

SORAIA OLIVASTRO TEIXEIRA

**PERDAS DE AMÔNIA POR VOLATILIZAÇÃO E
PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS EM FUNÇÃO DE
FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2016

	SORAIA OLIVASTRO TEIXEIRA	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2016
--	---------------------------	----------------	-----------------



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



SORAIA OLIVASTRO TEIXEIRA

**PERDAS DE AMÔNIA POR VOLATILIZAÇÃO E
PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS EM FUNÇÃO DE
FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Mitsuo Yamashita

Coorientador: Prof. Dr. Marco A. Camillo de Carvalho

ALTA FLORESTA-MT

2016

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

T2661p	Teixeira, Soraia Olivastro. Perdas de amônia por volatilização e produção de gramíneas em função de fontes e doses de nitrogênio / Soraia Olivastro Teixeira. – Alta Floresta: Unemat, 2016 65 f. ; 30 cm. Il. Color.
	Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agrossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Orientador: Oscar Mitsuo Yamashita
	1. Amônia. 2. Marandu. 3. Mulato. I. Autor. II. Título. CDU 631.8:633.2

PERDAS DE AMÔNIA POR VOLATILIZAÇÃO E PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO

Soraia Olivastro Teixeira

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 19/02/2016.

Prof. Dr. Oscar Mitsuo Yamashita
Orientador – UNEMAT / PPGBioAgro

Prof. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho
Coorientador – UNEMAT / PPGBioAgro

Prof. Dr. Gustavo Caione
UNEMAT / PPGBioAgro



Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine
UFMT / PPGBB

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Guiomar Olivastro, pelo amor, incentivo e por ser o meu maior exemplo de vida, confiando sempre no meu potencial.

Minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, sabedoria e por me fortalecer diariamente diante das dificuldades.

À minha mãe e irmão pelo apoio, carinho e solidariedade durante a minha vida, incentivando-me nas tomadas de decisões importantes às quais fui submetida ao longo dessa jornada.

As minhas colegas Fabiana, Maialu e Priscila pela ajuda na realização deste trabalho e pela amizade nos momentos difíceis e de grande felicidade.

Ao meu namorado, Henrique, pelo companheirismo, incentivo, ajuda e dedicação nesses últimos meses.

À Universidade do Estado de Mato Grosso e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, que me deram a oportunidade de ampliar minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, através da concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. Oscar Mitsuo Yamashita, pela excelente orientação, confiança e pelos conhecimentos com ele adquiridos, permitindo meu aprimoramento pessoal e profissional.

Ao Professor Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho, pela amizade e ajuda quanto à metodologia de pesquisa e pelos preciosos e fundamentais comentários, que foram primordiais para o sucesso da condução deste trabalho.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	04
3. CAPÍTULO I.....	06
3.1. VOLATILIZAÇÃO DA AMÔNIA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA ESTAÇÃO CHUVOSA	06
Resumo.....	07
Abstract.....	07
Introdução	09
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	16
Conclusões.....	23
Referências Bibliográficas.....	24
3.2. PRODUTIVIDADE DE FORRAGEIRAS DO GÊNERO <i>Brachiaria</i> SUBMETIDOS A FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NAS ESTAÇÕES DO ANO.....	26
Resumo.....	27
Abstract.....	27
Introdução	29
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussão.....	36
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	59
4. CONCLUSÕES GERAIS	65

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Valores dos níveis de significância em relação a volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nos intervalos de 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a aplicação da adubação em função das fontes e doses de nitrogênio.....	16
CAPÍTULO 2	
1. Médias dos resultados das análises químicas e granulométricas do solo da área experimental na profundidade de 0-0,20 m.....	33
2. Valores de F, diferença mínima significativa (DMS), coeficiente de variação (CV%) e valores de produção de massa seca total (MST), índice de cor verde das lâminas foliares (ICV), concentração de nitrogênio foliar (CN) e porcentagem de proteína bruta, das gramíneas <i>Brachiarias</i> em função fontes e doses de nitrogênio na estação seca.....	36
3. Valores de F, diferença mínima significativa (DMS), coeficiente de variação (CV%) e valores de produção de massa seca total (MST), índice de cor verde das lâminas foliares (ICV), concentração de nitrogênio foliar (CN) e porcentagem de proteína bruta, de cultivares em função fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	37
4. Produção de massa seca total (kg ha ⁻¹) das gramíneas <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II em relação às fontes nitrogenadas na estação chuvosa.....	39
5. Produção de massa seca total (kg ha ⁻¹) das gramíneas <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II em relação às doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	40
6. Produção de massa seca total (kg ha ⁻¹) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	42
7. Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.....	44
8. Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	45

9.	Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) das gramíneas <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II em relação às fontes nitrogenadas na estação seca.....	47
10.	Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.....	48
11.	Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	50
12.	Porcentagem de proteína bruta das gramíneas <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II em relação às fontes nitrogenadas na estação seca.....	52
13.	Porcentagem de proteína bruta da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.....	53
14.	Porcentagem de proteína bruta das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação mensal do período de maio de 2014 a abril de 2015.....	11
2. A – Vista lateral da disposição dos coletores. B – Vista frontal da disposição dos coletores.....	12
3. A – Confecção dos coletores. B – Fixação dos coletores a campo... ..	13
4. Determinação de nitrogênio amoniacal volatilizado. A – Adição de água destilada. B – Homogeneização em agitador horizontal a 220 rpm.....	14
5. Volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nas fontes nitrogenadas de ureia e sulfato de amônio.....	17
6. Volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nas doses nitrogenadas ao terceiro dia após a adubação.....	18
7. Volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nas doses nitrogenadas ao sexto dia após a adubação... ..	19
8. Volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nas doses nitrogenadas ao nono dia após a adubação.. ..	20
9. Volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nas doses nitrogenadas ao décimo segundo dia após a adubação.....	21
10. Volatilização de N-NH ₃ (g ha ⁻¹) nas doses nitrogenadas ao décimo quinto dia após a adubação.....	21
CAPÍTULO 2	
1. Médias mensais de temperaturas e umidade relativa do ar e precipitação mensal do período de maio de 2014 a abril de 2015.....	31
2. Produção de massa seca total (kg ha ⁻¹) da gramínea relação às doses de nitrogênio na estação seca.....	37
3. Produção de massa seca total (kg ha ⁻¹) das gramíneas <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria híbrida</i> cv. Mulato II em função às doses de nitrogênio na estação chuvosa... ..	41

4.	Produção de massa seca total (kg ha^{-1}) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	43
5.	Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.	45
6.	Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	46
7.	Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.....	48
8.	Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa... ..	50
9.	Porcentagem de proteína bruta da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.....	54
10.	Porcentagem de proteína bruta das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.....	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

PPGBioAgro - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos

ha - Hectare(s)

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

IMEA - Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RESUMO GERAL

TEIXEIRA, Soraia Olivastro. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2016. **Volatilização da amônia em função de fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.** Orientador: Oscar Mitsuo Yamashita. Coorientador: Marco Antonio Camillo de Carvalho.

A realização da adubação nitrogenada do pasto é fundamental para a obtenção de níveis adequados de produção e valor nutricional das gramíneas. Entretanto, parte dos fertilizantes nitrogenados que entram no sistema solo-planta pode ser perdida, especialmente pelo processo de volatilização de amônia. Objetivou-se com o experimento foi avaliar a produção de duas cultivares do gênero *Brachiaria*, em função de doses e fontes nitrogenadas aplicadas no início e no término da estação chuvosa, bem como quantificar a volatilização de amônia em relação a doses e fontes nitrogenadas aplicadas próximo do término da estação chuvosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial de 2x2x5, sendo os tratamentos constituídos por duas gramíneas (Marandu e Mulato II), duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio) e cinco doses de nitrogênio (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹), com três repetições cada, sendo que para quantificar a volatilização somente os fatoriais doses e fontes foram estudados. Foram avaliadas as seguintes características: produção de massa seca total, índice da cor verde da lâmina foliar, concentração de nitrogênio, porcentagem de proteína bruta e volatilização de amônia aos 3, 6, 9, 12 e 15° dias da aplicação. A partir dos resultados obtidos pode-se observar que a adubação nitrogenada proporcionou incremento sobre as características produtivas das gramíneas nas duas estações do ano, sendo que a aplicação de sulfato de amônio promoveu maiores rendimentos em comparação à ureia, com exceção da produção de massa seca total na estação seca, não havendo diferença entre as fontes. A gramínea que apresentou maior concentração de nitrogênio foliar e porcentagem de proteína bruta foi a Mulato II para as duas estações, onde a aplicação de sulfato de amônio em doses superiores a 100 kg ha⁻¹ na estação seca e 150 kg ha⁻¹ na chuvosa proporcionaram concentração de nitrogênio foliar superior a 19 g kg⁻¹ e doses superiores a 50 kg ha⁻¹ em ambas

as estações possibilitaram proteína bruta superior a 7%. Os maiores valores das variáveis analisadas ocorreram com a utilização de 200 kg ha⁻¹, porém, a utilização da dose máxima ocasionou as maiores perdas de amônia, principalmente, quando foi aplicado ureia.

Palavras-chave: Amônia, Marandu, Mulato II, sulfato de amônio, ureia.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Soraia Olivastro. M.S. Universidade do Estado de Mato Grosso, February 2016. **Volatilization of ammonia in function of sources and doses of nitrogen in the rainy season.** Adviser: Oscar Mitsuo Yamashita. Co-adviser: Marco Antonio Camillo de Carvalho.

The completion of the nitrogen fertilization of the pastor is fundamental to obtain adequate levels of production and nutritional value of grass. However, part of the nitrogen fertilizers that enter the soil-plant system can be missed, especially by the volatilization process. The objective of the experiment was to evaluate the production of two cultivars of *Brachiaria*, due to nitrogen doses and sources applied at the beginning and end of the rainy season, as well as quantify the ammonia volatilization for doses and applied nitrogen sources close the end of the rainy season. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement of 2x2x5, with treatments consisting of two grasses (Marandu and Mulato II), two nitrogen sources (urea and ammonium sulfate) and five nitrogen rates (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹), with three repetitions each, and to quantify the volatilization only factor doses and sources were studied. The following characteristics were assessed: total dry mass, green color index of the leaf blade, nitrogen concentration, crude protein and ammonia volatilization at 3, 6, 9, 12 and 15 days of application. From the results it can be seen that the nitrogen fertilization provided increment on productive characteristics of corn in two seasons of the year, and the application of ammonium sulfate produced greater yields compared to urea, except for dry matter production total in the dry season, there was no difference between sources. The grass that showed higher concentration of leaf nitrogen and crude protein was the Mulato II for two seasons, where the ammonium sulfate application in doses greater than 100 kg ha⁻¹ in the dry season and 150 kg ha⁻¹ in the rainy provided foliar nitrogen concentration greater than 19 g kg⁻¹ and higher doses 50 kg ha⁻¹ at both stations allowed crude protein than 7%. The highest values of the variables occurred with the use of 200 kg ha⁻¹, however, the use of the highest dose caused the greatest loss of ammonia, especially when applied urea.

Key-words: Ammonia, ammonium sulfate, Marandu, Mulato II, urea.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, e a área de pasto atinge aproximadamente 172 milhões de hectares, suportando um rebanho bovino de 212,8 milhões de cabeças (DRUM, 2014). Apesar do Brasil se destacar na produção mundial de carne bovina, a produtividade nacional ainda é baixa. O país possui uma grande quantidade de áreas destinadas a pasto, porém a maior parte delas encontra-se com algum grau de degradação (MAPA, 2014).

A pecuária é uma das atividades econômicas mais importantes do estado de Mato Grosso. O estado possui 28,4 milhões de cabeças (INDEA, 2013), ocupando 25,8 milhões de hectares (IMEA, 2011). Na região norte do estado, onde a atividade pecuária exerce importância significativa na economia, o município de Alta Floresta detém um rebanho de 838.919 cabeças e uma área de pasto de 437.167 ha, correspondendo o quarto maior rebanho bovino de Mato Grosso, entretanto, grande parte dessas áreas encontram-se com baixo nível na produtividade das gramíneas (IBGE, 2011).

Diversos fatores têm sido considerados como grandes entraves na obtenção de elevadas produtividades do pasto, tais como: manejo do pasto, baixa fertilidade e elevada acidez do solo (ZIMMER et al., 2011). Mas o fator limitante para a produção bovina quando executada no sistema extensivo em regiões tropicais, relaciona-se aos solos que apresentam baixa fertilidade natural como os Latossolos (SOUZA et al., 1985), sendo o fator intensificado pela falta de investimento em relação a fertilidade do solo.

A degradação dos pastos resulta em desenvolvimento lento das gramíneas, perda de vigor, baixo valor nutricional, diminuição da produção, conseqüentemente, há redução na disponibilidade de pasto para os animais (NORONHA et al., 2010). Dessa forma, é necessário que se estabeleçam, inicialmente, níveis adequados de fertilidade dos solos, para posteriormente implantar e manter as plantas (SANTOS et al., 2008).

A reposição de nutrientes e o manejo do pasto adequado para cada gramínea visam proporcionar maior cobertura do solo, menor ocorrência e intensidade do escoamento superficial de água, redução da erosão do solo,

menor perda de minerais e matéria orgânica, obter aumentos na produção de biomassa e intensificar o desempenho animal (ZIMMER e BARBOSA, 2005).

Assim, a adubação do pasto, principalmente a nitrogenada, está entre os fatores que intensificam a produção de biomassa do pasto, isso porque o nitrogênio, oriundo da mineralização da matéria orgânica do solo, não é capaz de suprir a demanda das gramíneas com potencial produtivo (FAGUNDES et al., 2006).

Os fertilizantes nitrogenados mais comercializados e utilizados em pastos no Brasil são a ureia (44 a 46% de N) e o sulfato de amônio (20 a 21% de N), entretanto, ambos apresentam diferentes transformações no solo, principalmente no processo de volatilização, que ocorre com maior intensidade na ureia (MARTHA JÚNIOR et al., 2004). Assim, as diferentes transformações no solo podem variar a quantidade de nitrogênio absorvida pelas plantas, conseqüentemente, irá refletir na produção da biomassa dos pastos.

Diversos autores têm relatado incrementos diferentes na matéria seca e nos valores nutricionais em virtude das fontes utilizadas. COSTA et al. (2010) notou que a utilização de sulfato de amônio promoveu incremento de 20% na produção de matéria seca em comparação com a ureia. COSTA et al. (2013) observaram que o sulfato de amônio também foi a fonte que ocasionou o maior rendimento de produção e valor nutricional no capim Xaraés em todas as estações do ano do que a ureia; da mesma forma SILVA et al. (2013) verificaram que a aplicação de sulfato de amônio proporcionou 25% a mais de produção de matéria seca do capim Marandu em relação a ureia com 300 kg ha¹ de N.

A quantidade de fertilizante nitrogenado aplicado no solo também influencia as características produtivas e valores nutricionais do pasto. Doses elevadas de nitrogênio (200 kg ha⁻¹ corte⁻¹) no capim Marandu promoveu incremento na produção de matéria seca e composição bromatológica (BENNETT et al., 2008); resultados positivos também foram obtidos por COSTA et al. (2010) em Marandu ao aplicar 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ com maior produção de massa seca, principalmente com a utilização de sulfato de amônio em relação a ureia. A adubação nitrogenada influenciou as características estruturais e o

acúmulo de massa seca da gramínea Marandu na dose de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (SILVA et al., 2013).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar a resposta das gramíneas Marandu e Mulato II as fontes e doses de nitrogênio, aplicadas em duas estações do ano, auxiliando os pecuaristas na produção de biomassa durante o ano.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, F. G.; BORGES, E. F.; EPIFÂNIO, P. S.; GUIMARÃES, K. C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of xaraés grass. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 288-298, 2013.

DRUM, M. **Anuário brasileiro da pecuária 2014**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2014. 64 p.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mt>>. Acesso em: 30 mai. 2015.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA (IMEA). **Caracterização da bovinocultura no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: IMEA, 2011. 203 p.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIO DE MATO GROSSO (INDEA). **Bovinos existentes no Estado de Mato Grosso durante etapa de vacinação contra febre aftosa de novembro de 2013**. Cuiabá: INDEA, 2013. 5 p.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 2240-2247, 2004.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Plano mais pecuária**. Brasília: MAPA/ACS, 2014. 32 p.

