

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA DE FONTES
NITROGENADAS COM EFICIÊNCIA AUMENTADA EM
CONDIÇÕES DE PASTAGEM

Guilherme Constantino Meirelles
Engenheiro Agrônomo

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA DE FONTES
NITROGENADAS COM EFICIÊNCIA AUMENTADA EM
CONDIÇÕES DE PASTAGEM

Guilherme Constantino Meirelles

Orientador: Prof. Dr. Reges Heinrichs

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

M514v

Meirelles, Guilherme Constantino.

Volatilização de amônia de fontes nitrogenadas com eficiência aumentada em condições de pastagem / Guilherme Constantino Meirelles. -- Dracena: [s.n.], 2017.
91 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2017.

Orientador: Reges Heinrichs
Inclui bibliografia.

1. Capim decumbens. 2. Forrageiras. 3. Nitrogênio. 4. Pastagem. 5. Urochloa decumbens. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA DE FONTES NITROGENADAS COM EFICIÊNCIA AUMENTADA EM CONDIÇÕES DE PASTAGEM

AUTOR: GUILHERME CONSTANTINO MEIRELLES

ORIENTADOR: REGES HEINRICH

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. REGES HEINRICH

Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Prof. Dr. JOÃO MAURÍCIO BUENO VENDRAMINI
Florida/EUA / University of Florida

Prof. Dr. ADÔNIS MOREIRA
Ciência do Solo / EMBRAPA SOJA

Dracena, 07 de dezembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Guilherme Constantino Meirelles, nascido em 23 de Dezembro de 1990 no município de Dracena, São Paulo. Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, março de 2015. Ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal em março de 2016, na área de produção de ruminantes, sendo bolsista pela AGRISUS e PROPG. Membro do GENAP – Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas.

**À minha mãe Vânia, minha irmã Flávia,
a meus avôs, Agostinho e Dalva pelo
incentivo, amor, carinho, pela
paciência, apoio e força, DEDICO.**

**À Deus, por me iluminar e me dar força
e saúde, MINHA GRATIDÃO.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelas oportunidades, saúde e proteção concedidas durante esses 26 anos de vida.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em especial à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena e Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, pela oportunidade e suporte.

Ao prof. Dr. Reges Heinrichs, pela oportunidade, orientação, confiança, compreensão, dedicação, apoio e conhecimentos transmitidos. Manifesto minha eterna gratidão pela grande contribuição em minha vida acadêmica, pessoal, a você professor, meu muito Obrigado!

A prof. Dr. Carolina dos Santos Batista Bonini, pela confiança, apoio e conhecimentos transmitidos, meu muito Obrigado!

Aos professores/pesquisadores que aceitaram compor as bancas de qualificação e defesa da dissertação.

A todos os docentes do programa de mestrado em Ciência e Tecnologia Animal.

Aos técnicos de laboratório e de campo pela contribuição na execução das coletas e análises do experimento.

A empresa Koch Industries Inc. pelo apoio financeiro a pesquisa junto a Funep, em nome do Engenheiro Agrônomo Dr. Cleiton Sequeira;

A FUNEP por viabilizar a realização da pesquisa por meio de contratos e demais exigências legais;

Aos alunos e amigos do mestrado em ciência e tecnologia animal e GENAP (Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas), pelo companheirismo e ajuda na execução dos trabalhos, em especial Thiago Bergamini, Maikon Lira, Filipe Ribeiro, Igor Ribeiro, Aline Marchetti, Luiz Felipe, Cristiane Tropaldi, Diego Coleta.

Aos meus familiares e amigos por fazerem parte da minha vida e tornarem os meus dias mais leves.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa. Muito obrigado!

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA DE FONTES NITROGENADAS COM EFICIÊNCIA AUMENTADA EM CONDIÇÕES DE PASTAGEM

RESUMO - A pastagem tem se destacado como principal fonte de alimento para pecuária brasileira pela sua extensa área e baixo custo de produção. A aplicação de nitrogênio na pastagem está associada diretamente com o aumento de produção de matéria seca, bem como incremento na qualidade da forragem, contribuindo na manutenção da capacidade produtiva. O experimento foi realizado no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, com o objetivo de avaliar fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada na volatilização de amônia e seus efeitos na produção de pastagem de *Urochloa decumbens* (*syn. Brachiaria decumbens*). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2+1. As parcelas constituíram de 4 fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônio, ureia + NBPT, ureia + B e Cu), com duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle). As doses nitrogenadas foram parceladas em 5 aplicações iguais (20 e 40 kg ha⁻¹), sendo a primeira após o corte de uniformização e as demais após os cortes imediatamente subsequentes. A aplicação das fontes e doses de nitrogênio afetaram a produção acumulada de massa seca e lâminas foliares de capim decumbens no primeiro e segundo ano de condução do experimento. A quantidade de N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos foi maior com o aumento das doses de nitrogênio na adubação. No primeiro ano o teor de proteína bruta do capim decumbens aumentou com a aplicação de nitrogênio no sistema, independente da fonte; Os teores de FDN e FDA não alteraram em função das fontes e doses nitrogenadas. No segundo ano aumentaram os teores de FDA e PB em função das doses de nitrogênio independente da fonte utilizada, e o teor de clorofila aumentou com doses maiores de N. A menor eficiência de uso do nitrogênio na produção de massa seca de capim decumbens foi com a utilização de ureia sem revestimento e as fontes nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B + Cu não apresentaram diferença significativa; Na avaliação isolada em cada corte a ureia apresentou maior volatilização em relação as fontes nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B + Cu; Na volatilização acumulada de amônia, em quatro avaliações, foi em ordem crescente nitrato de amônio = ureia + NBPT < ureia + B + Cu < ureia (sem revestimento). A maior volatilização de amônia ocorreu até o nono dia após a aplicação dos fertilizantes nitrogenados. No segundo ano na volatilização acumulativa ocorreu na seguinte ordem crescente de perdas de amônia nitrato de amônio < ureia + NBPT = ureia + B + Cu < ureia.

Palavras-chave: Adubação, capim decumbens, inibidor de urease, nitrogênio, *Urochloa decumbens*

AMMONIA VOLATILIZATION OF NITROGENATED SOURCES WITH EFFICIENCY INCREASED IN PASTURES CONDITIONS

Abstract – Pasture have been the main source of feed for livestock systems in extensive production systems. Nitrogen fertilization is an important management practice in forage systems because it usually increases forage accumulation, nutritive value and persistence of the pasture. The objective of this study was to evaluate the effects of different levels and sources of N fertilizer on ammonia volatilization, herbage accumulation and nutritive value *Urochloa decumbens* pasture (syn. *Brachiaria decumbens*). The study was conducted at the Sao Paulo State University - Campus Dracena in 2015 to 2017. The experimental design was in randomized blocks with four replicates, in a factorial scheme 4x2+1. The plots were composed of four nitrogen sources (urea, ammonium nitrate, urea + NBPT, urea + B + Cu) and two nitrogen doses (100 and 200 kg ha⁻¹), plus a treatment without nitrogen (control). The nitrogen doses were divided in five equal applications (20 e 40 kg ha⁻¹), the first one after the cut of uniformization and the others after the immediately subsequent cuts. The application of the different sources and nitrogen doses affected the accumulated dry mass production of the signal grass in the first and second year of the experiment. The application of the different sources and nitrogen levels affected the accumulated dry mass production of leaf blade. The amount of N, P, K, Ca, Mg and S absorbed was higher with increasing levels of nitrogen at fertilization. In the first year the crude protein (CP) content of the signal grass increased with the application of nitrogen in the system, regardless of the source; The concentration of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) did not change due to nitrogen sources and doses. In the second year, the levels of ADF and CP increased as a function of the doses of nitrogen independent of the source used and the chlorophyll content increased with greater levels of N. The lower efficiency of nitrogen use in dry mass production of signal grass was with the use of uncoated urea and the sources of ammonium nitrate, urea + NBPT and urea + B + Cu did not present significant difference; In the isolated evaluation in each section the urea presented greater volatilization in relation to the sources of ammonium nitrate, urea + NBPT and urea B + Cu; In the accumulated volatilization of ammonia, in four evaluations, it was in increasing order ammonium nitrate = urea + NBPT < urea + B + Cu < urea (without coating). The highest volatilization of ammonia occurred until the ninth day after the application of nitrogen fertilizers. In the second year in the cumulative volatilization occurred in the following increasing order of ammonia losses ammonium nitrate < urea + NBPT = urea + B + Cu < urea.

Keywords: Fertilizing, signal grass, urease inhibitors, nitrogen, *Urochloa decumbens*

SUMÁRIO

	Páginas
1. CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	10
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
1.2.1 Pastagem em âmbito nacional.....	11
1.2.2 Importância da adubação em pastagem.....	12
1.2.3 Aplicação e eficiência de fertilizantes nitrogenados.....	12
1.2.4 Composição química e bromatológica.....	15
1.4 REFERÊNCIAS.....	16
 CAPÍTULO 2 – Volatilização de nitrogênio e eficiência do uso de nitrogênio em pastagem de capim decumbens adubada com fontes e doses de nitrogênio.....	 19
2.1 INTRODUÇÃO.....	21
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.2.1 Localização e características da área experimental.....	22
2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	22
2.2.3 Instalação e condução do experimento.....	23
2.2.4 Eficiência de uso de nitrogênio.....	24
2.2.5 Volatilização de amônia.....	25
2.2.6 Análise estatística.....	27
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
2.3.1 Eficiência do uso de nitrogênio.....	27
2.3.2 Volatilização de nitrogênio.....	28
2.3.3 Volatilização de nitrogênio acumulado em dias após a aplicação	31
2.4 CONCLUSÕES.....	43
2.5 REFERÊNCIAS.....	44
 CAPÍTULO 3 – Acúmulo de forragem, composição morfológica e porcentagem de massa seca em pastagem de capim decumbens adubada com fontes e doses de nitrogênio.....	 46
3.1 INTRODUÇÃO.....	48
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	49

3.2.1 Localização e características da área experimental.....	49
3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	49
3.2.3 Instalação e condução do experimento.....	49
3.2.4 Acúmulo de massa seca total.....	50
3.2.5 Composição morfológica.....	51
3.2.7 Análise estatística.....	51
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
3.3.1 Acúmulo de forragem.....	51
3.3.2 Composição morfológica.....	54
3.4 CONCLUSÕES.....	65
3.5 REFERÊNCIAS.....	66
 CAPÍTULO 4 – Composição bromatológica, teor e absorção de macronutrientes em pastagem de capim decumbens adubada com fontes e doses de nitrogênio..	68
4.1 INTRODUÇÃO.....	70
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	71
4.2.1 Localização e características da área experimental.....	71
4.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	71
4.2.3 Instalação e condução do experimento.....	71
4.2.4. Teores de macronutrientes da parte aérea da forrageira.....	72
4.2.5 Composição bromatológica.....	73
4.2.5 Avaliação da intensidade da cor verde (SPAD).....	73
4.2.5. Análise estatística.....	73
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.3.1 Teor de nutrientes em capim decumbens.....	74
4.3.2 Absorção de macronutrientes em capim decumbens.....	78
4.3.3 Composição bromatológica de capim decumbens.....	82
4.3.4 Índice SPAD em capim decumbens.....	84
4.4 CONCLUSÕES.....	86
4.5 REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICES – FOTOS DO EXPERIMENTO.....	88

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1.1 INTRODUÇÃO

A pastagem tem se destacado como principal fonte de alimento para pecuária brasileira pela sua extensa área e baixo custo de produção. No entanto, em muitas situações as áreas estão em locais de solo de baixa fertilidade natural ou esgotadas por efeito de manejos impróprios, reduzindo a produtividade e capacidade de suporte (FREIRE et al., 2012).

Com a degradação da pastagem há o surgimento de plantas daninhas, reduzindo gradativamente o potencial produtivo, fazendo com que o solo seja incapaz de assegurar a produção das espécies forrageiras de maneira expressiva, gerando a permuta da pastagem por plantas que se adaptam a solos com baixa fertilidade ou gerando áreas sem vegetação. Em muitas situações, a implantação de pastagens é caracterizada por produtores como de fácil manejo e condução, com êxito na atividade considerando que não há necessidade de preparo de solo mais aprimorado, com menor uso de insumos, baixa tecnologia e mão de obra de obra menos qualificada, criando histórico de baixa tecnologia desde o princípio (DIAS FILHO, 2014).

Por outro lado, o conjunto de ações atreladas a pressões ambientais e ao mercado, aliadas ao aumento de tecnologias para recuperar pastagens, com desenvolvimento de cultivares com maior capacidade produtiva e o melhoramento genético dos animais, estimularam o setor pecuário do Brasil (DIAS FILHO, 2014).

Em relação à adubação, um dos nutrientes mais importantes na produtividade de espécies forrageiras é o nitrogênio. Ainda que este se encontre em grande quantidade na atmosfera, na maioria dos solos está presente em baixas quantidades. A maior parte do nitrogênio que está no solo está ligada a matéria orgânica, não acessível prontamente para as plantas (COSTA, 2004).

Objetivou-se avaliar o uso de fontes nitrogenadas, na avaliação da volatilização e amônia, produção da pastagem de capim decumbens, concentração de nutrientes e composição bromatológica na forragem (*Urochloa decumbens*).

A hipótese foi que a utilização de fertilizantes nitrogenados revestidos reduz a volatilização, bem como melhora a produção de forragem, eficiência de utilização do nitrogênio, composição bromatológica, teor e extração de nutrientes e favorece a absorção de nitrogênio.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 A pastagem em âmbito nacional

No ano de 2014 o rebanho brasileiro apresentava aproximadamente 212,3 milhões de cabeças, em sua maior parte nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste. Apresentando projeções de crescimento de 2,4% ao ano na produção de carnes e a produção alcançando 8,5 mil toneladas de carne bovina (MAPA, 2016).

Gerando 6,8 milhões de empregos diretos e indiretos mercado brasileiro, no qual cerca de 150 milhões de animais são utilizados com finalidade de produção de carne bovina e outros 40 milhões tem finalidade os produtos lácteos ou possuem dupla finalidade, esse sistema de produção animal tem como base a alimentação a pasto (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

A pecuária brasileira vem apresentando uma evolução tecnológica constante, que possibilita sistemas produtivos distintos para a pecuária no agronegócio nacional. Visando garantir um suprimento contínuo de forragem de alta qualidade aos animais, suprimindo as exigências nutricionais e melhorando o desempenho animal. A produção a pasto ainda é o sistema de menor custo para alimentação dos animais, mesmo que haja perdas devido ao pisoteio e à emissão de dejetos, que podem afetar o consumo (SCALOPPI, 2014).

O problema de pastagens degradadas no país é preocupante, mas com práticas de manejo adequado tem potencial para aumento da produtividade pecuária, por meio de recuperação de áreas, bem como pela busca cada vez maior por tecnologias, isso atrelado a pressões ambientais e econômicas, gerando efeitos positivos com o aumento da capacidade de suporte de animais e maior duração de pastagens sem necessidade de renovação (DIAS FILHO, 2014).

1.2.2 Importância da adubação em pastagens

Diferente de culturas de grãos ou culturas perenes que requerem cuidados na implantação e condução, a pecuária de corte pode ser estabelecida e conduzida no Brasil, com algum êxito, sem um preparo do solo mais aprimorado, com baixa utilização de fertilizantes e com mão de obra pouco qualificada, porém apresenta baixa capacidade de produção, por esse fato áreas de pastagem se encontram em locais com baixa fertilidade e áreas de difícil acesso, bem como em regiões distantes dos centro consumidores (DIAS FILHO, 2014).

Estima que 80% das pastagens do cerrado brasileiro estão em algum processo de degradação (BORGHI et al., 2013), isso pelo fato da falta de adubação e manejo inadequado das pastagens (COSTA et al., 2009).

Assim, para o crescimento das plantas, existem alguns fatores que devem ser considerados como o gás carbônico, luz, água e nutrientes, o adequado fornecimento desses fatores não causa sintomas de deficiência as plantas e melhora o desenvolvimento e a produtividade das culturas (MARSCHNER, 2012).

A utilização do nitrogênio é fundamental para as plantas, e este é absorvido de várias formas, como N_2 em leguminosas, aminoácidos, ureia, NH_4^+ e NO_3^- , em que a absorção de NH_4^+ faz com que haja um aumento da acidez pela saída de H^+ , e quando aplicado na forma de NO_3^- reduz a acidez pela liberação de OH^- , que tem como fonte o nitrato, envolvido em vários processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, entre outros (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A utilização de adubação nitrogenada por exemplo, incrementa o acúmulo de matéria verde e seca em pastagem de capim Marandu, em que o incremento de produção foi crescente até doses de 572 kg de nitrogênio ha^{-1} , na época de maior crescimento da forrageira, melhorando o valor nutricional da forrageira (CECATO et al., 2004).

1.2.3. Aplicação e eficiência de fertilizantes nitrogenados

O nitrogênio é o nutriente que resulta em maior acréscimo na produtividade das pastagens, devendo ser estudada a quantidade adequada a ser aplicada para

cada condição de pastejo, fonte do nutriente, espécie forrageira e capacidade de suporte (COSTA, 2006). A aplicação do nitrogênio auxilia na recuperação da pastagem, aumentando a produção de matéria seca e melhorando a qualidade do capim, pelo aumento do teor de proteína bruta, e reduzindo os teores de fibra solúvel em detergente ácido e neutro (COSTA; FAQUIM; OLIVEIRA, 2010).

De acordo com Soares Filho et al. (2015), a principal fonte de fertilizante nitrogenado é a ureia que contém alta concentração de nitrogênio, fácil de ser utilizada e tem efeito moderado de acidificação do solo, muito empregada, principalmente, em sistemas intensivos de pastejo.

Embora os fertilizantes nitrogenados sejam utilizados em sistemas tropicais, deve-se ter o cuidado na sua aplicação, pois podem sofrer influência da umidade, abrasão, temperaturas elevadas, que podem interferir na integridade química e física e consequentemente na qualidade de aplicação e sua eficiência (FARIA et al., 2014).

Outra forma que pode ocorrer a perda do nitrogênio é pela volatilização da amônia. Em solo com baixo pH, ocorre menor perda de amônia, devido à predominância de NH_4^+ no solo, entretanto o uso da ureia, mesmo em solos ácidos, pode ocorrer altas taxas de perda por volatilização (COSTA et al., 2003). Evidenciando que as perdas por volatilização de nitrogênio amoniacal são variáveis e pode ser maior ou menor dependendo das variações climáticas (NI et al., 2014).

Para diminuir essas perdas é necessária a incorporação do fertilizante no solo. A desnitrificação também pode causar perda de nitrogênio, uma vez que nesse processo as bactérias utilizam o nitrato como receptor de elétrons, quando há falta de oxigênio (CANTARELLA et al., 2007).

Para evitar as perdas de nitrogênio e elevar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados, há a disponibilidade de algumas tecnologias na produção de fertilizantes. Por meio de processos industriais e a fabricação de fertilizantes de liberação lenta ou controlada, constituídos por ureia-formaldeídos ou encapsulados que reduzem a taxa de liberação e aumenta a absorção pelas plantas (HEINRICHES; SOARES FILHO, 2014). Por sua vez, os fertilizantes estabilizados possuem

inibidores de nitrificação ou de urease. Alguns fertilizantes podem possuir ambas as tecnologias (CANTARELLA et al., 2007).

Assim, os fertilizantes com inibidores da urease diminuem as perdas por volatilização por meio da redução da taxa de hidrólise da ureia aplicada no solo (CANTARELLA et al., 2007).

A estimativa que a perda de amônia por volatilização esteja diretamente relacionada com a dose de ureia aplicada, sendo mais intensa entre o terceiro e o 12º dia após a adubação, não apresentando efeito em função da presença de restos culturais (DUARTE, 2007). Segundo Martha Júnior (2004) solos com alta umidade aliado a ausência de chuvas e alta temperatura após a aplicação de fertilizantes nitrogenados, promove perdas de amônia por volatilização que podem alcançar 44% do N aplicado.

Em estudos avaliando a perda de nitrogênio por volatilização em solos saturados, a perda pode chegar a 15% e, em solos úmidos, a 22% do nitrogênio aplicado, por sua vez, com o uso de NBPT as perdas foram reduzidas em 83% para solo saturado e 88% para solo saturado (SCIVITTARO et al., 2010). Em outro estudo, a utilização de ureia revestida com inibidor de urease Limus Clearly auxiliou na redução das perdas em 83% quando comparada a ureia convencional, sendo uma medida de redução das perdas por volatilização de amônia (LI et al., 2015). Em capim decumbens foi verificada alta resposta a doses nitrogenadas de até 300 kg ha⁻¹ por ano, que aumenta a produção de matéria seca, e o teor de proteína bruta (VIANA et al., 2011). Em capim-mombaça a maior eficiência de produção de massa seca foi a dose de 307 kg ha⁻¹ por ano de N (MELLO et al., 2008).

Entre as fontes nitrogenadas, a ureia produzida a partir de N₂ e gás carbônico, produzida numa mesma unidade, torna-se o produto mais barato em relação as demais fertilizantes nitrogenados, inclusive pelo fato da sua alta concentração (46%), o que proporciona o preço mais atrativo por quilo de N (FRANCO; SARAIVA NETO, 2007). No entanto, a ureia necessita ser usada com critério para que tenha os resultados esperados, como a incorporação ao solo no momento da aplicação ou a utilização de técnicas para aumento da eficiência por meio de proteção física ou inibidores de urease. A utilização dessas novas tecnologias de proteção para ureia

além de reduzir a perda de nitrogênio por volatilização, também diminui a dependência do uso do nitrato e sulfato de amônio (NASCIMENTO et al., 2013).

O uso de fertilizantes com estabilizador de nitrogênio em pastagens ainda apresenta muitos questionamentos que necessitam ser esclarecidos, tais como: qual a dose recomendada, taxa de amônia volatilizada em diferentes condições edafoclimáticas, potencial de resposta de cada espécie forrageira, variação de resposta em função do tipo de solo, frequência de aplicação, época de aplicação e ação biológica na fixação de nitrogênio (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014).

1.2.4 Composição química e bromatológica

Doses crescente de N além de aumentar a produção de forragem também contribui para a redução dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) em pastagem de capim Mombaça (DUPAS et al., 2010).

A adubação com N é o principal fator que afeta os teores de proteína bruta nas plantas, no qual os teores de proteína continuam aumentando mesmo em quantidades crescentes de nitrogênio que ultrapassam as doses máximas para o crescimento das culturas (MARSCHNER, 2012).

Na pastagem, a adubação nitrogenada auxilia no aumento de produção de forragem, bem como eleva a qualidade do volumoso, com maior teor de proteína bruta, reduz a relação carbono nitrogênio e aumenta a quantidade de clorofila nos tecidos foliares (MAZZA et al., 2009).

