

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CURSO DE AGRONOMIA**

NITROGÊNIO E ENXOFRE ACUMULADO NO CAPIM-MARANDU

Gustavo Henrique de Paula

Barra do Garças/MT

Março/2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CURSO DE AGRONOMIA**

NITROGÊNIO E ENXOFRE ACUMULADO NO CAPIM-MARANDU

**ACADÊMICO: Gustavo Henrique de Paula
ORIENTADOR: PROF^a. DR^a. SUZANA PEREIRA DE MELO**

Trabalho de Curso (TC)
apresentado ao Curso de Agronomia do
ICET/CUA/UFMT, como parte das
exigências para a obtenção do Grau de
Bacharel em Agronomia.

Barra do Garças/MT

Março/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P324n Paula, Gustavo Henrique de.
Nitrogênio e enxofre acumulado no capim-marandu /
Gustavo Henrique de Paula. -- 2019
vi, 36 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Suzana Pereira de Melo.
TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal
de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra,
Barra do Garças, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Brachiaria brizantha. 2. Nutrição mineral. 3. Massa de
matéria seca. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CURSO DE AGRONOMIA



TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

TÍTULO DO TRABALHO: NITROGÊNIO E ENXOFRE ACUMULADO NO
CAPIM-MARANDU

ACADÊMICO: Gustavo Henrique de Paula

ORIENTADORA: Profa. Dra. Suzana Pereira de Melo

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dra. Suzana Pereira de Melo
Orientadora



Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes
Membro



Prof. Dr. Carlos Leandro Rodrigues dos Santos
Membro

DATA DA DEFESA: 27/03/2019

A Deus por tudo de bom proporcionado a mim!

A minha eterna avó, pelo amor demonstrado quando eu ainda era o único neto (*in memoriam*).

OFEREÇO

Aos meus pais, por todo apoio e dedicação, nunca mediu esforços para que esse sonho se tornasse realidade. A vocês minha eterna gratidão.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por sempre estar do meu lado.

Aos meus familiares que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a percorrer todo esse caminho.

Aos meus pais, por todo amor, carinho e por todo esforço para que esse sonho pudesse se tornar realidade.

À minha amada mãe, que nunca mediu esforços, mesmo nos dias mais difíceis esteve sempre do meu lado, apesar das dificuldades financeiras a senhora lutou e nunca desistiu de formar seu filho, a senhora é tudo para mim, te amo muito.

À minha orientadora prof^a Dr^a Suzana Pereira de Melo, por acreditar em mim, pela oportunidade, esforço, orientação, dedicação e conselhos. Obrigado pela ajuda, pelos conhecimentos transmitidos e pela grande contribuição acadêmica e pessoal.

Aos professores que aceitaram participar dessa banca examinadora.

À minha amiga Milla Stefane, que se tornou nesses últimos tempos uma pessoa muito especial para mim. Obrigado por acreditar em mim, pelas broncas, pela ajuda, pelos conselhos, pelas brigas e peço desculpas por tudo que te fiz passar. Espero nunca sair da sua vida, mesmo sendo uma praga como você diz às vezes, amo você amiga.

Ao meu amigo de infância Callebe Camelo, por me incentivar, ajudar, apoiar em tudo que pedi e nunca virou as costas, você é um grande e verdadeiro amigo.

À minha amiga Renata Costa, pelas contribuições neste trabalho, pelos conselhos e desculpa pelo incômodo causado.

A todos os meus colegas de sala e do curso que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Ao técnico Bonfim do laboratório de Fertilidade de Solos, pela paciência e pelos conhecimentos transmitidos.

À Universidade Federal de Mato Grosso, em especial ao Campus Araguaia, pela estrutura oferecida.

A todos os docentes que contribuíram para minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO E PALAVRAS-CHAVE.....	1
ABSTRACT E KEYWORDS.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Massa de matéria seca total do capim-marandu, no primeiro corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	12
Figura 2. Massa de matéria seca total do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	13
Figura 3. Massa de matéria seca nas folhas emergentes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	14
Figura 4. Massa de matéria seca das lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.....	15
Figura 5. Massa de matéria seca nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	15
Figura 6. Massa de matéria seca das lâminas maduras do capim-marandu, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.....	16
Figura 7. Massa de matéria seca nas lâminas maduras do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	16

Figura 8. Massa de matéria seca dos colmos mais bainhas do capim-marandu, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.....	17
Figura 9. Massa de matéria seca dos colmos mais bainhas do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	18
Figura 10. Nitrogênio acumulado nas folhas emergentes do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.....	19
Figura 11. Nitrogênio acumulado nas folhas emergentes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	20
Figura 12. Nitrogênio acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.....	21
Figura 13. Nitrogênio acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no segundo corte, em função das adubações com combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	21
Figura 14. Nitrogênio acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.....	22
Figura 15. Nitrogênio acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	23

Figura 16. Nitrogênio acumulado nos colmos mais bainhas do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.....	24
Figura 17. Nitrogênio acumulado nos colmos mais bainhas do capim-marandu, no segundo corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.....	24
Figura 18. Nitrogênio acumulado nas raízes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	25
Figura 19. Enxofre acumulado nas folhas emergentes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	26
Figura 20. Enxofre acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no primeiro corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	26
Figura 21. Enxofre acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no segundo corte, em função das adubações com combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	27
Figura 22. Enxofre acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no primeiro corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	28
Figura 23. Enxofre acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.....	28
Figura 24. Enxofre acumulado nos colmos mais bainhas do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.	29