NORONHA, N. C.; ANDRADE, C. A.; LIMONGE, F. C.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. Recuperação de pastagem degradada

em Rondônia: macronutrientes e produtividade da *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1711-1720, 2010.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, C. C. F.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; PATÊS, N. M. S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 856-866, 2008.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013.

SOUZA, D. M. G.; CARVALHO, L. J. C. B.; MIRANDA, L. N. Correção da acidez do solo. In: GOEDERT, W. J. **Solos de Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 90-127.

ZIMMER, A. H.; BARBOSA, R. A. Manejo de pastagens para produção sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 10., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABZ, UEMS, UFMS, CPAP, MAPA, 2005. p. 1.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. **Recuperação de pastagens degradadas**. Brasília: MAPA & EMBRAPA, 2011. 47 p.

3. CAPÍTULO 1

3.1. VOLATILIZAÇÃO DA AMÔNIA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA ESTAÇÃO CHUVOSA

Resumo – (Volatilização da amônia em função de fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa). A adubação nitrogenada é muito importante para o desenvolvimento das plantas, porém, parte do fertilizante pode ser perdido do solo, principalmente pelo processo de volatilização de amônia. Objetivou-se com o experimento estimar as perdas de N-NH₃ por volatilização em solo adubado com ureia e sulfato de amônio em doses crescentes de nitrogênio ao término da estação chuvosa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados no esquema fatorial de 2x5, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio) e cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) aplicadas em dose única. Para quantificar as perdas da N-NH₃ foram utilizadas câmaras semiabertas estáticas, com coletas realizadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após as adubações. A determinação da concentração de N-NH₃ foi realizada através da curva analítica de N-NH₄⁺, sendo a leitura determinada no espectrofotômetro a 697 nm. A volatilização de N-NH₃ ocorreu intensamente com a utilização da fonte de ureia até o décimo segundo dia, apresentando efeito inverso no décimo quinto e, havendo comportamento linear crescente com o aumento das doses de nitrogênio para todos os intervalos de avaliações. A aplicação de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu as perdas de 545, 435, 281, 251 e 217 g ha⁻¹ de amônia no 3°, 6°, 9°, 12° e 15° dia após a adubação. A utilização de sulfato de amônio promoveu menor volatilização de amônia e a dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio ocasionou a maior perda.

Palavras-chave: Amônia, sulfato de amônio, ureia.

Abstract – (Volatilization of ammonia in function of sources and doses of nitrogen in the rainy season). Nitrogen fertilization is very important for the development of plants, however, part of the fertilizer can be lost from the soil, mainly by the volatilization process. The objective of the experiment to estimate the N-NH₃ volatilization losses in soil fertilized with urea and ammonium sulfate in increasing doses of nitrogen at the end of the rainy season. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 2x5, with four replications, with treatments consisting of two nitrogen sources (urea and ammonium sulfate) and five nitrogen rates (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) applied in a

single dose. To quantify the losses of N-NH₃ semi-open static cameras were used, with samples taken at 3, 6, 9, 12 and 15 days after fertilization. The determination of NH₃ concentration was performed by analytical curve of N-NH₄⁺, and the determined reading in a spectrophotometer at 697 nm. The volatilization of NH₃ was intensely with the use of a source of urea until the twelfth day, with opposite effect in the fifteenth and having linear behavior increasing with increasing nitrogen levels for all intervals assessments. The application of 200 kg ha⁻¹ of nitrogen promoted the loss of 545, 435, 281, 251 and 217 g ha⁻¹ of ammonia in the 3th, 6th, 9th, 12th and 15th day after fertilization. The use of ammonium sulfate promoted less volatilization and the dose of 200 kg nitrogen ha⁻¹ resulted in the greatest loss.

Key-words: Ammonia, ammonium sulfate, urea.

Introdução

O nitrogênio é um importante elemento nutricional para o desenvolvimento das gramíneas, pois promove o aumento da produção de biomassa e favorecem os processos de crescimento da planta, sobretudo a aceleração da formação das gemas axilares, número das lâminas foliares, iniciação e alongamento dos perfilhos, aumento da capacidade de rebrotação e aumento do valor nutricional, conseqüentemente pode haver o aumento na taxa de lotação e ganho de peso por animal e por hectare com o manejo de pastejo correto (VITOR et al., 2009).

Entretanto, o manejo incorreto de fertilizantes nitrogenados, possibilita que parte do nitrogênio aplicado nos pastos seja frequentemente perdida do sistema solo-planta, por meio dos processos de volatilização, lixiviação, desnitrificação e/ou parte permanece no solo, predominantemente na forma orgânica (LARA CABEZAS et al., 2000).

Em pastos tropicais, a volatilização de amônia (NH_3) é um dos principais processos de perda do fertilizante, principalmente quando a adubação nitrogenada é aplicada a lanço no final do período de chuvas (PRIMAVESI et al., 2004). A intensificação desse processo pode ser ocasionada pela elevação da temperatura, ausência de precipitação pluvial e altas taxas de evaporação da água do solo após a adubação nitrogenada, conseqüentemente, essa situação irá comprometer a produtividade da planta e sua resposta à adubação (COSTA et al., 2010).

A fonte de nitrogênio mais afetada pelo processo de volatilização de amônia é a ureia, devido à alta suscetibilidade das moléculas sofrerem hidrólise pelas enzimas ureases, que consomem hidrogênio e levam ao aumento do pH ao redor dos grânulos do fertilizante, ocasionando a conversão de amônio a amônia (VALE et al., 2014). O sulfato de amônio, no entanto, não sofre volatilização de amônia (N-NH_3), quando o pH está inferior a 7,0 (TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

Portanto, a escolha da fonte nitrogenada é um dos fatores importantes para o manejo da adubação, com intuito de diminuir principalmente as perdas do nutriente por volatilização e lixiviação e, conseqüentemente, ter o

melhor aproveitamento do nitrogênio pelas gramíneas (CUNHA & RIBEIRO, 2014).

Objetivou-se determinar as perdas de N-NH_3 por volatilização em solo adubado com ureia e sulfato de amônio em doses crescentes de nitrogênio.

Material e Métodos

O experimento foi instalado a campo na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta – MT, cujas coordenadas geográficas são 09° 51' 42" S e 56° 04' 07" W, com altitude de 283 metros. O município é caracterizado por apresentar clima tropical chuvoso (tipo Am), com duas estações climáticas bem definidas, sendo um período seco e outro chuvoso, podendo apresentar precipitação anual de até 3.100 mm, sendo a média de 2.950 mm (ALVARES et al., 2014).

Os valores de precipitação e as temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar média durante o mês de abril de 2015 foram fornecidos pela estação meteorológica da Universidade do Estado de Mato Grosso, localizada ao lado da área experimental (Figura 1). Os dados de velocidade do vento não foram mensurados, uma vez que o dispositivo semi-aberto estático permanece isolado da ação do vento durante o período de avaliação e, por isso, pode subestimar a perda real de N por volatilização de amônia (DUARTE et al., 2007).

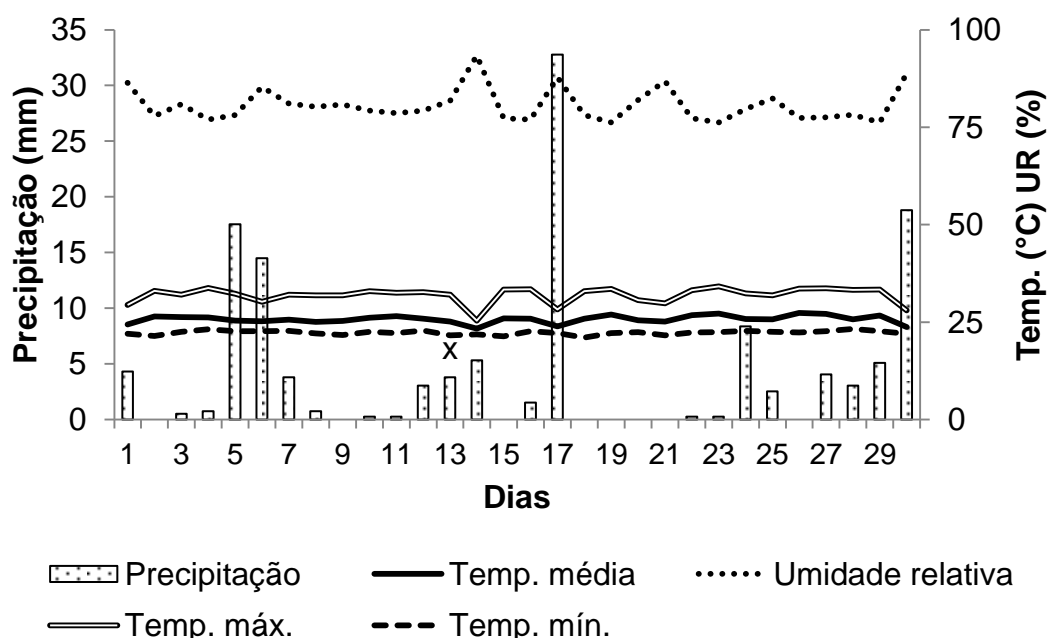


Figura 1. Dados de temperatura média, máxima e mínima, umidade relativa do ar média e precipitação no mês de abril de 2015.

x – realização da adubação nitrogenada.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no esquema fatorial de 2 x 5, com quatro repetições, sendo os tratamentos

constituídos pela combinação de duas fontes nitrogenadas (ureia – 45% nitrogênio (N) e sulfato de amônio – 20% N e 23% enxofre (S)) e cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹).

Os coletores foram fixados a campo distanciados a 0,30 m entre linha e 1,0 m entre coletor, sobre o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013). As doses foram calculadas para a área de 0,008 m² do coletor, sendo as fontes colocadas em dose única sobre o solo e no centro da base da câmara no dia treze de abril, com avaliação da volatilização até o dia 28 de abril de 2015 (Figuras 2A e 2B).

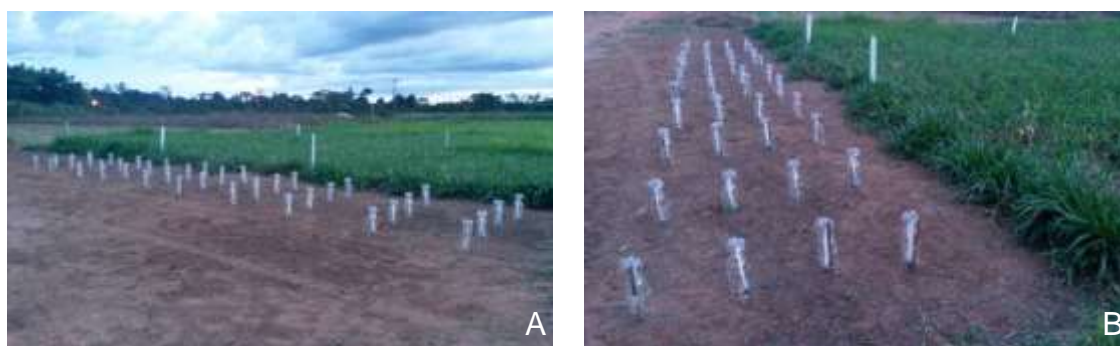


Figura 2. A – Vista lateral da disposição dos coletores. B – Vista frontal da disposição dos coletores.

Para a captura do nitrogênio amoniacal, foram utilizadas câmaras do tipo semiaberta estática (Figura 3A), sendo constituídas de garrafas PET (2,0 L) transparentes e incolores sem a parte inferior, com 0,30 m de altura e 0,10 m de diâmetro e área basal de 0,008 m². No seu interior, havia uma espuma de polietileno (0,03 m de espessura, 0,025 m de largura e 0,25 m de comprimento) na forma de fita suspensa verticalmente suspensa por fio de cobre encapado, permanecendo o coletor a 0,01 m acima do solo fixado a haste de bambu com auxílio de elásticos de borracha (Figura 3B) conforme a metodologia proposta por ARAÚJO et al. (2009).

Em um frasco de plástico com capacidade para 50,0 mL, suspenso pela extremidade inferior do fio de cobre, foram adicionados 20,0 mL da solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,05 mol L⁻¹ e 2% v/v de glicerina. No momento do preparo do sistema absorvedor de N-NH₃, a lâmina de espuma foi acondicionada dentro de um frasco contendo a solução ácida e, em seguida,

comprimida de forma a absorver a maior parte dessa solução, conforme a metodologia de MIYAZAWA (2007).

A lâmina de espuma permaneceu no recipiente plástico fechado, onde foi embebida pela solução com glicerina, antes do momento de seu posicionamento no interior do corpo da câmara. Na instalação, a lâmina de espuma foi mantida com a extremidade inferior dentro do frasco de 50 mL, de forma a evitar respingos da solução ácida. A outra extremidade da espuma ficou presa à parte superior do fio de cobre, para mantê-la na posição vertical. O fio de cobre com o frasco de 50 mL e a espuma foram colocados no corpo do coletor pela base e pendurados na borda superior, suspensos aproximadamente 0,015 m da superfície do solo.



Figura 3. A – Confeção dos coletores. B – Fixação dos coletores a campo.

Para proteger os coletores das precipitações, as bases inferiores das garrafas PET transparente, inicialmente cortadas, foram colocadas sobre cada

um dos coletores, sendo estas fixadas por meio de arame galvanizado (Figura 3A).

Após três dias, a espuma, juntamente com a solução de H_2SO_4 $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ remanescente no frasco de 50 mL foi armazenado em um recipiente com tampa e capacidade de 50 mL. Em laboratório, foi completado o volume para 20,0 mL de água destilada e levados a um agitador horizontal a 220 rpm por 10 minutos (Figuras 4A e 4B). A concentração do NH_4^+ da solução foi determinada por meio da espectrofotometria de verde salicilato conforme a metodologia descrita por MIYAZAWA (2007).



Figura 4. Determinação de nitrogênio amoniacal volatilizado. A – Adição de água destilada. B – Homogeneização em agitador horizontal a 220 rpm.

As coletas e substituições das espumas foram realizadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após as adubações nitrogenadas das parcelas, comparando o efeito das fontes e doses nitrogenadas, sendo esse procedimento realizado após as 16 horas.

As soluções utilizadas na determinação de nitrogênio amoniacal volatilizado foram as seguintes (MIYAZAWA, 2007):

- Solução A – solução de ácido salicílico 5%: adicionou 50 g de ácido salicílico, 50 g de citrato de sódio e 21 g de hidróxido de sódio em um frasco de 1.000 mL e completou o volume com água destilada.
- Solução B – nitroprussiato de sódio 0,1%: dissolveu 0,2 g de nitroprussiato de sódio em 200 mL de água destilada.

- Solução C – solução de NaOCl 0,15% (hipoclorito de sódio): pipetou 6,0 mL de NaOCl 5% p.a. em um frasco de 200 mL e completou o volume com água destilada.
- Solução de 1.000 mg L⁻¹ de N-NH₄⁺: dissolveu 4,7138 g de (NH₄)₂SO₄ p.a. em 1.000 mL de água destilada.
- Solução padrão de N-NH₄⁺: preparou soluções de N-NH₄⁺ contendo 0; 0,5; 2; 4; 8; 10; 12 e 16 mg L⁻¹, a partir da solução de 1.000 mg L⁻¹.

Para a extração do N-NH₃ retido na espuma foram pipetados 1,0 mL da alíquota da amostra, 6,0 mL de água destilada, 1,0 mL das soluções a, b e c, em um béquer de 25 mL. Os mesmos procedimentos foram efetuados com a solução padrão de NH₄⁺, para a obtenção da curva padrão de volatilização.

A determinação da concentração de N-NH₃ foi realizada através da curva analítica de N-NH₄⁺, sendo a curva de calibração obtida a partir da solução-padrão estoque, 1.000 mg L⁻¹ de N-NH₄⁺. O conteúdo de N-NH₄⁺ foi calculado pela referência ao gráfico de calibração plotado a partir dos resultados obtidos com as soluções padrões diluídas, contendo 0; 0,5; 1; 2; 4; 8; e 12 mg L⁻¹ de N-NH₄⁺.