A adubação nitrogenada pode ser aplicada em altas doses como 700 kg de nitrogênio ha⁻¹ fazendo com que haja acréscimos lineares na produção de capim elefante e, aliada a irrigação na época de escassez de chuvas, aumenta significativamente a produção de matéria seca da forrageira, mas não elimina o efeito da estacionalidade na produção, e tem efeito positivo nos teores de proteína bruta e redução da fibra em detergente neutro (VITOR et al., 2009).

1.4 REFERÊNCIAS

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; SOUSA, V. V.; MARTINS, P. O.; MATEUS, G. P.; COSTA, C. Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. **European Journal of Agronomy**, v. 51, p. 130-139, 2013.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade brasileira de ciência do solo, 2007. p. 375-470.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; GALBEIRO, S.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a produção e características de rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hoschst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringa, v. 26, n. 3. p. 399-407, 2004.

COSTA, M. C. G.; VITTI G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.27. p. 631-637, 2003.

COSTA, N. L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 219 p.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *brachiaria* em solos do cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 192 p. (Documentos, 192).

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p. 115-123, 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**. v. 62, n. 1, p. 192-199, 2010.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Documentos, 402).

DUARTE, D. S. A. **Perdas de amônia por volatilização em solo tratado com uréia na presença de resíduos culturais**. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” Piracicaba, 2007.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; ERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINE, A. F. Dry matter yield and nutritional value of marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2598-2603, 2010.

FARIA, L. A.; NASCIMENTO, C. A. C.; VENTURA, B. P.; FLORIM, G. P.; LUZ, P.H.C.; VITTI, G. C. Hygroscopicity and ammonia volatilization losses from nitrogen sources in coated urea⁽¹⁾. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 38. p. 942-948, 2014.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, Illinois v. 84, n. 2, p. 238- 243, 2010.

FRANCO, J. A. M.; SARAIVA NETO, A. Produção de fertilizantes nitrogenados e suprimentos de matéria-prima. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. (Eds.) **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. p.73-107.

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.

HEINRICHES, R.; SOARES FILHO, C. V. Adubação e manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 2., 2014, Birigui. **Anais...** Birigui: [s.n.], 2014.

LI, Q.; YANG, A.; WANG, Z.; ROELCKE, M.; CHEN, X.; ZHANG, F.; PASDA, G.; ZERULLA, W.; WISSEMEIER, A. H.; LIU, X. Effect of a new urease inhibitor on ammonia volatilization and nitrogen utilization in north and northwest China. **Field Crops Research**, v. 175, p. 96–105, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p. 319.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio**: Brasil 2015/2016 a 2025/2026. Brasília: Ed. 7, 2016.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. Ed. New York: Academic Press, 2012. 651 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. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

MAZZA, L. M.; PÔGGERE, G. C.; FERRARO, F. P.; RIBEIRO, C. B.; CHEROBIM, V. F.; MOTTA, A. C. V.; MORAES, A. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim Mombaça no primeiro planalto paranaense. **Scientia Agraria, Curitiba**, v. 10, n. 4, p. 257-265, 2009.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGAMASCHINE, A. F.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

NASCIMENTO, C. A. C.; VITTI, G. C.; FARIA, L. A.; LUZ, P. H. C.; MENDES, F. L. Ammonia volatilization from coated urea forms. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n. 37. p. 1057-1063, 2013.

NI, K.; PACHOSLSKI, A.; KAGE, H. Ammonia volatilization after application of urea to winter wheat over 3 years affected by novel urease and nitrification inhibitors. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. n. 197, p. 184–194, 2014.

SCALOPPI, E. J. **Irrigação de baixo custo em sistemas rotacionados**. São Paulo: [s.n.], 2014.

SCIVITTARO, W. B.; GONÇALVES, D. R. N.; VALE, M. L. C.; RICORDI, V. G. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de ureia com o inibidor de urease NBPT. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p.1283-1289, 2010.

SOARES FILHO, C. V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. C.; BELONI, T. Ammonia volatilization losses in tanzania grass fertilized with urea. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 1, p.253-264, 2015.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; MACÊDO, A. R.; CANTARUTTI, R. B.; MASCARENHAS M. H. T. Adubação nitrogenada e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011.

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

CAPÍTULO 2 – Volatilização de nitrogênio e eficiência do uso de nitrogênio em pastagem de capim decumbens adubada com fontes e doses de nitrogênio

RESUMO – Para reduzir as perdas por volatilização do N aplicado sobre a superfície do solo é necessário cuidados, como a incorporação do fertilizante ao solo, que pode ser mecânica ou através da água da chuva ou irrigação. Para melhorar a eficiência da adubação nitrogenada e obtendo a redução das perdas por volatilização, pode-se utilizar fertilizantes estabilizados que possuem inibidores de nitrificação ou de urease. O experimento foi realizado no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, com o objetivo de avaliar fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada na volatilização de amônia e seus efeitos na produção de pastagem de *Urochloa decumbens* (syn. *Brachiaria decumbens*). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2+1. As parcelas constituíam de 4 fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônio, ureia + NBPT, ureia + B + Cu), com duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle). As doses nitrogenadas foram parceladas em 5 aplicações iguais (20 e 40 kg ha⁻¹), sendo a primeira após o corte de uniformização e as demais após os cortes imediatamente subsequentes. A menor eficiência de uso do nitrogênio na produção de massa seca de capim decumbens foi com a utilização de ureia sem revestimento e as fontes nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B + Cu não apresentaram diferença significativa; Na avaliação isolada em cada corte a ureia apresentou maior volatilização em relação as fontes nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B + Cu; Na volatilização acumulada de amônia, em quatro avaliações, foi em ordem crescente nitrato de amônio = ureia + NBPT < ureia + B + Cu < ureia (sem revestimento). A maior volatilização de amônia ocorreu até o nono dia após a aplicação dos fertilizantes nitrogenados. No segundo ano na volatilização acumulativa ocorreu na seguinte ordem crescente de perdas de amônia nitrato de amônio < ureia + NBPT = ureia + B + Cu < ureia.

Palavras-chave: Adubação, forrageiras, inibidores de urease, *Urochloa decumbens*

Nitrogen volatilization and efficiency of nitrogen use in pasture of grass- decumbens fertilized with sources and nitrogen doses

Abstract – To reduce losses by volatilization of N applied to the soil surface care is required, such as the incorporation of the fertilizer into the soil, which can be mechanical or through water by rain or irrigation. In order to improve the efficiency of the nitrogen fertilization and to obtain the reduction of the losses by volatilization, one can use stabilized fertilizers that have inhibitors of nitrification or urease enzyme. The experiment was conducted in the experimental field of the Faculty of agrarian and Technological Sciences, Dracena Campus, with the objective of evaluating conventional nitrogen sources with increased efficiency in ammonia volatilization and its effects on the production of *Urochloa decumbens* pasture (syn. *Brachiaria decumbens*). The experimental design was in ranged blocks with four replicates, in a factorial scheme 4x2+1. The plots were composed of 4 nitrogen sources (urea, ammonium nitrate, urea + NBPT and urea + B + Cu), with two doses of nitrogen (100 and 200 kg ha⁻¹), plus a treatment without nitrogen fertilization (control). The nitrogen doses were divided in 5 equal applications (20 e 40 kg ha⁻¹), the first one after the harvest of uniformization and the others after the immediately subsequent harvest. The lower efficiency of nitrogen use in dry mass production of decumbens grass was with uncoated urea and the sources of ammonium nitrate, urea + NBPT and urea + B + Cu did not present significant difference; In the isolated evaluation in each harvest the urea presented greater volatilization in relation to the sources of ammonium nitrate, urea + NBPT and urea + B + Cu; In the accumulated volatilization of ammonia, in four evaluations, it was in increasing order ammonium nitrate = urea + NBPT < urea + B + Cu < urea (uncoated). The highest volatilization of ammonia occurred until the ninth day after the application of nitrogen fertilizers. In the second year in the cumulative volatilization occurred in the following increasing order of ammonia losses ammonium nitrate < urea + NBPT = urea + B + Cu < urea.

Keywords: Fertilization, forage, urease inhibitors, *Urochloa decumbens*

2.1 INTRODUÇÃO

A *Urochloa decumbens* tem capacidade de resposta a doses nitrogenadas de até 300 kg ha⁻¹, havendo um aumento da produção de matéria seca e do teor de proteína bruta (VIANA et al., 2011).

A utilização de adubo nitrogenado incrementa a produção de matéria verde e seca em pastagem de capim Marandu, em que o incremento de produção foi crescente até doses de 572 kg de nitrogênio ha⁻¹, na época de verão, onde ocorre o maior crescimento da forrageira, melhorando o valor nutricional da forrageira (CECATO et al., 2004).

Embora os adubos nitrogenados sejam muito utilizados em sistemas tropicais, deve-se ter o cuidado na sua aplicação, pois podem sofrer influência da umidade, abrasão, temperaturas elevadas, que podem interferir na integridade química e física e consequentemente na qualidade de aplicação e sua eficiência (FARIA et al., 2014).

Uma forma que pode ocorrer a perda do nitrogênio é pela volatilização da amônia, no qual a ureia pode ter altas taxas de perda por volatilização (COSTA et al., 2003).

A aplicação de doses de fertilizantes nitrogenados de 100 ou 150 kg ha⁻¹ apresentam perdas por volatilização em relação a doses de 50 kg de nitrogênio ha⁻¹, mas a porcentagem de volatilização por dose diminui quando aumenta a dose de nitrogênio aplicado, em que as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ obtiveram perdas de 39%, 28% e 20%, respectivamente (SOARES FILHO et al., 2015).

Para reduzir as perdas por volatilização do N é necessária a incorporação do fertilizante no solo. Para uma melhor eficiência da adubação nitrogenada visando reduzir as perdas por volatilização, pode-se utilizar fertilizantes estabilizados que possuem inibidores de nitrificação ou de urease. Alguns fertilizantes podem possuir ambas as tecnologias (CANTARELLA et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade do uso de fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada na eficiência de utilização do nitrogênio e na volatilização de amônia em pastagem de capim decumbens (*Urochloa decumbens*).

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em uma área com capim decumbens (*Urochloa decumbens*) no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP, Campus de Dracena, (21° 29' longitude Sul e 51° 32' latitude Oeste; 396 m altitude), Brasil. A precipitação acumulada anual é de 1300 mm, com temperatura média anual do ar de 24°C, com média máxima de 31°C e mínima de 19°C. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico (EMBRAPA, 2013).

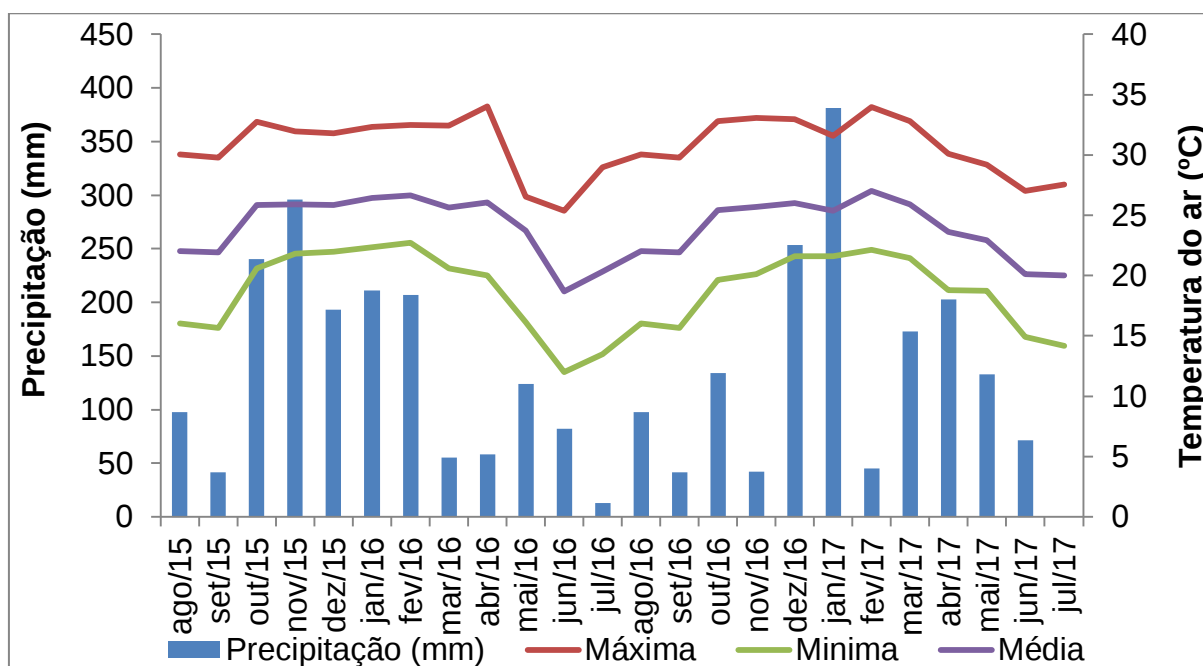


Figura 2.1. Precipitação e temperatura média, mínima e máxima observada durante o período experimental. Fonte: Estação climatológica – UNESP Dracena.

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 4 repetições, em esquema fatorial 4x2+1, constituído de quatro fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônio, ureia com inibidor NBPT (N-(n-butil) tiofosfórico triamida), ureia protegida com B e Cu e duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹ ano), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle), totalizando 36 parcelas. As doses

de nitrogênio foram divididas em 5 aplicações, representando 20 e 40 kg de nitrogênio por aplicação, distribuídas a lanço, sendo uma após o corte de uniformização e as demais após cada corte subsequente. Nas parcelas com adubos sem B e Cu na formulação foi realizada a complementação com ácido bórico e sulfato de cobre.

2.2.3 Instalação e condução do experimento

Para caracterização química do solo inicial as amostras foram coletadas na profundidade 0 - 20 cm em agosto/2015 e no segundo ano em outubro de 2016 (Tabela 2.1). A amostragem foi realizada em área total.

As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Foram avaliados os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio pelo método de extração com resina trocadora de íons. O teor de matéria orgânica foi determinado pelo método colorimétrico e o pH, em cloreto de cálcio, além da acidez potencial (hidrogênio + alumínio) a pH 7,0. Foram calculadas as somas de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases. O boro foi determinado pelo método da água quente e os demais micronutrientes foram avaliados em DTPA.

Tabela 2.1 - Atributos químicos do solo da área experimental na profundidade de 0 – 20 cm, Dracena – SP, 2015 e 2016.

Ano 2015									
Camada	P-resina	pH	M.O.	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
(m)	mg dm ⁻³	CaCl ₂	g dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----					
0,00-0,20	4	4,5	10	2,0	4	3	20	9,0	29,0
Camada	V	m	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
(m)	%		mg dm ⁻³	-----mg dm ⁻³ -----					
0,00-0,20	31	31	2	0,06	0,7	21	9,2	0,8	
Ano 2016									
Camada	P-resina	pH	M.O.	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
(m)	mg dm ⁻³	CaCl ₂	g dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----					
0,00-0,20	7	4,9	10	0,7	6	2	17	8,7	25,7
Camada	V	m	S						
(m)	%		mg dm ⁻³						
0,00-0,20	33,9	25,6	1						

O experimento foi instalado em área já estabelecida com capim decumbens. O tamanho das parcelas foi de 3 m x 4 m. O espaçamento entre parcelas e blocos foi de 1 m, para evitar a contaminação entre os tratamentos. Em 20/10/2015, após a primeira chuva foi realizado o corte de uniformização a 10 cm da superfície do solo. Em todas as parcelas, os resíduos cortados foram removidos. Imediatamente após o corte de uniformização foi aplicado a lanço a adubação de manutenção, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de K₂O via cloreto de potássio, entretanto não foi realizada a calagem que de acordo com as recomendações Raij et al., (1997).

Em 20/10/2015, foi realizada a primeira aplicação de fertilizantes nitrogenados em todas as parcelas, com início das avaliações do primeiro ano de condução do experimento. Realizado 4 cortes no período das chuvas, com intervalo regulado pelo melhor tratamento atingisse 28 cm de altura e um corte no período outono/inverno.

Em 08/10/2016, foi realizada a primeira aplicação de fertilizantes nitrogenados em todas as parcelas, com início das avaliações do segundo ano de condução do experimento. No período das chuvas foram realizados 5 cortes, com intervalo regulado pelo melhor tratamento atingir 28 cm de altura e um corte no período outono/inverno.

2.2.4 Eficiência de uso de nitrogênio

A eficiência de uso de nitrogênio foi calculada segundo Moll et al (1982).

$$\text{Eficiência Agronômica (kg kg}^{-1}\text{)} = (\text{PMS}_c - \text{PMS}_s)/N_a$$

Sendo: PMS_c: produtividade de matéria seca total por hectare, com aplicação de N
(kg ha⁻¹)

PMS_s: produtividade de matéria seca total por hectare, sem aplicação de N
(kg ha⁻¹)

N_a: nitrogênio aplicado (kg ha⁻¹)

2.2.5. Volatilização de amônia

Foi determinada a volatilização de amônia em todos os tratamentos nos dias após a aplicação dos fertilizantes. Coletas e substituições de espumas de polietileno foram nos seguintes dias subsequentes da adubação: 2, 5, 9, 14, 20, 26, por meio de câmaras de volatilização semelhantes as descritas por Araújo et al. (2009).

As câmaras de polietileno foram instaladas de maneira a se encaixarem na parte superior de bases de PVC, que foram em cilindros de 9 cm de diâmetro e 10 cm de altura. A palha em volta das bases foi cortada utilizando um estilete de maneira a permitir que as mesmas fossem inseridas no solo em cada parcela sem a alteração original da palhada. Em cada parcela foram instaladas 6 bases para cada câmara, uma vez que as câmaras não permitiram que a chuva atingisse o adubo colocado no seu interior, de modo que cada vez as espumas foram substituídas, as câmaras foram movidas para a base seguinte, retornando a base inicial após a 6 coleta de espumas. Assim a avaliação de perda de NH_3 no período seguinte foi feita com um tratamento de fertilizante exposto às mesmas condições (chuva, temperatura, vento, etc.) que o restante do campo.

Os tratamentos com fertilizantes para as câmaras foram pesados individualmente e os fertilizantes aplicados na superfície da palhada no interior das bases, na qual no momento da distribuição do fertilizante a lanço nas parcelas estava protegida. Dentro de cada base designada recebeu os tratamentos com adubação nitrogenada, foram adicionados fertilizantes em quantidade correspondente de N, considerando a área da câmara objetivando simular a adubação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, aplicados na área útil de cada parcela.

A amostragem para a determinação da volatilização foi realizada em quatro oportunidades no primeiro ano (primeira, terceira, quarta e quinta aplicação do fertilizante) após os cortes, e no segundo ano em 5 oportunidades (após a primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aplicação do fertilizante). As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos, hermeticamente fechados e congeladas até a ocasião da extração.

Por final, a amônia retida nas espumas foi extraída através da lavagem com água deionizada, nesse procedimento cada espuma foi lavada com 10 ml de água

deionizada por 4 vezes, e colocada em balão volumétrico de 100 ml, agitou o balão volumétrico e retirado para análise uma alíquota de 20 ml. Transferido essa alíquota para o balão de destilação. Foi conectado este balão ao aparelho de destilação e acrescentou, através da parte superior do destilador, uma quantidade de base em excesso para provocar a formação de NH_3 . Em geral utiliza 10 ml da solução de NaOH. Destilou recolhendo o destilado em 10 mL de solução de ácido bórico + indicador. Titulação com solução padronizada de H_2SO_4 $0,0025 \text{ mol L}^{-1}$.

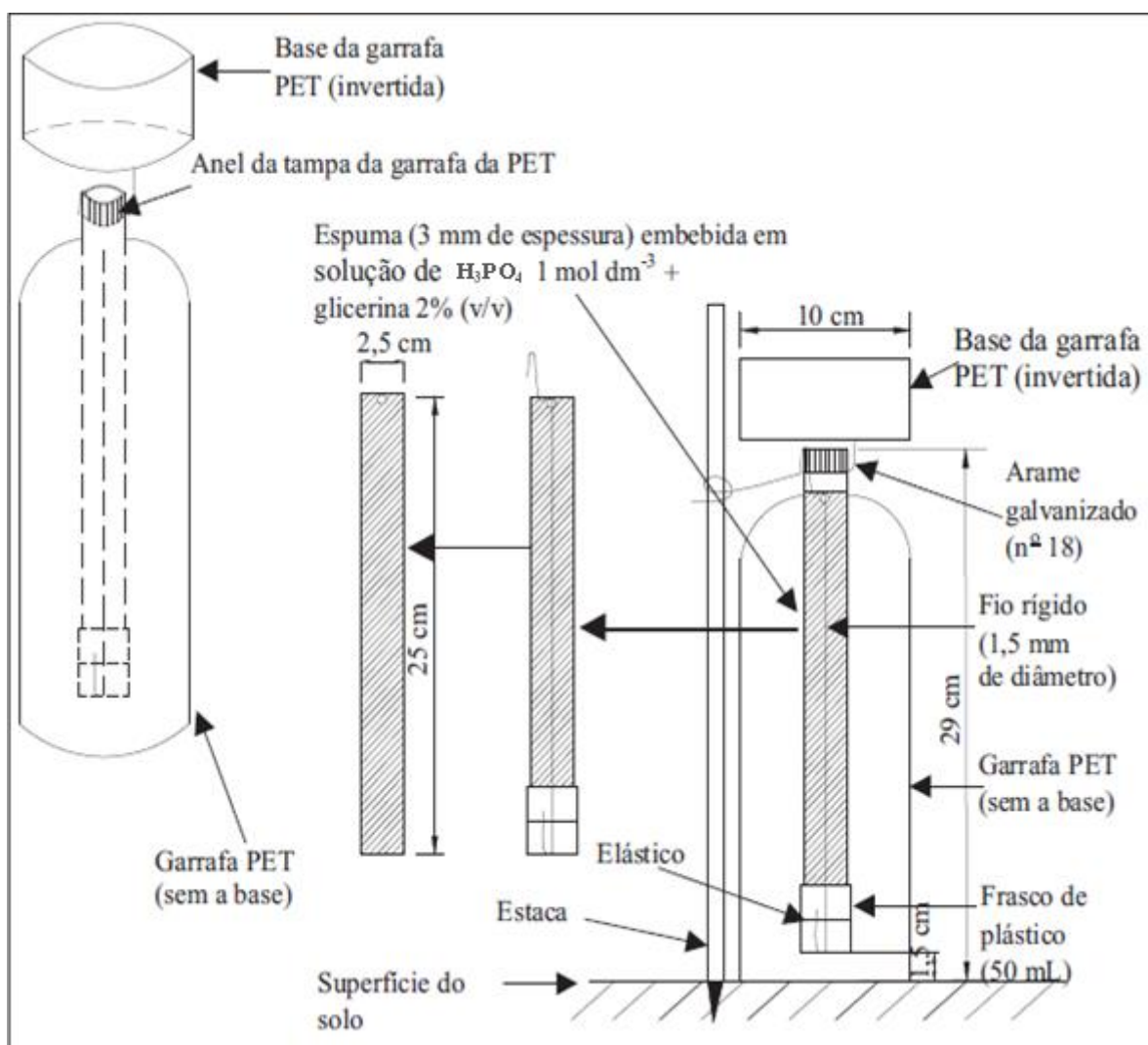


Figura 2.2 - Câmara coletora de NH_3 semi aberta livre estática (SALE).
Fonte: adaptado de Araujo et al. (2009)

2.2.5. Análise estatística

A avaliação dos dados foram realizadas quanto a normalidade e homogeneidade dos erros de variância e as análises foram realizadas utilizando SISVAR® (FERREIRA, 2000), no qual os resultados foram submetidos a análise de variância e pelo teste SCOTT-KNOTT para comparação de médias a 5 % de probabilidade.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Eficiência do uso de nitrogênio

Na Tabela 2.2 estão compilados os resultados da eficiência da utilização de nitrogênio nas duas doses estudadas nos dois anos agrícolas. No ano agrícola 2015/2016 os resultados evidenciam que na dose de 100 kg ha⁻¹ de N houve maior eficiência de uso do N. À medida que aumenta a dose de N a eficiência para produção de forragem diminuiu e constatou que a ureia sem proteção apresentou uma menor eficiência, diferenciando das demais fontes. No ano agrícola 2016/2017 as doses de N não tiveram diferença, porém as fontes de nitrogênio tiveram efeito na eficiência com melhores resultados com a utilização do nitrato de amônio e a ureia + NBPT.

