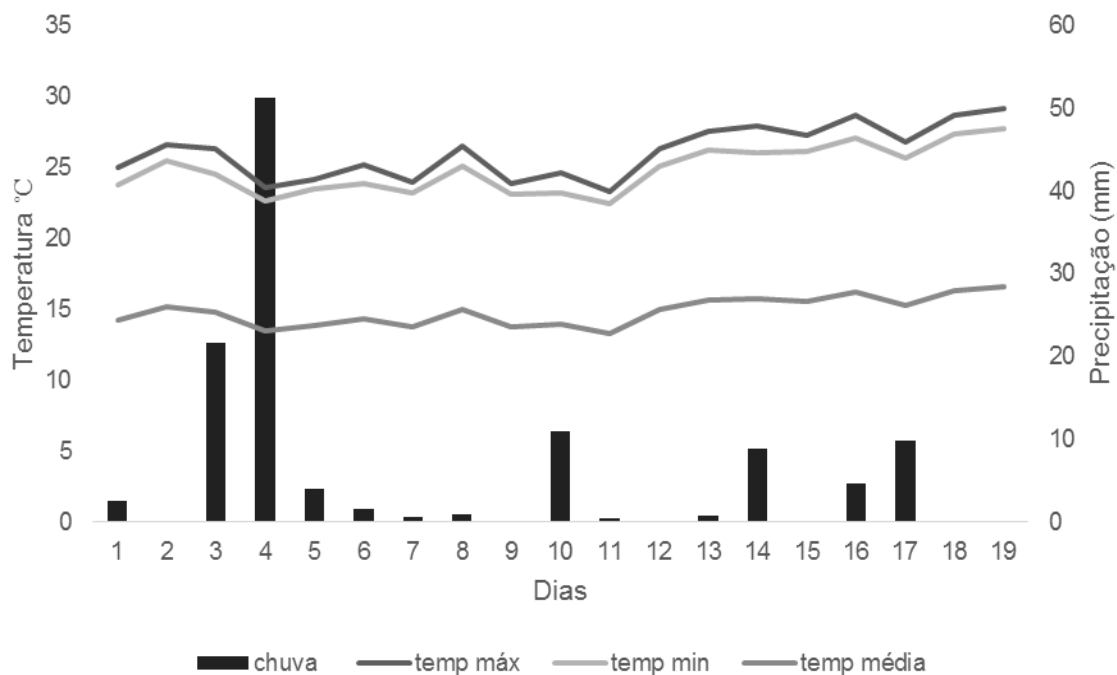
Para determinação da produção de massa seca da parte aérea da pastagem, teor de PB e eficiência agronômica das fontes de nitrogênio, uma amostra de capim foi cortada aleatoriamente com aproximadamente 10cm ao nível do solo em área de  $1\text{m}^2$ , dentro de cada parcela foi retirada somente uma amostra e levada ao laboratório onde foi pesada, subamostrada e seca em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura entre 60 e  $65^\circ\text{C}$  por 72 h. As amostras foram pesadas e moídas em moinho de facas tipo Cróton com peneira de 1 mm e armazenadas em sacos plásticos identificados para posterior análise do teor de N e PB. O teor de N foi determinado, pelo método Kjeldahl e para conversão de nitrogênio em proteína bruta foi usado o fator 6,25 (AOAC, 1990). Para determinação da eficiência da adubação foi calculado o acúmulo de N através do teor de N da planta e a produção de massa seca. Com os dados de massa seca e teor de N na planta foi calculada a eficiência agronômica que é a produção adicional de massa seca pela parcela adubada em relação à parcela não adubada por unidade de nitrogênio aplicado pelas fontes utilizadas. Sendo assim, eficiência agronômica do nitrogênio aplicado =  $(\text{massa seca com adubação} - \text{massa seca sem adubação}) / \text{dose de N}$  (FAGERIA, 1998).

Para quantificação da volatilização de amônia ( $\text{N-NH}_3$ ) foram utilizados absorvedores de espumas semelhantes aos usados por Trivelin e Manzoni (2002), a 1 cm acima do solo, as espumas tinham o tamanho de 8 x 8 cm, densidade de  $0,02\text{ g cm}^{-3}$  e foram embebidas com 11 mL de ácido fosfórico (0,05N) com 5% de glicerina e colocadas sobre placas de PVC com dimensão de 10 x 10cm, envolvida por uma camada de fita de polytetrafluoretileno (PTFE ou veda rosca) (ALVES et al., 2011). Os absorvedores foram trocados todos os dias durante a primeira semana, após esse período foram trocados a cada dois dias até o 21º dia para a determinação da volatilização da amônia, sendo realizadas 13 amostragens num período de 21 dias, após a retirada dos absorvedores as espumas foram armazenadas em sacos plásticos no freezer.

Para a determinação da quantidade de N, as espumas foram lavadas com 300 mL de água deionizada em um funil de Buckner com placa porosa ligado a uma bomba de vácuo, sendo retirada uma alíquota de 50 mL, que foi levada ao destilador de nitrogênio pelo método de macrokjeldahl. Depois foi adicionado 15 mL de NaOH (40%) à amostra para realizar a destilação, a solução receptora foi o ácido bórico a 5% e ácido clorídrico a 0,01N para a titulação.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para as doses de nitrogênio foram ajustadas análises de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

As temperaturas mínima, máxima, média (°C) e precipitação (mm) em Cassilândia-MS, no período de 23/01/2017 a 10/02/2017, foram coletadas através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017) e estão representadas na Figura 1.