RESUMO

O nitrogênio (N) tem grande importância para a formação e desenvolvimento das gramíneas forrageiras, e seu efeito tem mostrado ser dependente do fornecimento de enxofre (S), pela interação que estes nutrientes desempenham durante o metabolismo vegetal. Objetivou-se, estudar as influências das combinações de doses de N e S em características nutricionais do capim-marandu, como N e S acumulados na parte aérea e raízes e avaliar a produção de massa de matéria seca da parte aérea e das raízes. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em Barra do Garças, MT, no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Utilizou-se cinco doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 mg dm⁻³) e cinco doses de S (0, 10, 20, 30 e 40 mg dm⁻³), combinadas em superfície de resposta baseado em desenho experimental composto de um fatorial 5² fracionado. Realizou-se dois cortes nas plantas com intervalo de 30 dias. Após cada corte a parte aérea foi separada em FE – folha em expansão, LR – lâmina de folha recém expandida, LM – lâmina de folha madura e CB – colmo mais bainha, e após o segundo corte a raiz foi lavada. Cada parte foi colocada em estufa e secada até peso constante para obtenção da massa de matéria seca, posteriormente foram moídas em moinho tipo Willey para quantificação do N e do S. Para a massa de matéria seca, a interação entre as doses de N e S foi significativa no primeiro e segundo cortes do capim, na massa de matéria seca total e para as FE, LR, LM e CB do segundo corte. Houve efeito isolado do N nas LR, LM e CB do primeiro corte. A interação entre as doses de N e S foi significativa para o N acumulado somente no segundo nas FE, nas LR, LM e raízes, com efeito isolado do N nos dois cortes nos CB e no primeiro corte nas FE, LR e LM. O S acumulado teve interação entre as doses nos dois cortes nas LR e LM e no segundo corte nas FE e CB. A melhor relação N:S observada para a maioria das variáveis de N analisadas foi a de 20:1 e para a maioria das variáveis de S foi de 12:1. O efeito isolado de doses de N é mais significativo do que o S isolado, não ocorrendo efeito isolado de S.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, nutrição mineral, massa de matéria seca.

ABSTRACT

Nitrogen (N) is of great importance for the formation and development of forage grasses, and its effect has been shown to be dependent on sulfur (S) supply due to the interaction of these nutrients during plant metabolism. The objective of this work was to study the influence of N and S dose combinations on the nutritional characteristics of the marandu grass, such as the N and S accumulated in the aerial part and roots, and to evaluate the dry mass of shoot and roots. The experiment was carried out in a greenhouse, in Barra do Garças, MT, from November 2017 to January 2018. Five doses of N (0, 100, 200, 300 and 400 mg dm⁻³) were used and five doses of S (0, 10, 20, 30 and 40 mg dm⁻³), combined on a response surface based on an experimental design with a fractionated factorial. Two plant cuts were performed at interval of 30 days. After each cut the shoot was separated in FE - leaf expansion, LR - leaf newly expanded, LM - adult leaf blade and CB + sheath, and after the second cut the root was washed. Each part was placed in a greenhouse and dried to a constant weight to obtain the mass of the dry matter, after which it was ground in a Willey type mill for quantification of N and S. For the mass of dry matter, the interaction between the doses of N and S was significant in the first and second cuts of the grass, in the mass of total dry matter and in the FE, LR, LM and CB of the second cut. There was an isolated effect of N on the LR, LM and CB of the first cut. The interaction between the N and S doses was significant for N accumulated only in the second in FE, LR, LM and roots, with isolated effect of N in both cuts in CB and in the first cut in FE, LR and LM. The accumulated S had interaction between the doses in the two cuts in the LR and LM and in the second cut in the FE and CB. The best observed N: S ratio for most N variables was 20: 1 and for most S variables it was 12: 1. The isolated effect of N doses is more significant than S isolated effect of S, not occurring isolated effect of S.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, mineral nutrition, mass of dry matter.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é um dos biomas brasileiros mais importantes, pois abrange aproximadamente um quarto do território nacional, com grandes áreas de Latossolos, sendo solos profundos, de baixa fertilidade, com boas características físicas, topografia plana, com uma estação seca e outra chuvosa bem definidas, essas características tornaram esse bioma uma importante fronteira agropecuária na década de 70 (SIQUEIRA NETO et al., 2011).

De acordo com o último censo agropecuário, o de 2017, existem no Brasil cerca de 158,6 milhões de hectares de pastagens, tanto plantadas, quanto naturais (IBGE, 2017). E de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2019), desse montante, 60 milhões de hectares de pastagens estão no Cerrado.

Segundo Dias-Filho (2014) aproximadamente 50% das pastagens brasileiras estão fortemente degradadas e outros 25% estão com algum grau de degradação, devido principalmente ao uso intensivo da pastagem, esgotamento da fertilidade do solo e falta de adoção de tecnologias que promovam a recuperação destas pastagens. E nas regiões de Cerrado, estima-se que por volta de 80% dos 60 milhões de hectares das áreas de pastagem, apresentam algum estágio de degradação (MASCARENHAS et al., 2009).

A adubação nitrogenada tem grande importância para o setor pecuário, pois com o uso de N ocorre incremento elevado de biomassa das gramíneas, estimulando o crescimento de tecidos novos nas plantas com altos teores de proteína bruta (MAGALHÃES et al., 2015).

O S é também elemento essencial muito importante para as plantas, em especial, às gramíneas. Segundo Rodrigues (2002) o S participa na síntese de proteínas, além de estar presente na composição de todas as proteínas vegetais. Sua deficiência é maior em solos degradados, comprometendo assim o desenvolvimento e a qualidade da forragem.

Devido a importância desses elementos na composição das plantas forrageiras, e a necessidade de novos estudos quanto a necessidade de N e de S pelo capim-marandu, objetivou-se neste trabalho, estudar as influências das combinações de doses de N e S em características nutricionais, como N e S acumulados na parte aérea e raízes e avaliar a produção de massa de matéria seca da parte aérea e das raízes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

***Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu**

O aumento das áreas de pastagens cultivadas com espécies do gênero *Brachiaria* tem aumentado no Brasil, se comparado com outras forrageiras, e vem ganhando espaço, principalmente por ser rústica, adaptando-se as mais variadas condições, tanto de clima quanto de solo. O país exporta semente com valor cultural em torno de 80% para cerca de 40 países, sendo o maior produtor e exportador de sementes forrageiras tropicais do mundo (CARDOSO et al., 2014).

De acordo com Nunes et al. (1985) o capim-marandu é um ecotipo da *Brachiaria brizantha*, originário de regiões vulcânicas da África tropical. Amostras dessa gramínea forrageira foram enviadas para o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), da Embrapa, situado no município de Campo Grande/MS e posteriormente levado ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC), também da Embrapa, situado em Planaltina/DF em 1977 para estudos. No ano de 1984 houve o lançamento oficial da planta forrageira, numa parceria entre o CPAC e o CNPGC, servindo esta como mais uma alternativa forrageira aos pecuaristas brasileiros (NUNES et al., 1985; RENVOIZE; CLAYTON; KABUYE, 1996).