Após 60 minutos, foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 697 nm, sendo estimada a concentração de N-NH₃, por meio da curva analítica de N-NH₄⁺. Os dados obtidos de volatilização foram expressos em g ha⁻¹ de N-NH₃ conforme a metodologia e as relações matemáticas descritas por MIYAZAWA (2007).

Os resultados referentes à comparação entre as fontes de nitrogênio foram submetidos à análise de variância e ao teste F, adotando-se pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. Os dados referentes aos níveis de nitrogênio foram submetidos à análise de regressão, sendo a escolha dos modelos baseada na significância dos parâmetros de regressão, utilizando o SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, podem ver observados os valores médios da volatilização de amônia nos intervalos de 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a aplicação da adubação em função das fontes e doses de nitrogênio. Foi verificado efeito para as fontes e doses de nitrogênio ($P < 0,05$), não havendo interação entre essas variáveis ($P > 0,05$).

Tabela 1. Valores dos níveis de significância em relação a volatilização de $N-NH_3$ ($g\ ha^{-1}$) nos intervalos de 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a aplicação da adubação em função das fontes e doses de nitrogênio.

	Dias após a aplicação da adubação nitrogenada				
	3	6	9	12	15
Valores de F					
Fontes	21,96**	7,51*	10,69**	6,62*	16,65**
Doses de N	146,59**	70,06**	126,31**	84,90**	31,34**
DMS ¹ Tukey (5%)					
Fontes	23,60	26,81	13,31	12,84	15,54
Valor de F					
Fontes X Doses	1,28 ^{ns}	0,84 ^{ns}	2,15 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,22 ^{ns}
CV(%)	9,80	14,33	11,39	11,66	15,24

*Significativo a 5%; **Significativo a 1%; ^{ns}Significativo a 5%; ¹Diferença mínima significativa.

A aplicação dos fertilizantes proporcionou à intensa exposição dos mesmos as condições ambientais (Figura 1), possibilitando perdas acentuadas de $N-NH_3$, principalmente de ureia até o 12º dia, com perdas de 54, 36, 22 e 16 $g\ ha^{-1}$ de amônia a mais quando comparado com a aplicação de sulfato de amônio. No décimo quinto dia o comportamento inverteu-se, em que o sulfato de amônio proporcionou perda de 31 $g\ ha^{-1}$ de $N-NH_3$ a mais que ureia (Figura 5), sendo que está inversão pode ter ocorrido em virtude da maior perda inicial de amônia pela ureia.

A baixa eficiência observada para a ureia é decorrente do fertilizante ser altamente higroscópico, sofrendo hidrólise pela enzima urease, com formação do carbonato de amônio que ocasiona a elevação do pH ao redor dos grânulos do adubo, favorecendo a ocorrência da reação entre NH_4^+ e OH^- , liberando amônia para a atmosfera. Entretanto, o sulfato de amônio apresenta o nitrogênio na forma de NH_4^+ em pH inferior a 7,0, que ao ser absorvido pelas plantas há a liberação de H^+ para o solo, diminuindo a possibilidade de ser transformado em amônia. Comportamento também observado por TASCA et

al. (2011).

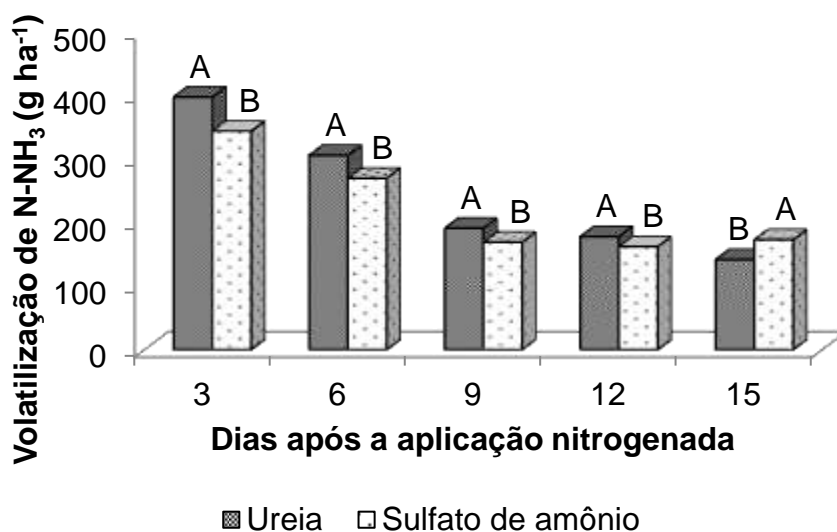


Figura 5. Volatilização de N-NH₃ (g ha⁻¹) nas fontes nitrogenadas de ureia e sulfato de amônio.

Médias seguidas de letras diferentes em cada data de avaliação diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados concordam com os obtidos por OLIVEIRA et al. (2014) que notaram perdas por volatilização de N-NH₃ menor com a utilização de sulfato de amônio e maior com a ureia granulada, sendo que a intensidade máxima de perdas de N-NH₃ deu-se preferencialmente na primeira avaliação após a aplicação dos fertilizantes no solo, devido a alta temperatura (50 °C) na casa de vegetação.

A volatilização de N-NH₃ no terceiro dia após a aplicação da adubação nitrogenada apresentou comportamento linear crescente com o aumento das doses de nitrogênio, em que a perda de nitrogênio na ausência do fertilizante foi de 197,6 g ha⁻¹ N-NH₃, devido à captação do nitrogênio presente na atmosfera e na dose máxima de 544,8 g ha⁻¹ N-NH₃ (Figura 6).

Possivelmente, o volume de água, oriundo das precipitações que ocorreram nos dias 14 e 16 (Figura 1), foi suficiente para elevar à umidade do solo e possibilitar a conversão de amônio à amônia (NH₄⁺ + OH⁻ → H₂O + NH₃⁺). Entretanto, o mesmo volume não foi capaz de possibilitar a incorporação do fertilizante ao solo, pois de acordo com MARTHA JUNIOR (2003), a ocorrência de chuvas com reduzida precipitação podem intensificar as perdas

de amônia por aumentar a umidade do solo, sem possibilitar a incorporação do fertilizante.

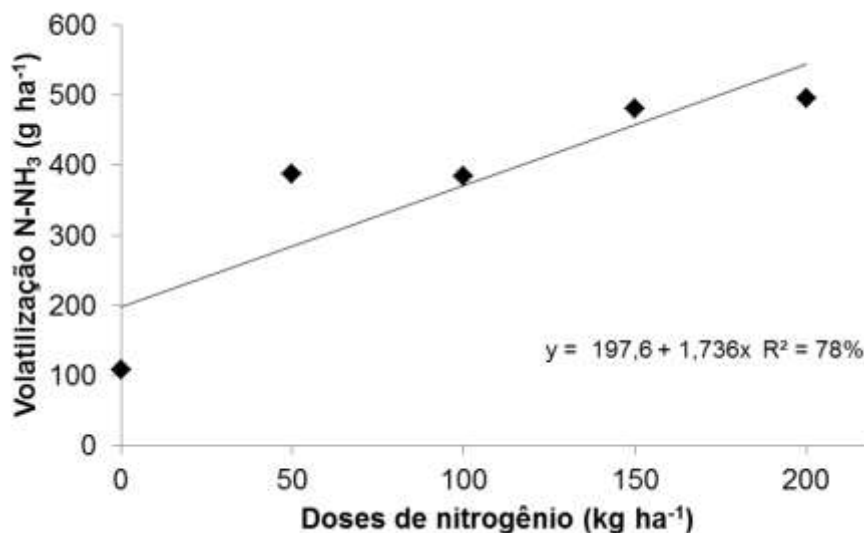


Figura 6. Volatilização de N-NH₃ (g ha⁻¹) nas doses nitrogenadas ao terceiro dia após a adubação.

A elevação da temperatura máxima (33°C) que ocorreu no décimo quinto e décimo sexto dias pode ter contribuído para o aumento na quantidade de NH₃ desprendida do fertilizante, uma vez que a temperatura máxima encontrava-se inferior a 33°C, nos dias treze e quatorze (Figura 1).

No sexto dia após a aplicação de nitrogênio, pode-se observar que a volatilização de amônia apresentou um comportamento linear crescente em relação às doses de nitrogênio, onde na ausência da adubação nitrogenada a perda de amônia foi de 142 g ha⁻¹ e na dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio foi de 434,8 g ha⁻¹ (Figura 7).

No sexto dia, foi observada a diminuição na volatilização de amônia, que pode ser explicado pela ocorrência da precipitação de 33 mm (Figura 1) que ocorreu dois dias antes da segunda coleta de dados. Possivelmente pode ter contribuído para a incorporação do fertilizante ao solo e na diluição da concentração de grupos hidroxilas (OH⁻) ao redor dos grânulos do adubo, que são responsáveis pela transformação de NH₄⁺ em NH₃⁺ volátil.

Além disso, a incorporação do nitrogênio pela precipitação promove maior contato entre as partículas do solo e o fertilizante, conseqüentemente, há o aumento de NH₄⁺ adsorvido as cargas negativas do solo, o que dificulta a

conversão em NH_3^+ , forma em que o nitrogênio é perdido pelo processo de volatilização. Este comportamento também foram verificados por ZAVASCHI et al. (2014).

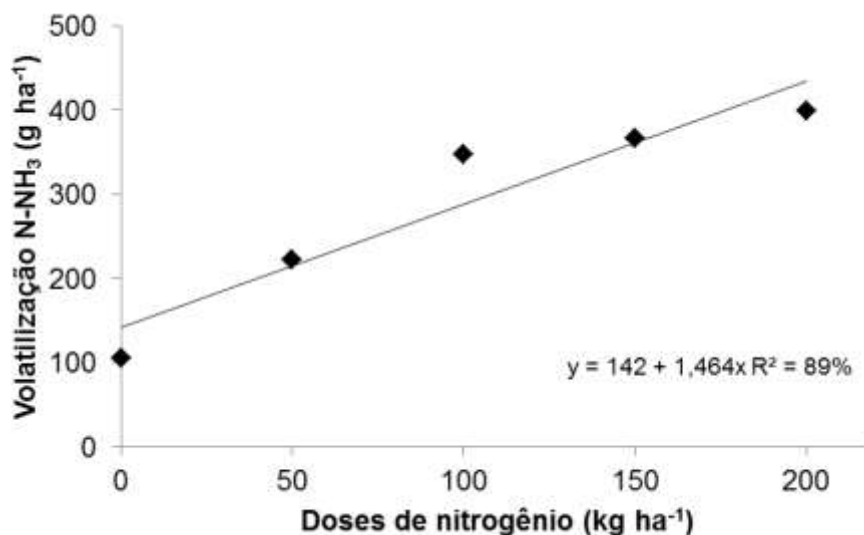


Figura 7. Volatilização de N-NH_3 (g ha^{-1}) nas doses nitrogenadas ao sexto dia após a adubação.

Assim, verifica-se que é fundamental a manutenção da elevada umidade do solo após a aplicação dos fertilizantes nitrogenados, do que a ocorrência de precipitações antes da aplicação do adubo. Assim, chuvas inferiores a 5 mm até três dias após a adubação ou ocorrência de chuvas anteriores à aplicação do fertilizante nitrogenado interferem positivamente sobre as perdas. Entretanto, as mesmas são reduzidas com precipitações superiores a 10 mm até três dias depois da adubação, favorecendo a incorporação do nitrogênio ao solo, conforme descrito por MARTHA JUNIOR (2003).

A perda de nitrogênio pelo processo de volatilização após nove dias da adubação seguiu um comportamento linear crescente com o aumento das doses, onde constatou que na ausência de adubação o valor foi de $78,6 \text{ g ha}^{-1}$ de N-NH_3 e na dose máxima avaliada de $281,4 \text{ g ha}^{-1}$ de N-NH_3 , com incremento de 258% (Figura 8).

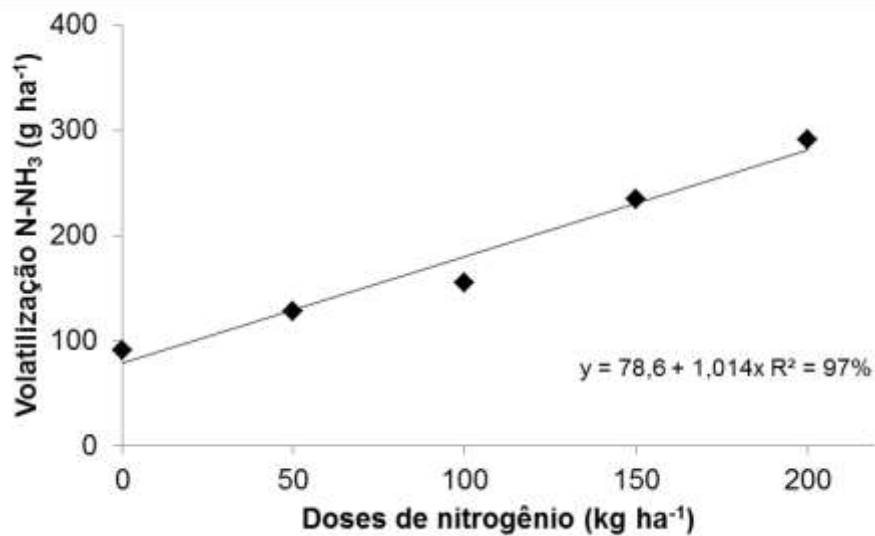


Figura 8. Volatilização de N-NH₃ (g ha⁻¹) nas doses nitrogenadas ao nono dia após a adubação.

Essas taxas de perda de amônia podem ser devido à baixa umidade no solo, oriundo da reduzida disponibilidade hídrica proveniente da precipitação, uma vez que a hidrólise da ureia em solo seco é praticamente nula (ZAVASCHI et al., 2014). Portanto, a aplicação dos fertilizantes nitrogenados deve ser realizada em solo seco do que a sua adição em solo com baixa umidade.

Após doze dias da instalação do experimento, foi constatado novamente incremento linear crescente da volatilização de N-NH₃ com o aumento das doses de nitrogênio, com valores de 88 e 251 g ha⁻¹ de N-NH₃ para a ausência de adubação e a dose máxima estudada, respectivamente, em que o aumento foi de 163 g ha⁻¹ (Figura 9). A diminuição das perdas de amônia mesmo nas elevadas doses pode ser devido a precipitação de 8 mm do dia vinte e quatro (Figura 1), que ocasionou a incorporação de parte do fertilizante aplicado a lanço no solo.

Além disso, esse comportamento pode ser explicado pela baixa quantidade de transformações do fertilizante no solo, devido o mesmo já ter sido absorvido pelas plantas ou o amônio (NH₄⁺) permanecer adsorvido às cargas negativas do solo, dificultando assim, a conversão para amônia (NH₃) e sua volatilização.

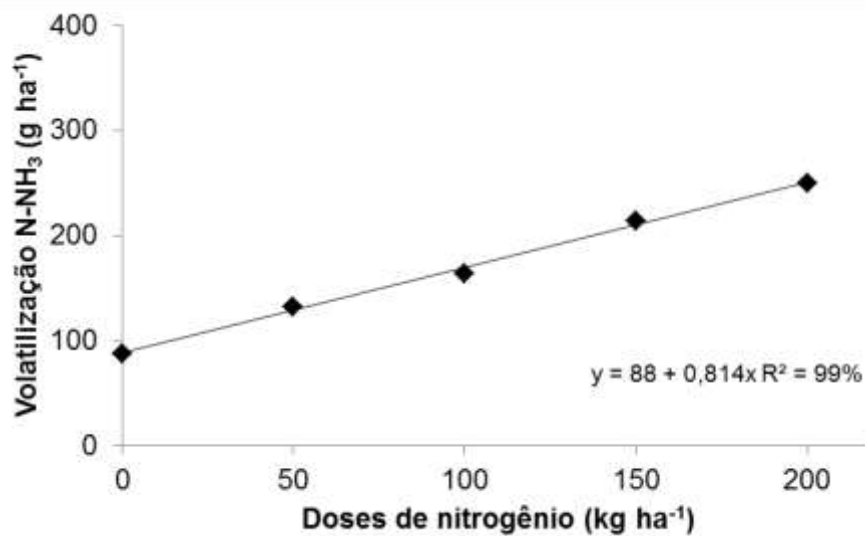


Figura 9. Volatilização de N-NH₃ (g ha⁻¹) nas doses nitrogenadas ao décimo segundo dia após a adubação.