Assim como observado no primeiro ano de condução do experimento os resultados foram semelhantes ao de Cardoso et al. (2015) que encontraram melhor eficiência de uso do nitrogênio em doses menores do fertilizante, isso para pastagem de capim-marandu.

Resultados diferentes foram encontrados por Cardoso et al. (2015) em que a utilização de fontes diferentes não influenciou de uso do nitrogênio em pastagem de capim-marandu fertilizada com sulfato de amônio e ureia.

Tabela 2.2 - Eficiência do uso de nitrogênio acumulado de cinco cortes e 6 cortes acumulado com 100 e 200 kg ha⁻¹ de N em pastagem de capim decumbens. Ano agrícola 2015/2016 e 2016/2017.

Variáveis	Ano Agrícola	
	2015/2016	2016/2017
	-----kg kg ⁻¹ -----	
Fontes de N		
Nitrato de amônio	35,93 a	54,39 a
Ureia + B + Cu	35,05 a	43,95 b
Ureia + NBPT	34,20 a	46,79 a
Ureia	23,41 b	36,39 b
Dose de N kg ha⁻¹		
100	35,78 a	47,98
200	28,51 b	42,78
Teste F		
Fontes de N (F)	5,880 *	4,990 *
Dose de N (N)	9,026 *	2,435 ^{ns}
FxN	0,778 ^{ns}	4,435 ^{ns}
Média Geral	32,14	45,38
CV(%)	21,29	20,76

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. *

2.3.2 Volatilização de nitrogênio

Na Tabela 2.3 estão apresentados os resultados de volatilização de amônia durante a primeira, terceira, quarta e quinta aplicação dos fertilizantes nitrogenados. Foi possível constatar que os efeitos na redução de volatilização de amônia devido ao inibidor de urease são mais expressivos na volatilização acumulativa, seguindo a seguinte ordem crescente de perdas de amônia nitrato de amônio = ureia + NBPT < ureia + B + Cu < ureia (Tabela 2.3). Esses resultados podem ser sustentados devido ao somatório dos efeitos de cada corte, o que difere quando comparados com culturas de ciclo anual, quando há somente uma ou no máximo duas adubações de cobertura.

Com a redução do regime hídrico a tendência de perdas de amônia aumenta, pois o nitrogênio aplicado na superfície da pastagem não é incorporado ao solo. Esses efeitos podem ser observados no quinto corte, época com chuvas irregulares e pouco frequentes. Nessa situação é possível observar que a perdas de amônia da ureia + NBPT foi semelhante ao verificado com a utilização do nitrato de amônio como fertilizantes (Tabela 2.3 e Figuras 2.6 D; 2.7 D; 2.8 D; 2.9 D).

Tabela 2.3 - Volatilização de amônia em quatro cortes e acumulado com 80 e 160 kg ha⁻¹ de N em pastagem de capim decumbens. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes				Acumulado
	1º	3º	4º	5º	
	20.10.2015	21.12.2015	01.02.2016	17.03.2016	
	-----kg ha ⁻¹ -----				
Fontes de N					
Nitrato de amônio	1,90 b	1,31 b	4,70 b	2,23 c	10,15 c
Ureia + B + Cu	2,63 a	2,34 b	5,65 b	5,16 b	15,82 b
Ureia + NBPT	2,02 b	2,08 b	5,67 b	2,24 c	12,00 c
Ureia	3,40 a	3,62 a	8,79 a	7,03 a	22,84 a
Dose de N kg ha⁻¹					
100	2,38	1,44 b	7,09 b	2,85 b	12,51 b
200	2,60	3,24 a	10,48 a	5,48 a	17,90 a
Teste F					
Fontes de N (F)	5,980 *	9,857 *	12,963 *	16,231 *	44,064 *
Dose de N (N)	0,596 ^{ns}	34,983 *	2,273 ^{ns}	20,340 *	40,785 *
FxN	0,327 ^{ns}	3,288 *	3,948 *	3,925 *	9,796 *
Média Geral	2,49	2,34	6,20	4,17	15,20
CV(%)	32,02	36,89	22,53	39,65	15,73

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

Houve diferença significativa na interação entre doses e fontes de nitrogênio na terceira, quarta, quinta aplicação de fertilizantes nitrogenados e no acumulado (Tabela 2.4). Na terceira e quinta aplicação a ureia + B + Cu e na ureia convencional apresentou maior volatilização na dose de 200 kg ha⁻¹, e comparando as fontes na dose de 200 kg ha⁻¹ a maior volatilização ocorreu para a ureia convencional.

Tabela 2.4 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio em capim decumbens, da análise de volatilização de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes							
	3º		4º		5º		Acumulado	
	Doses de nitrogênio							
	100	200	100	200	100	200	100	200
	----- kg ha ⁻¹ -----							
Fontes de N								
Nitrato de amônio	0,90	1,73 c	5,40	4,02	1,94	2,53 c	10,11 b	10,19 c
Ureia + B + Cu	1,04 B	2,52 Ac	5,38	5,89	3,56 B	6,76 Ab	12,36 Bb	19,27 Ab
Ureia + NBPT	1,65	3,64 b	5,46	5,92	1,70	2,79 c	10,76 b	13,25 c
Ureia	2,17 B	5,07 Aa	7,09 B	10,48 A	4,20 B	9,86 Aa	16,79 Ba	28,89 Aa

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No quarto corte a ureia convencional apresentou maior volatilização na dose de 200 kg ha⁻¹. No acumulado a ureia + B + Cu e na ureia convencional apresentou maior volatilização na dose de 200 kg ha⁻¹, e comparando as fontes nas duas doses a maior volatilização ocorreu para a ureia convencional.

Na Tabela 2.5 estão apresentados os resultados de volatilização de amônia durante a primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aplicação dos fertilizantes nitrogenados. Foi possível constatar que os efeitos na redução de volatilização de amônia devido ao inibidor de urease são mais expressivos na volatilização acumulativa, seguindo a seguinte ordem crescente de perdas de amônia nitrato de amônio < ureia + NBPT = ureia + B + Cu < ureia (Tabela 2.5), parecida com a tendência observada para a produtividade em que a ordem decrescente foi a maior produtividade pelo nitrato de amônio = ureia + NBPT < ureia + B + Cu = ureia (Tabela 4.3).

Tabela 2.5 - Volatilização de amônia em cinco cortes e acumulado com 100 e 200 kg ha⁻¹ de N em pastagem de capim decumbens. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Aplicação de fertilizantes					Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	
	08.10.2016	08.11.2016	14.12.2016	13.01.2017	09.02.2016	
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	2,91 b	2,30 b	0,23 c	1,60 d	1,71 b	8,76 c
Ureia + B + Cu	3,52 b	4,35 a	1,83 b	5,00 b	2,71 a	17,43 b
Ureia + NBPT	3,45 b	4,50 a	1,83 b	3,13 c	2,17 b	15,09 b
Ureia	4,65 a	6,08 a	3,41 a	6,93 a	3,07 a	24,14 a
Dose de N kg ha ⁻¹						
100	3,21 b	3,52 b	1,02 b	2,95 b	1,92 b	12,64 b
200	4,06 a	5,09 a	2,63 a	5,39 a	2,91 a	20,07 a
Teste F						
Fontes de N (F)	5,208*	6,399*	31,603*	34,705*	3,981*	53,976*
Dose de N (N)	6,92 *	6,365*	30,432 *	38,668*	11,023*	73,958*
FxN	0,668 ^{ns}	0,371 ^{ns}	6,028*	11,043*	1,593 ^{ns}	12,238*
Média Geral	3,64	4,31	1,82	4,16	2,41	16,35
CV(%)	21,88	13,81 †	12,08 †	26,59	10,73 †	14,95

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento. † Dados transformados pela fórmula: $1+\sqrt{x}$

Houve diferença significativa na interação entre doses e fontes de nitrogênio na terceira e quarta aplicação de fertilizantes nitrogenados e no acumulado (Tabela

2.6). Na terceira aplicação a ureia + NBPT e na ureia convencional apresentou maior volatilização na dose de 200 kg ha⁻¹, e comparando as fontes nas doses a menor volatilização ocorreu para a aplicação de nitrato de amônio. No quarto corte a ureia + B + Cu e a ureia convencional apresentaram maior volatilização na dose de 200 kg ha⁻¹, e comparando as fontes nas doses a menor volatilização ocorreu para a aplicação de nitrato de amônio. No acumulado de perdas a ureia + B + Cu, ureia + NBPT e na ureia convencional apresentou maior volatilização na dose de 200 kg ha⁻¹, e comparando as fontes nas duas doses a menor volatilização ocorreu para o nitrato de amônio.

Tabela 2.6 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio em capim decumbens, da análise de volatilização de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio					
	100	200	100	200	100	200
	kg ha ⁻¹					
Fontes de N	3º corte		4º corte		Acumulado	
Nitrato de amônio	0,22 b	0,24 c	1,69 b	1,52 d	8,12 b	9,40 c
Ureia + B + Cu	1,50 a	2,79 b	3,48 Ba	6,52 Ab	13,75 Ba	21,11 Ab
Ureia + NBPT	0,87 aB	2,17 Ab	2,59 b	3,66 c	12,37 Ba	17,80 Ab
Ureia	1,48 Ba	5,33 Aa	4,03 Ba	9,83 Aa	16,31 Ba	31,98 Aa

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

2.3.3 Volatilização de nitrogênio acumulado em dias após a aplicação do fertilizante nitrogenado

A volatilização de amônia no primeiro ano de condução do experimento em função das doses e fontes nitrogenadas, pelo período de 26 dias após a adubação, foi determinada na 1^a, 3^a, 4^a e 5^a aplicação dos adubos nitrogenados e o acumulado (Figuras 2.3 a 2.7). Nas quatro avaliações foi verificado que a ureia convencional foi a fonte que apresentou maior volatilização em valores absolutos. A amplitude de variação na volatilização da amônia em função das doses e nos cortes, possivelmente está relacionada às condições climáticas reinantes durante o período avaliado. Segundo Stafanato et al. (2013), a utilização de sulfato de amônio e a ureia + NBPT reduz as perdas por volatilização, seguida da ureia revestida com B + Cu em diferentes concentrações, seguida da ureia pastilhada e ureia granulada, e a maior volatilização ocorreu para ureia com sulfato de cálcio.

Com a aplicação de N houve variação na volatilização de amônia em função das doses aplicadas. Em todas as avaliações, a maior quantidade de amônia volatilizada foi com a aplicação de 200 kg ha^{-1} de N via ureia. Verificou efeito das doses no primeiro e terceiro corte em que o aumento das doses acarretaram em maior quantidade de nitrogênio volatilizado. Esse efeito ocorreu para a aplicação de cada fonte de adubo. No quarto corte o aumento da dose aumentou a quantidade de nitrogênio volatilizado na aplicação de ureia convencional, ureia + NBPT e ureia + B + Cu. Foi observado efeito no quinto corte que com o aumento das doses houve maior volatilização de nitrogênio para a aplicação das fontes utilizadas.

As perdas acumuladas de amônia variaram de 4% a 36% do total de N aplicado no primeiro ano e de 0,6 a 24% no segundo ano quando analisado por corte, e no acumulado dos corte no primeiro ano as perdas de N foram de 6 a 21% e no segundo ano de 6 a 25%.

No quarto corte a dose de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio, a porcentagem de amônia volatilizada foi menor do que na aplicação de 100 kg ha^{-1} de N, resultado também observado por Zavaschi et al. (2014) em que o aumento da dose de nitrogênio não foi diretamente proporcional à quantidade relativa de perdas de amônia. No entanto, na avaliação da quantidade absoluta de perda de amônio, sempre foram maiores com aplicação de 200 kg ha^{-1} de N via ureia convencional (Figura 2.7).

Na terceira adubação de cobertura observou-se que o pico de perdas de amônia ocorreu até o quinto dia após a aplicação do adubo. A partir do quinto dia as perdas após a aplicação do fertilizante reduziram drasticamente, fato observado em todas as fontes testadas, no entanto, a utilização do revestimento da ureia proporcionou perdas menores em relação a ureia sem revestimento (Figura 2.3 B; 2.4 B; 2.5 B; 2.6 B).

Na quinta adubação de cobertura observou-se que na dose de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio a porcentagem de volatilização de nitrogênio foi maior apenas para a aplicação ureia convencional. O pico de perdas amoniacaís ocorreu até o nono dia após a aplicação do fertilizante nitrogenado (Figuras 2.3 D; 2.4 D; 2.5 D; 2.6 D). Após o nono dia as perdas por volatilização reduziram, fato que pode estar relacionado a chuva de 20 mm que deve ter auxiliado na incorporação do fertilizante nitrogenado no solo, fato este que foi observado para todas as fontes nitrogenadas

testadas, no entanto, a utilização do revestimento da ureia proporcionou redução perdas quando comparada a ureia sem revestimento.

A volatilização de amônia no segundo ano de condução do experimento em função das doses e fontes nitrogenadas, pelo período de 26 dias após a adubação, foi determinada na 1^a, 2^a, 3^a, 4^a e 5^a aplicação dos adubos nitrogenados e o acumulado (Figuras 2.8 a 2.12).

Nas cinco avaliações foi verificado que a ureia convencional foi a fonte que apresentou maior volatilização.

Na primeira adubação a partir do 14^o dia as perdas após a aplicação do fertilizante reduziram, fato observado em todas as fontes testadas, e observou-se que a utilização da ureia revestida proporcionou menores perdas em relação a ureia sem revestimento (Figura 2.8 A; 2.9 A; 2.10 A; 2.11 A).

Na segunda e terceira adubação de cobertura observou-se que o pico de perdas de amônia ocorreu até o 9^o dia após a aplicação do adubo. A partir do 9^o dia as perdas após a aplicação do fertilizante reduziram drasticamente, fato observado em todas as fontes testadas. No entanto, a utilização do revestimento da ureia proporcionou perdas menores em relação a ureia sem revestimento (Figura 2.8 B,C; 2.9 B,C; 2.10 B,C; 2.11 B,C).

Na quarta e quinta adubação de cobertura observou-se que o pico de perdas de amônia ocorreu até o 5^o dia após a aplicação do adubo. A partir do 5^o dia as perdas após a aplicação do fertilizante reduziram drasticamente, fato observado em todas as fontes testadas, no entanto, a utilização do revestimento da ureia proporcionou perdas menores em relação a ureia sem revestimento (Figura 2.8 D,E; 2.9 D,E; 2.10 D,E; 2.11 D,E).

Essa redução em diferentes dias se deve ao fato de ocorrer precipitação, na qual, segundo Dempsey et al. (2017), a volatilização reduz drasticamente com precipitações acima de 21,6 mm, na qual os fertilizantes nitrogenados são incorporados ao solo.

No acumulado de 5 aplicações da adubação de cobertura observou-se que o pico de perdas de amônia ocorreu até o 9^o dia após a aplicação do adubo. A partir do 9^o dia as perdas após a aplicação do fertilizante reduziram drasticamente, fato observado em todas as fontes testadas, no entanto, a utilização do revestimento da

ureia proporcionou perdas menores em relação a ureia sem revestimento, seguindo a ordem crescente de perdas nitrato de amônio < ureia + NBPT = ureia + B + Cu < ureia sem revestimento (Figura 2.12).

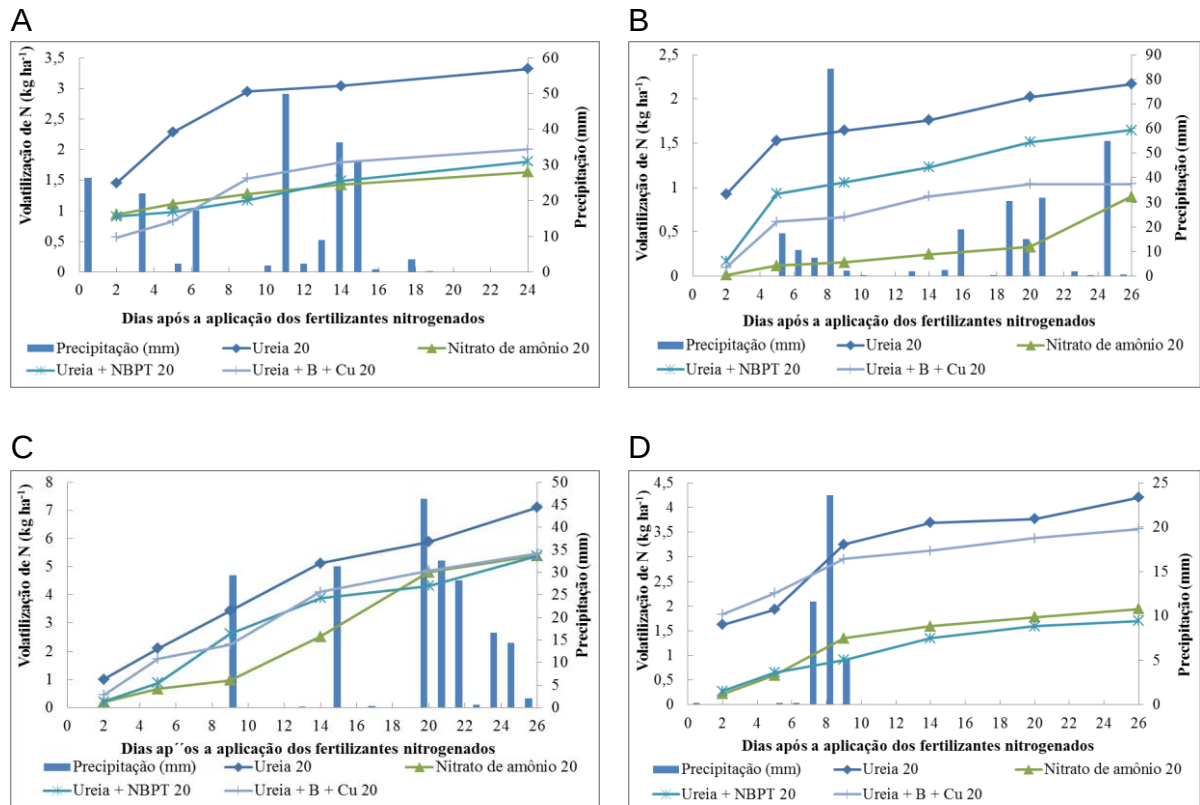
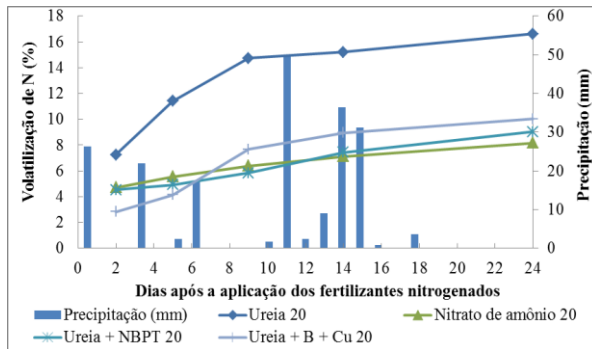
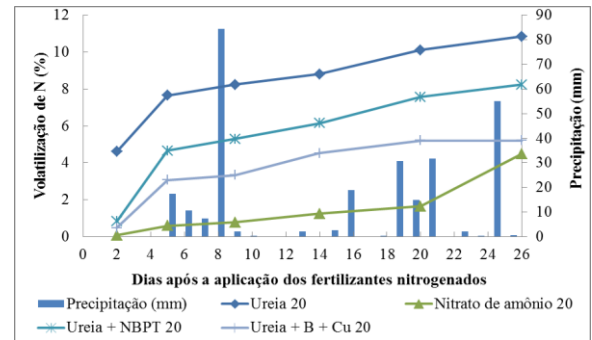


Figura 2.3 - Volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 20 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1ª aplicação. B: 3ª aplicação. C: 4ª aplicação. D: 5ª aplicação. Ano agrícola 2015/2016.

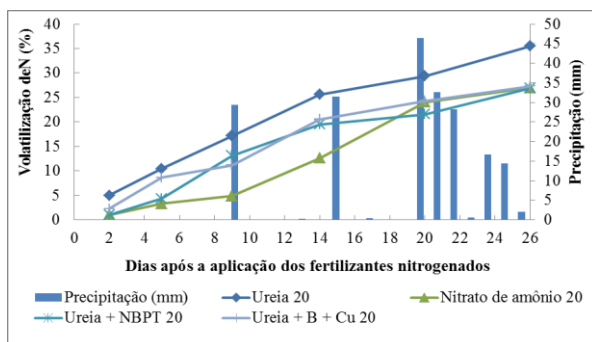
A



B



C



D

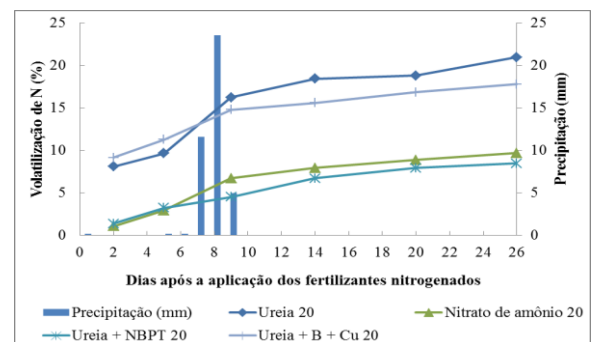
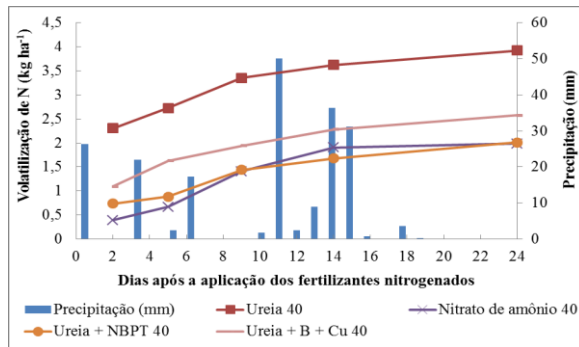
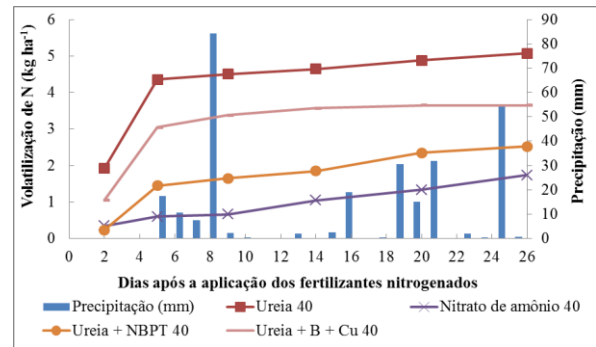


Figura 2.4 - Porcentagem de volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 20 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1ª aplicação. B: 3ª aplicação. C: 4ª aplicação. D: 5ª aplicação. Ano agrícola 2015/2016.