O capim-marandu chamou a atenção pelas suas características específicas como: plantas sempre robustas, hábito de crescimento cespitoso, altura de 1,5 a 2,5 metros, colmos iniciais de crescimento prostrado, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos. Seus rizomas são muito curtos e encurvados. Os colmos floríferos são eretos, com perfilhamento nos nós superiores, levando à proliferação de inflorescências que atingem até 40 centímetros de comprimento, geralmente com 4 a 6 racemos. Suas lâminas foliares são largas e longas, glabras na face superior, com pubescência na face inferior, e bordos não cortantes. As bainhas são pilosas, enquanto os entrenós apresentam pêlos na porção apical (NUNES et al., 1985).

Pesquisas tem mostrado avanço no desenvolvimento de espécies forrageiras como o capim-marandu, que hoje ocupa seu espaço na pecuária brasileira, apresentando excelente palatabilidade, elevado aporte de proteína, resistência à seca e ao pisoteio (ZANUZO; MULLER; MIRANDA, 2015).

O capim-marandu cobre 30 milhões de hectares, o que equivale a cerca de 50% das gramíneas cultivadas na região dos Cerrados, e se caracteriza por não tolerar geadas fortes e temperatura inferior a 25 °C, necessitando de temperatura de 30 °C para se obter ótimos crescimentos (MACEDO, 2005).

Entretanto, a capacidade de produção da pastagem está intrinsecamente relacionada às condições ambientais prevaletentes na área e às práticas de manejo adotadas. Assim, fatores como temperatura, luz, água e nutrientes condicionam o potencial fotossintético do

dossel, em decorrência de alterações na área foliar e na capacidade fotossintética da planta (MARCELINO et al., 2006).

Nitrogênio

O N é o elemento mais abundante na atmosfera terrestre, com 78% aproximadamente, é o macronutriente exigido em maior quantidade pelas plantas. É responsável por várias reações químicas, além de constituir a estrutura de proteínas, enzimas e clorofila. Afeta, por exemplo, a fotossíntese, a formação de raízes, a produção e translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004). Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) constataram ainda que o N participa da divisão celular e a constituição de tecidos.

De acordo com Nastaro (2012), por ser nutriente móvel na planta, a deficiência de N provoca o aparecimento de clorose primeiramente nas folhas velhas. Malavolta (2006) constatou dormência de gemas laterais e senescência das folhas, paralisando o desenvolvimento da forrageira. Assim, o uso correto de fertilizantes, é fator determinante no aumento da produtividade das forrageiras com potencial de resposta à aplicação de fontes nitrogenadas (PRIMAVESI, 2006; SALES et al., 2014).

Segundo Bredemeier e Mundstock (2000) o N é absorvido nas raízes sob a forma de nitrato (NO_3^-), ou amônio (NH_4^+), sendo então incorporado em aminoácidos na própria raiz ou na parte aérea. O NO_3^- está mais abundante do que o NH_4^+ em torno das raízes. Entretanto, a solução do solo frequentemente apresenta baixas concentrações de NO_3^- , o que limita o crescimento da forrageira (NOBRE et al., 2010).

Carvalho, Martins e Verneque (1991) e Bonfim-da-Silva e Monteiro (2006) observaram respostas positivas, nos parâmetros produtivos e nutricionais, à adubação nitrogenada para a *Brachiaria decumbens*, o mesmo foi observado por Primavesi et al. (2005), Rodrigues et al. (2006), Costa et al. (2008) para *Brachiaria brizantha*.

Enxofre

Dos macronutrientes essenciais para as plantas, o S é um dos elementos menos estudado, devido a utilização de fertilizantes que contêm S, como os superfosfatos simples (SSP) e sais de sulfatos (SO_4^{2-}) com micronutrientes ou de NH_4^+ , sendo sua maior fonte na matéria orgânica do solo (MOS), garantindo o fornecimento gradual para plantas devido sua mineralização (OZÓRIO FILHO et al., 2007; REZENDE et al., 2009).

De acordo com Vitti, Otto e Savieto (2015) o S participa de funções essenciais no desenvolvimento e na qualidade da plantas, desde a formação de aminoácidos e proteínas até controle hormonal, fotossíntese e mecanismos de defesa. E por ser elemento relativamente imóvel na planta, as deficiências ocorrem principalmente nas folhas novas,

apresentando clorose em toda a extensão do limbo e na maior severidade as hastes e colmos têm crescimento reduzido.

O S apresenta-se no solo nas formas orgânica e inorgânica e sua disponibilidade depende de processos como a adsorção, dessorção, mineralização, imobilização e lixiviação. Quando ligado a compostos minerais e/ou a orgânicos, é denominado lábil, podendo chegar à solução do solo durante o ciclo vital da cultura e ser absorvido pelas plantas (UCHOA; ALVAREZ; FREIRE, 2013). Todavia como os Latossolos do Cerrado são naturalmente pobres em matéria orgânica, geralmente os teores deste nutriente são baixos (LOSS, 2011).

O fornecimento do S pode ser feito por diferentes fontes como fertilizantes na forma de SO_4^{2-} e S elementar (S^0). O SO_4^{2-} está prontamente disponível para ser absorvido pelas plantas, porém é altamente móvel no solo e suscetível a lixiviação. Por outro lado, o S^0 é a forma mais concentrada, com benefício de baixo custo de transporte e redução da lixiviação, mas torna-se disponível para as plantas somente após sua oxidação (DEGRYSE et al., 2016).

A evidência da necessidade de suprir o S através da fertilização, visando maior rendimento e qualidade das culturas, ratifica estudos do incremento deste. Apesar de muitas vezes ser negligenciado, o S tem mostrado o efeito positivo na produção de diversas culturas, por exemplo, arroz (CRUSCIOL et al., 2013; SUN et al., 2017), algodão (GENG et al., 2016) e gramíneas forrageiras (DE BONA; MONTEIRO, 2010; HEINRICHS et al., 2013).

Interação Nitrogênio e Enxofre

O N é o grande responsável pela melhora nas características nutricionais das gramíneas forrageiras e o seu efeito tem demonstrado ser dependente do S (MATTOS; MONTEIRO, 2003). O S, assim como o N, é de extrema importância para a nutrição da planta forrageira, por ser componente dos aminoácidos cisteína, cistina e metionina. Além disso, faz parte da ferredoxina, molécula transferidora de elétrons e envolvida na fotossíntese. O equilíbrio entre as quantidades de N e de S no solo e na planta é importante porque reflete no estado nutricional do vegetal (BONFIM-SILVA; MONTEIRO, 2010).