A volatilização de N-NH₃ no décimo quinto dia após a aplicação da adubação aumentou à medida que ocorreu a elevação das doses de nitrogênio, havendo perda de 98 g ha⁻¹ de N-NH₃ na ausência do fertilizante oriundo da captura da amônia presente na atmosfera e na dose máxima de 217 g ha⁻¹ N-NH₃ (Figura 10).

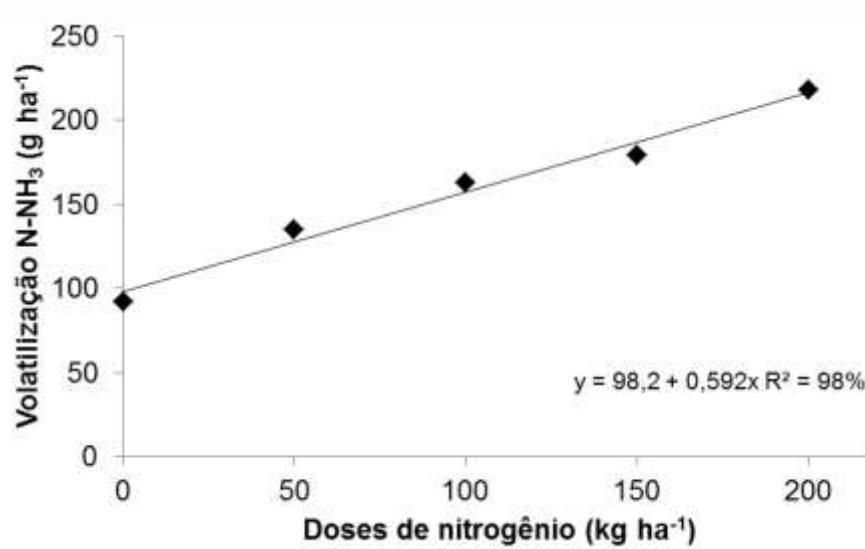


Figura 10. Volatilização de N-NH₃ (g ha⁻¹) nas doses nitrogenadas ao décimo quinto dia após a adubação.

Em todas as avaliações, a aplicação de doses elevadas de nitrogênio proporcionou as maiores perdas de amônia, devido ocorrer as

reações de hidrólise com maior elevação do pH ao redor dos grânulos, favorecendo a formação de amônia e sua emissão, resultado também observado por VILLAS BOAS et al. (2005).

Assim, a volatilização de NH_3 aumenta com o acréscimo da dose de nitrogênio aplicada ao solo, o pH e a temperatura, sendo intensificada pelo teor intermediário de umidade do solo, em relação aos seus extremos de umidade (solo com 5% ou com 20% de água) (TASCA et al., 2011).

Conclusões

A aplicação de sulfato de amônio promoveu as menores perdas de amônia pelo processo de volatilização em comparação com a ureia.

As perdas de N na forma de amônia aumentaram linearmente com a elevação das doses de ureia ou sulfato de amônio aplicado ao solo.

As elevadas perdas de amônia nas maiores doses demonstram assim, a importância do parcelamento das mesmas, para possibilitar o aumento da eficiência dos fertilizantes e diminuir as perdas de amônia por volatilização.

Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ARAÚJO, E. S.; MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; SOARES, L. H. B.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. T. Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 769-776, 2009.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

CUNHA, M. K.; RIBEIRO, J. M. Efeito de duas fontes de fertilizantes nitrogenados na produtividade de matéria seca do capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista Integralização Universitária**, Palmas, v. 7, n. 10, p. 185-191, 2014.

DUARTE, F. M.; POCOJESKI, E.; SILVA, L. S.; GRAUPE, F. A.; BRITZKE, D. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia com aplicação de ureia em solo de várzea com diferentes níveis de umidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 705-711, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. P.; KORNODÔRF, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 363-376, 2000.

MARTHA JUNIOR, G. B. **Produção de forragem e transformação do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. 2003. 149 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MIYAZAWA, M. **Método de captação da amônia volatilizada do solo**. Londrina: IAPAR, 2007. 4 p.

OLIVEIRA, J. A.; STAFANATO, J. B.; GOULART, R. S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N.; COSTA, F. G. M. Volatilização de amônia proveniente de ureia compactada com enxofre e bentonita, em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 38,

n. 5, p. 1558-1564, 2014.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; VIVALDI, L. F. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

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**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 493-502, 2011.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

VALE, M. L. C.; SOUSA, R. O.; SCIVITTARO, W. B. Evaluation of ammonia volatilization losses by adjusted parameters of a logistic function. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 223-231, 2014.

VILLAS BOAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; GODOY, L. J. G.; FERNANDES, D. M. Recuperação do nitrogênio da mistura de uréia e sulfato de amônio por plantas de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 263-272, 2005.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.

ZAVASCHI, E.; FARIA, L. A.; VITTI, G. C.; NASCIMENTO, C. A. C.; MOURA, T. A.; VALE, D. W.; MENDES, F. L.; KAMOGAWA, M. Y. Ammonia volatilization and yield components after application of polymer-coated urea to maize. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 1200-1206, 2014.

3. CAPÍTULO 2

3.2 PRODUTIVIDADE DE FORRAGEIRAS DO GÊNERO *Brachiaria* SUBMETIDOS A FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NAS ESTAÇÕES DO ANO

Resumo – (Produtividade de forrageiras do gênero *Brachiaria* submetidos a fontes e doses de nitrogênio nas estações do ano). A ausência de adubação nitrogenada nos pastos cultivados é uma das principais causas da baixa produção das gramíneas, pois o nitrogênio é um elemento indispensável para a elevação das características produtivas do pasto. Por disso, objetivou-se avaliar a produção de duas cultivares do gênero *Brachiaria*, submetidos a doses e fontes de nitrogênio nas estações seca e chuvosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados no esquema fatorial de 2x2x5, sendo os tratamentos constituídos por duas gramíneas (Marandu e Mulato II), duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio) e cinco doses de nitrogênio (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹), em três repetições. As adubações nitrogenadas foram realizadas a lanço e sem parcelamento. Foram avaliados o índice de cor verde da lâmina foliar, produção de massa seca total, concentração de nitrogênio foliar e porcentagem de proteína bruta. A aplicação de sulfato de amônio na dose de 200 kg ha⁻¹ promoveu os maiores ganhos na produtividade e nas características nutricionais nas duas estações. A massa seca na estação chuvosa foi maior com Mulato II e sulfato de amônio. A intensidade da cor verde das lâminas em ambas as estações do ano foi maior com sulfato de amônio. O Mulato II e o sulfato de amônia a partir de 100 kg ha⁻¹ na estação seca e 150 kg ha⁻¹ na chuvosa apresentou concentração de nitrogênio foliar superior a 19 g kg⁻¹; e a partir de 50 kg ha⁻¹ em ambas as estações do ano proporcionou proteína bruta superior a 7%.

Palavras-chave: Marandu, Mulato II, sulfato de amônio, ureia.

Abstract – (Forage productivity *Brachiaria* subjected to nitrogen sources and doses in the seasons). The absence of nitrogen fertilization on cultivated pastures is one of the main causes of low production of grasses, since nitrogen is an essential element for the increase of productive pasture characteristics. For that aimed to evaluate the production of two cultivars of *Brachiaria* subjected to doses and sources of nitrogen in the dry and rainy seasons. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement of 2x2x5, with treatments consisting of two grasses (Marandu and Mulato II), two nitrogen sources (urea and ammonium sulfate) and five nitrogen rates (0, 50, 100, 150

and 200 kg ha⁻¹) in three replications. The nitrogen fertilization were performed haul and no installment. We evaluated the green color index of the leaf blade, total dry weight of leaf nitrogen concentration and percentage of crude protein. The application of ammonium sulfate at a dose of 200 kg ha⁻¹ produced the largest gains in productivity and nutritional characteristics in both seasons. The dry matter in the rainy season was higher with Mulato II and ammonium sulfate. The intensity of the green color of the blades in both seasons was higher with ammonium sulfate. The Mulato II and ammonium sulfate from 100 kg ha⁻¹ in the dry season and 150 kg ha⁻¹ in the rainy showed foliar nitrogen concentration greater than 19 g kg⁻¹; and from 50 kg ha⁻¹ at both seasons afforded crude protein than 7%.

Key-words: Ammonium sulfate, Marandu, Mulato II, urea.

Introdução

A criação de gado bovino no Brasil é realizada principalmente em pastos, predominantemente formada por gramíneas do gênero *Brachiaria*, que compõem 85% dos pastos cultivados presentes no território nacional (VALLE et al., 2014). Entretanto, estima-se que 70% dos pastos encontram-se em algum grau de degradação (MACEDO et al., 2013) e 50% são consideradas com elevado nível de degradação (DIAS-FILHO, 2015).

A situação de degradação das gramíneas reflete nos fatores de crescimento, produção, valor nutricional e persistência, sendo agravados pela deficiência nutricional, principalmente de nitrogênio. Portanto, é fundamental a reconstrução da fertilidade do solo, que ao longo dos anos foi decrescendo pela exploração intensiva e manejo incorreto do pasto. Assim, é necessário reverter à situação atual dos pastos brasileiros, para atingir níveis adequados de produção de biomassa e alcançar manejos sustentáveis para a atividade pecuária (COSTA et al., 2009).

Dessa maneira, a adubação nitrogenada é imprescindível para manter as plantas gramíneas produtivas, uma vez que esse nutriente acelera a formação e crescimento de novas lâminas foliares, além de aumentar o vigor de rebrotação contribuindo para melhorar a recuperação da planta após o corte (CECATO et al., 1996).

Um dos aspectos fundamentais no manejo da adubação é a fonte nitrogenada, onde se busca a diminuição das perdas por volatilização de amônia e lixiviação de nitrato (COSTA et al., 2010). Dentre os fertilizantes nitrogenados mais comercializados e empregados nos pastos do Brasil estão a ureia e o sulfato de amônio, que apresentam como desvantagens respectivamente, a maior perda de nitrogênio por volatilização e a acidificação do solo (PRIMAVESI et al., 2004; MARTHA JÚNIOR et al., 2004).

Outro fator importante é a escolha da gramínea, que responde diferentemente ao nitrogênio em relação à produção e valor nutricional. Dentre as diversas espécies tropicais, as gramíneas do gênero *Brachiaria* têm-se destacado por sua produtividade e capacidade de adaptação às diversas condições ambientais e de manejo do pasto (CRUZ, 2010). O capim Marandu é a cultivar utilizada em maior escala nas áreas, entretanto, a cultivar Mulato II

vem despertando interesse do setor produtivo (VALLE et al., 2014; LEAL, 2014).

A aplicação de nitrogênio em cobertura no início e fim da estação chuvosa pode auxiliar os pecuaristas na produção de forragem com elevado valor nutricional durante o ano, podendo possibilitar a manutenção da produção de carne ou de leite, principalmente na ausência de precipitação, período esse, onde as gramíneas diminuem sua produção e valores nutricionais. Para reduzir a sazonalidade da produção COSTA et al. (2013) e FREIRE et al. (2012) recomendam a realização da aplicação de nitrogênio no término do verão e/ou início do outono para incrementar a produção de massa seca.

Diante disso, objetivou-se avaliar a resposta das gramíneas Marandu e Mulato II em função do fornecimento de fontes e doses de nitrogênio aplicadas no início e término da estação chuvosa.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos a campo, entre os meses de maio de 2014 a abril de 2015, na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, *Campus* de Alta Floresta – MT, compreendendo o primeiro experimento a estação seca e o segundo a estação chuvosa.

O município está localizado nas coordenadas geográficas de 09° 51' 42" S e 56° 04' 07" W, e é caracterizado por apresentar clima tropical chuvoso (tipo Am) segundo Köppen, com duas estações climáticas bem definidas, podendo apresentar precipitação anual de até 3.100 mm, sendo a média de 2.950 mm (ALVARES et al., 2014).

As informações das condições climáticas durante o período em que foi conduzido o trabalho foram obtidas junto à estação meteorológica da Universidade do Estado de Mato Grosso, localizada próxima à área experimental, sendo expressos os valores na Figura 1.

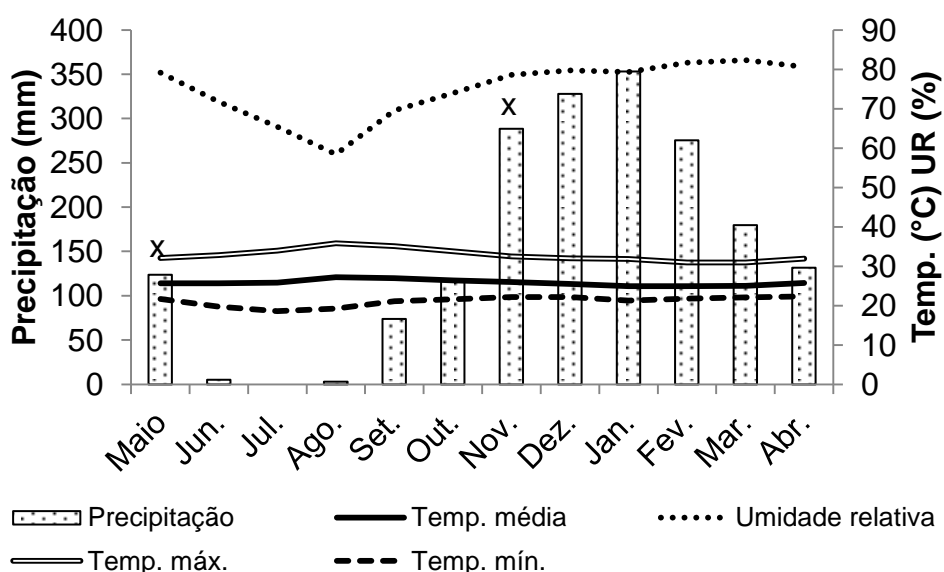


Figura 1. Médias mensais de temperaturas e umidade relativa do ar e precipitação mensal do período de maio de 2014 a abril de 2015. x – realização da adubação de manutenção e nitrogenada no início do mês.

No primeiro experimento a precipitação entre os meses de maio a outubro foi de 325 mm, devido principalmente a ocorrência de precipitações superiores a 100 mm nos meses de maio e outubro, sendo característicos pelas últimas e primeiras chuvas da estação chuvosa, respectivamente. O

segundo experimento conduzido entre os meses de novembro a abril apresentou precipitação de 1.557 mm, compreendendo, portanto, 1.882 mm anual.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 5, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria híbrida* (*B. ruziziensis*, *B. decumbens* cv. Basilisk e *B. brizantha*) cv. Mulato II “Convert* HD 364”), duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio) e cinco doses de nitrogênio (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹).

A adubação nitrogenada com as fontes de ureia e sulfato de amônio e as cinco doses de nitrogênio foram realizadas a lanço próximo do término (primeiro experimento) e início (segundo experimento) da estação chuvosa, sem o parcelamento da adubação, totalizando a aplicação de 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

A área utilizada para o experimento foi de 1.500 m², dividida em três blocos de 500 m², constituído por parcelas individuais de 5 metros x 5 metros (25 m²). A área experimental já se encontrava estabelecida com pasto formado há dois anos e meio, com adubação de plantio realizada no segundo semestre de 2011 e permanecendo ausentes de adubação nos anos de 2012 e 2013.