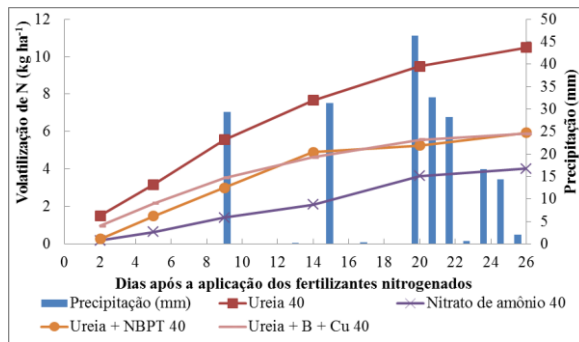
A



B



C



D

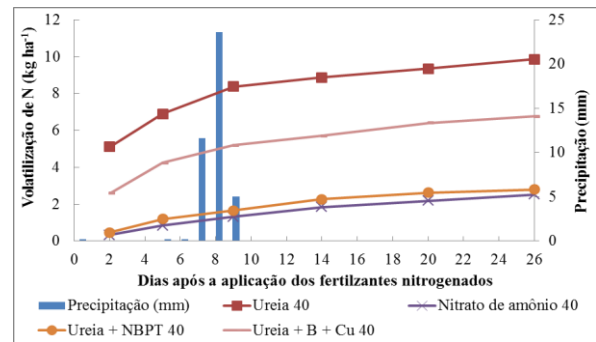
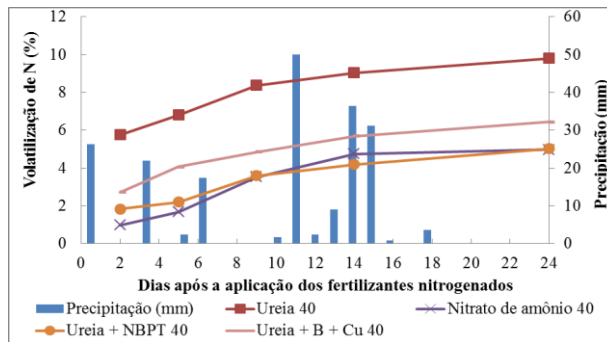
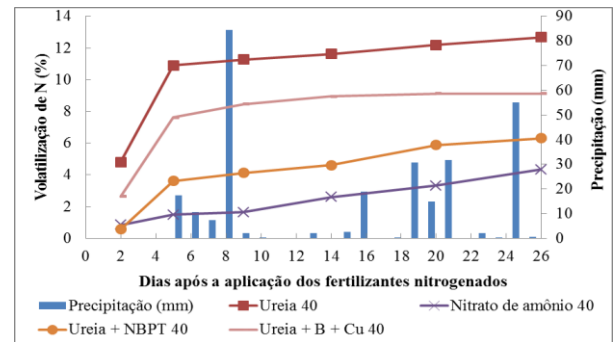


Figura 2.5 - Volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 40 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1ª aplicação. B: 3ª aplicação. C: 4ª aplicação. D: 5ª aplicação. Ano agrícola 2015/2016.

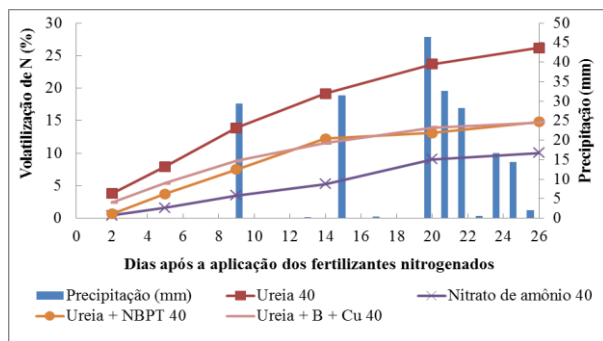
A



B



C



D

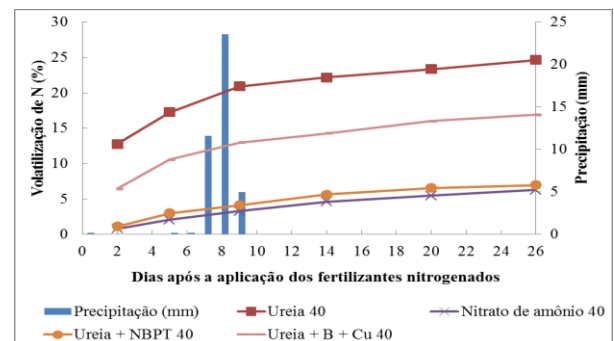
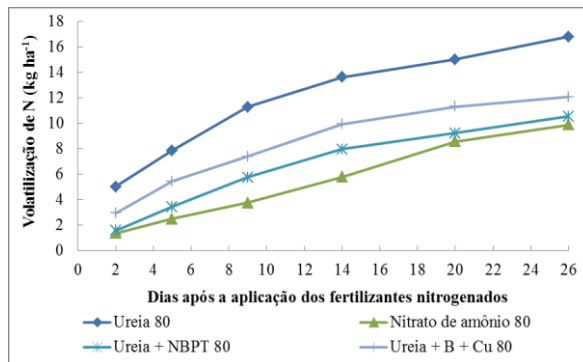
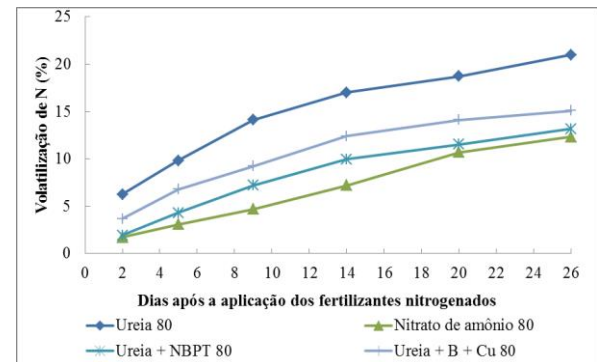


Figura 2.6 - Porcentagem de volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 40 kg ha^{-1} em pastagem de capim decumbens. A: 1ª aplicação. B: 3ª aplicação. C: 4ª aplicação. D: 5ª aplicação. Ano agrícola 2015/2016.

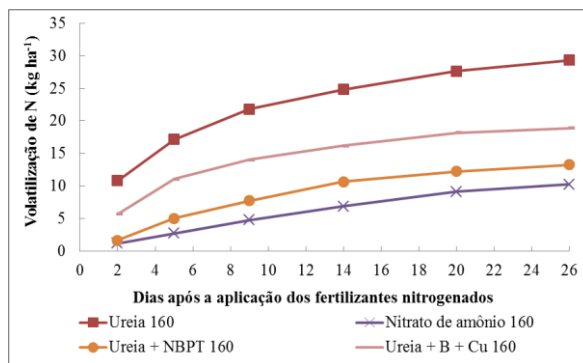
A



B



C



D

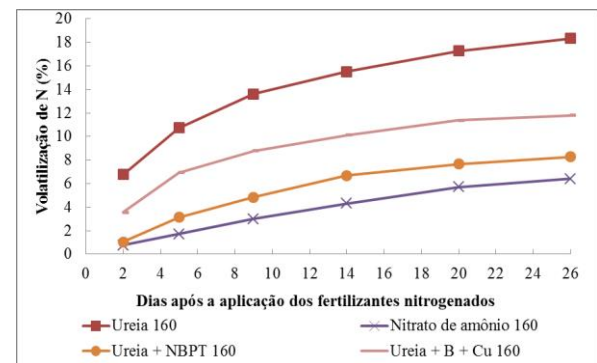


Figura 2.7 - Volatilização de amônia acumulada de 4 aplicações de fertilizantes nitrogenados em pastagem de capim decumbens. As perdas acumuladas na dose de 80 kg ha⁻¹. B: % de perdas na dose de 80 kg ha⁻¹. C: acumulada perdas na dose de 160 kg ha⁻¹. D: % de perdas na dose de 160 kg ha⁻¹. Ano agrícola 2015/2016.

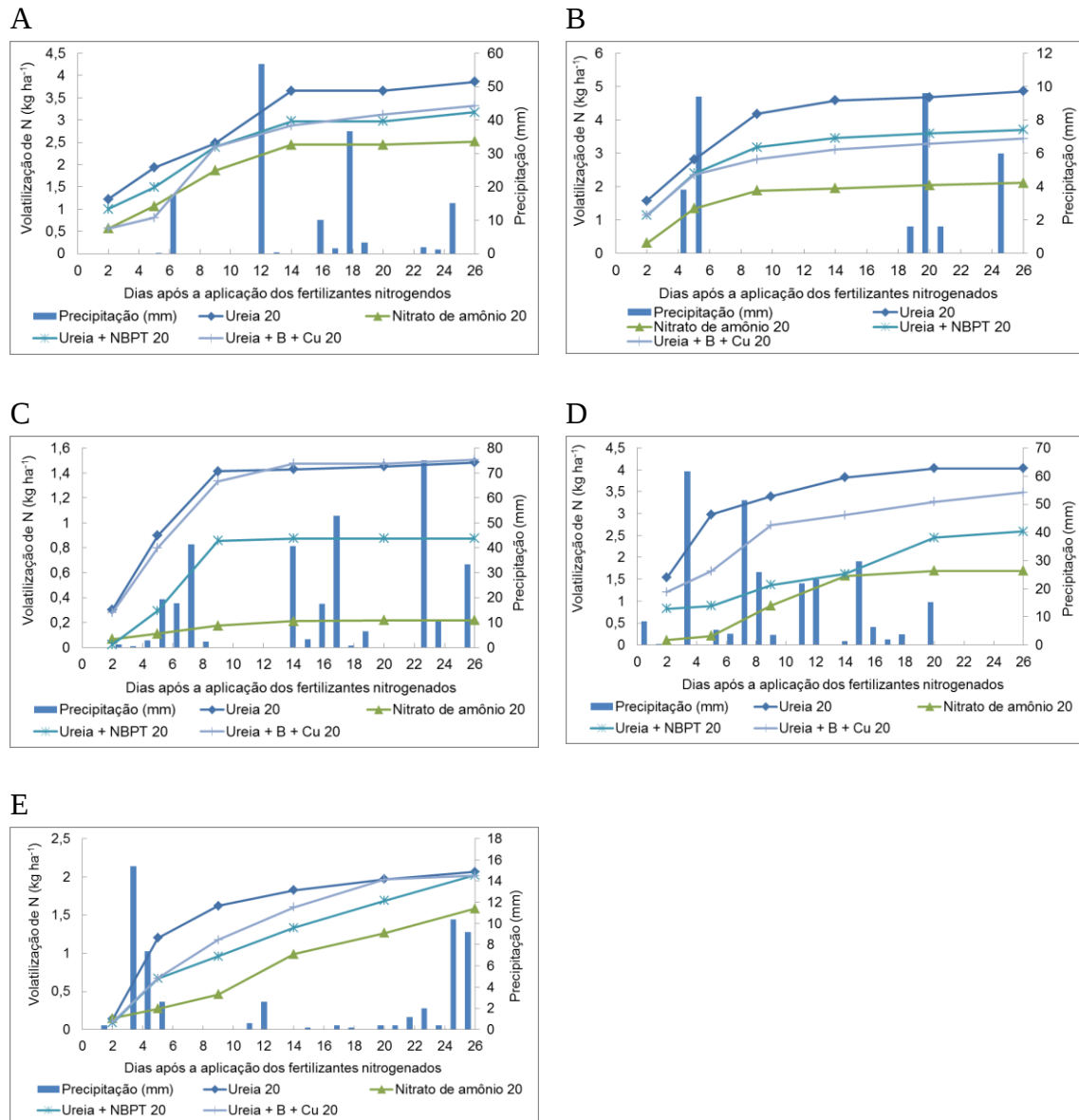


Figura 2.8 - Volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 20 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1ª aplicação. B: 2ª aplicação. C: 3ª aplicação. D: 4ª aplicação. E: 5ª aplicação. Ano agrícola 2016/2017.

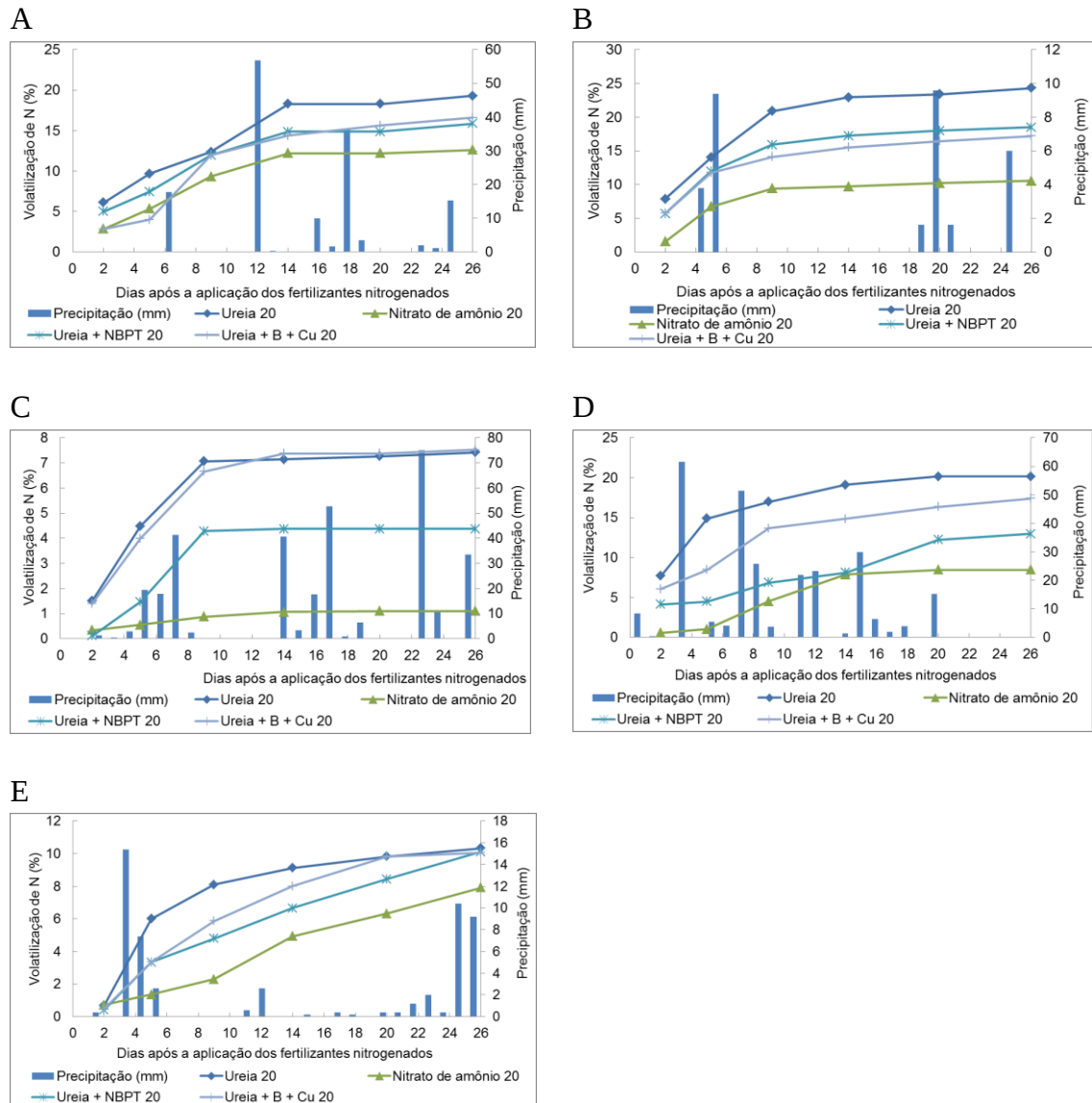


Figura 2.9 - Porcentagem de volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 20 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1^a aplicação. B: 2^a aplicação. C: 3^a aplicação. D: 4^a aplicação. E: 5^a aplicação. Ano agrícola 2016/2017.

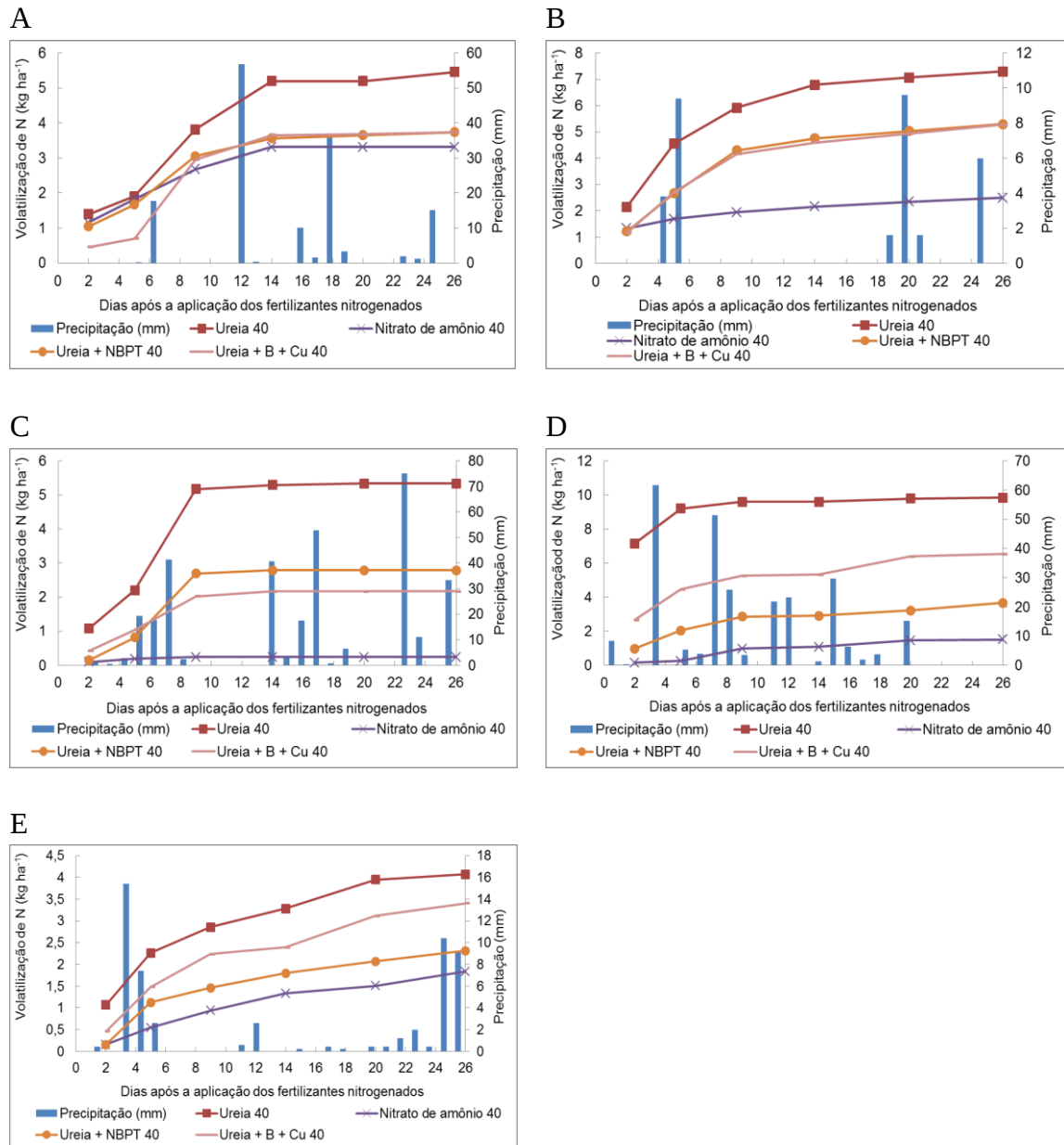


Figura 2.10 - Volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 40 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1^a aplicação. B: 2^a aplicação. C: 3^a aplicação. D: 4^a aplicação. E: 5^a aplicação. Ano agrícola 2016/2017.