Mattos (2001), estudando doses de N e S aplicadas em *Brachiaria decumbens* cultivada em cilindros contendo terra adubada e não-adubada, verificou efeitos desses nutrientes em aspectos produtivos e nutricionais da forrageira. Batista e Monteiro (2007) também encontraram efeitos positivos em capim-marandu, ocorrendo aumento das concentrações de N nas folhas diagnósticas, após a aplicação de doses de N e S.

Oliveira et al. (2010), trabalhando na recuperação de capim-braquiária, relataram que a interação N e S foi significativa para teor de fibra em detergente ácido (FDA) na massa seca do capim e seu teor aumentou conforme as doses de N, até atingir o teor máximo de FDA (45%), na combinação de N e S de 243 e 27 kg ha⁻¹ano⁻¹, respectivamente. Assim a aplicação de N associada a doses de S proporciona aumento da produtividade do capim. Sendo a

eficiência da adubação nitrogenada aumentada quando associada a aplicação de S (RODRIGUES et al., 2015).

Massa de matéria seca

O acúmulo de massa de matéria seca (MMS) na forragem pode ser explicado pelo balanço entre o aparecimento de tecidos foliares novos, crescimento bruto, a senescência e a decomposição de tecidos mais velhos (BATISTA et al., 2011).

Segundo Teixeira et al. (2011) em regiões de clima tropical, a produção de forragem é caracterizada por dois períodos distintos: “úguas” e seca. No primeiro, a produção de forragem é favorecida, pelas altas temperaturas, fotoperíodo longo e maior concentração de chuvas. Neste período, as gramíneas do gênero *Brachiaria*, chegam a acumular de 77 a 90% da produção total de massa de matéria seca em relação ao período da seca, aumento de forragem que, normalmente, não é colhida de forma eficiente.

Autores constataram que adubação nitrogenada traz elevadas respostas no que se refere à produção de MMS (BONFIM-DA-SILVA; MONTEIRO, 2006; CARVALHO et al., 2006; RODRIGUES et al., 2008), bem como concentração de nutrientes (COSTA et al., 2008) e extração de nutrientes (PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2008).

Dourado et al. (2009) confirmaram que a adubação nitrogenada promoveu aumento na produção de MMS do capim-piatã e relataram que a dose de N de 411 kg ha⁻¹ produziu 36; 0,5 e 3% mais massa de matéria seca do que as doses de 125, 250, 375 kg ha⁻¹, respectivamente. Nastaro (2012) também relatou o incremento de produção de massa de matéria seca tanto na parte aérea quanto nas raízes, após o suprimento de N e S no capim-piatã.

De acordo com Costa et al. (2015) o N é um dos elementos mais acumulados na MMS de plantas forrageiras, precedido pelo potássio (K) e constataram que o sorgo forrageiro plantado na região de Cerrado obteve alto acúmulo de N, além de outros elementos essenciais.

Costa (2016), avaliando o capim-paiaguás em sistemas forrageiros, observou que para o acúmulo de S, o monocultivo apresentou os maiores valores (20 e 17 kg ha⁻¹), seguido do consórcio na linha e entrelinha e milheto em monocultivo. Observou também o acúmulo de N na biomassa desse capim, verificando que nas duas primeiras épocas de avaliação, o capim-paiaguás em monocultivo apresentou maiores acúmulos de N (334 e 220 kg ha⁻¹, respectivamente), isto se deve à maior concentração de N e à produção de biomassa observada neste sistema.

Santos (2018), estudando o efeito de doses e fontes de S em capim-mombaça e capim-piatã, verificou que a aplicação de S resultou em produção de MMS na parte aérea

(16,66 a 17,69 g vaso⁻¹) semelhante para todas as fontes, mas houve grande variação na dose em função à fonte (112 a 146 mg kg⁻¹).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em casa de vegetação, em Barra do Garças, Estado de Mato Grosso, com a espécie forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no período entre novembro de 2017 e janeiro de 2018, cujas coordenadas geográficas são 15°52'25" S e 52°18'51" O, cerca de 350 m de altitude. O clima da região segundo Köppen é do tipo Aw tropical com chuvas concentradas no verão e período seco durante o inverno (CAMARGO, 1963).

Coletou-se amostra de solo na camada 0-20 cm de um Latossolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2013), cuja composição química e análise granulométrica foram: pH (CaCl₂) 4,7; P (mehlich-1 – mg dm⁻³) 3,1; K (mehlich-1 – mg dm⁻³) 37; K (cmol_c dm⁻³) 0,09; Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³) 0,7; S (mg dm⁻³) 7,2; Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³) 0,17; Al³⁺ (cmol_c dm⁻³) 0,72; H + Al (cmol_c dm⁻³) 4,9; Mat. Org. (g kg⁻¹) 24,0; Carb. Org. (g kg⁻¹) 14,0; Cu (mg kg⁻¹) 0,27; Fe (g kg⁻¹) 80,27; Mn (mg kg⁻¹) 12,56; Zn (mg kg⁻¹) 0,80; B (mg dm⁻³) 0,09; S.B (cmol_c dm⁻³) 0,96; CTC (cmol_c dm⁻³) 5,9; V (%) 16,3; Sat. Al (%) 42,29; Areia (g kg⁻¹) 600; Silte (g kg⁻¹) 25; Argila (g kg⁻¹) 375.

Foram combinadas cinco doses de N (0; 100; 200; 300 e 400 mg dm⁻³) e cinco doses de S (0; 10; 20; 30 e 40 mg dm⁻³), utilizando o fatorial 5² fracionado de acordo com Littel e Mott (1975). Empregando-se 13 combinações de N com S em blocos ao acaso, com quatro repetições (em mg dm⁻³): 0, 0; 0, 20; 0, 40; 100, 10; 100, 30; 200, 0; 200, 20; 200, 40; 300, 10; 300, 30; 400, 0; 400, 20 e 400, 40, respectivamente. Como fonte de N, foi utilizado o nitrato de amônio (NH₄NO₃) e como fonte de S o sulfato de cálcio (CaSO₄.2H₂O), sendo a quantidade de cálcio equilibrada em todas as parcelas experimentais pelo emprego de cloreto de cálcio (CaCl₂).