**Figura 1.** Temperatura (°C) máxima, mínima e média e precipitação (mm) registrada nos dias após adubação nitrogenada.

### 3. Resultados e Discussão

No presente estudo não verificou-se interação ( $p > 0,05$ ) entre as fontes e doses de N para nenhuma das variáveis avaliadas, no entanto observou-se o efeito isolado ( $p < 0,05$ ) das fontes e doses de N para teor de PB, produção de massa seca da parte aérea (PMS), volatilização de amônia (N-NH<sub>3</sub>) e para a % N volatilizado em relação ao N aplicado (Tabela 1).

O teor de proteína bruta na pastagem foi semelhante para a aplicação das três fontes de N (ureia convencional, a ureia com polímero e a ureia com NBPT), em média 10,47%. No entanto no tratamento controle o teor de PB foi de apenas 5,84% (Tabela 1), valor inferior à 7%, considerado limitante para produção animal por causar menor consumo voluntário, redução na digestibilidade e balanço nitrogenado negativo (MINSON, 1990).

**Tabela 1.** Concentração de proteína bruta (PB), produção de massa seca (PMS), volatilização de N-NH<sub>3</sub> (kg ha<sup>-1</sup>), volatilização de N-NH<sub>3</sub> em relação à quantidade de N aplicado (%) e eficiência agrônômica (kg de MS por kg de N) em funções de doses e fontes de nitrogênio.

	PB (%)	PMS (kg ha <sup>-1</sup> )	Volatilização de N-NH <sub>3</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Volatilização de N-NH <sub>3</sub> (% do N aplicado)	Eficiência Agrônômica
Controle	5,84 b	1284,87 b	1,97c	-	-
UC	10,16 a	2014,17 a	43,72b	47,06b	9,49 <sup>a</sup>
UP	10,25 a	2170,27 a	50,31b	53,37b	10,91 <sup>a</sup>
NPBT	11,00 a	2289,96 a	20,86a	22,41a	13,07 <sup>a</sup>
0	5,84	1284,87	1,97	-	-
50	8,47	2262,18	24,22	48,44	19,55
100	11,60	2176,43	41,90	41,90	8,92
150	11,33	2035,79	48,77	32,51	5,01
<b>Fonte (F)</b>	5,31 <sup>**</sup>	4,44 <sup>*</sup>	53,58 <sup>**</sup>	30,47 <sup>**</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
<b>Dose (D)</b>	9,64 <sup>**</sup>	4,23 <sup>*</sup>	43,95 <sup>**</sup>	7,29 <sup>**</sup>	15,40 <sup>**</sup>
<b>FxD</b>	-2,96 <sup>ns</sup>	-2,69 <sup>ns</sup>	-20,87 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	22,69	23,68	23,30	25,07	59,53

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a ( $P > 0,05$ ) Pelo teste F, \*\* significativo ( $p \leq 0,01$ ); \* significativo ( $p \leq 0,05$ ); ns não significativo. **UC**= Ureia comum, **UP**= Ureia revestida com polímero, **NPBT**= Ureia com inibidor de urease, **PB**= Proteína bruta e **PMS**= Produção de matéria seca da parte aérea.

Todas as fontes contribuíram para aumento na produção de massa seca da parte aérea (Tabela 1). A PMS variou de 2014 a 2090 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos

adubados com as fontes de N e no tratamento sem adubação foi de 1285 kg ha<sup>-1</sup>. Assim a adubação nitrogenada proporcionou aumento na PMS da pastagem acima de 57%.

A volatilização de NH<sub>3</sub> (kg ha<sup>-1</sup>), com a utilização da uréia convencional e uréia protegida com polímero não diferiram entre si, porém foram superiores quando comparado a uréia tratada com NPBT (Tabela 1). O uso da ureia com NBPT reduziu as perdas em mais de 40% quando comparada à ureia convencional e a ureia com polímero. O NBPT não é capaz de controlar completamente as perdas de NH<sub>3</sub> que acontecem quando a uréia é aplicada na superfície de solos, tendo em vista que sua ação depende de condições ambientais e das características físico-químicas do solo, porém as perdas podem ser reduzidas dependendo da temperatura e da umidade inicial do solo e do período e intensidade das chuvas que aconteceram nos dias subsequentes à adubação (CANTARELLA; MARCELINO, 2008). Em relação ao solo arenoso encontrado no local do experimento Neossolo Quartzarênico Órtico, Sangoi et al. (2003) verificou que a ocorrência da volatilização de amônia foi numericamente maior e mais rápida em solo arenoso, do que no solo argiloso.