Foram coletadas aleatoriamente, três amostras simples de solo por bloco da área experimental, no início do mês de abril (experimento 1) e outubro (experimento 2) de 2014, nas profundidades de 0 – 0,20 m, com auxílio de trado do tipo holandês, formando seis amostras compostas. As propriedades químicas e granulométricas do solo (Tabela 1) foram determinadas pelo método da EMBRAPA (2011).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de classe textural argilo-arenosa, com baixo nível de fósforo e médio de potássio para as exigências das espécies de gramíneas estudadas (ALVAREZ V. et al., 1999).

Não houve a necessidade de efetuar a calagem no primeiro experimento, pois a saturação por bases estava superior a 45% (ALVAREZ V. et al., 1999). Entretanto, no segundo experimento foram aplicados 925 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT - 80%) no início de outubro, conforme a

necessidade calculada pelo método da saturação por bases, em cobertura, com intuito de elevar o V% para 50%.

Tabela 1. Médias dos resultados das análises químicas e granulométricas do solo da área experimental na profundidade de 0-0,20 m.

	pH	pH	P ¹	S	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	M.O.
	H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----					g dm ⁻³
1	5,50	4,60	2,00	9,60	0,17	2,26	0,60	0,03	2,97	20,00
2	5,30	4,60	2,50	6,80	0,11	1,69	0,47	0,13	2,62	16,00
	SB	T	V	m				Areia	Silte	Argila
	cmol _c dm ⁻³		-----%-----					g kg ⁻¹		
1	3,00	6,00	50,2	1,00				453,00	101,00	446,00
2	2,30	5,00	45,2	5,40						

Fonte: Laboratório Plante Certo em Várzea Grande-MT, 2015. Método da EMBRAPA de análise de solo. ¹Método Mehlich¹. 1 – primeiro experimento (estação seca); 2 – segundo experimento (estação chuvosa).

Antes da aplicação das adubações, a área experimental foi submetida ao corte de uniformização das plantas a uma altura de 0,15 m, visando à simulação de altura de saída de pastejo e posterior retirada dos animais em um piquete. Foi realizada adubação de manutenção no início do mês de maio (primeiro experimento) e novembro (segundo experimento), com aplicação a lanço de 100 kg ha⁻¹ de K₂O parcelado em duas vezes, na forma de cloreto de potássio (60% K₂O) e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de super fosfato simples (18% P₂O₅, 20% Ca e 12% S), conforme as recomendações descritas por CANTARUTTI et al. (1999). Neste fornecimento, também foi disponibilizado 33 kg ha⁻¹ de S, quantidade essa superior a recomendada para os teores de enxofre de 5-9 mg dm⁻³ de acordo com REIN e SOUSA (2004).

Ao longo da estação seca (maio a outubro) e estação chuvosa (novembro a abril), foram avaliadas as seguintes variáveis: índice de cor verde das lâminas foliares, matéria seca total, análise do teor foliar de nitrogênio e o teor de proteína bruta.

Antes de cada avaliação da gramínea foi determinado à altura das plantas medindo a distância do nível do solo até o ápice, em três pontos de forma diagonal na área de cada parcela com auxílio de uma fita métrica. O valor de 0,30 m foi considerado como a altura pré-pastejo e 0,15 m de pós-pastejo, permitindo a coleta das variáveis. Essas alturas foram adotadas com

base no método de lotação rotacionada com taxa de lotação variável de acordo com as recomendações de manejo de pastejo de TRINDADE et al. (2007) e SILVEIRA (2010).

O modelo de manejo da altura de entrada e saída proporcionou a realização na estação seca de apenas um corte dos tratamentos com ausência de adubação para as gramíneas Marandu e Mulato II e dois para os demais. Na estação chuvosa houve a realização de dois cortes para os tratamentos sem adubação e na dose de 50 kg ha⁻¹ para as gramíneas Marandu e Mulato II em ambas as fontes. Três cortes foram efetuados para todas as combinações de gramíneas e fontes nas doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com exceção da combinação das gramíneas e sulfato de amônio na dose de 200 kg ha⁻¹, onde ocorreram quatro cortes.

Posteriormente, foram efetuadas medições do índice de intensidade da cor verde das lâminas foliares, determinado com o auxílio do aparelho de clorofilômetro SPAD 502 MINOLTA, sempre efetuadas ao final da tarde. As leituras foram realizadas no terço médio das lâminas foliares localizadas na região mediada na planta, coletando-se dados de lâminas intactas, em cinco plantas de cada parcela experimental, totalizando 75 leituras por tratamento. Os valores obtidos em cada parcela, antes da realização dos cortes, foram utilizados para o cálculo do índice da intensidade de cor verde das lâminas foliares, em cada estação.

Em cada parcela foram colhidas três sub-amostras de massa verde da gramínea, utilizando-se um quadrado de ferro de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), e cortadas à altura de 0,15 m da superfície do solo. Após a coleta, foi realizado o corte de uniformização de cada tratamento avaliado da área experimental, na mesma altura de corte das plantas avaliadas. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, a 65 °C, até atingir peso constante, sendo pesadas em balança de precisão (0,01 g), para a obtenção da produção de massa seca total para cada estação. Os valores obtidos de produção de massa seca presente em 0,25 m² foram transformados para valores em kg ha⁻¹.

Após a determinação da produção de massa seca, as sub-amostras de cada parcela foram moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de malha com abertura de 1 mm, considerando assim, uma amostra composta. A

análise química foliar para a determinação da concentração de nitrogênio (N) foliar foi realizada no Laboratório de Análises de Solo, Adubo e Foliar da Universidade do Estado de Mato Grosso, através da metodologia de Kjeldahl, a qual se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação (SILVA, 2009). O cálculo para determinação da concentração de nitrogênio foliar em grama de nitrogênio por quilo de matéria seca (g N kg MS^{-1}) foi descrito conforme SILVA (2009) e expresso na equação 1:

$$\text{Equação 1: } N (\text{g kg}^{-1}) = (V_{Am} - V_{Br}) \times 1,4$$

Onde:

V_{Am} : volume de HCl gasto na amostra, em mL.

V_{Br} : volume de HCl gasto no branco, em mL.

Na determinação da porcentagem de proteína bruta, multiplicou-se o valor da concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) encontrado anteriormente pelo método de Kjeldahl por um fator de conversão igual a 6,25, considerando-se que a proporção de N nas proteínas das plantas é igual a 16% (AOAC, 1995), sendo posteriormente o valor dividido por dez, conforme a equação 2:

$$\text{Equação 2: } \% \text{ Proteína} = \frac{(\text{Concentração N} \times 6,25)}{10}$$

Os valores de concentração de nitrogênio (g kg^{-1}) e a porcentagem de proteína bruta obtidos em cada corte foram utilizados para calcular a concentração média de nitrogênio foliar e a porcentagem média de proteína bruta.

Os resultados referentes à comparação entre as cultivares de *Brachiaria* e as fontes de nitrogênio foram submetidos à análise de variância e ao teste F, adotando-se pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. Os dados referentes aos níveis de nitrogênio foram submetidas à análise de regressão, sendo a escolha dos modelos baseada na significância dos parâmetros de regressão, utilizando o SISVAR (FERREIRA, 2011). Para cada estação do ano (seca e chuvosa) os dados foram analisados separadamente.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para as características avaliadas na estação seca estão apresentados na Tabela 2. A produção de massa seca total não foi influenciada pelas cultivares e fontes, mas pode-se observar que apresentou resposta quanto às doses aplicadas. O índice de cor verde das lâminas foliares, concentração de nitrogênio e porcentagem de proteína bruta apresentaram interação fonte e doses. As características nutritivas concentração de nitrogênio e porcentagem de proteína bruta também apresentaram interação entre cultivar e fontes.

Tabela 2. Valores de F, diferença mínima significativa (DMS), coeficiente de variação (CV%) e valores de produção de massa seca total (MST), índice de cor verde das lâminas foliares (ICV), concentração de nitrogênio foliar (CN) e porcentagem de proteína bruta, das gramíneas *Brachiarias* em função fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

	MST	ICV	CN	% Proteína
Valores de F				
Cultivares	3,35 ^{ns}	10,99**	19,73**	19,74**
Fontes	4,37 ^{ns}	102,39**	61,80**	61,74**
Doses de N	537,83**	235,40**	240,98**	241,19**
DMS ¹ Tukey (5%)				
Cultivares	99,06	0,69	0,54	0,34
Fontes	99,06	0,69	0,54	0,34
Valor de F Interações				
Cultivares x Fontes	0,10 ^{ns}	1,79 ^{ns}	8,05**	8,06**
Cultivares x Doses	1,27 ^{ns}	1,23 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,91 ^{ns}
Fontes x Doses	1,56 ^{ns}	4,51**	5,09**	5,10**
CultivaresxFontesxDoses	1,93 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,96 ^{ns}
CV(%)	5,59	3,53	6,21	6,21

*Significativo a 5%; **Significativo a 1%; ^{ns}Significativo a 5%; ¹Diferença mínima significativa.

Na Tabela 3 estão expressos os resultados obtidos para as características avaliadas na estação chuvosa. Todas as interações entre os dois fatores influenciaram a produção de massa seca total. O índice de cor verde das lâminas foliares apresentou resposta para a interação fonte e doses de nitrogênio. E as características nutritivas de concentração de nitrogênio e porcentagem de proteína bruta foram influenciadas pela interação tripla de cultivar, fonte e doses.

Tabela 3. Valores de F, diferença mínima significativa (DMS), coeficiente de variação (CV%) e valores de produção de massa seca total (MST), índice de cor verde das lâminas foliares (ICV), concentração de nitrogênio foliar (CN) e porcentagem de proteína bruta, de cultivares em função fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

	MST	ICV	CN	% Proteína
Valores de F				
Cultivares	168,32**	0,01 ^{ns}	108,18**	107,85**
Fontes	402,58**	63,13**	516,39**	514,88**
Doses de N	2.562**	272,92**	616,44**	614,34**
DMS ¹ Tukey (5%)				
Cultivares	82,56	0,60	0,28	0,17
Fontes	82,56	0,60	0,28	0,17
Valor de F Interações				
Cultivares x Fontes	41,57**	1,01 ^{ns}	25,59**	25,57**
Cultivares x Doses	7,57**	0,93 ^{ns}	7,03**	7,01**
Fontes x Doses	182,14**	3,77*	50,03**	50,00**
CultivaresxFontesxDoses	0,43 ^{ns}	0,55 ^{ns}	5,61**	5,63**
CV(%)	2,46	3,46	3,97	3,98

*Significativo a 5%; **Significativo a 1%; ^{ns}Significativo a 5%; ¹Diferença mínima significativa.

Com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio, a produção de massa seca total na estação seca alcançou 4.871 kg ha⁻¹, obtendo incremento de 2.964 kg ha⁻¹, ou seja, 155% superior quando comparado com a condição de ausência do nutriente (Figura 2). Esse comportamento assemelha-se para as forrageiras tropicais onde MARTHA JÚNIOR et al. (2004) relata respostas lineares até doses anuais de N de 400 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

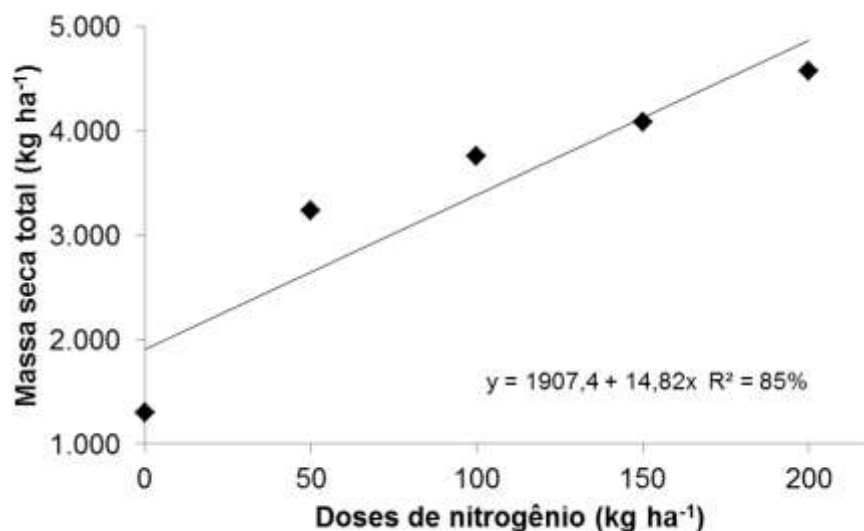


Figura 2. Produção de massa seca total (kg ha⁻¹) da gramínea relação às doses de nitrogênio na estação seca.

A adubação nitrogenada realizada no final da estação chuvosa proporcionou aumento na produção, indicando assim, a importância desse nutriente, por meio, seu efeito positivo entre os meses de maio a outubro, no incremento da produção de biomassa. Esse incremento na produção de matéria seca seria suficiente para elevar a capacidade de lotação em 1,5 UA ha⁻¹ com consumo de 10 kg MS dia⁻¹, mesmo em períodos de escassez de água (Figura 2).

No inverno, com déficit hídrico, COSTA et al. (2013) observaram que o capim Xaraés aumentou a massa seca total e, um dos fatores que favoreceu a elevação da produção foi à divisão da adubação nitrogenada, com a última aplicação no final de março. Demonstrando assim, a importância da fertilização no final da estação chuvosa, minimizando o efeito da sazonalidade da produção da gramínea. A aplicação de 20% de 500 kg ha⁻¹ da adubação nitrogenada no período seco proporcionou a produção de 4.346 kg ha⁻¹ de matéria seca de Mombaça no período de baixa precipitação de acordo com MELLO et al. (2008). Esses resultados foram similares aos comportamentos observados para produção de massa seca na estação seca.

Para diminuir a sazonalidade da produção recorrente da maior oferta de alimento no período chuvoso em relação ao seco, FREIRE et al. (2012) recomenda a realização da adubação nitrogenada no término do verão e/ou início do outono para incrementar a produção de massa seca na estação da seca.

O aumento na produção deve-se a influência do nitrogênio nos locais de crescimento das plantas, principalmente, na expansão da parte aérea, no perfilhamento, aumento da produção de massa das lâminas foliares e colmos. Assim, o fornecimento de nitrogênio é um dos principais fatores que controlam os processos de crescimento em plantas (MARTUSCELLO et al., 2009). Porém, elevadas doses de nitrogênio podem promover o aumento na proporção de colmos e material senescente, órgão esse de baixa digestibilidade para os bovinos.

Outros fatores que podem ter contribuído para o aumento da produção de massa seca são os fatores ambientais e climáticos da região, que durante os meses de avaliação apresentou regime hídrico de 325 mm (Figura 1). Esses valores são superiores aos relatados por TEODORO et al. (2009)

que, mesmo com aplicação de até 200 kg ha⁻¹ de N, a produção foi inferior à observada no estudo.

Para ambas as cultivares de *Brachiaria*, as produções de massa seca total na estação chuvosa foram superiores com a utilização de sulfato de amônio como fonte nitrogenada, apresentando incrementos de 9 e 18% em comparação com a aplicação de ureia para as cultivares Marandu e Mulato II, respectivamente (Tabela 4). Ao disponibilizar nitrogênio por meio dos fertilizantes nitrogenados como ureia ou sulfato de amônio, as maiores produções de massa ocorreram na gramínea *Brachiaria híbrida*, com aumento significativo de 266 e 793 kg ha⁻¹ em relação à Marandu.

Tabela 4. Produção de massa seca total (kg ha⁻¹) das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II em relação às fontes nitrogenadas na estação chuvosa.

Gramíneas	Fonte nitrogenada	
	Ureia	Sulfato de amônio
Marandu	5.874 b B	6.429 a B
Mulato II	6.140 b A	7.222 a A
CV (%)	2,46	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A maior produção com o sulfato de amônio aplicado em cobertura no solo pode estar relacionada às menores perdas de NH₃ em pH inferior a 7, uma vez que sua composição é constituída por NH₄⁺. Esta forma pode ser imediatamente absorvida pelas plantas ou ser transformada para NO₃⁻ por meio da nitrificação. Entretanto, a ureia devido sua elevada higroscopicidade favorece a hidrólise dos grânulos do fertilizante ocasionando o aumento do pH na região e a conversão de NH₄⁺ em NH₃, diminuindo sua disponibilidade, sendo esse comportamento também observado por LEÃO (2008).