Realizou-se calagem para correção da acidez do solo, pelo método que visa elevar a V% (saturação de bases) do solo:

$$\text{N.C. (t/ha)} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot T \cdot f}{100}$$

Sendo: V₂ = V% que se desejou (50%); V₁ = SB/T*100 V% atual; T = (H + Al + SB) cmol_c dm⁻³; SB = (Ca + Mg + K) cmol_c dm⁻³; f = Fator de correção do corretivo para 100% de efetividade 100/PRNT (SOUSA; LOBATO, 2004). Assim, a recomendação para esse solo foi de aproximadamente 2 t ha⁻¹. Utilizou-se o carbonato de cálcio puro (PRNT 100%), homogeneizado ao solo com o uso de uma betoneira e incubado por aproximadamente 25 dias na capacidade de campo (CC) e coberto com lona plástica. A CC foi estimada em um saco plástico transparente, disposto de 1 kg de terra, acrescentando água destilada até o momento em que o solo atingisse sua faixa de friabilidade, sem que não estivesse encharcado. O processo foi realizado por 5 vezes, totalizando volume médio de água de 182 mL kg⁻¹ de solo.

A adubação de base foi feita em todos os tratamentos com $P = 200 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 150 \text{ mg dm}^{-3}$; $Mg = 48 \text{ mg dm}^{-3}$, além dos micronutrientes utilizando os seguintes produtos: $H_2BO_3 = 1,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $CuCl_2 \cdot 2H_2O = 2,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $ZnCl_2 = 2 \text{ mg dm}^{-3}$ e $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O = 0,25 \text{ mg dm}^{-3}$. Os nutrientes foram colocados juntamente com a amostra de solo na betoneira para completa homogeneização e em seguida distribuídas em vasos, sendo 8 kg por vaso, perfazendo um total de 52 vasos.

As sementes da gramínea forrageira foram colocadas para germinar no dia 06 de novembro de 2017 em bandejas plásticas contendo areia lavada com água destilada, e irrigadas periodicamente com água destilada. Quando as plântulas alcançaram altura de aproximadamente 4 cm, foram transplantadas 12 mudas por vaso, sendo efetuados desbastes constantes, até permanecerem cinco plantas por vaso.

Aos 30 dias após o transplântio realizou-se o primeiro corte das plantas a três centímetros do solo, sendo a parte aérea separada em: a) Folhas emergentes – FE (folhas não totalmente expandidas, isto é, folhas sem lígula visível); b) Lâminas de folhas recém-expandidas – LR (lâminas das duas folhas mais novas totalmente expandidas, com lígula visível); c) Lâminas de folhas maduras – LM (lâminas das demais folhas totalmente expandidas, com lígula visível) d) Colmos mais bainhas - CB (colmos mais bainhas propriamente ditas).

Aos 30 dias após o primeiro corte realizou-se o segundo corte rente ao solo, sendo a parte aérea separada conforme descrito anteriormente. As raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras de 2 mm. Todo material vegetal foi acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados e levados para secar em estufa a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, até massa constante. Posteriormente o material foi pesado e moído em moinho do tipo Wiley e colocados em sacos plásticos para análises laboratoriais.

A produção de MMS total foi determinada através da soma da massa seca dos componentes da parte aérea (folhas emergentes, lâminas de folhas recém-expandidas, lâminas de folhas maduras e colmos mais bainhas), nos dois cortes.

A determinação do S, em cada componente da parte aérea e nas raízes, foi feita conforme metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974). Foi empregada a digestão nítrico-perclórica (HNO_3 65% e $HClO_4$ 70%) e o método analítico foi a turbidimetria do cloreto de bário ($BaCl_2$) para S. Na determinação do N, o material vegetal foi submetido a digestão com ácido sulfúrico (H_2SO_4), seguindo de destilação e titulação, conforme metodologia Kjeldahl (NOGUEIRA; SOUZA, 2005).

Todas as variáveis foram submetidas à análises estatísticas, com análise em superfície de resposta através do emprego do "Statistical Analysis System" (SAS, 2004). Foi realizada análise de variância para as combinações das doses de N e de S, e em função do nível de significância pelo teste F, procedeu-se o estudo de regressão polinomial (superfície

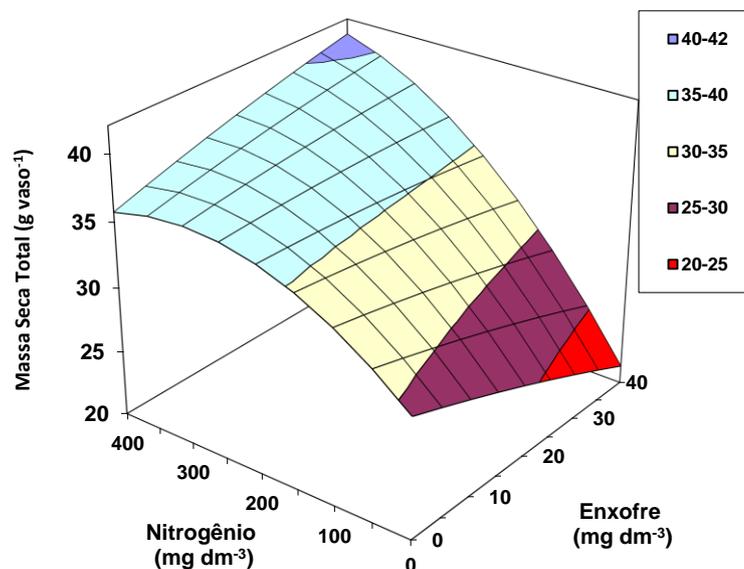
de resposta) por meio do procedimento RSREG. Quando a interação não foi significativa, os resultados foram submetidos à análise de variância mediante o uso do comando GLM, para verificar a significância das doses de N e S separadamente. Foi adotado o nível mínimo de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa de matéria seca

O acúmulo de massa de matéria seca (MMS) do capim-marandu apresentou comportamento diferenciado do primeiro para o segundo corte das plantas. A interação entre as doses de N e S foi significativa para o acúmulo de MMS seca total por ocasião do primeiro e segundo corte, ajustando-se a modelo polinomial de regressão no estudo de superfície de resposta.