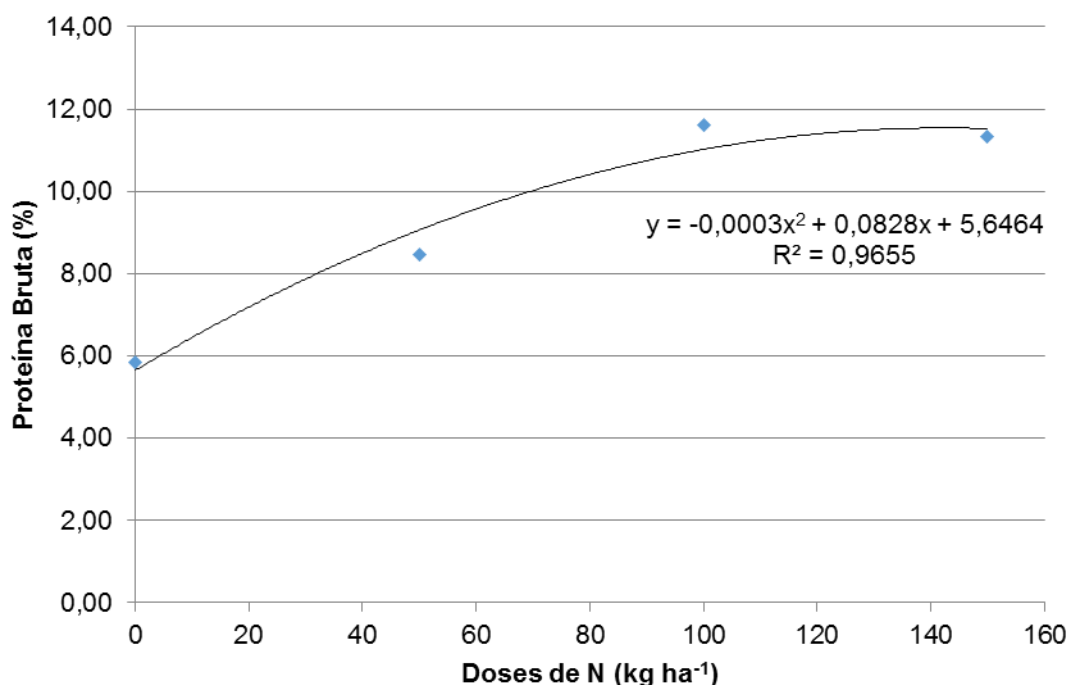
Estudos realizados por Tasca et al. (2011) mostram que a perda máxima diária de amônia (NH<sub>3</sub>) aumentou com temperaturas mais elevadas, as perdas máximas diárias de N por volatilização de NH<sub>3</sub> nos tratamentos com ureia sólida na superfície foram 4,6 vezes menores na temperatura de 18°C, em relação às observadas na temperatura de 35°C para a ureia com inibidor de urease, o incremento na volatilização ocasionado pelo aumento na temperatura ambiente de 18°C para 35°C foi de 12 vezes, o efeito da temperatura na volatilização de NH<sub>3</sub> se deve à aceleração na hidrólise da ureia pelo aumento da atividade da uréase, os teores de matéria orgânica, reduzem a capacidade de troca de cátions, assim como a baixa umidade no solo, alta temperatura, valores elevados de pH e maior presença de cobertura vegetal, favorecendo a volatilização da NH<sub>3</sub> quando aplicado ureia sobre a superfície do solo.

Observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das fontes utilizadas sobre a % de N volatilizado em relação à quantidade de N aplicada. A uréia revestida com polímero apresentou resultado semelhante à fonte convencional, enquanto a ureia

tratada com NBPT apresentou a menor volatilização. De acordo com Tasca et al. (2011) isso pode ser explicado pois a ureia tratada com inibidor de uréase permite a diminuição da velocidade de hidrólise da ureia, inibindo a atividade da uréase retardando o pico de volatilização e diminuindo a amônia (NH<sub>3</sub>) volatilizada. As perdas por volatilização foram em torno de 22% do N aplicado quando utilizou-se ureia com NBPT, e de 47 e 53% quando utilizou-se ureia convencional e com polímero, respectivamente (Tabela 1).

A eficiência agrônômica da adubação nitrogenada não foi influenciada pelas fontes de N (Tabela 1). Resultado semelhante ao encontrado por Silva et al. (2011) que não verificaram efeito de fontes de N sobre a eficiência de utilização de N pelo capim cv. Marandu, a recuperação do N aplicado, a eficiência agrônômica e a eficiência fisiológica.