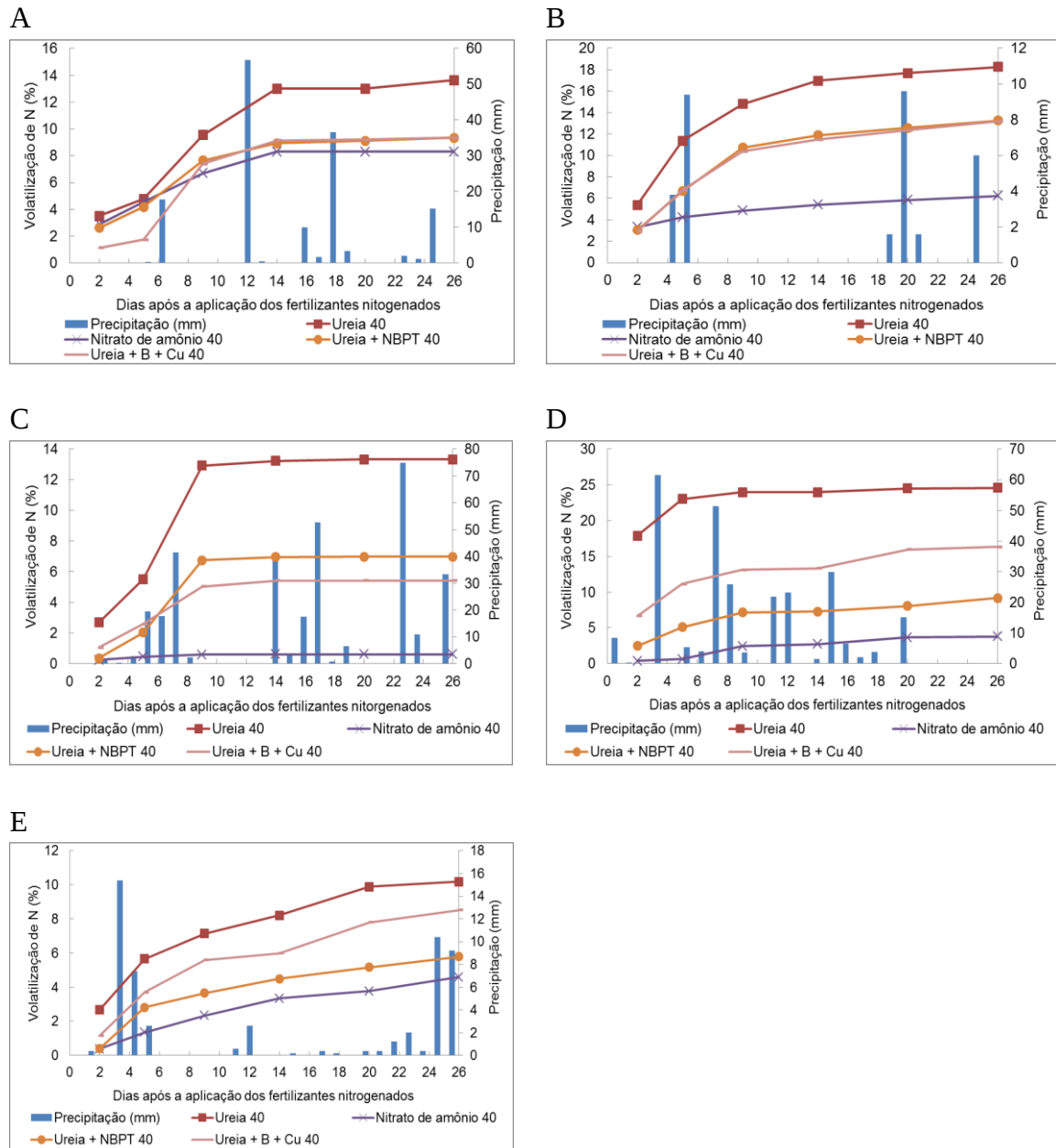


Figura 2.11 - Porcentagem de volatilização de amônia acumulada e precipitação após cada aplicação de fertilizantes nitrogenados na dose de 40 kg ha⁻¹ em pastagem de capim decumbens. A: 1^a aplicação. B: 2^a aplicação. C: 3^a aplicação. D: 4^a aplicação. E: 5^a aplicação. Ano agrícola 2016/2017.

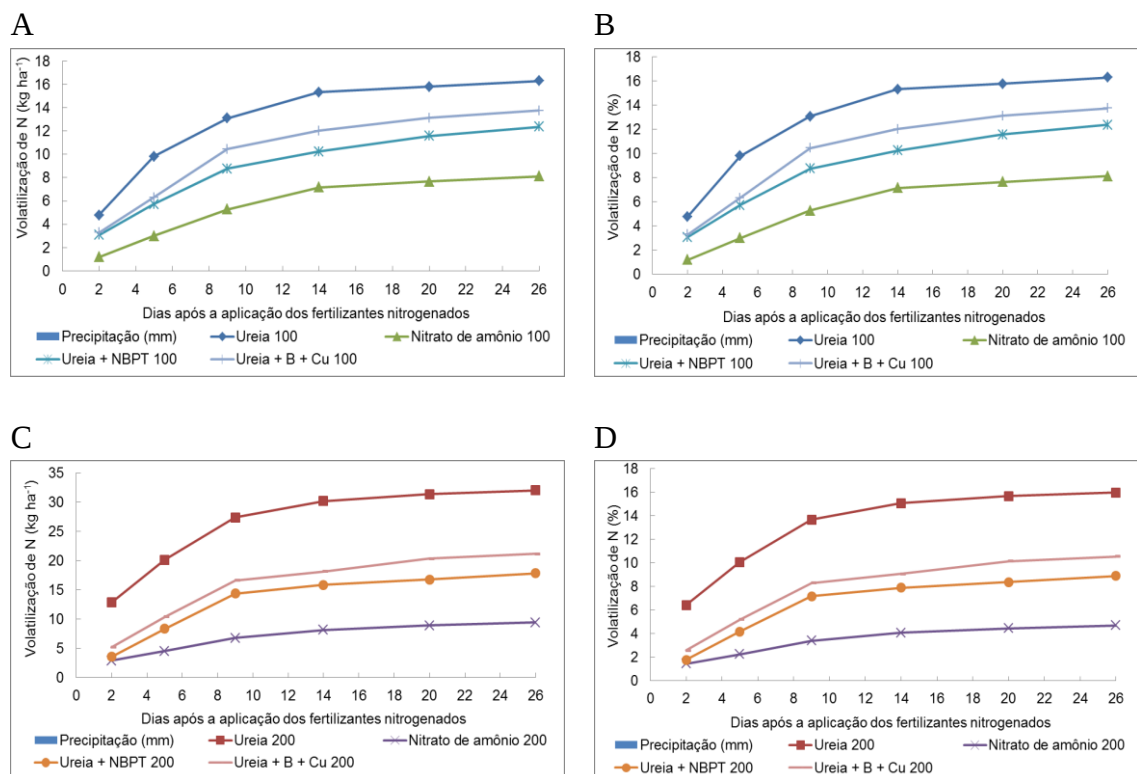


Figura 2.12 - Volatilização de amônia acumulada de 5 aplicações de fertilizantes nitrogenados em pastagem de capim decumbens. A: acumulado perdas na dose de 100 kg ha⁻¹. B: % de perdas na dose de 100 kg ha⁻¹. C: acumulado perdas na dose de 200 kg ha⁻¹. D: % de perdas na dose de 200 kg ha⁻¹. Ano agrícola 2016/2017.

2.4 CONCLUSÕES

A maior eficiência de uso do nitrogênio na produção de massa seca de capim decumbens, no primeiro ano, foi com nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B + Cu e para o segundo ano nitrato de amônio e a ureia + NBPT apresentaram os melhores resultados.

Para todas as fontes nitrogenadas estudadas o aumento da dose reduziu a eficiência na produção de forragem.

Na avaliação isolada em cada corte, no ano de 2015/2016, a ureia apresentou maior volatilização em relação as fontes nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B + Cu;

Na volatilização acumulada de amônia, em quatro avaliações, foi em ordem crescente nitrato de amônio = ureia + NBPT < ureia + B + Cu < ureia (sem

revestimento), e no segundo ano a volatilização acumulada de amônia, em cinco avaliações, foi em ordem crescente nitrato de amônio < ureia + NBPT = ureia + B + Cu < ureia (sem revestimento).

A aplicação de nitrogênio a resposta da espécie forrageira foi maior, porém há maior volatilização e menor eficiência do uso de nitrogênio pela planta.

A maior volatilização de amônia em geral ocorreu até o nono dia após a aplicação dos fertilizantes nitrogenados.

2.5 REFERÊNCIAS

- ARAUJO, E. S.; MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; SOARES, L. H. B.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Calibration of a semi-opened static chamber for the quantification of volatilized ammonia from soil. (In Portuguese, with English abstract.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 769–776, 2009. doi:10.1590/S0100-204X2009000700018
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade brasileira de ciência do solo, 2007. p.375-470.
- CARDOSO, J. M. S.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; VIEIRA, J. S.; FOGAÇA, F. H. S.; MEHL, H. U.; COSTA, N.L. Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim-marandu. **PubVet, Maringa**, v. 9, n. 8, p. 348-358, 2015.
- CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; GALBEIRO, S.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a produção e características de rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hoschst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringa, v. 26, n. 3. p. 399-407, 2004.
- COSTA, M. C. G.; VITTI G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 27. p. 631-637, 2003.
- DEMPSEY, R. J.; SLATON, N. A.; NORMAN, R. J.; ROBERTS, T. Ammonia volatilization, rice yield, and nitrogen uptake responses to simulated rainfall and urease inhibitor. **Agronomy Journal**, v.109, n.1, p. 1-15, 2017.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos , 2013, 93p.
- FARIA, L. A.; NASCIMENTO, C. A. C; VENTURA, B. P.; FLORIM, G. P.; LUZ, P. H. C.; VITTI, G. C. Hygroscopicity and ammonia volatilization losses from nitrogen sources in coated urea⁽¹⁾. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 38. p. 942-948, 2014.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

JANTALIA, C. P.; HALVORSON, A. D.; FOLLETT, R.; ALVES, B. J. R.; POLIDORO, J. C.; URQUIAGA, S. Nitrogen source effects on ammonia volatilization as measured with semi-static chambers. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 6, 2012.

MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.562-564, 1982.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.; **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto agronômico/ Fundação IAC, 1997. (Boletim Técnico, n.2)

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. p. 285.

SOARES FILHO, C. V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. C.; BELONI, T. Ammonia volatilization losses in tanzania grass fertilized with urea. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 253-264, 2015.

STAFANATO, J. B.; GOULART R. S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N. Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 37, p. 726-732, 2013.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; MACÊDO, A. R.; CANTARUTTI, R. B.; MASCARENHAS M. H. T. Adubação nitrogenada e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011

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**, n. 38. p. 1200-1206, 2014.

CAPÍTULO 3 – Acúmulo de forragem, composição morfológica e porcentagem de massa seca em pastagem de capim decumbens adubada com fontes e doses de nitrogênio

RESUMO - A pastagem tem destaque como fonte de alimento para a pecuária brasileira, e ocupa áreas de baixa fertilidade e possui baixo custo de produção, não necessitando de grandes investimentos, porém para melhorar a capacidade produtiva deve se utilizar as práticas de correção de acidez do solo e fertilizantes. O experimento foi realizado no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, com o objetivo de avaliar fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada na volatilização de amônia e seus efeitos na produção de pastagem de *Urochloa decumbens* (syn. *Brachiaria decumbens*). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2+1. As parcelas constituíram de 4 fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônia, ureia + NBPT, ureia + B + Cu), com duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle). As doses nitrogenadas foram parceladas em 5 aplicações iguais (20 e 40 kg ha⁻¹), sendo a primeira após o corte de uniformização e as demais após os cortes imediatamente subsequentes. A aplicação das diferentes fontes e doses de nitrogênio afetou a produção acumulada de massa seca da *Urochloa decumbens* no primeiro e segundo ano de condução do experimento. A aplicação das diferentes fontes e doses de nitrogênio afetaram a produção acumulada de massa seca de lâmina foliar. Houve efeito na porcentagem de lâminas foliares no desdobramento de fontes e doses de nitrogênio. Na porcentagem de colmos e bainhas houve diferença significativa entre fontes. Na porcentagem de massa seca houve efeito entre as doses de nitrogênio.

Palavras-chave: adubação, forrageiras, lâmina foliar, pastagem, *Urochloa decumbens*

Forage accumulation, morphological composition and percentage of dry mass in pasture of grass *decumbens* fertilized with sources and doses of nitrogen

Abstract – The pasture has a prominence as a food source for the Brazilian livestock, and occupies areas of low fertility and low production costs, not requiring large investments, but to improve the productive capacity must be used to soil acidity correction practices and use fertilizers. Nitrogen supply is directly associated with higher dry matter yield, as well as with increased forage quality, contributing to the maintenance of pasture production capacity, making the system more sustainable. The experiment was conducted in the experimental field of the Faculty of agrarian and Technological Sciences, Dracena Campus, with the objective of evaluating conventional nitrogen sources with increased efficiency in ammonia volatilization and its effects on the production of *Urochloa decumbens* pasture (syn. *Brachiaria decumbens*). The experimental design was in ranged blocks with four replicates, in a factorial scheme 4x2+1. The plots were composed of 4 nitrogen sources (urea, ammonium nitrate, urea + NBPT and urea + B + Cu), with two doses of nitrogen (100 and 200 kg ha⁻¹), plus a treatment without nitrogen fertilization (control). The nitrogen levels were divided in 5 equal applications (20 e 40 kg ha⁻¹), the first one after the harvest of uniformization and the others after the immediately subsequent harvest. The application of the different sources and doses of nitrogen affected the accumulated dry mass production of *Urochloa decumbens* in the first and second year of the experiment. The application of the different sources and nitrogen doses affected the accumulated dry matter production of leaf blade. There was an effect on the percentage of leaf blades in the unfolding of sources and nitrogen doses. In the percentage of stems and sheaths there was a significant difference between sources. In the percentage of dry mass there was an effect between the nitrogen doses.

Keywords: fertilization, forage, leaf blade, pasture, *Urochloa decumbens*

3.1 INTRODUÇÃO

A pastagem tem destaque como fonte de alimento para a pecuária brasileira, e ocupa áreas de baixa fertilidade e possui baixo custo de produção, não necessitando de grandes investimentos, porém para melhorar a capacidade produtiva deve se utilizar as práticas de correção de acidez do solo e utilizar fertilizantes.

A adubação nitrogenada é importante, pois o N está presente em vários compostos na planta, na composição de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, vitaminas coenzimas e pigmentos (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Doses de nitrogênio de 300 ou 500 kg de N ha⁻¹ afetam o perfilhamento e consequentemente o desenvolvimento de folhas e colmos (MELLO et al., 2008). A utilização de adubação nitrogenada em diferentes doses possibilita a variação na taxa de lotação de acordo com quantidade de forragem disponível, no qual doses crescentes possibilitam aumentar a taxa de lotação, respondendo a doses de até 300 kg ha⁻¹ em pastagem de *Urochloa decumbens* atingindo taxa de lotação de 5,6 vacas por hectare em sistemas rotacionados com pastejo de 2 dias e 30 dias de descanso (VIANA et al., 2011).

A utilização da adubação nitrogenada eleva a produção de massa seca de folhas e colmos, bem como proporciona um melhor valor nutritivo da forragem, e tem aumento da eficiência do uso de N com doses de até 245,30 kg de N ha⁻¹ e com doses superiores começa a ter uma redução na eficiência de utilização de nitrogênio pela forrageira (MAGALHÃES et al., 2007).

Objetivo foi avaliar o uso de fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada na produtividade de matéria seca e componentes morfológicos em pastagem de capim decumbens (*Urochloa decumbens*).

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em uma área com capim decumbens (*Urochloa decumbens*) no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP, Campus de Dracena, (21° 29' longitude Sul e 51° 32' latitude Oeste; 396 m altitude), Brasil. A precipitação média anual é de 1300 mm, com temperatura média anual de 24°C, com média máxima de 31°C e mínima de 19°C. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico (EMBRAPA, 2013).

3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2+1, constituído de quatro fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônio, ureia + NBPT, ureia + B + Cu) e duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹ ano), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle com 4 repetições, totalizando 36 parcelas. As doses de nitrogênio foram divididas em 5 aplicações, representando 20 e 40 kg de nitrogênio por aplicação, distribuídas a lanço, sendo uma após o corte de uniformização e as demais após cada corte subsequente. Nas parcelas com adubos sem B e Cu na formulação foi realizada a complementação com ácido bórico e sulfato de cobre.

3.2.3 Instalação e condução do experimento

Para caracterização química do solo inicial as amostras foram coletadas na profundidade 0 - 20 cm em agosto/2015 e no segundo ano em outubro de 2016 (Tabela 2.1). A amostragem foi realizada em área total.

As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Foram avaliados os teores de fósforo, potássio, cálcio

e magnésio pelo método de extração com resina trocadora de íons. O teor de matéria orgânica foi determinado pelo método colorimétrico e o pH, em cloreto de cálcio, além da acidez potencial (hidrogênio + alumínio) a pH 7,0. Foram calculadas as somas de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases. O boro foi determinado pelo método da água quente e os demais micronutrientes foram avaliados em DTPA.

O experimento foi instalado em área já estabelecida com capim decumbens. O tamanho das parcelas foi de 3 m x 4 m. O espaçamento entre parcelas e blocos foi de 1 m, para evitar a contaminação entre os tratamentos. Em 20/10/2015, após a primeira chuva foi realizado o corte de uniformização a 10 cm da superfície do solo. Em todas as parcelas, os resíduos cortados foram removidos. Imediatamente após o corte de uniformização foi aplicado a lanço a adubação de manutenção, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de K₂O via cloreto de potássio, entretanto não foi realizada a calagem que de acordo com as recomendações Raij et al., (1997).

Em 20/10/2015, foi realizada a primeira aplicação de fertilizantes nitrogenados em todas as parcelas, com início das avaliações do primeiro ano de condução do experimento. Realizado 4 cortes no período das chuvas, com intervalo regulado pelo melhor tratamento atingisse 28 cm de altura e um corte no período outono/inverno.

Em 08/10/2016, foi realizada a primeira aplicação de fertilizantes nitrogenados em todas as parcelas, com início das avaliações do segundo ano de condução do experimento. No período das chuvas foram realizados 5 cortes, com intervalo regulado pelo melhor tratamento atingir 28 cm de altura e um corte no período outono/inverno.

3.2.4 Acúmulo de massa seca total

A massa verde de forragem foi mensurada por meio do uso de um amostrador retangular de ferro com 0,5 m² (1 m x 0,5 m), sendo retirada uma amostra por unidade experimental. O amostrador foi posicionado em pontos representativos de

cada parcela e a forragem contida no interior do quadro foi cortada a 10 cm de altura do solo e foi obtido o peso de massa verde de forragem.

Para a avaliação da massa seca foi retirada uma amostra da forragem, a qual foi pesada imediatamente e seca em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, conforme descrição de Silva e Queiroz (2002). A partir desses valores foi calculada a massa seca produzida por hectare.

3.2.5 Composição morfológica

Para determinar a participação relativa de cada componente morfológico foi retirada uma subamostra da amostra de massa verde de forragem coletada no dia do corte, a qual foi separada em frações de lâminas foliares e pseudocolmo (colmos + bainhas) as quais foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, conforme descrição de Silva e Queiroz (2002).

3.2.6 Análise estatística

A avaliação dos dados foi realizada quanto à normalidade e homogeneidade dos erros de variância e as análises foram realizadas utilizando SISVAR® (FERREIRA, 2000), no qual os resultados foram submetidos a análise de variância e pelo teste SCOTT-KNOTT para comparação de médias a 5 % de probabilidade.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Acúmulo de forragem

O acúmulo de massa seca de capim decumbens no primeiro ano apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas somente no quarto corte e na produção acumulada de cinco cortes (Tabela 3.1). No quarto corte a massa seca apresentou melhores resultados para as ureias revestidas, e no acumulado de cinco cortes a utilização de ureia convencional resultou em menor acúmulo de massa seca em

relação ao nitrato de amônio e as ureias com revestimento, bem como observado na volatilização de nitrogênio que houve essa mesma tendência (Tabela 2.1).

O acúmulo de massa seca de capim decumbens apresentou diferença significativa para as doses de nitrogênio nos cortes e na produção acumulada de cinco cortes, no qual o incremento das doses de nitrogênio incrementa a produção de massa seca (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Acúmulo de massa seca de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	
	16.11.2015	16.12.2015	28.01.2016	14.03.2016	09.06.2016	
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	1873,76	1852,10	2209,54	1910,40 b	1729,12	9574,95 a
Ureia + B + Cu	1808,24	1627,52	2342,47	2128,63 a	1611,63	9518,49 a
Ureia + NBPT	1927,70	1694,22	2135,65	2065,31 a	1601,63	9424,54 a
Ureia	1962,47	1564,03	1935,79	1792,72 b	1585,58	8480,60 b
Dose de N kg ha⁻¹						
0	1312,43 b	1209,40 b	1552,54 c	1065,87 c	1015,71 c	6155,96 c
100	1964,87 a	1854,68 a	2149,17 b	1983,12 b	1783,13 b	9734,45 b
200	2199,87 a	1989,32 a	2765,88 a	2806,31 a	2097,13 a	11858,53 a
Teste F						
Fontes de N (F)	0,652 ^{ns}	2,382 ^{ns}	2,466 ^{ns}	3,409 *	0,477 ^{ns}	6,560 *
Dose de N (N)	17,911 *	36,048 *	41,951 *	95,788 *	45,732 *	272,392 *
FxN	0,249 ^{ns}	1,239 ^{ns}	1,421 ^{ns}	1,129 ^{ns}	1,264 ^{ns}	1,660 ^{ns}
Média Geral	1825,54	1684,47	2155,86	1951,77	1631,99	9249,65
CV(%)	23,80	16,49	17,38	18,23	20,16	7,55

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

No segundo ano o acúmulo de massa seca de capim decumbens apresentou diferença significativa para as fontes nitrogenadas no segundo, terceiro, quarto e quinto corte e na produção acumulada de seis cortes. Para as doses também foi observada diferença em todos os cortes e na produção de massa seca acumulada no período. No primeiro e quarto corte foi verificada interação entre as fontes e doses nitrogenadas. (Tabela 3.2). Segundo Menezes et al. (2009), avaliando a necessidade da adubação de forragens, concluiu que a produtividade da matéria seca é baixa quando da ausência da adubação ou realizada de maneira parcial, evidenciando alta dependência das forrageiras à aplicação de fertilizantes.

Tabela 3.2 - Produção de massa seca de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes						Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
	07.11.2016	13.12.2016	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	20.06.2017	
	-----kg ha ⁻¹ -----						
Fontes de N							
Nitrato de amônio	1188,13	1383,64 a	1545,03a	1789,75 a	1423,63 a	1866,92	9197,11 a
Ureia + B + Cu	1001,77	1402,11 a	1219,32 b	1497,07 b	1182,09 b	1931,77	8263,67 b
Ureia + NBPT	974,20	1422,94 a	1414,39 a	1526,58 b	1411,61 a	1807,47	8527,68 a
Ureia	943,64	1141,23 b	1253,10 b	1269,46 b	1078,02 b	1889,08	7574,54 b
Dose de N kg ha ⁻¹							
0	452,41 c	696,38 c	316,38 c	567,78 c	684,14 c	1221,87 c	3938,96 c
100	943,98 b	1454,88 b	1381,55 b	1665,88 b	1389,63 b	1901,31 b	8737,25 b
200	1684,40 a	1861,19 a	2375,96 a	2328,48 a	1747,74 a	2498,26 a	12496,04 a
Teste F							
Fontes de N (F)	2,532 ^{ns}	3,077 *	4,450 *	4,381 *	2,465 ^{ns}	0,185 ^{ns}	5,433*
Dose de N (N)	107,205 *	82,542 *	276,091 *	101,826 *	32,742 *	37,472 *	295,840*
FxN	2,673 *	1,909 ^{ns}	1,993 ^{ns}	2,644 *	1,077 ^{ns}	1,086 ^{ns}	1,370 ^{ns}
Média Geral	1026,93	1337,48	1357,96	1520,71	1273,84	1873,82	8390,75
CV(%)	23,33	19,46	18,26	23,18	29,70	22,27	11,89

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

No primeiro e quarto corte houve interação no desdobramento entre doses e fontes de nitrogênio no qual as fontes apresentaram maiores valores de produção de massa seca para a maior dose de N para todas as fontes nitrogenadas (Tabela 3.3). Dentre as fontes, a dose de 200 kg ha⁻¹ o nitrato de amônio foi superior na produção de massa seca do primeiro corte. Já no quarto corte na mesma dose houve produções superiores para o nitrato de amônio e para a ureia + B + Cu, e na dose de 100 kg ha⁻¹ as melhores produções foram observadas para o nitrato de amônio.