No estudo da superfície de resposta para o acúmulo de MMS total na ocasião do primeiro corte (Figura 1), constatou-se que o máximo acúmulo foi obtido quando a maiores doses de N e de S foram aplicadas. No entanto, pôde-se constatar que as doses de N e S que proporcionaram o máximo acúmulo de MMS total no segundo corte, foram a partir de 150 e a partir de 5 mg dm⁻³, respectivamente (Figura 2).



$$Y = 29,219492^{**} + 0,049516^{**}N - 0,169053^{ns}S - 0,000083176N^2 + 0,000810^{**}NS - 0,000686^{ns}S^2$$

$$R^2 = 0,59$$

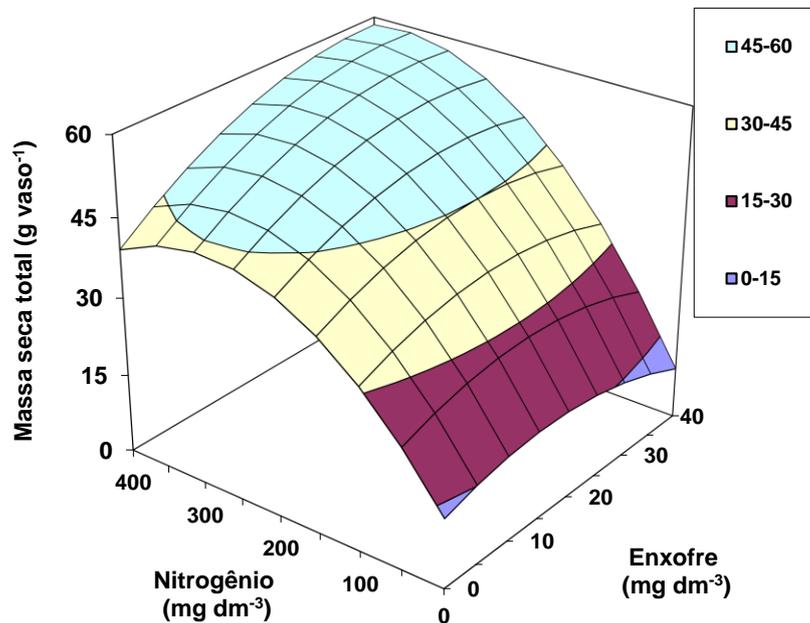
Figura 1. Massa de matéria seca total do capim-marandu, no primeiro corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Mattos (2001), estudando pastagens de capim-Braquiária com suprimento de N e de S, encontrou no primeiro corte, na dose de N de 192 mg dm⁻³ e de S de 30 mg dm⁻³, o maior acúmulo de MMS nesta forrageira. No entanto, para o segundo corte, o maior acúmulo de MMS ocorreu quando foram empregadas doses mais elevadas de N.

Bonfim-da-Silva e Monteiro (2006) obtiveram o máximo acúmulo de MMS para o capim-marandu nas doses de N e S de 307 e 31 mg dm⁻³, respectivamente. De Bona e

Monteiro (2010), estudaram a produção de MMS em capim-marandu adubados com doses de N e S e verificaram interação entre esses nutrientes no segundo corte. As taxas de N e S que promoveram o máximo acúmulo de MMS nesta forrageira foi de 300 e 30 mg dm⁻³, respectivamente. Isso pode ser explicado por um aumento na exigência para aminoácidos sulfurados, quando a síntese de proteínas é acelerada pelo suprimento de N para a planta (CRAWFORD et al., 2000).



$$Y = 13,215710^{**} + 0,214231^{**}N + 0,436029S - 0,000374^{**}N^2 + 0,001435^{**}NS - 0,013106^{**}S^2$$

$$R^2 = 0,92$$

Figura 2. Massa de matéria seca total do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

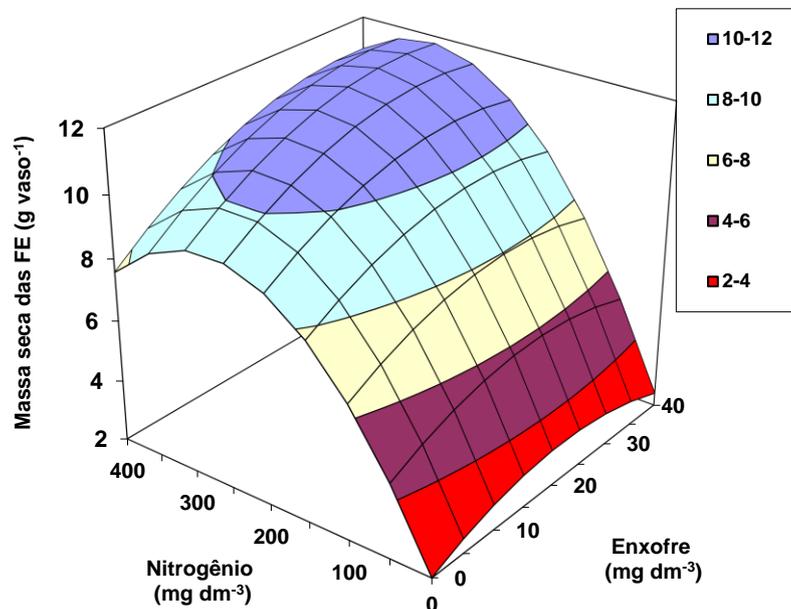
**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Mathot et al. (2008), avaliando o acúmulo de MMS em pastagens de *Lolium* sp. em solos da Bélgica, após aplicações de três doses de N (40, 80 e 105 kg ha⁻¹) combinadas com duas doses de S (0 e 25 kg ha⁻¹), observaram que o suprimento de S aumentou o acúmulo de MMS da planta, em média, em 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Para o acúmulo de MMS nas FE no primeiro corte do capim-marandu não houve interação significativa entre as doses de N e S. Contudo, no segundo corte, verificou-se interação significativa entre as doses de N e S, ajustando-se a modelo polinomial de regressão. As doses de N e de S para o máximo acúmulo nas FE foram de 200 e 10 mg dm⁻³ (Figura 3).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004) o crescimento vegetal pode ser analisado em termos de número de células ou tamanho geral (MMS). O crescimento total da planta pode ser considerado como a soma dos padrões locais de expansão celular. Essas medições são

realizadas por meio da produção de MMS. Assim, verifica-se que a adubação com N e S contribuiu para maior produção e acúmulo de MMS do capim-marandu. Mattos e Monteiro (2003) indicaram que o incremento de N induz à necessidade de suprir mais S para maximizar as respostas do capim-marandu.



$$Y = 2,009721^{**} + 0,053185^{**}N + 0,106061S - 0,000098246^{**}N^2 + 0,000186NS - 0,002393S^2$$

$$R^2 = 0,85$$

Figura 3. Massa de matéria seca nas folhas emergentes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

O acúmulo de MMS nas lâminas foliares, LR e LM, do primeiro corte apresentaram significância apenas para as doses de N, com ajuste dos resultados ao modelo de regressão de primeiro grau (Figura 4), sendo a dose máxima de 400 mg dm⁻³, responsável pelo máximo acúmulo nas LM (Figura 6).