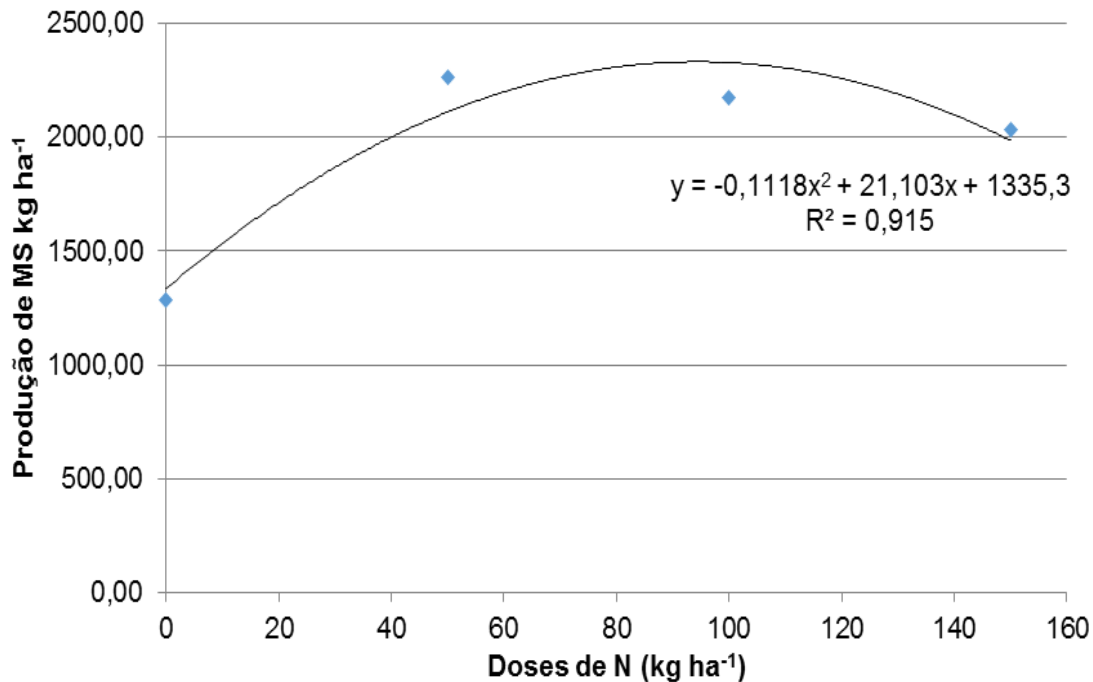
O efeito das doses de N sobre a variável teor de proteína bruta (PB) pode ser observado na regressão apresentada na Figura 2. Houve efeito quadrático, sendo que o máximo teor de PB foi verificado para a dose de 138 kg ha<sup>-1</sup> de N.



**Figura 2.** Teor de Proteína Bruta (%) em função das doses de nitrogênio em *Urochloa brizanta* cv. Marandu

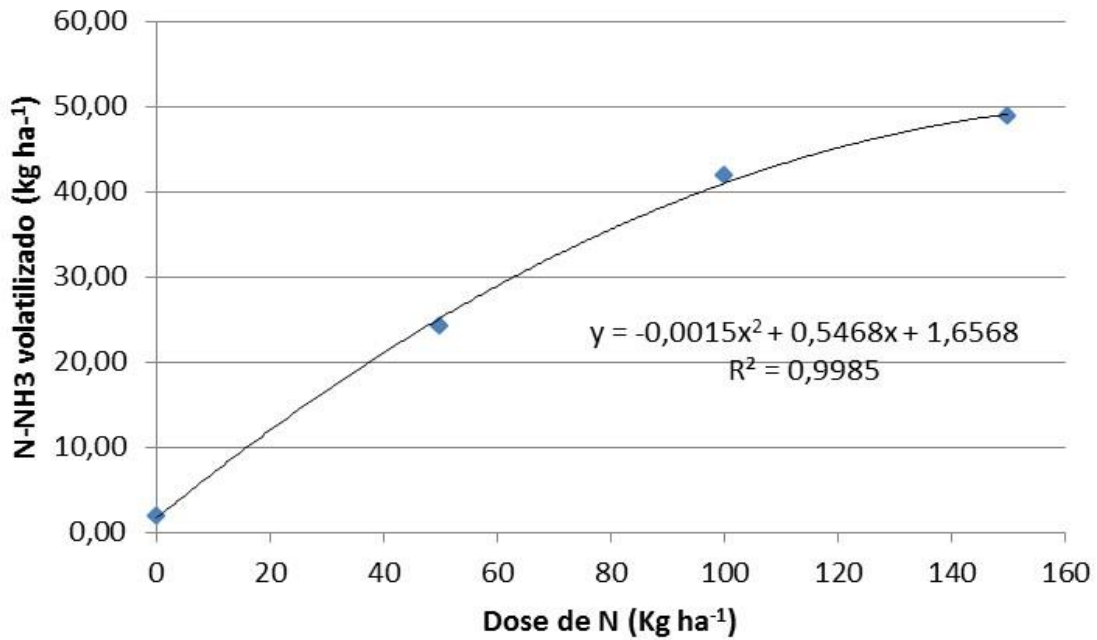


A produção da matéria seca da parte aérea da pastagem apresentou resposta quadrática à aplicação de nitrogênio independente da fonte (Tabela 1). A dose de 94 kg de N ha<sup>-1</sup> foi a que proporcionou maior teor de PMS na pastagem de acordo com a regressão apresentada na Figura 3. Conforme trabalhos realizados as doses de nitrogênio são determinantes para a produção de matéria seca (BONFIM DA SILVA; MONTEIRO, 2006).