A variação na produção de massa seca entre fontes e doses nitrogenadas pode estar associada a variáveis climáticas, como precipitações que pode ocorrer após a aplicação do fertilizante. A ureia convencional, sem tecnologia de redução de volatilização, apresenta altas perdas por volatilização (ROS et al., 2005). No entanto, em casos com baixas precipitações aproximadamente 6 mm, é altamente favorável a volatilização de amônia, favorecendo a utilização de fertilizantes com tecnologia para o aumento da eficiência de adubos nitrogenados (DEMPSEY et al., 2017).

Tabela 3.3 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio em capim decumbens na produção de massa seca. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio					
	0	100	200	0	100	200
	kg ha ⁻¹					
Fontes de N	1º Corte			4º Corte		
Nitrato de amônio	452,41C	951,41 B	2160,55 Aa	567,78 B	2265,55Aa	2535,93 Aa
Ureia + B + Cu	452,41 C	891,25 B	1661,65 Ab	567,78 C	1371,74 Bb	2640,23 Aa
Ureia + NBPT	452,41 C	961,34 B	1508,81 Ab	567,78 B	1748,71 Ab	2174,71 Ab
Ureia	452,41 C	971,94 B	1406,58 Ab	567,78 C	1277,53 Bb	1963,06 Ab

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

3.3.2 Composição morfológica

Observou-se, no primeiro ano, diferença significativa na produção de lâmina foliar de capim decumbens para as distintas fontes de nitrogênio no quarto corte e no acumulado, com menor valor na ureia convencional em relação ao nitrato e as ureias revestidas (Tabela 3.4). A importância da quantidade de lâmina foliar é que é a parte da planta que representa o maior valor nutritivo em relação a colmo e bainha Cardoso et al. (2015).

Tabela 3.4 - Produção de massa seca de lâmina foliar de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	
	16.11.2015	16.12.2015	28.01.2016	14.03.2016	09.06.2016	
	kg ha ⁻¹					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	1332,80	1490,95	1760,53	1443,54 a	1409,85	7437,68 a
Ureia + B + Cu	1247,22	1351,82	1890,93	1584,94 a	1269,05	7343,96 a
Ureia + NBPT	1296,25	1430,22	1732,55	1562,16 a	1274,20	7295,39 a
Ureia	1148,84	1450,55	1582,95	1286,49 b	1280,51	6749,33 b
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	943,36 b	1070,09 b	1336,47 c	794,18 c	789,35 c	4933,45 c
100	1375,42 a	1576,59 a	1673,65 b	1532,52 b	1420,40 b	7578,58 b
200	1450,05 a	1645,97 a	2215,10 a	2081,15 a	1715,46 a	9107,74 a
Teste F						
Fontes de N (F)	0,793 ^{ns}	0,702 ^{ns}	3,216 ^{ns}	3,997 *	1,221 ^{ns}	4,515 *
Dose de N (N)	12,438 *	27,100 *	52,761 *	118,899 *	79,303 *	278,481 *
FxN	0,310 ^{ns}	0,770 ^{ns}	1,393 ^{ns}	1425 ^{ns}	2,011 ^{ns}	1,369 ^{ns}
Média Geral	1256,27	1430,88	1741,74	1469,28	1308,40	7206,59
CV(%)	24,70	16,88	14,01	16,12	16,24	7,02

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Contrastando com o observado por Cardoso et al. (2015) que no acumulado de massa seca de capim-marandu não houve diferença entre as fontes ureia e sulfato de amônio. Em relação às doses, a produção de lâminas foliares foi favorecida pelo aumento da dose de N, em todos os cortes e no acumulado, pelo fato da maior acumulo de massa seca ocorrido com maiores doses de nitrogênio.

No segundo ano observou-se diferença significativa na produção de lâmina foliar de capim decumbens para as distintas fontes de nitrogênio, com menor valor na ureia convencional no segundo corte e na produção acumulada dos seis cortes (Tabela 3.5). Em relação às doses, a produção de lâminas foliares foi favorecida pelo aumento da dose de N, em todos os cortes e no acumulado. Assim como observado Cardoso et al. (2015) que no acumulado de massa seca de lâminas foliares de capim-marandu houve incremento na produtividade com aumento das doses de nitrogênio. Esses resultados podem ser atribuídos ao envolvimento fisiológico do nitrogênio na produção de tecidos meristemáticos (MARSCHNER, 2012).

Tabela 3.5 - Produção de massa seca de lâmina foliar de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes						Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
	07.11.2016	13.12.2016	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	20.06.2017	
-----kg ha ⁻¹ -----							
Fontes de N							
Nitrato de amônio	801,57	1266,93 a	1189,78	1266,49	1058,27	1307,38	6890,45 a
Ureia + B + Cu	684,56	1312,22 a	953,18	1141,77	961,91	1369,44	6423,12 a
Ureia + NBPT	668,97	1281,50 a	1135,27	1115,16	1093,98	1300,32	6595,22 a
Ureia	684,59	1033,05 b	1064,67	972,41	823,73	1366,45	5944,92 b
Dose de N kg ha ⁻¹							
0	296,85 c	518,08 c	266,99 c	466,88 c	568,01 c	919,14 c	3035,97 c
100	684,35 b	1380,66 b	1158,19 b	1272,60 b	1035,27 b	1345,53 b	6876,62 b
200	1148,58 a	1771,53 a	1832,00 a	1632,41 a	1350,14 a	1743,03 a	9477,69 a
Teste F							
Fontes de N (F)	1,657 ^{ns}	3,470 *	2,607 ^{ns}	3,084 *	2,296 ^{ns}	0,284 ^{ns}	3,322*
Dose de N (N)	106,096 *	115,596 *	205,402, *	100,588 *	32,482 *	46,614 *	296,829*
FxN	2,725 *	1,958 ^{ns}	0,868 ^{ns}	2,705 *	0,851 ^{ns}	2,056 ^{ns}	0,909 ^{ns}
Média Geral	709,92	1223,42	1085,72	1123,96	984,47	1335,90	6463,43
CV(%)	23,33	19,50	20,18	21,18	28,06	18,17	11,64

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Diferente do observado por Cardoso et al. (2015) que no acumulado de massa seca de lâminas foliares de capim-marandu não houve diferença entre as fontes ureia e sulfato de amônio, diferente do encontrado neste experimento, no qual houve diferença entre as fontes no acumulado de produção de lâmina foliar, no qual a utilização da ureia proporcionou menores produtividades quando comparado ao nitrato de amônio e as ureias revestidas.

No primeiro e quarto corte houve diferença significativa para as doses dentro dos tratamentos com produções superiores nas doses maiores, já para as fontes, no primeiro corte o uso do nitrato de amônio na dose de 200 kg ha⁻¹ apresentou melhores resultados, no quarto corte as melhores produtividades ocorreram para o nitrato de amônio e a ureia + NBPT para a dose de 100 kg ha⁻¹ (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio da produção de massa seca de lâmina foliar de capim decumbens. Ano agrícola 2016/2017.

2010/2011:						
Variáveis	Doses de nitrogênio					
	0	100	200	0	100	200
	-----			kg ha ⁻¹	-----	
Fontes de N	1º corte			4º corte		
Nitrato de amônio	296,86 C	665,04 B	1442,82 Aa	466,87 B	1639,17 Aa	1693,43 A
Ureia + B + Cu	296,86 C	612,79 B	1144,03 Ab	466,87 C	1086,98 Bb	1871,47 A
Ureia + NBPT	296,86 C	674,90 B	1035,17 Ab	466,87 B	1366,60 Aa	1512,02 A
Ureia	296,86 B	784,66 A	972,27 Ab	466,87 C	997,65 Bb	1452,70 A

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste Scott-Knott.

No primeiro ano, a produção de massa seca de colmo e bainha apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas no segundo corte obtendo um maior valor o nitrato de amônio comparado aos outros fertilizantes nitrogenados. Para as doses, a produção de colmos aumentou com doses crescentes de nitrogênio (Tabela 3.7).

Semelhante ao observado por Cardoso et al. (2015) em que o acumulado de massa seca de colmos e bainha de capim-marandu não houve diferença entre as fontes ureia e sulfato de amônio, diferindo apenas para as doses de nitrogênio.

Tabela 3.7 - Produção de massa seca de colmo e bainha de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	
	16.11.2015	16.12.2015	28.01.2016	14.03.2016	09.06.2016	
-----kg ha ⁻¹ -----						
Fontes de N						
Nitrato de amônio	616,90	361,16 a	449,02	466,82	319,27	2213,17
Ureia + B + Cu	561,02	275,71 b	451,54	543,65	342,57	2174,49
Ureia + NBPT	631,46	205,53 b	403,10	503,15	327,43	2070,67
Ureia	543,67	221,51 b	352,83	416,16	307,07	1839,25
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	369,07 b	139,30 b	216,07 b	271,68 c	226,36 b	1222,50 c
100	645,90 a	315,26 a	475,52 a	450,63 b	362,72 a	2250,04 b
200	749,82 a	343,34 a	550,78 a	725,02 a	381,67 a	2750,65 a
Teste F						
Fontes de N (F)	0,721 ^{ns}	3,228 *	0,768 ^{ns}	1,737 ^{ns}	0,109 ^{ns}	2,663 ^{ns}
Dose de N (N)	20,621 *	10,682 *	14,578 *	41,116 *	4,254 *	76,425 *
FxN	0,557 ^{ns}	1,248 ^{ns}	1,568 ^{ns}	0,829 ^{ns}	0,277 ^{ns}	0,788 ^{ns}
Média Geral	588,26	265,97	414,12	482,44	323,58	2074,40
CV(%)	29,47	50,89	44,42	19,52	50,78	17,18

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

No segundo ano a produção de massa seca de colmo e bainha apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas no terceiro, quarto, quinto corte e na produção acumulada de seis cortes (Tabela 3.8).

Observou-se maior valor de produção de massa seca de colmo e bainha para o nitrato de amônio em relação a ureia + B + Cu, ureia + NBPT e a ureia convencional. Para as doses, a produção de colmos foi diretamente proporcional no primeiro, terceiro, quarto, quinto, sexto corte e na produção acumulada de seis cortes (Tabela 3.8).

Diferente do observado por que no acumulado de massa seca colmos e bainha de capim-marandu não houve diferença entre as fontes ureia e sulfato de amônio e doses de nitrogênio (CARDOSO et al., 2015), diferente do encontrado neste experimento, no qual houve diferença entre as fontes no acumulado de produção de lâmina foliar, porém semelhante para as doses de nitrogênio em que doses crescentes promoveram maiores produtividades de colmo.

Tabela 3.8 - Produção de massa seca de colmo e bainha de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes						Acumulado
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
	07.11.2016	13.12.2016	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	20.06.2017	
-----kg ha ⁻¹ -----							
Fontes de N							
Nitrato de amônio	386,55	116,70	355,24 a	523,26 a	365,35 a	559,54	2306,66 a
Ureia + B + Cu	317,21	89,88	266,13 a	384,80 b	220,18 b	562,32	1840,55 b
Ureia + NBPT	305,21	141,44	279,11 a	381,90 b	317,63 a	507,15	1932,46 b
Ureia	315,71	108,18	188,43 b	297,05 b	254,28 b	522,62	1686,30 b
Dose de N kg ha ⁻¹							
0	155,55 c	178,29	49,39 c	100,90 c	116,12 b	302,73 c	902,99 c
100	299,26 b	74,21	223,35 b	393,28 b	354,36 a	555,78 b	1900,25 b
200	538,70 a	89,65	543,95 a	696,08 a	397,60 a	755,22 a	3021,24 a
Teste F							
Fontes de N (F)	2,353 ^{ns}	0,694 ^{ns}	3,253 *	5,265 *	2,741 ^{ns}	0,193 ^{ns}	5,783 *
Dose de N (N)	84,454 *	0,312 ^{ns}	55,183 *	70,901 *	20,004 *	17,703 *	124,451 *
FxN	3,358 *	0,698 ^{ns}	2,674 *	2,084 ^{ns}	1,378 ^{ns}	0,347 ^{ns}	2,457 *
Média Geral	331,17	142,28	272,23	396,75	289,36	537,91	1941,49
CV(%)	25,44	35,95 †	17,22†	11,85†	13,19†	14,88†	19,57

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. † Dados transformados pela fórmula: $10 + \sqrt{x}$.

Na interação entre fontes houve diferença significativa para o primeiro e terceiro corte na produção de colmo e bainha, no qual os maiores valores foram observados para as maiores doses para as fontes nitrogenadas, exceto para ureia em que não houve diferença entre as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹, e dentre as fontes no primeiro corte a dose de 200 kg ha⁻¹ houve maior produção para a utilização do nitrato de amônio (Tabela 3.9). No quarto corte a menor produção foi observada quando utilizada a ureia comparando as doses de 200 kg ha⁻¹ de N aplicado.

Tabela 3.9 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio da produção de massa seca de colmo e bainha de capim decumbens. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio					
	0	100	200	0	100	200
	kg ha ⁻¹					
Fontes de N		1º corte			3º corte	
Nitrato de amônio	155,55 C	286,37 B	717,72 Aa	49,39 C	314,25 B	702,09 Aa
Ureia + B + Cu	155,55 C	278,45 B	517,62 Ab	49,39 C	225,33 B	523,69 Aa
Ureia + NBPT	155,55 C	286,44 B	473,64 Ab	49,39 B	134,72 B	653,24 Aa
Ureia	155,55 B	345,75 A	445,84 Ab	49,39 B	219,10 A	296,80 Ab

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste Scott-Knott.

No acumulado de seis cortes houve interação entre doses e fontes nitrogenadas, no qual na dose de 100 kg ha⁻¹ de N observou-se maior produção com a utilização do nitrato de amônio, e na dose de 200 kg ha⁻¹ o nitrato de amônio e a ureia + NBPT produziram mais (Tabela 3.10).

Tabela 3.10 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio da produção de massa seca de colmo e bainha de capim decumbens. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio		
	0	100	200
	kg ha ⁻¹		
Fontes de N	Acumulado		
Nitrato de amônio	902,99 C	2416,45 Ba	3600,54 Aa
Ureia + B + Cu	902,99 C	1708,76 Bb	2909,90 Ab
Ureia + NBPT	902,99 C	1694,14 Bb	3200,24 Aa
Ureia	902,99 C	1781,64 Bb	2374,26 Ab

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste Scott-Knott.

No primeiro ano a porcentagem de lâminas foliares apresentou diferença entre fontes no segundo corte, obtendo um melhor valor para a ureia convencional e a ureia + B + Cu (Tabela 3.11).

Tabela 3.11 - Porcentagem de lâmina foliar de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					Média 5 Cortes
	1º	2º	3º	4º	5º	
	16.11.2015	16.12.2015	28.01.2016	14.03.2016	09.06.2016	
	----- % -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	69,77	82,41 b	80,26	76,33	81,31	78,01
Ureia + B + Cu	69,28	83,54 b	81,96	74,99	79,80	77,91
Ureia + NBPT	68,74	88,03 a	81,86	76,75	81,69	79,25
Ureia	67,91	88,42 a	80,26	76,32	80,97	79,55
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	71,59 a	88,46 a	86,24 a	75,45 b	79,19	80,19 a
100	68,69 b	84,98 b	79,04 b	78,54 a	80,75	78,40 b
200	66,48 b	83,36 b	80,24 b	74,31 b	82,89	77,45 b
Teste F						
Fontes de N (F)	0,768 ^{ns}	5,178 *	0,656 ^{ns}	0,397 ^{ns}	0,164 ^{ns}	1,458 ^{ns}
Dose de N (N)	10,584 *	4,981 *	8,456 *	4,351 *	1,135 ^{ns}	5,339 *
FxN	0,843 ^{ns}	1,445 ^{ns}	1,833 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,696 ^{ns}
Média Geral	68,92	85,60	81,84	76,10	80,94	78,68
CV(%)	4,57	5,46	6,49	5,51	8,63	3,05

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Em relação as doses, houveram diferenças significativas no primeiro, segundo, terceiro corte e na média de cinco cortes, que apresentaram maiores porcentagens com a ausência da adubação nitrogenada, diferente do observado no quarto corte em que a maior porcentagem ocorreu para a adubação com 100kg ha⁻¹.

A porcentagem de lâminas foliares apresentou diferença entre fontes no quinto corte e na média de seis cortes, obtendo um menor valor para o nitrato de amônio na média de seis cortes, no quinto corte maiores valores foram observados para ureia + B + Cu, para as doses houve diferenças significativas em todos os cortes e na produção acumulada dos seis cortes (Tabela 3.12).

Tabela 3.12 - Porcentagem de lâmina foliar de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes						Média 6 Cortes
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
	07.11.2016	13.12.2016	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	20.06.2017	
	----- % -----						
Fontes de N							
Nitrato de amônio	67,63	90,57	82,99	75,22	76,44 b	71,92	73,64 b
Ureia + B + Cu	67,75	91,76	83,93	78,88	82,44 a	72,92	75,61 a
Ureia + NBPT	68,10	89,06	86,22	78,03	78,89 b	74,31	75,61 a
Ureia	67,92	90,18	88,19	79,13	77,58 b	74,90	75,94 a
Dose de N kg ha ⁻¹							
0	65,45 b	80,45 b	93,77 a	85,29 a	83,66 a	77,89 a	78,58 a
100	69,63 a	95,30 a	84,22 b	78,06 b	74,53 c	72,28 b	74,72 b
200	68,47 a	95,43 a	78,01 c	70,10 c	78,33 b	70,36 b	72,29 a
Teste F							
Fontes de N (F)	0,137 ^{ns}	0,065 ^{ns}	1,685 ^{ns}	2,103 ^{ns}	3,644 *	0,483 ^{ns}	4,107 *
Dose de N (N)	19,908 *	5,167 *	25,869 *	50,314 *	15,084 *	5,394*	49,853 *
FxN	0,519 ^{ns}	0,055 ^{ns}	1,599 ^{ns}	0,696 ^{ns}	1,746 ^{ns}	0,267 ^{ns}	2,754 *
Média Geral	67,85	90,39	85,34	77,81	78,84	73,51	75,20
CV(%)	2,85	16,76	7,31	5,51	5,99	9,16	2,39

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Possivelmente essa maior porcentagem de lâminas foliares para a dose 0 kg ha⁻¹ de N, exceto no primeiro e segundo corte e na média de seis corte, se devem ao menor desenvolvimento da forrageira, diferente do que foi observado para as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, que apresentaram uma produção considerável de

colmos, devido ao maior desenvolvimento, e este está ligado a maior crescimento da forrageira em resposta as doses de N.

Na média de seis cortes houve diferença significativa na porcentagem de lâminas foliares no desdobramento de doses e fontes nitrogenadas, com maior porcentagem sem a aplicação de N, e os menores valores ocorreram para o nitrato de amônio na dose de 200 kg ha⁻¹, na dose de 100 kg ha⁻¹ o menor valor foi observado para o nitrato de amônio, e dentre as doses a não aplicação de nitrogênio favoreceu a maior porcentagem de lâminas foliares (Tabela 3.13).

Tabela 3.13 - Desdobramento da interação entre fontes e doses de nitrogênio em capim decumbens na porcentagem de lâmina foliar. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio		
	0	100	200
	----- % -----		
Fontes de N	Média de 6 Cortes		
Nitrato de amônio	78,58 A	72,33 Bb	70,01 Bb
Ureia + B + Cu	78,58 A	75,28 Ba	72,98 Ba
Ureia + NBPT	78,58 A	76,85 Ba	71,40 Bb
Ureia	78,58 A	74,45 Ba	74,78 Ba

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

No primeiro ano a porcentagem de colmos e bainhas houve diferença significativa entre fontes no segundo corte, com menores valores com a utilização de ureia convencional e ureia + NBPT (Tabela 3.14). Entre doses no primeiro, segundo, terceiro corte e na média de cinco cortes houve diferença com menores valores para a ausência de adubação nitrogenada. No quarto corte os menores valores foram para a dose de 100 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 3.14 - Porcentagem de colmo e bainha de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					Média 5 Cortes
	1º	2º	3º	4º	5º	
	16.11.2015	16.12.2015	28.01.2016	14.03.2016	09.06.2016	
----- % -----						
Fontes de N						
Nitrato de amônio	30,23	17,59 a	19,74	23,67	18,69	21,98
Ureia + B + Cu	30,71	16,45 a	18,04	25,00	20,19	22,08
Ureia + NBPT	31,26	11,97 b	18,14	23,25	18,30	20,74
Ureia	32,09	11,58 b	16,70	23,67	19,02	20,44
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	28,40 b	11,54 b	13,75 b	24,55 a	20,81	19,80 b
100	31,30 a	15,02 a	20,95 a	21,46 b	19,25	21,59 a
200	33,52 a	16,64 a	19,76 a	25,69 a	17,10	22,54 a
Teste F						
Fontes de N (F)	0,768 ^{ns}	5,178 *	0,656 ^{ns}	0,397 ^{ns}	0,164 ^{ns}	1,458 ^{ns}
Dose de N (N)	10,584 *	4,981 *	8,456 *	4,351 *	1,135 ^{ns}	5,339 *
FxN	0,843 ^{ns}	1,445 ^{ns}	1,833 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,696 ^{ns}
Média Geral	31,07	14,39	18,15	23,89	19,05	21,31
CV(%)	10,14	32,44	29,25	17,56	43,60	11,27

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

No segundo ano a porcentagem de colmos e bainhas houve diferença significativa entre fontes no quinto corte e na média de seis cortes e diferenças entre doses, exceto para o segundo corte (Tabela 3.15). Em que na média de seis cortes maiores valores ocorreram para o uso de nitrato de amônio. Já no quinto corte a menor porcentagem ocorreu para a ureia + boro + cobre. Entre as doses maiores valores foram observados para a maior dose no quarto corte e na média dos seis cortes. No primeiro corte a maior porcentagem de colmos e bainha ocorreu para a não aplicação de nitrogênio. No quinto corte a dose de 100 kg ha⁻¹ houve maior porcentagem de colmos e bainha. No terceiro e sexto corte os maiores valores de porcentagem de colmo e bainha ocorreram maiores resultados para as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 3.15 - Porcentagem de colmo e bainha de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes						Média 6 cortes
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
	07.11.2016	13.12.2016	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	20.06.2017	
	----- % -----						
Fontes de N							
Nitrato de amônio	32,36	9,42	17,00	24,77	23,55 a	28,08	26,35 a
Ureia + B + Cu	32,24	8,23	16,06	21,11	17,55 b	27,08	24,38 b
Ureia + NBPT	31,89	10,93	13,78	21,96	21,10 a	25,68	24,38 b
Ureia	32,07	9,81	11,80	20,86	22,41 a	25,09	24,05 b
Dose de N kg ha⁻¹							
0	34,54 a	19,54	6,23 b	14,70 c	16,34 c	22,10 b	21,41 c
100	30,36 b	4,69	15,77 a	21,93 b	25,46 a	27,71 a	25,27 b
200	30,36 b	4,57	21,98 a	29,89 a	21,66 b	29,63 a	27,70 a
Teste F							
Fontes de N (F)	0,137 ^{ns}	0,401 ^{ns}	1,139 ^{ns}	2,103 ^{ns}	3,644 *	0,483 ^{ns}	4,107 *
Dose de N (N)	19,908 *	2,855 ^{ns}	17,451 *	50,314 *	15,084 *	5,394*	49,853 *
FxN	0,519 ^{ns}	0,384 ^{ns}	0,983 ^{ns}	0,696 ^{ns}	1,746 ^{ns}	0,267 ^{ns}	2,754 *
Média Geral	32,14	9,60	14,66	22,18	21,16	26,48	24,79
CV(%)	6,02	15,58 †	8,94†	19,32	22,32	25,43	7,25

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. † Dados transformados pela fórmula: $10+\sqrt{x}$

Na média de seis corte para houve diferença significativa na porcentagem de colmo e bainha no desdobramento de doses e fontes nitrogenadas, com menor porcentagem sem a aplicação de N, exceto para a aplicação de ureia + NBPT, em que a dose 0 não diferiu da de 100 kg ha⁻¹ de N (Tabela 3.16).