No segundo corte, verificou-se interação significativa entre as doses de N e S, ajustando-se a modelo polinomial de regressão, para as LR e LM. Sendo mais elevado o acúmulo de MMS nas LR e nas LM, quando empregadas as doses de N e S, de 250 e 15 mg dm⁻³ e de 200 e 5 mg dm⁻³, respectivamente (Figuras 5 e 7).

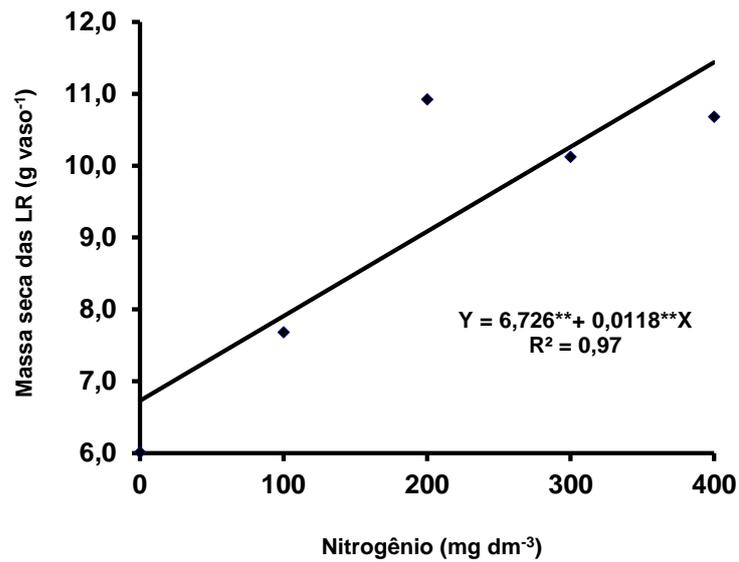
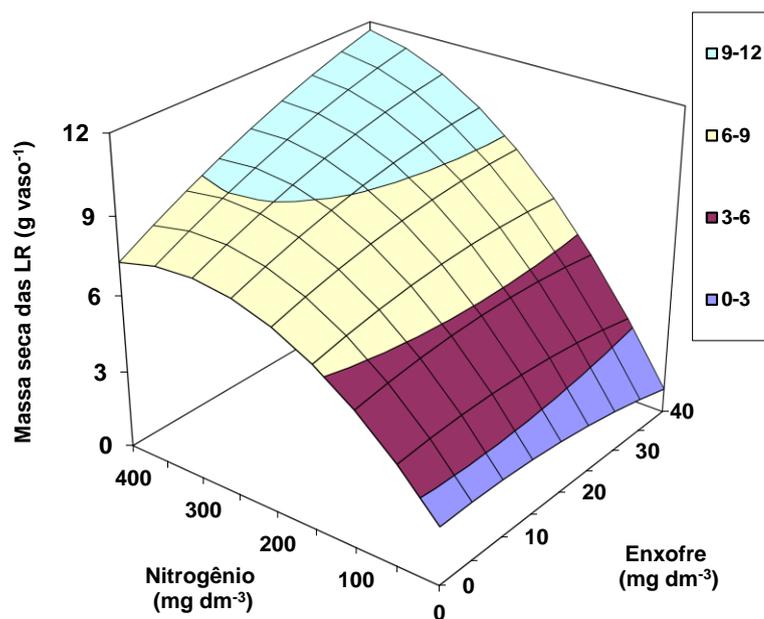


Figura 4. Massa de matéria seca das lâminas recém-expandidas do capim-marandú, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.
**= Significativo a 1%.



$$Y = 2,242985^{**} + 0,035626^{**}N + 0,011225^{ns}S - 0,000057588^{**}N^2 + 0,000355^{**}NS - 0,001087^{ns}S^2$$

$$R^2 = 0,88$$

Figura 5. Massa de matéria seca nas lâminas recém-expandidas do capim-marandú, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.
**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

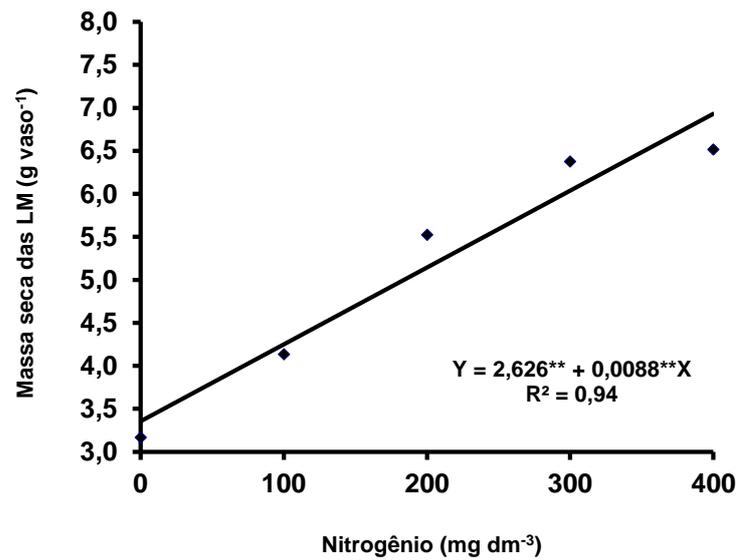
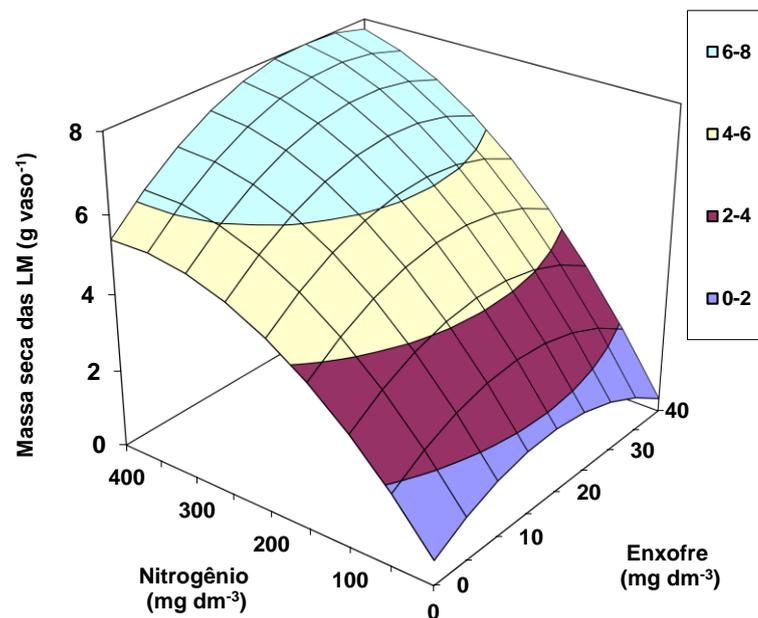