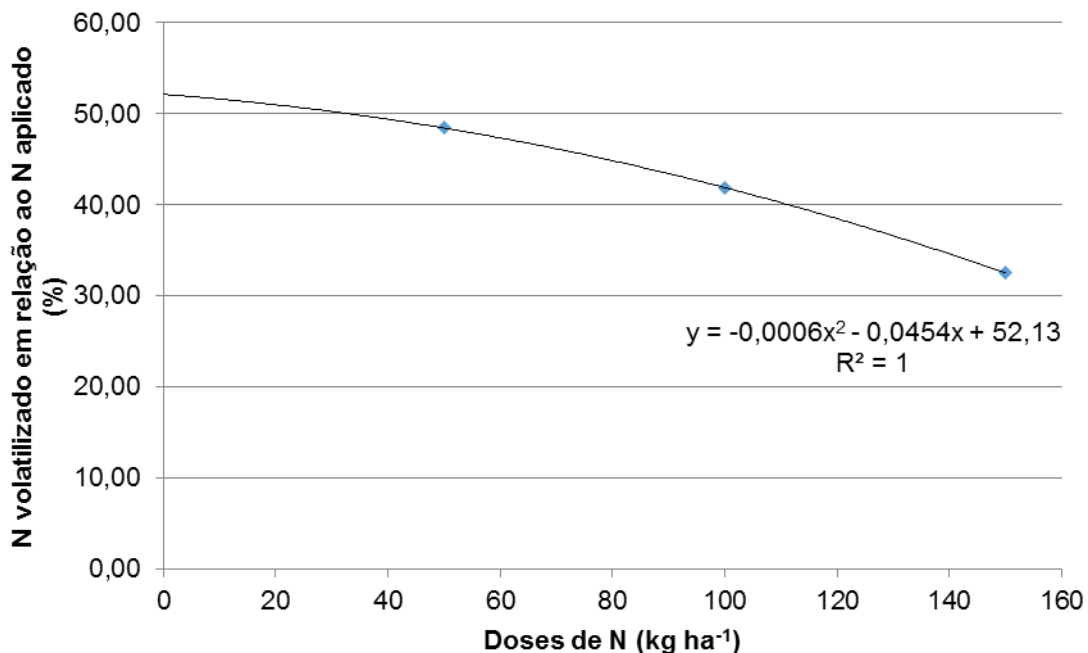
**Figura 3.** Produção de matéria seca (PMS) da pastagem em kg ha<sup>-1</sup> em função das doses de nitrogênio em *Urochloa brizanta* cv. Marandu

De acordo com a regressão apresentada na Figura 4, a perda de N-NH<sub>3</sub> por volatilização atingiu seu maior valor para a dose de 182 kg de N por ha. O mesmo se confirma com o resultados de Cantarella et al. (2001) as doses influenciaram as perdas de N quando houve o aumento das dose de nitrogênio e se concentraram principalmente nos primeiros três dias da sua aplicação. Segundo Harper e Sharpe (1995), os fatores climáticos como a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a concentração de amônia na atmosfera podem interferir sobre a volatilização de N-NH<sub>3</sub>, porém, a temperatura e a precipitação pluviométrica são, normalmente, os fatores climáticos mais importantes nesse processo de perda. Sendo assim, os resultados podem ser justificados pela influência do aumento da temperatura durante o período das avaliações.



**Figura 4.** Volatilização de N-NH<sub>3</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) em função das doses de nitrogênio em pastagem de *Urochloa brizanta* cv. Marandu

A porcentagem de N-NH<sub>3</sub> volatilizada em relação à quantidade de N aplicada (Figura 5) apresentou efeito quadrático. Com aumento das doses verificou-se redução na porcentagem de perdas.

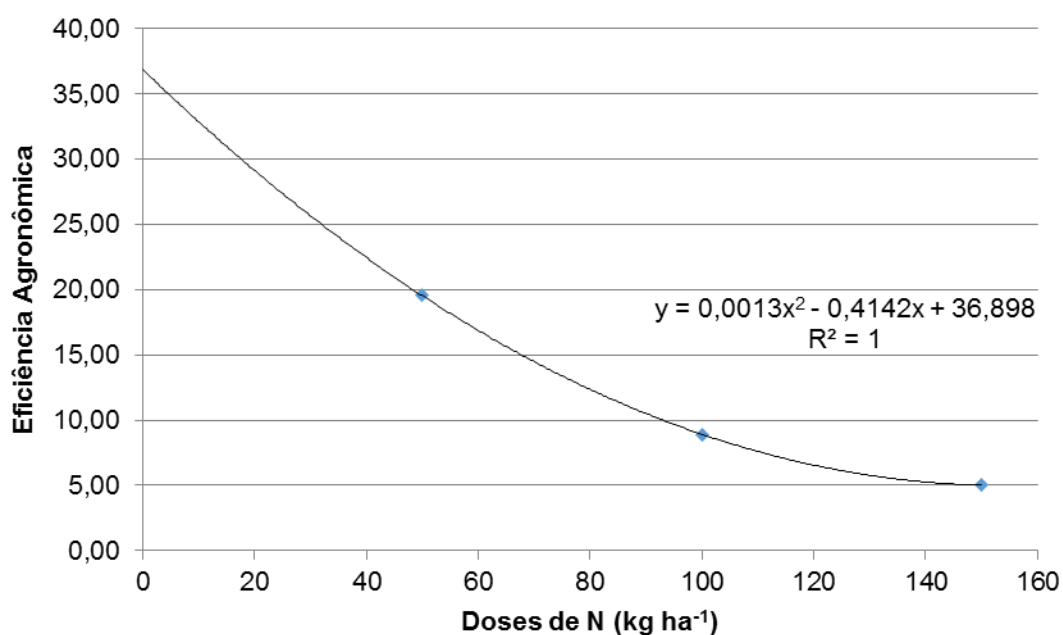


**Figura 5.** Relação entre a quantidade de N aplicado e volatilizado (%)

A eficiência agrônômica foi influenciada pelas doses de N, observando-se efeito quadrático negativo (Figura 6), com redução da eficiência com o incremento