Tabela 3.16 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio em capim decumbens na porcentagem de colmo e bainha. Ano agrícola 2016/2017.

Fontes de N	Doses de nitrogênio		
	0	100	200
	----- kg ha ⁻¹ -----		
	Média 6 cortes		
Nitrato de amônio	21,41 B	27,67 Aa	29,98 Aa
Ureia + B + Cu	21,41 B	24,72 Ab	27,02 Ab
Ureia + NBPT	21,41 B	23,15 Bb	28,59 Aa
Ureia	21,41 B	25,54 Ab	25,21 Ab

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Maiores valores ocorreram para o nitrato de amônio nas doses de 100 kg ha⁻¹, já na dose de 200 kg ha⁻¹ maiores valores foram observados com o uso do nitrato de amônio e ureia + NBPT.

No primeiro ano a porcentagem de massa seca total houve diferença significativa para as doses de nitrogênio em todos os cortes e na média de cinco cortes com maiores valores sem a adubação para o primeiro, segundo, terceiro e quinto corte, no quarto corte menor valor foi observado com a ausência de adubação, e na média de cinco cortes o menor valor ocorreu para a dose de 200 kg ha⁻¹ de N (Tabela 3.17). Assim como observado por Cardoso et al. (2015) em que houve diferença de percentuais de matéria seca total pelas doses de nitrogênio, que encontrou maior teores com a menor dose de N.

Tabela 3.17 - Porcentagem de massa seca total de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					Média 5 Cortes
	1º	2º	3º	4º	5º	
	16.11.2015	16.12.2015	28.01.2016	14.03.2016	09.06.2016	
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	23,73	19,02	20,94	21,00	20,99	21,13
Ureia + B + Cu	25,91	18,08	20,98	20,26	21,15	21,27
Ureia + NBPT	23,93	18,07	20,76	23,30	21,13	21,44
Ureia	23,67	18,20	21,05	20,79	21,10	20,96
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	27,49 a	20,41 a	21,71 a	19,30 b	22,12 a	22,20 a
100	23,88 b	18,65 b	21,08 b	22,66 a	21,27 b	21,51 a
200	21,57 b	15,96 c	20,01 c	22,05 a	19,91 c	19,89 b
Teste F						
Fontes de N (F)	1,123 ^{ns}	0,801 ^{ns}	0,348 ^{ns}	1,865 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,299 ^{ns}
Dose de N (N)	11,605 *	25,899 *	21,540 *	4,381 *	33,331 *	13,558 *
FxN	0,671 ^{ns}	0,847 ^{ns}	0,352 ^{ns}	0,693 ^{ns}	0,604 ^{ns}	0,481 ^{ns}
Média Geral	24,31	18,34	20,93	21,33	21,09	21,20
CV(%)	14,41	9,62	3,53	16,30	3,67	6,06

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Entre as fontes de nitrogênio não houve diferença significativa para a porcentagem de matéria seca total, assim como observado por Cardoso et al. (2015), em que testou ureia e sulfato de amônio, e não apresentou diferença entre as fontes.

No segundo ano a porcentagem de matéria seca total houve diferença significativa entre as doses de nitrogênio no primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cortes com maiores valores sem a adubação nitrogenada (Tabela 3.18). Para o quarto corte o menor valor foi observado na ausência de adubação nitrogenada, e na média de cinco cortes o menor valor ocorreu para a dose de 200 kg há⁻¹.

Entre as fontes de nitrogênio não houve diferença significativa para a porcentagem de matéria seca total, assim como observado por Cardoso et al. (2015), em que testou ureia e sulfato de amônio, e não apresentou diferença entre as fontes.

Tabela 3.18 - Porcentagem de massa seca total de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes						Média 6 Cortes
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
	07.11.2016	13.12.2016	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	20.06.2017	
----- % -----							
Fontes de N							
Nitrato de amônio	27,33	23,93	21,11	21,27	20,49	25,85	23,89
Ureia + B + Cu	26,87	24,22	21,47	21,35	20,45	25,62	23,77
Ureia + NBPT	26,50	23,64	20,89	21,55	20,68	25,58	23,62
Ureia	27,17	23,43	21,45	21,80	20,75	25,95	24,04
Dose de N kg ha ⁻¹							
0	30,88 a	27,01 a	24,17 a	23,65 a	22,11 a	26,20	26,31 a
100	25,78 b	22,89 b	20,59 b	21,01 b	20,17 b	25,78	23,19 b
200	24,24 c	21,52 b	18,92 c	19,82 c	19,52 c	25,28	22,00 c
Teste F							
Fontes de N (F)	0,965 ^{ns}	0,292 ^{ns}	1,251 ^{ns}	0,991 ^{ns}	0,552 ^{ns}	0,330 ^{ns}	1,348 ^{ns}
Dose de N (N)	116,184 *	27,002 *	151,304 *	91,846 *	61,419 *	2,869 ^{ns}	268,080*
FxN	1,766 ^{ns}	0,132 ^{ns}	0,750 ^{ns}	1,058 ^{ns}	0,806 ^{ns}	0,814 ^{ns}	1,208 ^{ns}
Média Geral	26,96	23,81	21,23	21,49	20,59	25,75	23,83
CV(%)	4,79	9,25	4,11	3,81	3,34	4,23	2,28

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas difere entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

3.4 CONCLUSÕES

A maior produção acumulada de massa seca da capim decumbens, no primeiro ano, foi com a utilização do nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + B +

Cu em relação a ureia pura. No segundo ano, os melhores resultados foram com nitrato de amônia, ureia + NBPT.

A adubação nitrogenada proporcionou maior produção de forragem, nos cortes e no acumulado nos dois anos de condução do experimento.

A produção de massa seca de lâmina foliar acumulada de capim decumbens no primeiro ano, com o uso de nitrato de amônia, ureia + NBPT e ureia + B + Cu acarretaram em maiores produtividades de forragem, a mesma tendência foi observada para segundo ano.

Doses de nitrogênio na adubação do capim decumbens proporcionaram maior produção acumulada de lâmina foliar nos dois anos de condução do experimento, o mesmo ocorreu para produção de colmos e bainha.

Em geral, a porcentagem de massa seca total foi menor na maior dose de nitrogênio aplicada no primeiro e no segundo ano de condução do experimento.

3.5 REFERÊNCIAS

- CARDOSO, J. M. S.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; VIEIRA, J. S.; FOGAÇA, F. H. S.; MEHL, H. U.; COSTA, N.L. Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim-marandu. **PubVet**, Maringa, v. 9, n. 8, p. 348-358, 2015.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 93p.
- DEMPSEY, R. J.; SLATON, N. A.; NORMAN, R. J.; ROBERTS, T. Ammonia volatilization, rice yield, and nitrogen uptake responses to simulated rainfall and urease inhibitor. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 1, p. 1-15, 2017.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; SOUSA, R. S.; VELOSO, C. M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p. 319.
- MENEZES, J. F. S.; FREITAS, K. R.; CARMO, M. L.; SANTANA, R. O.; FREITAS, M. B.; PERES, L. C. Produtividade de massa seca de forrageiras adubadas com cama

de frango e dejetos líquidos de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1. 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2009.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGAMASCHINE, A. F.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 285

ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 799-805, 2005.

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

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; MACÊDO, G. A. R.; CANTARUTTI, R. B.; MASCARENHAS, M. H. T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011.

CAPÍTULO 4 – Composição bromatológica, teor e absorção de macronutrientes em pastagem de capim decumbens adubada com fontes e doses de nitrogênio

RESUMO - É de grande importância ter conhecimento da absorção de nutrientes para poder saber que quantidade de nutrientes que é retirada do solo pela espécie cultivada em uma determinada área, podendo assim calcular a quantidade de fertilizantes necessária para reposição desses elementos. O fornecimento de nitrogênio está associado diretamente a maior produção de matéria seca, bem como no aumento da qualidade da forragem, contribuindo na manutenção da capacidade produtiva da pastagem, tornando o sistema mais sustentável. O experimento foi realizado no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, com o objetivo de avaliar fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada na volatilização de amônia e seus efeitos na produção de pastagem de *Urochloa decumbens* (syn. *Brachiaria decumbens*). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2+1. As parcelas constituíram de 4 fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônia, ureia + NBPT, ureia + B + Cu), com duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle). As doses nitrogenadas foram parceladas em 5 aplicações iguais (20 e 40 kg ha⁻¹), sendo a primeira após o corte de uniformização e as demais após os cortes imediatamente subsequentes. Com a análise dos resultados, concluiu-se que: Observou-se o efeito de diluição no teor de enxofre na parte aérea do capim decumbens nos dois cortes analisados; Nos dois cortes avaliados, de modo geral, a quantidade de N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos foi maior com o aumento das doses de nitrogênio na adubação. No primeiro ano o teor de proteína bruta do capim decumbens aumentou com a aplicação de nitrogênio no sistema, independente da fonte; Os teores de FDN e FDA não alteraram em função das fontes e doses nitrogenadas. No segundo ano aumentaram os teores de FDA e PB em função das doses de nitrogênio independente da fonte utilizada, e o teor de clorofila aumentou com doses maiores de N.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, estado nutricional, qualidade de forragem, *Urochloa decumbens*

Bromatological composition, content and uptake of macronutrients in grass *decumbens* pasture fertilized with sources and doses of nitrogen

Abstract – It is of great importance to be aware of the nutrient absorption in order to know the amount of nutrients that are removed from the soil by the species cultivated in a given area, so that it can calculate the amount of fertilizers necessary to replenish these elements. Nitrogen supply is directly associated with higher dry matter production, as well as with increased forage quality, contributing to the maintenance of pasture production capacity, making the system more sustainable. The experiment was conducted in the experimental field of the Faculty of agrarian and Technological Sciences, Dracena Campus, with the objective of evaluating conventional nitrogen sources with increased efficiency in ammonia volatilization and its effects on the production of *Urochloa decumbens* pasture (syn. *Brachiaria decumbens*). The experimental design was in ranged blocks with four replicates, in a factorial scheme 4x2+1. The plots were composed of 4 nitrogen sources (urea, ammonium nitrate, urea + NBPT and urea + B + Cu), with two doses of nitrogen (100 and 200 kg ha⁻¹), plus a treatment without nitrogen fertilization (control). The nitrogen doses were divided in 5 equal applications (20 e 40 kg ha⁻¹), the first one after the cut of uniformization and the others after the immediately subsequent cuts. The dilution effect was observed in the sulfur content in the aerial part of the decumbens grass in the two analyzed sections; In the two evaluated cuts, the amount of N, P, K, Ca, Mg and S absorbed was generally higher with the increase of the nitrogen rates in the fertilization. In the first year the crude protein content of the decumbens grass increased with the application of nitrogen in the system, independent of the source; The contents of NDF and ADF did not change due to nitrogen sources and doses. In the second year the levels of ADF and CP increased as a function of the doses of nitrogen independent of the source used, and the chlorophyll content increased with higher doses of N.

Keywords: nitrogen fertilization, nutritional status, forage quality, *Urochloa decumbens*

4.1 INTRODUÇÃO

É de grande importância ter conhecimento da absorção de nutrientes para poder saber qual a quantidade de nutrientes que é retirada do solo pela espécie cultivada em uma determinada área, podendo assim calcular a quantidade de fertilizantes necessária para reposição desses elementos.

Segundo Costa et al. (2009) observando em três anos de avaliação o aumento das doses de nitrogênio incrementa a extração de nitrogênio, fosforo, potássio, cálcio e magnésio adubado com sulfato de amônio e ureia, no qual grandes quantidades de nutrientes são extraídas pela forrageira. A falta de reposição desses nutrientes pode acarretar em menores produções bem como menor qualidade de forragem.

Da mesma forma que há efeito das doses de nitrogênio com a absorção de nutrientes, essa interação também pode ocorrer com a proteína bruta e o teor de clorofila (SPAD), que segundo Maranhão et al. (2009) os teores de proteína bruta e teor de clorofila aumentam com doses crescentes de nitrogênio, em experimento com avaliação de capim decumbens e capim-marandu, e com a adubação nitrogenada houve uma tendência de redução valores de fibra em detergente neutro (FDN) e Fibra em detergente ácido (FDA).

A adubação nitrogenada em pastagens auxilia no aumento da produção de forragem, melhorando a qualidade do volumoso, elevando os teores proteína bruta, reduzindo a relação carbono nitrogênio e aumentando os teores de clorofila presente nas folhas (MAZZA et al., 2009).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade do uso de fontes nitrogenadas convencionais e com eficiência aumentada nos teores e absorção de nutrientes, teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, teor de proteína bruta e teor de clorofila em pastagem de capim decumbens (*Urochloa decumbens*).

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em uma área com capim decumbens (*Urochloa decumbens*) no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP, Campus de Dracena, (21° 29' longitude Sul e 51° 32' latitude Oeste; 396 m altitude), Brasil. A precipitação média anual é de 1300 mm, com temperatura média anual de 24°C, com média máxima de 31°C e mínima de 19°C. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico (EMBRAPA, 2013).

4.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2+1, constituído de quatro fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônio, ureia + NBPT, ureia + B + Cu) e duas doses de nitrogênio (100 e 200 kg ha⁻¹ ano), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle com 4 repetições, totalizando 36 parcelas. As doses de nitrogênio foram divididas em 5 aplicações, representando 20 e 40 kg de nitrogênio por aplicação, distribuídas a lanço, sendo uma após o corte de uniformização e as demais após cada corte subsequente. Nas parcelas com adubos sem B e Cu na formulação foi realizada a complementação com ácido bórico e sulfato de cobre.

4.2.3 Instalação e condução do experimento

Para caracterização química do solo inicial as amostras foram coletadas na profundidade 0 - 20 cm em agosto/2015 e no segundo ano em outubro de 2016 (Tabela 2.1). A amostragem foi realizada em área total.

As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Foram avaliados os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio pelo método de extração com resina trocadora de íons. O teor de

matéria orgânica foi determinado pelo método colorimétrico e o pH, em cloreto de cálcio, além da acidez potencial (hidrogênio + alumínio) a pH 7,0. Foram calculadas as somas de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases. O boro foi determinado pelo método da água quente e os demais micronutrientes foram avaliados em DTPA.

O experimento foi instalado em área já estabelecida com capim decumbens. O tamanho das parcelas foi de 3 m x 4 m. O espaçamento entre parcelas e blocos foi de 1 m, para evitar a contaminação entre os tratamentos. Em 20/10/2015, após a primeira chuva foi realizado o corte de uniformização a 10 cm da superfície do solo. Em todas as parcelas, os resíduos cortados foram removidos. Imediatamente após o corte de uniformização foi aplicado a lanço a adubação de manutenção, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de K₂O via cloreto de potássio, entretanto não foi realizada a calagem que de acordo com as recomendações Raij et al. (1997).

Em 20/10/2015, foi realizada a primeira aplicação de fertilizantes nitrogenados em todas as parcelas, com início das avaliações do primeiro ano de condução do experimento. Realizado 4 cortes no período das chuvas, com intervalo regulado pelo melhor tratamento atingisse 28 cm de altura e um corte no período outono/inverno.

Em 08/10/2016, foi realizada a primeira aplicação de fertilizantes nitrogenados em todas as parcelas, com início das avaliações do segundo ano de condução do experimento. No período das chuvas foram realizados 5 cortes, com intervalo regulado pelo melhor tratamento atingir 28 cm de altura e um corte no período outono/inverno.

4.2.4 Teores de macronutrientes da parte aérea da forrageira

Para determinar a concentração de macronutrientes na parte aérea total da forragem foi utilizada a amostra na qual foi determinada a massa seca total de forragem. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey e seguiu a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Foi analisada a forragem amostrada em dois

cortes, sendo uma representativa do período das chuvas e outra do período das secas.

4.2.5 Composição bromatológica

Para avaliar a composição bromatológica da forragem produzida pelo capim decumbens foi determinado o teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) (SILVA; QUEIROZ, 2002).

4.2.6 Avaliação da intensidade da cor verde (SPAD).

Foi determinada a intensidade da cor verde na folha imediatamente antes de cada corte pelo “Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development)”, medido através do clorofilômetro Minolta Co, Japão, e diagnose foliar (MALAVOLTA et al., 1997). As leituras foram realizadas a campo em dez lâminas foliares no terço médio da folha recém expandida em cada unidade experimental.

4.2.7 Análise estatística

A avaliação dos dados foram realizadas quanto a normalidade e homogeneidade dos erros de variância e as análises foram realizadas utilizando SISVAR® (FERREIRA, 2000), no qual os resultados foram submetidos a análise de variância e pelo teste SCOTT-KNOTT para comparação de médias a 5 % de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Teor de nutrientes em capim decumbens

No primeiro ano foram avaliados o teor e a extração de macronutrientes pelo capim decumbens foi avaliado no terceiro e no quinto corte, representando um corte no período das águas e outro no período da seca, respectivamente (Tabelas 4.1 e 4.2).

O teor de N variou para as doses no período das águas e de inverno, mas não apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas (Tabela 4.1). Doses crescentes de N aumentaram os teores de N na planta forrageira no corte de inverno. De acordo com as faixas de interpretação para nutrição de plantas, os valores de N sem adubação nitrogenada e na dose de 100 kg ha^{-1} de N estão pouco abaixo dos considerados adequados no corte de verão, enquanto na dose de 200 kg ha^{-1} de N, os teores estão dentro dos limites críticos recomendados para nutrição de capim decumbens (RAIJ et al., 1997).

O teor de P reduziu com o aumento da dose nitrogenada, sem diferença entre as fontes (Tabela 4.1). Possivelmente, ocorreu o efeito de diluição devido a maior produção de massa seca devido a adubação nitrogenada. Os teores de P e K estão entre os valores considerados adequados para capim decumbens (RAIJ et al., 1997).

O teor de K no verão aumentou com a dose de 200 kg ha^{-1} de N, e no inverno apresentou maiores teores nas doses de 100 e 200 kg ha^{-1} de N, porém não apresentou diferença nos teores com a utilização das diferentes fontes. E segundo Raij et al. (1997) os teores de estão adequados para os cortes de verão e inverno.

Tabela 4.1 - Teor de nitrogênio, fósforo e potássio, no corte verão e inverno do capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	N		P		K	
	-----g kg ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	11,81	14,37	2,35	2,76	20,29	18,96
Ureia + B + Cu	11,89	13,79	2,35	2,88	20,37	17,71
Ureia + NBPT	11,99	13,90	2,51	2,74	20,43	16,04
Ureia	12,01	13,95	2,45	2,74	19,75	18,13
Dose de N kg ha⁻¹						
0	11,22 b	12,18 c	2,82 a	3,40 a	20,00 b	15,63 b
100	11,53 b	13,69 b	2,34 b	2,64 b	19,60 b	17,81 a
200	13,03 a	16,16 a	2,10 c	2,30 c	21,03 a	19,69 a
Teste F						
Fontes de N (F)	0,357 ^{ns}	0,364 ^{ns}	1,765 ^{ns}	0,337 ^{ns}	0,603 ^{ns}	2,158 ^{ns}
Dose de N (N)	51,554 *	31,330 *	49,434 *	34,482 *	4,490 *	7,908 *
FxN	0,276 ^{ns}	0,526 ^{ns}	1,332 ^{ns}	1,469 ^{ns}	1,067 ^{ns}	0,851 ^{ns}
Média Geral	11,92	14,00	2,42	2,78	20,21	17,70
CV(%)	4,49	10,25	8,69	13,81	6,90	16,33

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

O teor de N variou na média das doses no período das águas e de inverno, mas não apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas (Tabela 4.2). Doses crescentes de N aumentaram os teores de N na planta forrageira no verão, e no inverno os maiores teores foram observados com a ausência de aplicação de N, concluindo que não há efeito residual da adubação nitrogenada realizada antes do penúltimo corte.

Os teores de P diferiram significativamente para as doses de N, bem como os teores de K apenas no período de verão. No qual maiores teores de P foram observados com menores doses de aplicação de N, e para o K foi observado que maiores teores ocorreram com doses crescentes de N. Segundo Rajj et al. (1997) os teores de estão adequados para o corte de verão e inferiores ao adequado no corte de inverno, os valores de P estão numa faixa considerada adequada, os valores de K estão acima do considerado adequado no corte de verão, porém no corte de inverno os valores estão adequados.

Tabela 4.2 - Teor de nitrogênio, fósforo e potássio, no corte verão e inverno do capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	N		P		K	
	-----g kg ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	12,13	10,61	2,57	2,40 b	29,29	16,15 a
Ureia + B + Cu	12,51	10,50	2,60	2,38 b	27,95	16,05 a
Ureia + NBPT	12,29	10,74	2,74	2,54 a	30,18	15,96 a
Ureia	12,45	10,60	2,71	2,51 a	28,45	14,55 b
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	11,62 b	11,00 a	3,20 a	2,87 a	23,22 b	15,07
100	11,67 b	10,40 b	2,57 b	2,50 b	31,08 a	15,83
200	13,75 a	10,45 b	2,20 c	2,00 c	32,59 a	16,15
Teste F						
Fontes de N (F)	0,442 ^{ns}	0,289 ^{ns}	0,545 *	2,486 *	1,432 ^{ns}	3,408 *
Dose de N (N)	29,590*	4,628 *	26,860 *	120,579 *	50,240 *	2,427 ^{ns}
FxN	0,572 ^{ns}	2,383 ^{ns}	0,429 ^{ns}	3,422 *	1,409 ^{ns}	2,155 ^{ns}
Média Geral	12,34	10,61	2,65	2,46	28,96	15,68
CV(%)	7,23	5,80	14,67	6,45	9,80	9,04

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

No desdobramento entre fontes e doses houve diferença significativa para os teores de fósforo no corte de inverno no qual para todas as fontes a ausência de adubação houve uma maior absorção, e na dose de 100 kg ha⁻¹ houve maiores teores quando com as fontes ureia e ureia + NBPT (Tabela 4.3). Segundo Raij et al. (1997) os teores de fósforo na interação entre fontes e doses estão considerados adequados.