Os resultados obtidos corroboram com os observados por COSTA et al. (2010), que ao estudarem as fontes de ureia e sulfato de amônio no capim Marandu, relataram que a menor produção de massa seca ocorreu com aplicação de ureia. Possivelmente, esse comportamento ocorreu devido as transformações da ureia no solo, sendo intensificado a hidrólise da mesma e sua conversão a amônia, apresentando assim, maiores perdas do nitrogênio por volatilização.

Dessa forma, a adubação com ureia exige maior atenção, principalmente quando aplicada a lanço em cobertura (OLIVEIRA et al., 2007), sendo preferível a aplicação do fertilizante em solo seco e com ocorrência de altas precipitações após a adubação. Deve-se evitar também a aplicação do fertilizante nitrogenado nas primeiras e últimas chuvas da estação chuvosa, devido às mesmas atingirem baixo volume de água e, conseqüentemente não possibilitar a incorporação do fertilizante no solo por meio da precipitação.

Todas as doses de nitrogênio promoveram aumento na produção de *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II, com incremento de 11, 10, 7, 6 e 11% nas doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio em relação à *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 5).

Tabela 5. Produção de massa seca total (kg ha⁻¹) das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II em relação às doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Gramíneas	
	Marandu	Mulato II
0	3.402 b	3.763 a
50	4.362 b	4.778 a
100	6.944 b	7.438 a
150	7.261 b	7.665 a
200	8.790 b	9.760 a
CV (%)	2,46	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As produções de massas secas totais foram influenciadas positivamente pelas doses de nitrogênio em ambas as cultivares, sendo expressas por regressões lineares crescentes, com incremento na produção de massa seca de 161% na maior dose em relação à ausência de adubação (Figura 3).

A dose máxima proporcionou uma produção de 8.887 kg ha⁻¹ para a gramínea Marandu e 9.657 kg ha⁻¹ para Mulato II durante o período chuvoso (Figura 3). No entanto, não foi possível observar o ápice dos pontos máximos de ambas as gramíneas, sendo relatado por COSTA et al. (2010) para o capim-marandu a maior produção de massa seca na dose máxima de 300 kg ha⁻¹ parcelada, com matéria seca média ao longos de três anos de 9.450 kg ha⁻¹; SALES et al. (2013) observaram potencial de resposta da gramínea Marandu a

400 kg ha⁻¹ de nitrogênio parcelado, com produção de 8.681 kg ha⁻¹ de matéria seca no verão. MARTHA JÚNIOR et al. (2004) encontraram respostas lineares crescentes até doses de 400 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

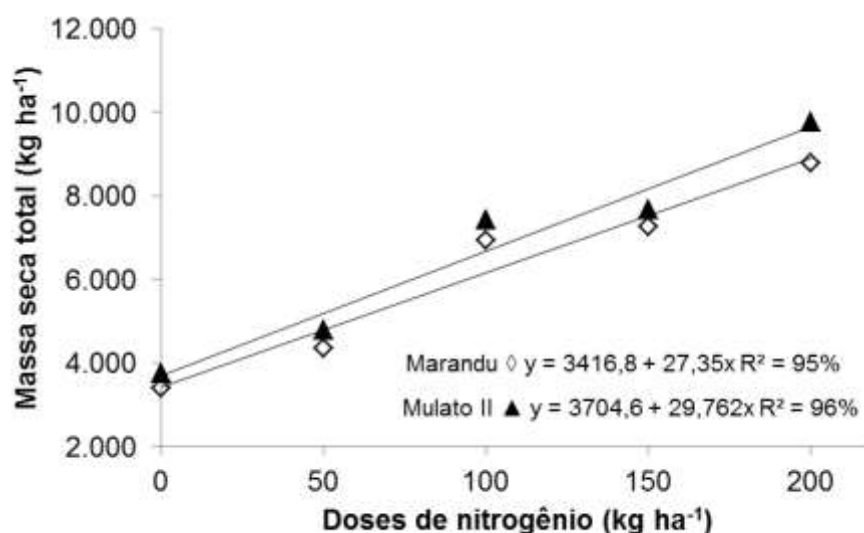


Figura 3. Produção de massa seca total (kg ha⁻¹) das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II em função às doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Esses resultados demonstram a importância da adubação nitrogenada para a produção de biomassa das gramíneas, uma vez que esse nutriente contribui para o incremento da produção, devido ser constituinte de muitos compostos, incluindo as proteínas e os ácidos nucléicos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Porém, é importante considerar que a aplicação de elevadas doses de nitrogênio podem promover a alteração da estrutura da gramínea, caracterizada pelo maior número de perfilhos vivos, formação de lâminas foliares e colmos. Onde de acordo com ROZALINO SANTOS et al. (2009) um dos processos responsáveis pelo incremento na produção de biomassa no pasto adubado com nitrogênio é o aumento na produção de matéria de colmos, conseqüentemente, pode haver a redução da relação lâmina:colmo. Para reverter esse efeito pode-se aumentar a taxa de lotação de animais por área para reduzir a produção excedente.

A aplicação de sulfato de amônio ocasionou maior produção de massa seca total nas doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com

aumento de 7, 5 e 39% em relação às respectivas doses de ureia. Nas menores doses estudadas não foram observadas diferenças entre as fontes nitrogenadas, possibilitando produção média de 3.583 kg ha⁻¹ com ausência da adubação e 4.570 kg ha⁻¹ para a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 6).

O menor rendimento na produção obtido com a ureia pode ser devido suas transformações no solo, uma vez que a adubação nitrogenada foi realizada a lanço, o que pode ter resultado intensificação da perda de nitrogênio pela volatilização de amônia (OLIVEIRA et al., 2007), limitando a resposta da gramínea a adubação, prejudicando a produção de massa seca principalmente na dose de 200 kg ha⁻¹.

Tabela 6. Produção de massa seca total (kg ha⁻¹) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fonte de nitrogênio	
	Ureia	Sulfato de amônio
0	3.529 a	3.636 a
50	4.488 a	4.652 a
100	6.964 b	7.419 a
150	7.282 b	7.644 a
200	7.772 b	10.778 a
CV (%)	2,46	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De maneira geral, verificou-se que na produção de massa seca total em função das doses de nitrogênio ambas as fontes nitrogenadas aumentaram a produtividade, obtendo na dose máxima 8.263 e 10.281 kg ha⁻¹ com a utilização de ureia e sulfato de amônio, respectivamente (Figura 4). Portanto, não foi observado o ponto máximo para as fontes, sendo que os maiores valores foram obtidos na dose máxima de 200 kg ha⁻¹. Para COSTA et al. (2013) os rendimentos máximos para o capim Xaráes foram atingidos com 500 e 472 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e sulfato de amônio parceladas em quatro vezes, respectivamente.

Quanto maior as doses de nitrogênio aplicado no solo na forma de ureia há o favorecimento para a elevação do pH ao redor dos grânulos, conseqüentemente, ocasionará na conversão de NH₄⁺ para NH₃, diminuindo

assim, a presença de nitrogênio no solo proveniente do fertilizante, refletindo na redução da produção de massa seca da gramínea.

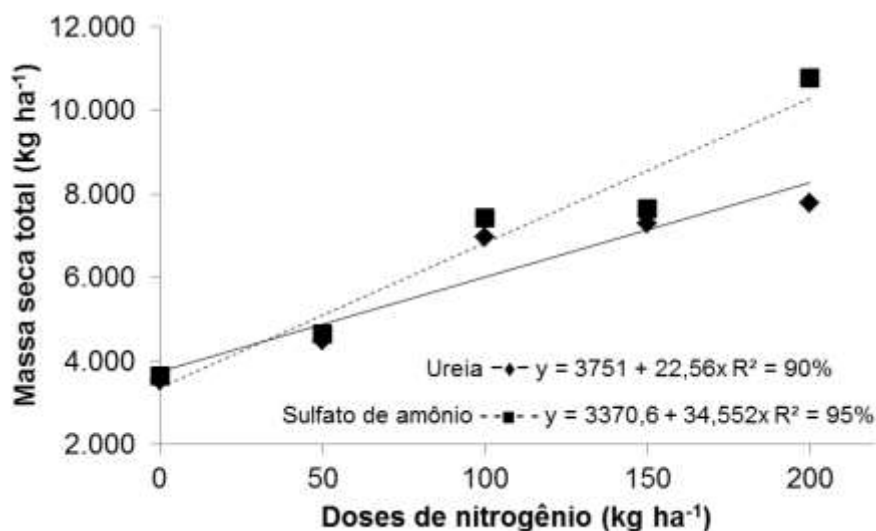


Figura 4. Produção de massa seca total (kg ha⁻¹) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

O sulfato de amônio foi à fonte de nitrogênio que proporcionou o maior rendimento em todas as estações, sendo que a menor resposta a ureia pode ser explicado em função de suas maiores transformações no solo (COSTA et al., 2013). Dessa forma, MARTHA JÚNIOR et al. (2004) relataram que sob altas temperaturas, baixa precipitação após a aplicação do fertilizante nitrogenado e a alta evaporação de água do solo podem ocasionar perdas por volatilização de até 80% do nitrogênio aplicado na forma de ureia, comprometendo o rendimento da planta forrageira.

A produção de massa seca na dose de 200 kg ha⁻¹ de N apresentou comportamento similar ao encontrado por COSTA et al. (2010) que mesmo realizando o parcelamento da adubação em três vezes obtiveram na dose de 300 kg ha⁻¹ de N a produção de massa seca de 8.726 e 10.495 kg ha⁻¹ para as fontes de ureia e sulfato de amônio, respectivamente.

Mas o maior rendimento de produção de massa seca vem acompanhado da mudança na estrutura morfológica das plantas, favorecendo o aumento da participação dos colmos no ganho da produção, onde SANTOS et al. (2008) observaram que as massas totais de capim-braquiária e de seus componentes morfológicos aumentaram de forma linear com o das doses de nitrogênio.

A aplicação de nitrogênio na forma de sulfato de amônio na estação seca promoveu aumento da intensidade da cor verde das lâminas foliares (índice SPAD), quando comparado com a ureia, independentemente das doses estudadas (Tabela 7). A maior perda do nutriente oriundo da ureia, por meio do processo de volatilização, causou menor disponibilidade de nitrogênio para as gramíneas, refletindo na intensidade da cor verde, que está diretamente associada com a concentração de nitrogênio nas lâminas foliares.

Tabela 7. Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fonte de nitrogênio	
	Ureia	Sulfato de amônio
0	28,2 a	29,3 a
50	34,0 b	37,2 a
100	37,5 b	40,8 a
150	39,8 b	43,9 a
200	40,8 b	46,5 a
CV (%)	3,53	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para BENETT et al. (2008) as fontes de nitrogênio também influenciaram o teor de clorofila das plantas de capim Marandu, sendo que o maior teor foi verificado quando ocorreu a aplicação de sulfato de amônio. Esse comportamento é resultante do aumento da concentração de clorofila, promovido pela maior disponibilidade de nitrogênio nos tecidos das plantas nas doses elevadas. Essa relação está atribuída ao fato de que 50 a 70% do N total da lâmina foliar é integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN & BARRETO, 1997).

Independentemente da fonte nitrogenada, o nitrogênio possibilitou o aumento da intensidade da cor verde das lâminas foliares (Figura 5), pois o nutriente participa diretamente da síntese e estruturação das moléculas de clorofila. De modo que o aumento da disponibilidade do nutriente às plantas, até determinado limite, promove o incremento no teor de clorofila e intensidade de cor verde das lâminas foliares (PÔRTO et al., 2011).

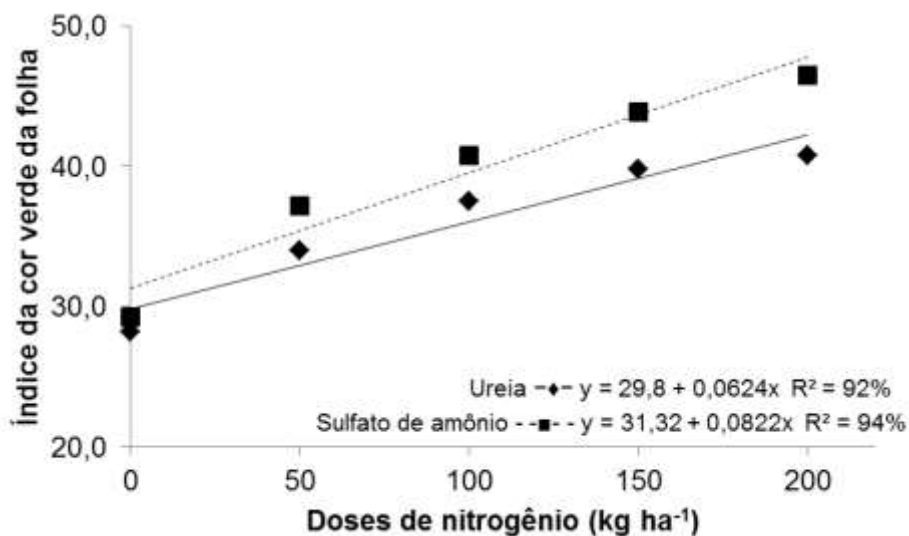


Figura 5. Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

A aplicação de sulfato de amônio durante os meses chuvosos superou a intensidade do índice da cor verde das lâminas das plantas quando da aplicação de ureia, sendo que nas doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio, houve incremento de 8, 11 e 8%, respectivamente (Tabela 8). Esse resultado pode estar relacionado ao fato da volatilização da ureia ser maior nas doses elevadas, conforme já mencionado anteriormente.

Tabela 8. Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fonte de nitrogênio	
	Ureia	Sulfato de amônio
0	25,6 a	26,6 a
50	29,0 a	30,1 a
100	32,8 b	35,4 a
150	35,7 b	39,8 a
200	37,7 b	40,7 a
CV (%)	3,46	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Entretanto, nas doses de 0 e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, não foram observadas diferenças estatísticas entre as fontes nitrogenadas, apresentando assim, médias de 26,1 e 29,6, respectivamente.

Segundo BENETT et al. (2008) as fontes nitrogenadas também influenciaram positivamente o teor de clorofila do capim Marandu, com os

valores variando de 27 a 42 para sulfato de amônio e 30 a 41 para ureia nas doses de 0 a 200 kg ha⁻¹.

Para as fontes nitrogenadas, nas doses utilizadas na presente pesquisa, foram observados comportamentos lineares crescentes, sendo que os maiores índices SPAD para ureia e para sulfato de amônio foram verificados com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os valores atingiram 38,4 para ureia e 42 para sulfato de amônio, com incremento de 48 e 56% em relação à ausência do fertilizante, respectivamente (Figura 6).

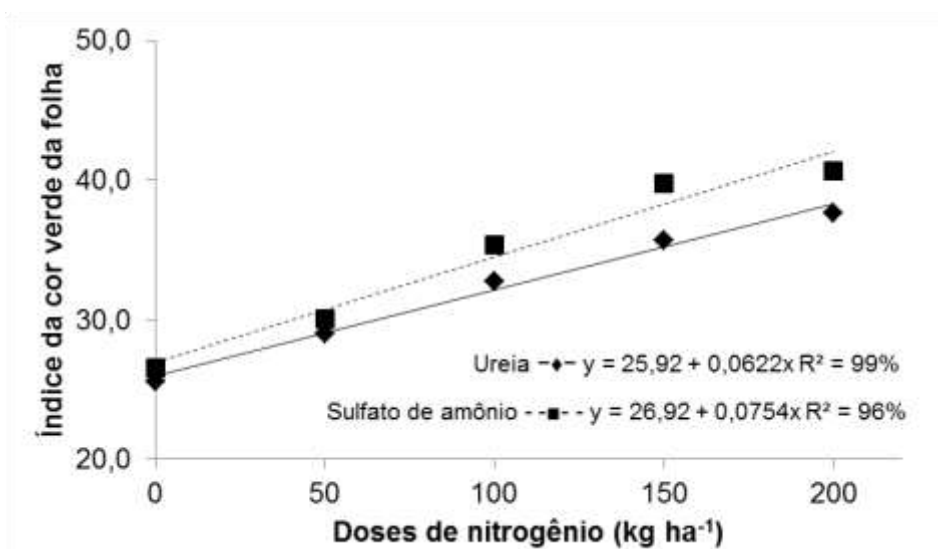


Figura 6. Intensidade do índice da cor verde da lâmina foliar (índice SPAD) em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Esse resultado ocorreu em função da maior disponibilidade de N para as plantas, ocasionando o aumento na concentração do nutriente nas lâminas foliares e incorporado à estrutura da clorofila, resultando na intensificação da cor verde nas lâminas foliares.