das doses de N aplicadas. O aumento na produção foi de 20 kg de MS por kg de N aplicado para a dose de 50 kg de N por ha, enquanto para a dose de 150 kg de N por ha a produção adicional foi de 5 kg de MS por kg de N aplicado. Silva et al. (2011) também verificaram efeito quadrático decrescente para doses de N em capim-marandu, sendo o maior valor de eficiência agrônômica observado na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>. A baixa eficiência agrônômica da ureia pode ser atribuída às elevadas perdas do N aplicado, principalmente com as maiores doses de N. Segundo Rocha et al. (2005) nas avaliação da eficiência de utilização de nitrogênio no capim mombaça, a eficiência do nitrogênio foi obtida com as doses mais baixas de N.

Estudos da utilização do nitrogênio em sistemas produtivos são essenciais, pois à medida que a quantidade aplicada ultrapassa a capacidade da planta em absorver o nutriente para produção, o nitrogênio pode ser lixiviado ou acumulado nos tecidos, isso irá reduzir sua eficiência de aproveitamento (CASTAGNARA et al., 2011). Martha Júnior et al. (2009) verificaram que a recuperação do N no sistema solo-planta foi 2,88 vezes maior quando foi aplicada a dose de N de 40 kg ha<sup>-1</sup> em relação à dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, comportamento que justifica a falta de resposta na produção de forragem, no teor de N total e na quantidade de N na planta às doses maiores de ureia, sinalizando grau elevado de ineficiência da adubação com ureia em pastagem quando as condições climáticas mostram-se bastante adversas com temperatura elevada e baixo índice de precipitação.

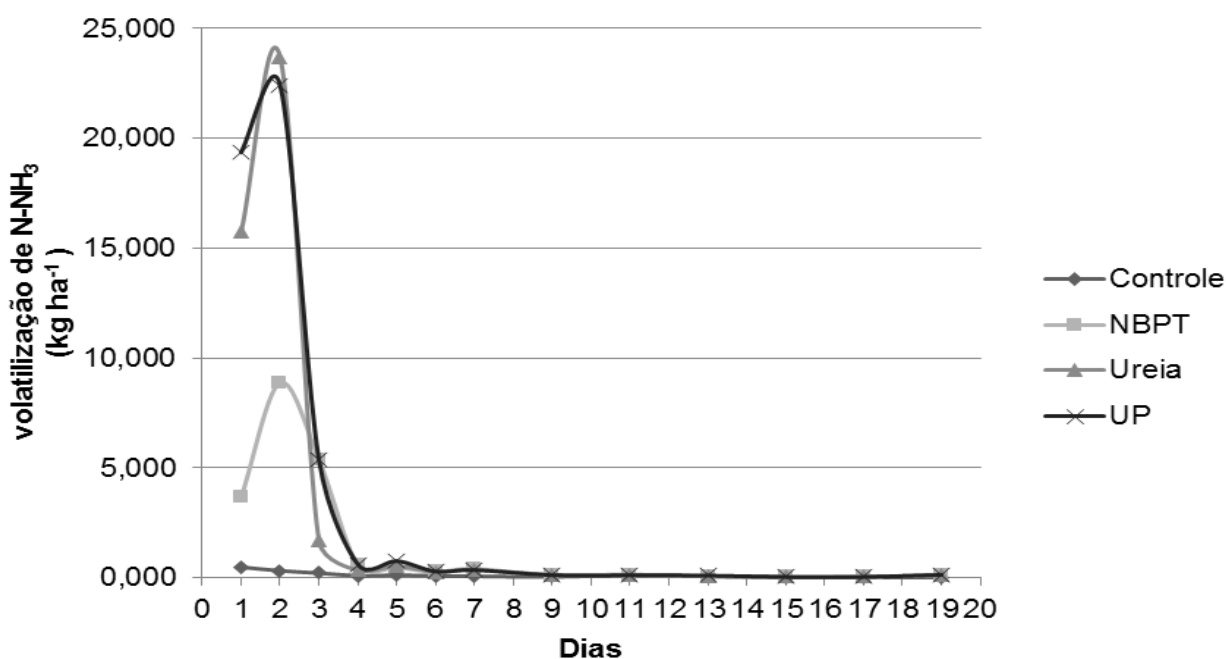


**Figura 6.** Eficiência agrônômica (Kg de matéria seca por kg de N aplicado)

Em relação a perdas diárias por volatilização (Figura 7) a uréia revestida com NPBT apresentou volatilização menor quando comparadas a convencional e ureia revestida com polímero, porém todas as fontes alcançaram o pico de volatilização no segundo dia de aplicação do nitrogênio.

Alguns fatores podem ser explicados em relação às perdas de N, a volatilização é maior nos três primeiros dias após a aplicação superficial, as perdas diárias são variáveis, dependendo das condições climáticas, a intensidade da volatilização da amônia aumenta com a dose aplicada de N e o grau de umidade do solo superficial acima da capacidade de campo, sendo reduzida pela ocorrência de chuvas nos três primeiros dias após a aplicação (PRIMAVESI et al., 2001).