Tabela 4.3 - Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio nos teores de fósforo em capim decumbens. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio		
	0	100	200
	-----g kg ⁻¹ -----		
Fontes de N	Corte de inverno		
Nitrato de amônio	2,87 A	2,40 Bb	1,95 C
Ureia + B + Cu	2,87 A	2,27 Bb	2,00 C
Ureia + NBPT	2,87 A	2,57 Ba	2,17 C
Ureia	2,87 A	2,77 Ba	1,90 B

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Em relação aos macronutrientes secundários, não se verificou efeito na média das doses nitrogenadas nos teores de Mg na massa seca no corte de verão e para os teores de Ca (Tabela 4.4), o que concorda com Costa et al. (2010) em que as doses de nitrogênio não tiveram efeito sobre o teor de Ca. No entanto, o S reduziu a concentração com o aumento das doses de N, semelhante ao observado com o K, possivelmente também esteja envolvido com o efeito diluição, conforme citado anteriormente.

Tabela 4.4 - Teor de cálcio, magnésio e enxofre, no corte verão e inverno do capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

2019/2010.						
Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	Ca		Mg		S	
	-----g kg ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	1,58	2,50	2,17	2,55	1,05	1,78
Ureia + B + Cu	1,53	2,62	2,23	2,52	1,11	1,75
Ureia + NBPT	1,63	2,60	2,27	2,56	1,08	1,75
Ureia	1,54	2,61	2,21	2,68	1,10	1,82
Dose de N kg ha⁻¹						
0	1,57	2,73	2,30	2,75 a	1,20 a	2,20 a
100	1,56	2,57	2,16	2,54 b	1,01 b	1,59 b
200	1,58	2,46	2,19	2,45 b	1,04 b	1,53 b
Teste F						
Fontes de N (F)	0,457 ^{ns}	0,196 ^{ns}	0,343 ^{ns}	1,020 ^{ns}	1,504 ^{ns}	0,773 ^{ns}
Dose de N (N)	0,026 ^{ns}	1,866 ^{ns}	1,338 ^{ns}	6,158 *	30,410 *	143,326 *
FxN	0,616 ^{ns}	0,221 ^{ns}	0,591 ^{ns}	0,265 ^{ns}	0,641 ^{ns}	0,583 ^{ns}
Média Geral	1,57	2,58	2,22	2,58	1,09	1,77
CV(%)	14,93	15,30	11,23	9,64	6,71	6,99

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

De acordo com Raij et al. (1997), os teores de Ca presentes na parte aérea do capim decumbens estão abaixo dos considerados adequados (Tabela 4.4). Os teores de Mg e S presentes no capim decumbens estão na faixa considerada adequada.

O teor de cálcio no período de verão, Mg e S variaram para as doses no período das águas e de inverno, mas não apresentou diferença entre as fontes nitrogenadas (Tabela 4.5). Doses crescentes de N diminuíram os teores de Ca na

planta forrageira no verão, e para Mg e S foi observado nas duas épocas os maiores teores foram observado com a ausência de aplicação de N. Segundo Raij et al. (1997) os teores de Ca estão adequados, os valores de Mg estão numa faixa considerada adequada para o corte de verão e inferior no corte de inverno, os valores de S estão considerados adequados.

Tabela 4.5 - Teor de cálcio, magnésio e enxofre, no corte verão e inverno do capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	Ca		Mg		S	
	-----g kg ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	4,00	3,59	3,44	2,74	1,45	1,59
Ureia + B + Cu	4,03	3,57	3,47	2,64	1,48	1,65
Ureia + NBPT	3,97	3,58	3,53	2,68	1,46	1,60
Ureia	4,10	3,54	3,70	2,75	1,46	1,60
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	4,22 a	3,55	3,92 a	2,82 a	1,80 a	1,92 a
100	3,95 b	3,55	3,30 b	2,75 a	1,26 b	1,53 b
200	3,90 b	3,61	3,39 b	2,53 b	1,32 b	1,38 c
Teste F						
Fontes de N (F)	0,319 ^{ns}	0,174 ^{ns}	1,465 ^{ns}	0,445 ^{ns}	0,299 ^{ns}	0,459 ^{ns}
Dose de N (N)	3,494*	0,763 ^{ns}	15,743 *	4,633 *	165,399 *	53,495 *
FxN	0,295 ^{ns}	0,174 ^{ns}	1,219 ^{ns}	0,922 ^{ns}	0,199 ^{ns}	0,370 ^{ns}
Média Geral	4,02	3,57	3,53	2,70	1,46	1,61
CV(%)	9,23	5,09	9,60	10,31	6,25	9,48

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

4.3.2 Absorção de macronutrientes em capim decumbens

As quantidades de macronutrientes primários absorvidos pela forrageira estão compiladas nas Tabelas 4.6. Em relação ao N verificou-se aumento da quantidade de N absorvido em função das doses nitrogenadas aplicadas (Tabela 4.6), entretanto na avaliação das fontes não constatou diferença significativa.

A quantidade de P absorvido proporcionou maior absorção na dose de 200 kg ha⁻¹ de N no corte de verão e menor valor de absorção para a ausência da adubação nitrogenada no corte de inverno.

A absorção de K pelo capim decumbens, de modo geral, foi semelhante para as fontes e doses nitrogenadas utilizadas (Tabela 4.6), no qual doses de N crescentes aumentaram a absorção, e verificou-se efeito das fontes com menor absorção quando utilizada a ureia.

Tabela 4.6 - Quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea do terceiro e quinto cortes de pastagem de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	N		P		K	
	----- kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	26,41	25,68	5,05	4,42	45,26 a	34,37
Ureia + B + Cu	28,25	22,74	5,34	4,40	47,62 a	29,53
Ureia + NBPT	25,91	21,91	5,27	4,07	43,87 a	26,05
Ureia	23,58	22,43	4,62	4,16	38,00 b	29,43
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	17,45 c	12,21 c	4,43 b	3,46 b	30,96 c	16,04 c
100	24,70 b	24,04 b	5,00 b	4,70 a	42,14 b	32,29 b
200	35,97 a	33,30 a	5,78 a	4,63 a	57,99 a	41,19 a
Teste F						
Fontes de N (F)	2,167 ^{ns}	2,043 ^{ns}	1,222 ^{ns}	0,350 ^{ns}	3,897 [*]	1,923 ^{ns}
Dose de N (N)	68,092 [*]	105,699 [*]	7,102 [*]	7,712 [*]	57,130 [*]	35,623 [*]
FxN	1,253 ^{ns}	1,485 ^{ns}	0,626 ^{ns}	0,623 ^{ns}	1,317 ^{ns}	1,508 ^{ns}
Média Geral	26,04	17,74	5,07	4,26	43,69	29,84
CV(%)	17,36	23,18	20,14	23,62	16,45	28,64

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

Devido a característica de plantas forrageiras, com a grande produtividade de massa, é uma cultura que extrai grandes quantidades de N e K, sendo necessária a aplicação de maiores quantidades durante os ciclos de crescimento (Tabela 4.6).

As quantidades de macronutrientes primários absorvidos pela forrageira estão compiladas nas Tabelas 4.7 e 4.10. Em relação ao nitrogênio verificou-se aumento das quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos em função das doses nitrogenadas aplicadas, entretanto na avaliação das fontes constatou diferença significativa para os teores P, K e S no período de verão, no qual os três nutrientes apresentaram resultados semelhantes com melhores valores para as fontes nitrato de amônio e ureia + NBPT.

Tabela 4.7 - Quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea do terceiro e quinto cortes de pastagem de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	----- kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	19,46	19,61	3,49 a	4,31	49,11 a	30,46
Ureia + B + Cu	15,87	20,04	2,85 b	4,38	36,81 b	31,45
Ureia + NBPT	18,09	19,13	3,58 a	4,43	47,32 a	29,22
Ureia	16,21	19,79	3,06 b	4,47	38,45 b	27,38
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	3,65 c	13,40 c	0,98 c	3,48 b	7,21 c	18,84 c
100	16,03 b	19,59 b	3,56 b	4,73 a	43,26 b	30,12 b
200	32,556 a	25,94 a	5,19 a	4,98 a	78,29 a	39,92 a
Teste F						
Fontes de N (F)	2,552 ^{ns}	0,099 ^{ns}	3,743 *	0,054 ^{ns}	4,291 *	0,892 ^{ns}
Dose de N (N)	246,958 *	35,159 *	182,979 *	10,458 *	188,564 *	42,938 *
FxN	1,305 ^{ns}	0,595 ^{ns}	2,900 *	0,554 ^{ns}	2,297 ^{ns}	0,824 ^{ns}
Média Geral	17,42	19,64	3,24	4,40	42,92	29,63
CV(%)	21,20	21,53	19,32	22,54	24,12	21,73

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

No desdobramento entre fontes e doses houve diferença significativa para os teores de P no corte de verão no qual para todas as fontes a ausência de adubação houve menor absorção, e na dose de 100 kg ha⁻¹ houve maiores teores quando com as fontes ureia (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 – Desdobramento da interação fontes e doses de nitrogênio na quantidade de fósforo capim decumbens. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Doses de nitrogênio		
	0	100	200
	kg ha ⁻¹		
Fontes de N	Corte de verão		
Nitrato de amônio	0,98 C	4,02 B	5,48 Aa
Ureia + B + Cu	0,98 C	3,07 B	4,48 Ab
Ureia + NBPT	0,98 C	3,44 B	6,32 Aa
Ureia	0,98 B	3,70 A	4,50 Ab

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, difere entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Os macronutrientes secundários absorvidos no corte de verão e inverno estão apresentados na Tabela 4.9. Constata-se que as menores quantidades de Ca, Mg e S foram absorvidos na ausência da adubação nitrogenada. Com a presença de N na

adubação a qualidade nutricional da forragem melhorou. Esses resultados evidenciam a importância da adubação nitrogenada para o fornecimento de forragem de qualidade para os animais, melhorando a dieta dos animais. Entre as fontes os resultados de absorção dos macronutrientes foram semelhantes.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2010) que em experimento conduzido em vasos verificou que a utilização de doses crescentes de N favoreceram uma maior extração de N, P, K, Mg e S pela espécie forrageira, pois há incremento na produção de massa seca que necessita de maior fornecimento de nutrientes para obter maiores produções.

Tabela 4.9 - Quantidade de cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea do terceiro e quinto cortes de pastagem de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	Ca		Mg		S	
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	3,52	4,24	4,78	4,31	2,26	2,89
Ureia + B + Cu	3,61	4,18	5,27	3,98	2,56	2,66
Ureia + NBPT	3,54	4,05	4,88	3,95	2,27	2,62
Ureia	2,97	4,11	4,26	4,21	2,11	2,76
Dose de N kg ha⁻¹						
0	2,43 c	2,73 b	3,59 c	2,76 b	1,85 c	2,22 b
100	3,39 b	4,57 a	4,71 b	4,51 a	2,16 b	2,82 a
200	4,41 a	5,14 a	6,10 a	5,07 a	2,89 a	3,16 a
Teste F						
Fontes de N (F)	1,307 ^{ns}	0,086 ^{ns}	1,439 ^{ns}	0,589 ^{ns}	2,623 ^{ns}	0,649 ^{ns}
Dose de N (N)	19,567 *	26,024 *	17,447 *	37,395 *	28,023 *	13,737 *
FxN	0,565 ^{ns}	0,669 ^{ns}	0,698 ^{ns}	1,392 ^{ns}	1,386 ^{ns}	0,716 ^{ns}
Média Geral	3,41	4,14	4,80	4,11	2,30	2,73
CV(%)	26,32	23,80	25,10	19,16	17,56	18,76

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

Constata-se que as menores quantidades de Ca, Mg e S foram absorvidos na ausência da adubação nitrogenada (tabela 4.10), e houve incremento na absorção desses nutrientes com doses crescentes de N, e dentre as fontes só foi observado diferença significativa para a absorção de S no corte de verão no qual o nitrato de amônio e a ureia + NBPT apresentaram maiores quantidades absorvidas.

Tabela 4.10 - Quantidade de cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea do terceiro e quinto cortes de pastagem de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	Ca		Mg		S	
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	5,98	6,71	5,01	5,08	2,04 a	2,87
Ureia + B + Cu	4,85	6,90	4,09	4,99	1,67 b	3,11
Ureia + NBPT	5,50	6,47	4,88	4,80	1,88 a	2,77
Ureia	5,03	6,74	4,48	5,16	1,67 b	2,92
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	1,35 c	4,37 c	1,26 c	3,48 c	0,57 c	2,39 c
100	5,45 b	6,74 b	4,54 b	5,29 b	1,74 b	2,91 b
200	9,21 a	9,01 a	8,03 a	6,25 a	3,13 a	3,45 a
Teste F						
Fontes de N (F)	2,567 ^{ns}	0,160 ^{ns}	2,004 ^{ns}	0,211 ^{ns}	2,973 *	0,494 ^{ns}
Dose de N (N)	204,647 *	36,204 *	177,183 *	23,655 *	202,713 *	9,196 *
FxN	1,418 ^{ns}	0,939 ^{ns}	1,896 ^{ns}	0,994 ^{ns}	1,422 ^{ns}	0,594 ^{ns}
Média Geral	5,34	6,71	4,61	5,01	1,82	2,92
CV(%)	20,58	23,01	22,03	23,06	19,79	23,92

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

4.3.3 Composição bromatológica de capim decumbens

Os teores de FDN e FDA não variaram em função da adubação nitrogenada (Tabela 4.11), no entanto são menores aos encontrados por Mendes et al. (2010) para o capim decumbens quando os teores foram de 72% para FDN e 34% para FDA.

Tabela 4.11 - Teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) em pastagem de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2015/2016.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016	28.01.2016	09.06.2016
	FDN		FDA		PB	
	----- % -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	69,09	68,71	31,33	30,00	7,38	8,98
Ureia + B + Cu	69,70	68,57	32,25	30,68	7,44	8,62
Ureia + NBPT	69,11	69,02	31,89	29,94	7,50	8,69
Ureia	69,16	68,83	31,21	30,54	7,51	8,72
Dose de N kg ha ⁻¹						
0	69,41	68,83	31,36	30,38	7,02 b	7,61 c
100	68,52	69,48	31,33	30,47	7,21 b	8,56 b
200	69,88	67,88	32,32	30,03	8,14 a	10,10 a
Teste F						
Fontes de N (F)	0,386 ^{ns}	0,100 ^{ns}	1,841 ^{ns}	0,862 ^{ns}	0,357 ^{ns}	0,364 ^{ns}
Dose de N (N)	2,874 ^{ns}	1,922 ^{ns}	3,265 ^{ns}	0,437 ^{ns}	51,762 *	31,337 *
FxN	0,826 ^{ns}	0,288 ^{ns}	0,800 ^{ns}	0,445 ^{ns}	0,275 ^{ns}	0,523 ^{ns}
Média Geral	69,26	68,78	31,67	30,29	7,46	8,75
CV(%)	2,35	3,06	3,93	4,63	4,48	10,25

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

Dessa maneira, conforme já foi verificado na concentração de N na fitomassa, os valores de PB aumentaram com a aplicação de doses crescente de nitrogênio no sistema, não apresentando diferença entre as fontes (Tabela 4.12). Rebonatti (2015) estudando a mesma forrageira, durante dois anos, verificou que a variação de PB foi de 5,2 a 6,5. Dessa maneira, é possível constatar que no presente estudo a forrageira apresentou boa qualidade mesmo no tratamento sem adubação nitrogenada e com a aplicação dos fertilizantes.

Na composição bromatológica da forragem produzida pelo capim decumbens foi determinado o teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) (Tabela 4.12).

Tabela 4.12 - Teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) em pastagem de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes					
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	12.01.2017	20.03.2017	12.01.2017	20.03.2017	12.01.2017	20.03.2017
	FDN		FDA		PB	
	----- % -----					
Fontes de N						
Nitrato de amônio	66,95	72,35	29,74	32,51	7,58	6,63
Ureia + B + Cu	66,75	71,76	29,12	32,86	7,82	6,56
Ureia + NBPT	66,19	72,20	29,47	32,66	7,68	6,71
Ureia	66,15	73,06	29,21	33,31	7,78	6,63
Dose de N kg ha⁻¹						
0	66,15	71,81	28,54 c	31,97 b	7,26 b	6,87 a
100	66,67	72,27	29,25 b	32,77 b	7,29 b	6,50 b
200	66,71	72,96	30,37 a	33,76 a	8,59 a	6,53 b
Teste F						
Fontes de N (F)	1,028 ^{ns}	2,078 ^{ns}	1,869 ^{ns}	0,697 ^{ns}	0,448 ^{ns}	0,284 ^{ns}
Dose de N (N)	0,844 ^{ns}	3,199 ^{ns}	27,242 *	6,207 *	29,609 *	4,648 *
FxN	1,065 ^{ns}	1,134 ^{ns}	0,806 ^{ns}	1,894 ^{ns}	0,574 ^{ns}	2,376 ^{ns}
Média Geral	66,51	72,34	29,38	32,83	7,71	6,63
CV(%)	2,06	1,79	2,40	4,38	7,23	5,81

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. ** Em cada corte representa a perda de amônia com a aplicação de 0, 20 kg ha⁻¹ e de 40 kg ha⁻¹, respectivamente, para as doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N no ciclo de crescimento.

A qual houve diferença significativa para as doses nos teores de FDA no corte de verão e inverno e para os teores de PB no corte de verão. No qual doses crescentes de nitrogênio aumentam os teores de FDA e PB. Os valores de PB no quinto corte houve maior teor com a ausência de aplicação de N, pois não houve efeito residual da aplicação de N do quinto corte, pois no sexto corte que foi analisado no período de inverno, no qual não houve aplicação de nitrogênio, aliado com a maior produção de massa seca houve maior diluição do teor de N na forrageira.

4.3.4 Índice SPAD em capim decumbens

O índice SPAD do capim decumbens foi avaliado no terceiro, quarto, quinto e no sexto corte do segundo ano de condução do experimento (Tabelas 4.13).

Esse valor variou na média para as doses de nitrogênio no período das águas no terceiro, quarto e quinto cortes, mas não apresentou diferença no sexto corte, no

qual foi o corte da época seca onde não houve adubação nitrogenada proporcionando um crescimento mais homogêneo entre os tratamentos.

Tabela 4.13 – Valores médios de índice SPAD de capim decumbens adubado com doses e fontes de nitrogênio. Ano agrícola 2016/2017.

Variáveis	Cortes			
	3º	4º	5º	6º
	12.01.2017	08.02.2017	20.03.2017	14.06.2017
SPAD				
Fontes de N				
Nitrato de amônio	35,45	34,51	34,18	27,14
Ureia + B + Cu	34,80	35,51	33,80	27,22
Ureia + NBPT	36,40	34,05	30,85	27,67
Ureia	33,46	34,49	33,54	27,29
Dose de N kg ha⁻¹				
0	32,70 b	30,37 c	29,67 b	27,82
100	35,45 a	34,56 b	31,99 b	27,17
200	36,94 a	38,99 a	37,61 a	27,00
Teste F				
Fontes de N (F)	1,579 ^{ns}	0,926 ^{ns}	1,065 ^{ns}	0,129 ^{ns}
Dose de N (N)	6,423 *	59,637 *	10,249 *	0,585 ^{ns}
FxN	0,736 ^{ns}	0,317 ^{ns}	0,993 ^{ns}	1,152 ^{ns}
Média Geral	35,03	34,64	33,09	27,33
CV(%)	9,70	6,44	15,42	8,32

Médias seguidas por letras distintas difere entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Doses crescentes de nitrogênio aumentaram o índice SPAD na planta forrageira.

Assim como observado por Maranhão et al. (2009) em que doses de nitrogênio tiveram efeito no teor de clorofila (em valores de SPAD), no qual aumentaram os teores do índice de clorofila com o incremento das doses de nitrogênio em avaliação de capim-marandu, e para o capim decumbens observou aumento do teor de clorofila até a dose de 187,5 mg dm⁻³ de N em experimento conduzido em vaso.

4.4 CONCLUSÕES

Nos dois cortes avaliados, de modo geral, a quantidade de N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos foi maior com o aumento das doses de nitrogênio na adubação no primeiro e segundo ano de condução do experimento.

No verão do segundo ano os teores de P, K e S aumentaram com a utilização de nitrato de amônio e ureia + NBPT.

O teor de proteína bruta do capim decumbens no primeiro ano aumentou com a aplicação de nitrogênio no sistema, independente da fonte. Os teores de FDN e FDA não alteraram em função das fontes e doses nitrogenadas.

No segundo ano doses maiores de N proporcionaram um acréscimo nos teores de FDA e PB.

O índice SPAD aumentou com doses de nitrogênio, exceto no sexto corte.

4.5 REFERÊNCIAS

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CARRIJO, M. S. Extração de nutrientes do capim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 4, p. 801-812, 2009.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C.; SAMPAIO, F. M. T.; CARRIJO, M. S.; RODRIGUES, C. R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileiro**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 307-314, 2010.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 93 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GERON, L. J. V.; MEXIA, A. A.; GARCIA, J.; SILVA, M. M.; ZEOULA, L. M. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 797-808, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológico de duas cultivares de braquiárias adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringa, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. New York: Academic Press, 2012. 651 p.

MAZZA, L. M.; PÔGGERE, G. C.; FERRARO, F. P.; RIBEIRO, C. B.; CHEROBIM, V. F.; MOTTA, A. C. V.; MORAES, A. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim Mombaça no primeiro planalto paranaense. **Scientia Agraria, Curitiba**, v.10, n.4, p.257-265, 2009.

MENDES, R. S; SANTOS, A. C.; PAIVA, J. A.; OLIVEIRA, L. B. T.; ARAÚJO, A. S. Bromatologia de espécies forrageiras no norte Catarinense. **Enciclopédia Biosfera, Centro Conhecer Científico**, Goiânia, v. 6, n.10. 2010.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.; **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas. Instituto agrônomo/ Fundação IAC, 1997. (Boletim Técnico, n. 2)

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 285

REBONATTI, M. D. **Recuperação de pastagem com estilosantes campo grande e adubação fosfatada**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Dracena, 2015.

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

APÊNDICES – FOTOS DO EXPERIMENTO



Foto 1 - Aplicação do fertilizante nitrogenado nas parcelas.



Foto 2 - Instalação das campânulas para avaliação da volatilização de amônia.



Foto 3 - Campânulas para avaliação da volatilização de amônia.



Foto 4 - Vista geral da campânula de coleta de amônia instalada e cilindros instalados para as próximas avaliações.



Foto 5 - Vista geral do experimento por ocasião da instalação da pesquisa.



Foto 6 - Vista geral do experimento no dia 09/11/2016 (antes do primeiro corte da forrageira).