Notou-se que a partir da dose de 150 kg ha⁻¹, principalmente para a fonte de sulfato de amônio, os valores ficaram próximos. Esse comportamento também foi relatado por COSTA et al. (2001), em que o teor de clorofila atingiu um patamar denominado de ponto de maturidade fotossintética, o qual se mantém invariável mesmo havendo o aumento das concentrações de N no tecido da planta. COSTA et al. (2008) também observaram que mesmo ocorrendo o aumento dos teores de clorofila com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de

N, a partir da dose de 200 kg ha⁻¹ os teores tenderam a se estabilizar, alcançando o referido ponto.

Para as gramíneas estudadas as maiores concentrações de nitrogênio foliar na estação seca foi observada com a aplicação de sulfato de amônio, com aumento de 1,34 e 2,86 g N kg⁻¹ de matéria seca, em comparação com a ureia nas gramíneas de Marandu e Mulato II, respectivamente (Tabela 9). Em relação às fontes nitrogenadas, a aplicação de ureia não provocou diferença entre as gramíneas estudadas. No entanto, o sulfato de amônio proporcionou maior concentração do nutriente na gramínea Mulato II, havendo incremento de 11,6% em comparação a Marandu.

Tabela 9. Concentração de nitrogênio foliar (g kg⁻¹) das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II em relação às fontes nitrogenadas na estação seca.

Gramíneas	Fonte nitrogenada	
	Ureia	Sulfato de amônio
Marandu	15,42 b A	16,76 a B
Mulato II	15,85 b A	18,71 a A
CV (%)	6,21	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De maneira similar, TEIXEIRA FILHO et al. (2010) verificaram que Entec (sulfonitrato de amônio + inibidor de nitrificação – 26% de N e 12% de S) e sulfato de amônio, usadas como fontes nitrogenadas, proporcionaram maiores teores de nitrogênio em relação à ureia, assim como LOURENTE et al. (2007) que também verificaram menor incremento no teor foliar de nitrogênio com aplicação de ureia, em comparação à utilização de sulfato de amônio.

Assim, gramíneas que proporcionam maior concentração de nitrogênio, conseqüentemente terá maior teor de proteína bruta que, de acordo com CABRAL et al. (2013) é um componente fundamental na manutenção dos microrganismos presentes no rúmen, que digerem os carboidratos fibrosos e são fonte de proteína microbiana para os bovinos.

A aplicação de sulfato de amônio promoveu o aumento da concentração de nitrogênio foliar, quando comparada à ureia, em todas as doses estudadas, que pode ser devido à menor perda de nitrogênio por volatilização do sulfato de amônio, ao contrário da ureia, que além das perdas

sofridas quando aplicada em cobertura, apresenta transformações no solo, principalmente na conversão de amônio a amônia, reduzindo a disponibilidade de nitrogênio para as plantas (Tabela 10).

Tabela 10. Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})	Fonte de nitrogênio	
	Ureia	Sulfato de amônio
0	9,12 a	9,05 a
50	14,91 b	16,64 a
100	16,89 b	19,60 a
150	17,72 b	21,09 a
200	19,52 b	22,30 a
CV (%)	6,21	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação da máxima dose estudada possibilitou o incremento de 87 e 107% quando comparado com a ausência da utilização do fertilizante, para ureia e sulfato de amônio, respectivamente (Figura 7).

O aumento no teor de nitrogênio foliar provavelmente ocorreu, pois o uso das doses de N resultou em incrementos nos teores de nitrato e amônio no solo, culminando para maior disponibilidade do nutriente, sendo que esse N é de fácil absorção pelos vegetais, o que ocasiona maior absorção do nutriente aplicado no solo (COSTA et al., 2008; SOUZA & FERNANDES, 2006).

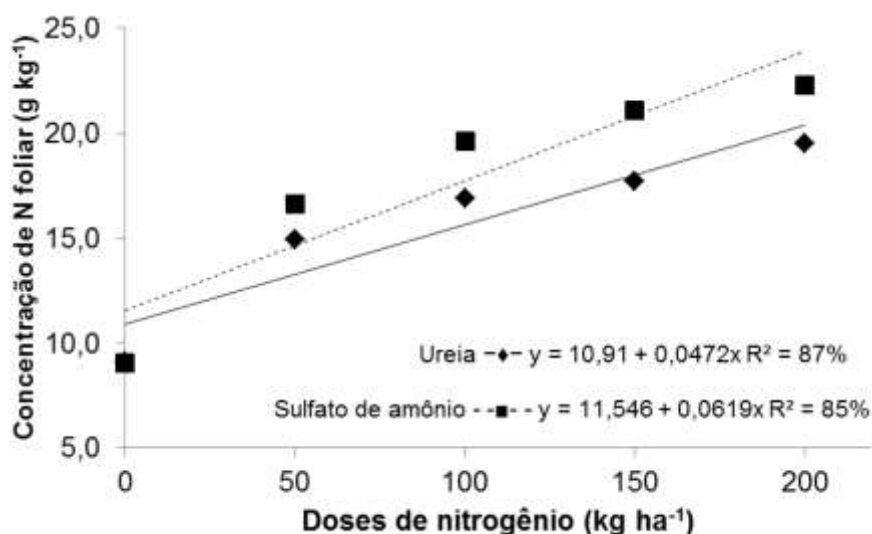


Figura 7. Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

Assim, o aumento de nitrogênio na planta é resultante da elevação na concentração externa do nutriente, onde os carregadores de baixa afinidade não são sujeitos à regulação, o que pode acarretar em excesso de nitrogênio na planta, que são armazenados nos vacúolos na forma de nitrato (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

A concentração de nitrogênio foliar, quando se aplicou 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia e 100 kg ha⁻¹ N com a aplicação de sulfato de amônio, foi de 19,5 e 19,6 g kg⁻¹, respectivamente. Estes valores são superiores à faixa de nível crítico de 19 g kg⁻¹ para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, estabelecida por SCHIAVUZZO et al. (2000). Portanto, o fornecimento destas doses para as fontes nitrogenadas foram suficientes para evitar que a gramínea sofresse deficiência desse nutriente, onde a menor exigência na dose de sulfato de amônio pode ser devido à baixa perda do nutriente pelo processo de volatilização.

Durante o período chuvoso, a concentração de nitrogênio foliar apresentou diferença para as combinações de 50 e 100 kg ha⁻¹ de N com sulfato de amônio e para as doses de 150 e 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio com ambas as fontes nitrogenadas, sendo que as concentrações foram superiores para Mulato II (Tabela 11). Nas demais combinações de doses e fontes nitrogenadas não foram verificadas diferenças significativas entre as gramíneas estudadas.

Para Marandu, a utilização de sulfato de amônio nas doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionaram maiores concentrações de nitrogênio foliar. Já para Mulato II, todas as doses de nitrogênio aplicado na forma de sulfato de amônio possibilitaram as maiores concentrações de nitrogênio em comparação com a fonte de ureia, com incrementos variando de 31 a 41%. Porém, notou-se que as maiores diferenças entre as fontes de nitrogênio ocorreram a partir da dose de 100 kg ha⁻¹ de N, comportamento também observado por COSTA et al. (2008), apresentando diferença maior na dose de 300 kg ha⁻¹ com sulfato de amônio.

Tabela 11. Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Doses de nitrogênio (kg ha^{-1})	Fonte nitrogenada	Gramíneas	
		Marandu	Mulato II
0	Ureia	8,45 a A	8,61 a A
	Sulfato de amônio	8,52 a A	8,68 a A
50	Ureia	9,92 a A	10,03 a B
	Sulfato de amônio	10,52 b A	13,58 a A
100	Ureia	11,20 a B	12,04 a B
	Sulfato de amônio	12,86 b A	16,69 a A
150	Ureia	12,90 b B	14,37 a B
	Sulfato de amônio	18,01 b A	20,22 a A
200	Ureia	14,95 b B	16,02 a B
	Sulfato de amônio	19,64 b A	21,01 a A
CV (%)		3,97	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A dose máxima do nutriente proporcionou incremento na concentração de nitrogênio em todas as combinações de gramíneas e fontes, com valores de 15 e 16 g kg^{-1} para Marandu e Mulato II + ureia; 20 e 22 g kg^{-1} para Marandu e Mulato II + sulfato de amônio, respectivamente (Figura 8).

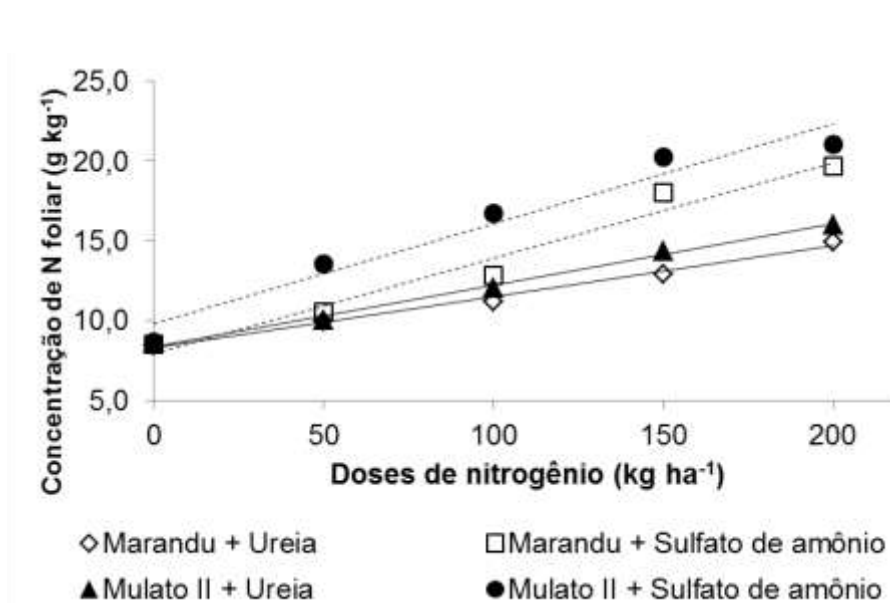


Figura 8. Concentração de nitrogênio foliar (g kg^{-1}) das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Marandu + Ureia -◇- $y = 8,288 + 0,032x$ $R^2 = 99\%$

Marandu + S.A. -□- $y = 7,964 + 0,0595x$ $R^2 = 97\%$

Mulato II + Ureia -▲- $y = 8,382 + 0,0383x$ $R^2 = 99\%$

Mulato II + S.A. -●- $y = 9,776 + 0,0626x$ $R^2 = 95\%$

A concentração de nitrogênio foliar com a adubação de ureia não possibilitou que as gramíneas atingissem valores iguais ou superiores ao nível crítico de 19 g kg^{-1} estabelecido por SCHIAVUZZO et al. (2000), sendo alcançado apenas com o fornecimento de sulfato de amônio nas doses de 200 kg ha^{-1} para Marandu e a partir de 150 kg ha^{-1} com Mulato II.

A baixa concentração do nutriente proveniente da ureia pode ser devido a menor disponibilidade do nitrogênio no solo para as plantas, em consequência das elevadas perdas por volatilização e/ou por ter sido rapidamente metabolizado e diluído na planta. Para VIANA e KIEHL (2010), a utilização de ureia em dose única no início do cultivo pode ter ocasionado a rápida absorção do nitrogênio, sendo metabolizado e redistribuído por toda a planta, diminuindo a concentração do nutriente na parte aérea.

Os capins Marandu e Mulato II com a aplicação de sulfato de amônio apresentaram os maiores valores em comparação com a aplicação de ureia (Figura 8). Resultados similares foram obtidos por CANTARELLA et al. (2001) onde com as maiores doses de nitrogênio, as plantas adubadas com sulfato de amônio apresentaram maior concentração de N em relação à aquelas adubadas com ureia. Possivelmente o sulfato de amônio apresentou menor perda de nitrogênio por volatilização de NH_3 .

Porém, as concentrações de nitrogênio obtidas no estudo foram inferiores às relatadas por CABRAL et al. (2013), que verificaram valores de 27, 20 e 23 g kg^{-1} para as gramíneas de Marandu, Decumbens e Mulato II na dose de 200 kg ha^{-1} na forma de ureia. Esse resultado pode ser explicado pelo fato do presente estudo ter sido realizado a campo, onde o nitrogênio aplicado no solo está sujeito aos processos de lixiviação e volatilização e ao déficit hídrico, o que pode ter limitado a absorção do nutriente pelas gramíneas.

Para Marandu e Mulato II, as maiores porcentagens de proteína bruta observadas foram obtidas com a aplicação de sulfato de amônio (Tabela 12). A aplicação de ureia no final da estação chuvosa, não apresentou diferença significativa entre as gramíneas estudadas, com porcentagem de proteína bruta média de 9,78%.

Tabela 12. Porcentagem de proteína bruta das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II em relação às fontes nitrogenadas na estação seca.

Gramíneas	Fonte nitrogenada	
	Ureia	Sulfato de amônio
Marandu	9,64 b A	10,48 a B
Mulato II	9,91 b A	11,69 a A
CV (%)	6,21	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao utilizar como fonte nitrogenada, o sulfato de amônio, pode-se observar que a porcentagem de proteína bruta foi maior no capim Mulato II (11,69 %) em relação ao capim Marandu (10,48 %), o que indica um maior valor nutritivo da cultivar, que possivelmente é em razão das características aperfeiçoadas em relação às cultivares do gênero *Brachiaria*, pois quando esta gramínea foi lançada no mercado, o intuito foi de aumentar os ganhos em produtividade e valores nutricionais (ARGEL et al., 2007).

A aplicação de sulfato de amônio elevou a porcentagem de proteína bruta das gramíneas com variações de incremento de 12 a 19% em comparação com a ureia (Tabela 13). Notou-se também que todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 9%, com exceção da ausência de aplicação do fertilizante onde os valores não diferiram entre si e as médias de proteína bruta das lâminas de 5,70 e 5,66% permaneceram abaixo do nível crítico de 7%, que é considerado de acordo com COSTA et al. (2010) limitante para a alimentação dos bovinos.

A baixa porcentagem de proteína bruta está associada a menor concentração de nitrogênio foliar, uma vez que a ausência da adubação ocasionada redução na disponibilidade do nutriente no solo e posteriormente as plantas, assim, plantas deficientes não apresentam conteúdo de proteína bruta desejável, devido a menor síntese de aminoácidos. Isso faz com que sejam necessários pelo menos baixas aplicações de nitrogênio no solo, de forma a favorecer a elevação das características nutricionais da gramínea, principalmente na estação seca.

Tabela 13. Porcentagem de proteína bruta da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fonte de nitrogênio	
	Ureia	Sulfato de amônio
0	5,70 a	5,66 a
50	9,32 b	10,40 a
100	10,56 b	12,25 a
150	11,08 b	13,19 a
200	12,20 b	13,93 a
CV (%)	6,21	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outro fator que pode explicar a menor porcentagem de proteína bruta na ausência e baixas doses do fertilizante para ambas as fontes é o maior período de dias transcorridos para a gramínea atingir altura de corte na estação seca do ano, onde os intervalos tenderam a ser mais amplos, principalmente para as plantas que não foram adubadas com nitrogênio, conseqüentemente, os teores de proteína bruta reduziram. Diferentemente, esse comportamento foi notado nos tratamentos com elevadas doses do nutriente, uma vez que o aumento da disponibilidade de nitrogênio ocasionou a intensificação do crescimento do capim, favorecendo a diminuição do intervalo de corte e a renovação dos órgãos aéreos.