Nos dois primeiros dias durante a condução do experimento foi observado a falta de chuva na área e a elevada temperatura, desse modo podemos justificar o pico de volatilização ocorrer logo no segundo dia após a aplicação do fertilizante nitrogenado em *Urochloa brizantha* cv. Marandu.



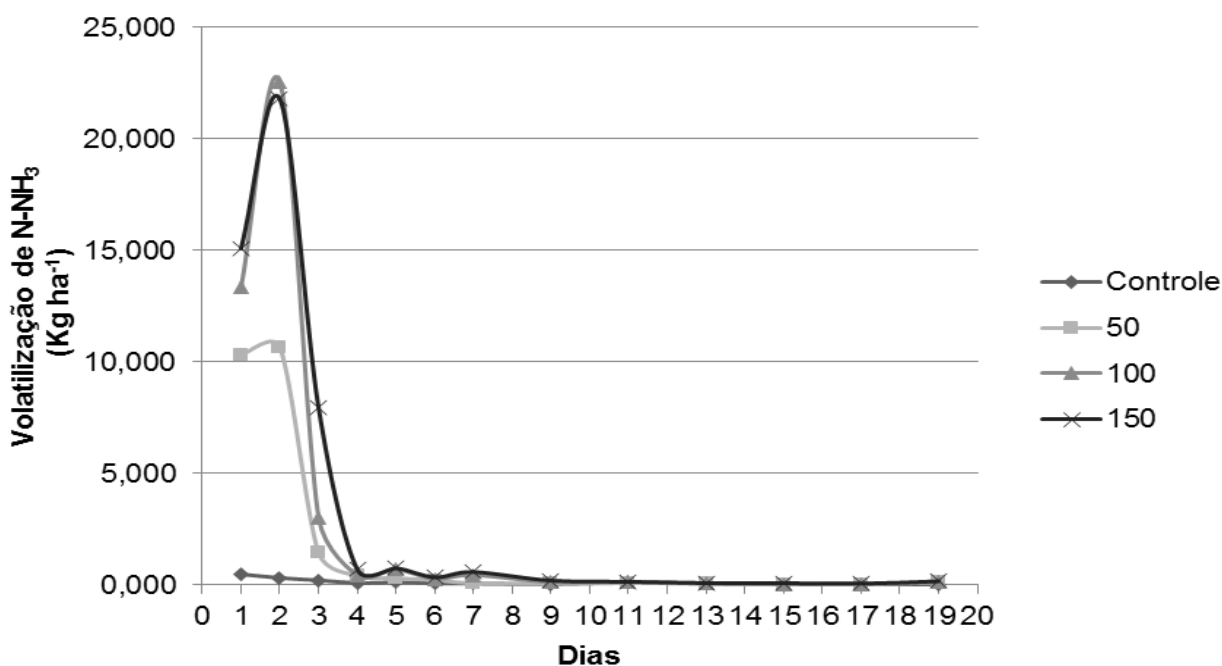
**Figura 7.** Perdas diárias de N-NH<sub>3</sub> (Kg ha<sup>-1</sup>) por volatilização das fontes uréia tratada com inibidor de urease (NPBT), uréia convênçãoal (Ureia), ureia revestida com polímero (UP).

Quando observado o efeito das doses sobre as perdas diárias é possível identificar o pico de volatilização no segundo dia após a aplicação para todas as

doses. A dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup> apresentou menor quantidade de N-NH<sub>3</sub> volatilizado quando comparada às doses superiores (Figura 8).

Whitehead (1995) afirma que a eficiência da ureia é aumentada se ocorrer chuva de 5 mm ou mais até dois dias após a aplicação da ureia, quando não ocorreram chuvas de grande intensidade após a aplicação da ureia e o solos com umidade acima do nível de capacidade de campo e a temperatura mínima mais elevada, as perdas são maiores e melhor distribuídas nos três primeiros dias.

Nas doses entre 50 e 100 kg de N por ha por corte, o perigo de acúmulo de nitrato na forragem é desprezível com o uso da ureia, as perdas de N-ureia, na forma de amônia, são reduzidas quando aplicada em solo seco, aumentando quando o teor de água no solo, na camada superficial, ultrapassar a capacidade de campo, as perdas de ureia podem ser reduzidas por chuva em torno de 10 mm nos primeiros três dias após a aplicação (PRIMAVESI et al., 2001).



**Figura 8.** Perdas diárias de N-NH<sub>3</sub> (Kg ha<sup>-1</sup>) por volatilização para as doses de 50, 100 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup> e o tratamento controle.

#### 4. Conclusões

A fonte nitrogenada que apresentou menores perdas de amônia (N-NH<sub>3</sub>) por volatilização foi a ureia tratada com inibidor de urease (NPBT).

O pico de volatilização ocorreu no segundo dia após a aplicação do nitrogênio.

As doses de N influenciaram a produção de massa seca, teor de proteína bruta e volatilização da amônia, sendo assim, devem ser considerados na determinação de estratégias no manejo da pastagem.