Dessa forma, as condições de temperatura e precipitação na estação seca são fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas, pois retardam o crescimento e a formação de novos rebentos, conseqüentemente, há o envelhecimento do pasto, reduzindo assim, os valores nutricionais, uma vez que o intervalo de corte tende a ser maior que o da estação chuvosa (COSTA et al., 2013). Portanto, à medida que a idade fisiológica da planta avança, as porcentagens de celulose, hemicelulose e lignina aumentam ao contrário dos componentes digestíveis (carboidratos solúveis, proteína, minerais e vitaminas), ocasionando redução na digestibilidade do capim (COSTA et al., 2007).

A adubação com ambas as fontes nitrogenadas aumentou as porcentagens de proteína bruta das lâminas foliares, com efeito linear crescente, onde na maior dose as porcentagens obtidas foram de 12,7 e 15,0% para ureia e sulfato de amônio, respectivamente (Figura 9), isso se deve à maior disponibilidade do nitrogênio no solo e posteriormente o aumento na

concentração foliar, sendo o nutriente utilizado para a formação de aminoácidos e proteínas.

Os resultados obtidos no presente trabalho foram superiores aos relatados por FARIA (2010) que, no capim Xaraés obteve 10% de proteína bruta na estação seca com dose superior a estudada ($289 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$); bem como OLIVEIRA (2008) que capim-braquiária no período seco constatou que na dose de 565 kg ha^{-1} de nitrogênio a porcentagem de proteína bruta foi de 13,9%.

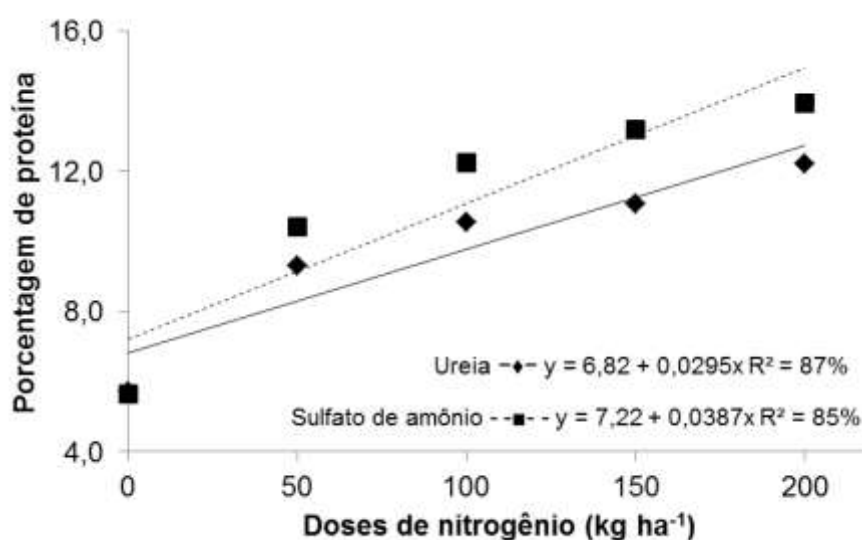


Figura 9. Porcentagem de proteína bruta da gramínea em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação seca.

Nas doses de 50 e 100 kg ha^{-1} de nitrogênio com sulfato de amônio e 150 e 200 kg ha^{-1} em ambas as fontes ocorreu os teores de proteína bruta na estação chuvosa para a cultivar Mulato II, enquanto que, para as demais combinações de doses e fontes nitrogenadas analisadas, não foram observadas diferenças entre as cultivares de *Brachiaria* (Tabela 14).

A gramínea Marandu, com a aplicação do sulfato de amônio nas três maiores doses, proporcionaram porcentagens de proteína bruta nas lâminas foliares superiores às verificadas quando foi aplicado ureia, com aumento de 1,04; 3,20 e 2,93% nas doses de 100, 150 e 200 kg ha^{-1} de nitrogênio. Para Mulato II, a porcentagem de proteína bruta apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas nas doses de 50, 100, 150 e 200 kg ha^{-1} de N, sendo

superior para sulfato de amônio, com aumento variando de 2,22 a 3,66 % em relação à ureia.

Tabela 14. Porcentagem de proteína bruta das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fonte nitrogenada	Gramíneas	
		Marandu	Mulato II
0	Ureia	5,28 a A	5,38 a A
	Sulfato de amônio	5,32 a A	5,42 a A
50	Ureia	6,20 a A	6,27 a B
	Sulfato de amônio	6,58 b A	8,49 a A
100	Ureia	7,00 a B	7,52 a B
	Sulfato de amônio	8,04 b A	10,43 a A
150	Ureia	8,06 b B	8,98 a B
	Sulfato de amônio	11,26 b A	12,64 a A
200	Ureia	9,34 b B	10,01 a B
	Sulfato de amônio	12,27 b A	13,13 a A
CV (%)		3,98	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em todas as combinações das gramíneas e fontes nitrogenadas pode-se observar regressão linear crescente, com maiores porcentagens de proteína bruta na dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 10). Os incrementos para proteína bruta foram de 77 e 149% para a gramínea Marandu e 91 e 128% para Mulato II com as fontes nitrogenadas de ureia e sulfato de amônio, respectivamente, em comparação com a ausência de adubação.

O aumento da porcentagem de proteína bruta em virtude do incremento na dose de nitrogênio deve-se a maior absorção de N pela planta, resultando na intensificação da síntese proteica (ALMEIDA, 2014). Além disso, o manejo de corte também pode ter favorecido o aumento de proteína bruta das gramíneas adubadas com elevadas doses de nitrogênio, pois os períodos de rebrota foram inferiores a trinta dias, conseqüentemente, esta prática proporcionou forragem de melhor valor nutricional, resultado também observado por COSTA et al. (2010).

Observou-se que nos tratamentos a partir de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio para ambas as gramíneas estudadas, a porcentagem de proteína bruta permaneceu acima do nível crítico de 7%, estabelecido por COSTA et al. (2010). Dessa forma, um aspecto importante notado no presente estudo foi à

capacidade de resposta das duas espécies de *Brachiarias* à adubação nitrogenada, principalmente a partir de 100 kg ha⁻¹ de N, elevando as porcentagens de proteína bruta para valores considerados adequados na alimentação de bovinos.

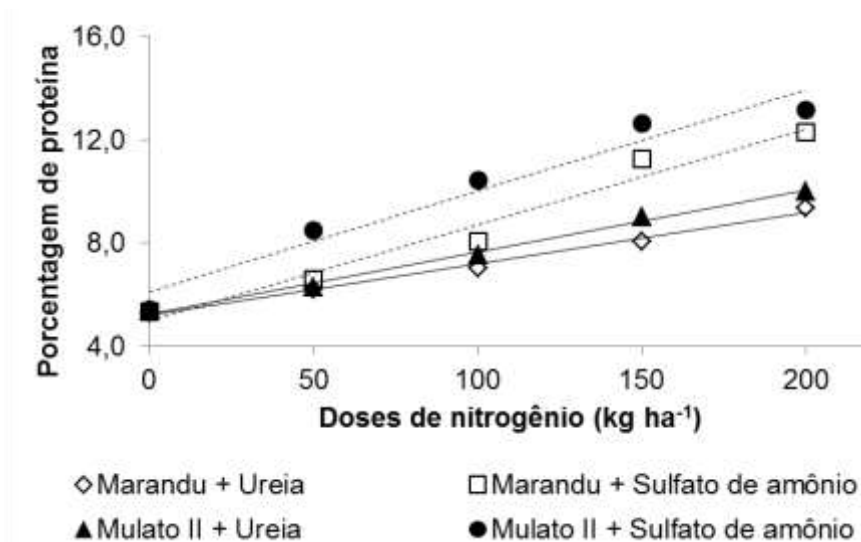


Figura 10. Porcentagem de proteína bruta das gramíneas em relação às fontes e doses de nitrogênio na estação chuvosa.

Marandu + Ureia -◇- $y = 5,18 + 0,02x$ $R^2 = 99\%$
 Marandu + S.A. -□- $y = 4,978 + 0,0372x$ $R^2 = 99\%$
 Mulato II + Ureia -▲- $y = 5,238 + 0,0239x$ $R^2 = 99\%$
 Mulato II + S.A. -●- $y = 6,108 + 0,0391x$ $R^2 = 95\%$

Quando os teores de proteína bruta das gramíneas estão inferiores a 7% ocorre redução na digestão da gramínea, devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microrganismos presentes no rúmen, diminuindo assim, sua população, e conseqüentemente há a redução da digestibilidade e da ingestão da massa seca, sendo necessário um elevado teor de proteína bruta para as exigências do organismo animal ocorrem adequadamente (VAN SOEST, 1994).

Notou-se também que não houve as máximas respostas para as combinações das fontes e gramíneas, necessitando de maiores estudos, principalmente para a gramínea híbrida Mulato II, sendo relatado por MOREIRA et al. (2011), que mesmo com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ocorreu o aumento linear do teor de proteína bruta (14,5%). Ao contrário do observado por COSTA et al. (2013), em que os maiores índices obtidos (15 e 16%) no

verão foram verificados nas doses de 407 e 396 kg ha⁻¹ de N com ureia e sulfato de amônio, respectivamente no capim Xaráes.

A adubação nitrogenada além de aumentar a produção de massa seca das gramíneas, proporciona o aumento na concentração de nitrogênio foliar e porcentagem de proteína bruta, contribuindo assim, para a elevação do valor nutricional do capim consumido pelos animais.

Conclusões

A dose máxima de 200 kg ha⁻¹ aplicada próximo do término e início da estação chuvosa proporcionou comportamento linear crescente para as variáveis estudadas.

O capim Mulato II com sulfato de amônio proporcionou maior massa seca na estação chuvosa, principalmente a partir da dose de 100 kg ha⁻¹.

A maior intensidade da cor verde das lâminas foliares ocorreu com sulfato de amônio.

O Mulato II e sulfato de amônio proporcionou concentração de nitrogênio foliar superior a 19 g kg⁻¹ com 100 kg ha⁻¹ N na estação seca e 150 kg ha⁻¹ N na chuvosa.

Doses superiores de 50 kg ha⁻¹ N na forma de sulfato de amônio em Mulato II em ambas as estações do ano proporcionou proteína bruta superior a 7%.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, I. C. L. **Acúmulo e valor nutritivo da forragem do capim Convert HD 364 (*Brachiaria híbrida*) sob taxas contrastantes de crescimento em resposta à altura do dossel mantida por lotação contínua**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 30-35.

ARGEL, P. J.; MILES, J. W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C. E. **Cultivar Mulato II**: gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada aos solos tropicais ácidos e bem drenados. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2007. 22 p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: Association of Analytical Communities, 1995. 1025 p.

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

BONFIM-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**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, 2006.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação de nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CABRAL, C. E. A.; ABREU, J. G.; BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C. H. A.; SCARAMUZZA, J. F.; SILVA, T. J. A. Eficiência de produção e concentração de nitrogênio nos capins Marandu, decumbens e convert submetidos à adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1653-1662, 2013.

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

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 296-303.

CECATO, U.; GOMES, L. H.; ASSIS, M. A. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 114-116.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

COSTA, C.; DWYER, L. M.; DUTILLEUL, P.; STEWART, D. W.; MA, B. L.; SMITH, D. L. Inter-relationships of applied nitrogen, spad, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 8, p. 1173-1194, 2001.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, J. L.; RODRIGUES, R. B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 1601-1607, 2008.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, M. A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 115-123, 2009.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.

COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, F. G.; BORGES, E. F.; EPIFÂNIO, P. S.; GUIMARÃES, K. C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of Xaraés grass. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 288-298, 2013.

CRUZ, P. G. **Produção de forragem em *Brachiaria brizantha***: adaptação, geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem. 2010. 103 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

DIAS-FILHO, M. B. **Estratégias para recuperação de pastagens degradadas na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Oriental, 2015. 25 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FARIA, A. F. G. **Acúmulo de forragem verde, extração de nutrientes e valor nutricional do capim-xaraés adubado com nitrogênio**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE, F. M.; COELHO, A. M.; VIANA, M. C. M.; SILVA, E. A. Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 266, p. 60-68, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

LEAL, D. M. **Produtividade e composição bromatológica da *Brachiaria híbrida* cv. Mulato II em regime de cortes sob doses de nitrogênio**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

LEÃO, A. F. Redutores de volatilização do nitrogênio da ureia na cultura do milho safrinha, utilizando coletores semi-aberto estático. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2008.

LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; ARAÚJO, A. R. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA – TEC – FÉRTIL, 1., 2013, Ribeirão Preto. **Anais...** Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

MARTUSCELLO, J. A.; FARIA, D. J. G.; CUNHA, D. N. F. V.; FONSECA, D. M. Adubação nitrogenada e partição de massa seca em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 663-667, 2009.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGAMASHINE, A. F. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

MOREIRA, L. M.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 914-921, 2011.

OLIVEIRA, D. A. **Características produtivas e valor nutritivo num ano de recuperação do capim-braquiária com aplicações de nitrogênio e enxofre**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S. Balanço do nitrogênio (15N) da uréia nos componentes de uma pastagem de capim-marandu sob recuperação em diferentes épocas de calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1982-1989, 2007.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; VIVALDI, L. F. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G. Adubação com enxofre. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

ROZALINO SANTOS, M. E.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; MONÇÃO, F. P.; ANTUNES, A. P. S.; OLIVEIRA, E. R.; MATOS, V. M.; CÔRREA, M. M.; DELVAUX, A. S. Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 22, p. 486-499, 2013.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, C. C. F.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; PATÊS, N. M. S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 856-866, 2008.

SCHIAVUZZO, P. F.; MONTEIRO, F. A.; LAVRES JÚNIOR, J. Nitrogênio na produção e na nutrição da braquiária Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 107.

SILVA, F. C. (eds.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVEIRA, M. C. T. **Estrutura do dossel, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo**. 2010. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 216-252.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Editora Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

TEODORO, M. S. R.; PEREIRA, M. L. R.; CAMPOS, A. B.; REZENDE, S. A. C.; GASTALDI, K. A.; LEÃO, H. F. Produção e teor de matéria seca das braquiárias brizanta (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e Mulato (*Brachiaria híbrida* cv. Mulato) nas condições edafoclimáticas do sudoeste goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: FZEA/USP-ABZ, 2009. p. 1-4.

TRINDADE, J. K.; SILVA, S. C.; SOUZA JÚNIOR, S. J.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C. V.; GUARDA, V. D. A.; CARVALHO, P. C. F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 883-890, 2007.

VALLE, C. B.; BARRIOS, S. C. L.; JANK, L.; SANTOS, M. F. Melhoramento de plantas forrageiras para uma pecuária de baixa emissão de carbono. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA. 1. 2014, Sinop. **Anais...** Sinop: Embrapa, 2014. p. 109-140.

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

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

4. CONCLUSÕES GERAIS

A aplicação da adubação nitrogenada no início e término da estação chuvosa proporciona o aumento da produção e da característica nutritiva das gramíneas, conseqüentemente, reduz a degradação das gramíneas, devido às mesmas serem manejadas de forma adequada.

A cultivar Mulato II quando cultivada em condições de fertilidade do solo adequada e adubada com nitrogênio apresentou maior desenvolvimento produtivo na estação chuvosa e nutritivo em ambos os períodos em comparação com a cultivar Marandu, principalmente a partir das doses de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A fonte nitrogenada de sulfato de amônio demonstrou maior eficácia na adubação das gramíneas para a produção de matéria seca na estação chuvosa, índice de cor verde das lâminas foliares, concentração de nitrogênio foliar e porcentagem de proteína bruta nas épocas avaliadas, entretanto, estudos adicionais são necessários para avaliar a viabilidade econômica do seu uso.

A aplicação de elevadas doses de nitrogênio promoveram os maiores ganhos produtivos e nutritivos de ambas as gramíneas, porém, observaram-se nessas doses as maiores perdas de amônia, principalmente com a aplicação de ureia sem parcelamento.

A aplicação da adubação nitrogenada deve ser realizada com precipitações que possibilitem a incorporação do fertilizante no solo e durante períodos com menor oscilação de temperatura e evaporação da água do solo, conseqüentemente, haverá menor perda de amônia pelo processo de volatilização.