## 5. Referências Bibliográficas

ALVES, A.C.; OLIVEIRA, P.P.A.; HERLING, V.R.; TRIVELIN, P.C.O.; LUZ, P.H.C.; ALVES, T.C.; ROCHETTI, R.C.; BARIONI JUNIOR, W. New methods to quantify NH<sub>3</sub> volatilization from fertilized surface soil with urea. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:133-140, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 11.ed. Washington: 1970. 1015 p.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; PAVINATO, P. S.; SILVEIRA, M. J. D. Perdas de nitrogênio de dejetos líquidos de suínos por volatilização de amônia. *Ciência Rural*, v. 34, n. 6, 2004.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A. F.; EFABRÍCIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, v.32, n.5, p.1629-1636, 2008.

BONFIM DA SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, 2006.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. *Informações Agrônomicas*, n. 122, p. 12-14, 2008.

CANTARELLA, H.; CORRÊA, L.de A.; PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.de; SILVA, A.G. da. **Ammonia losses by volatilization from coastcross pasture fertilized with two nitrogen sources**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19. São Pedro-SP, Brasil, 2001. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.190-192.

CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A. ; UHLEIN, A. ; MESQUITA, E. E. ; NERES, M. A. ; OLIVEIRA, P. S. R. . Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, p. 1617-1648, 2011.

DIAS FILHO, M. B. **Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola**. Belém-PA: Embrapa, 2010 (Documentos 368).

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V.S.; SOUZA, M. A. de; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v.34, n.6, p.1404-1411, 2010.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 6-16, 1998.

FERREIRA, D. F. Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de Experimentos-SISVAR 5.3. **Universidade Federal de Lavras**, 2010.

HARPER, L. A.; SHARPE, R. R. Nitrogen dynamics in irrigated corn: soil-plant nitrogen and atmospheric ammonia transport. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 4, p. 669-675, 1995

INMET, In. **Instituto nacional de meteorologia**. 2017.

MARTHA JÚNIOR, B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-247, 2004.

MARTHA JÚNIOR, B.; CORSI, M., OCHEUZE TRIVELIN, P. C.; VILELA, L. Recuperação de 15N-ureia no sistema solo-planta de pastagem de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, 2009.

MARTHA JÚNIOR, B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Embrapa Cerrados, 2002.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. D. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. D.; FREITAS, A. R. **Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43p. (Embrapa Pecuária Sudeste. CircularTécnica, 30).

REIS, R. A.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SIQUEIRA, G. R. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, v. 43, p. 580-608, 2006.

ROCHA, F. K.; ROSA, B.; AZEVEDO, R. J.; LUIZ, N. J.; HEINEMAM, A. B.; FERREIRA, F. P.; MACEDO, R. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, 2005.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH ADILSON, V.; RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, 2003.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A. & RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, v.33, p.87-692, 2003.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. de P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. de; SOUZA, M. R. F. de; SOUZA, M. A. S. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras-MG, v. 35, n.2, p. 242-249, 2011.

SOARES, D. A. **Eficiência da adubação nitrogenada no feijoeiro sob sistema de plantio direto**. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Univesidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.493-502, 2011.

TRIVELIN, P. C. O.; MANZONI, C. S. **Determinação de Namônia volatilizado do solo pelo método da difusão**. Piracicaba-SP: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2002. 11p

WHITEHEAD, D.C. Volatilization of ammonia. In: WHITEHEAD, D.C. (Ed.) **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, p. 152-179, 1995.



## 6. Apêndice



**Figura 1.** Fontes de fertilizantes nitrogenados



**Figura 2.** Área experimental com pastagem de *Urochloa brizanta* cv. Marandu



**Figura 3.** Estaqueamento da área





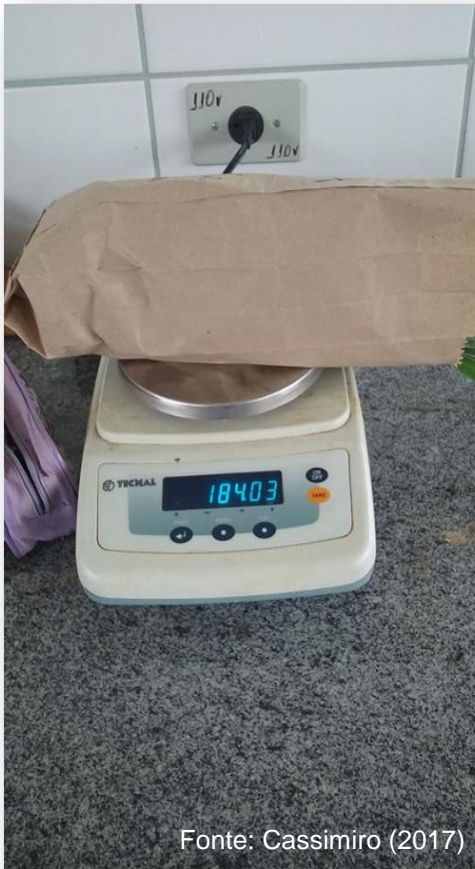
Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 4.** Corte da pastagem



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 5.** Amostras em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura entre 60 e 65°



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 6.** Pesagem das amostras de pastagem



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 7.** Amostras moídas em moinho de facas tipo Cróton com peneira de 1 mm.



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 8.** Processo de destilação



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 9.** Titulação





Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 10.** Esponjas absorventes a 1cm do solo.



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 11.** Coleta das esponjas absorventes



Fonte: Cassimiro (2017)

**Figura 12.** Espumas lavadas em funil de Buckner com placa porosa ligado a uma bomba de vácuo