Figura 6. Massa de matéria seca das lâminas maduras do capim-marandu, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.

**= Significativo a 1%.



$$Y = 0,644041^{ns} + 0,025808^{**}N + 0,110795^{**}S - 0,000034922^{**}N^2 + 0,000166^{*}NS - 0,002958^{**}S^2$$

$$R^2 = 0,85$$

Figura 7. Massa de matéria seca nas lâminas maduras do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Iwamoto et al. (2014), estudando a produção de MMS em capim-tanzânia, verificaram aumento linear no acúmulo de MMS de acordo com as doses de N, sendo o maior acúmulo observado nas doses máximas de N. Os resultados assemelham-se aos obtidos neste

trabalho, exceto para as LR, ao qual dose mediana de N mostrou efetivo para o acúmulo de MMS. A maior disponibilidade de MMS, obtida com a adubação nitrogenada, pode ser atribuída principalmente aos efeitos do N, que promove significativo aumento nas taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas (VITOR et al., 2009).

Cabral et al. (2012) trabalharam com aplicação de fertilizante nitrogenado, em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e encontraram efeito quadrático das doses de N sobre a produção de MMS da gramínea. Todavia, Costa et al. (2009) encontraram efeito linear do N sobre a produção de MMS de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Xaraés e MG-4). Cabral et al. (2016) verificaram que a MMS das lâminas foliares do capim-Marandu tiveram acréscimos proporcionais ao incremento de N no primeiro corte. Os resultados do presente trabalho corroboram com os resultados observados pelos autores em ocasião do primeiro corte, evidenciando a importância do N no estabelecimento de gramíneas forrageiras, em especial o capim-marandu.

No acúmulo de MMS dos CB verificou-se significância para a interação entre as doses de N e de S somente no segundo corte. Entretanto, no estudo dos efeitos das doses de N, o acúmulo de MMS dos CB tiveram ajuste ao modelo linear de regressão para o primeiro corte (Figura 8). Todavia, no segundo corte, o máximo acúmulo foi obtido a partir de 200 mg dm⁻³ de N, e 10 mg dm⁻³ de S (Figura 9).

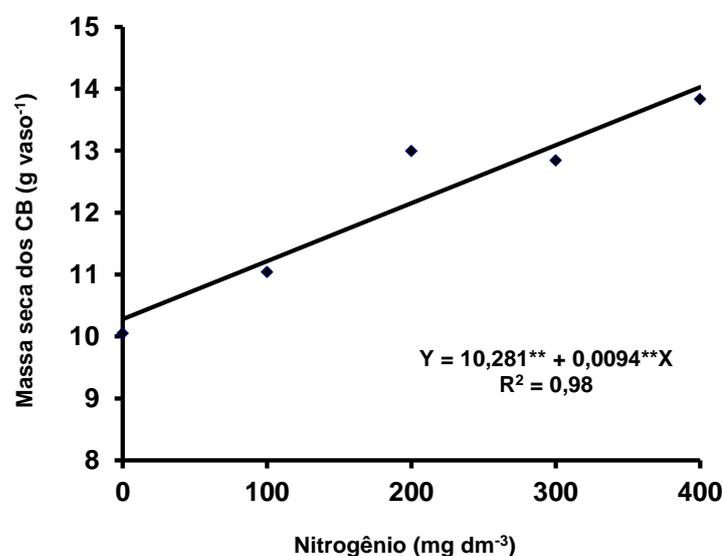
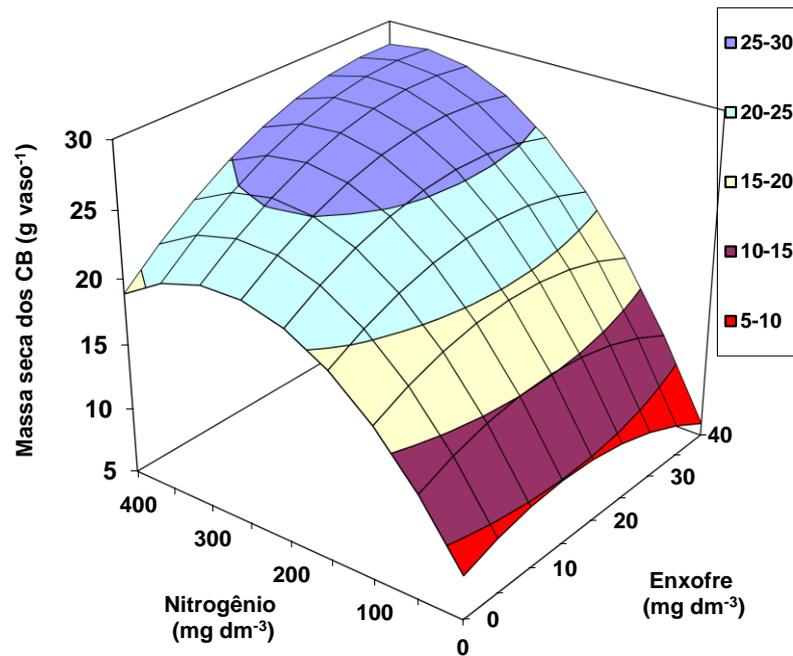


Figura 8. Massa de matéria seca dos colmos mais bainhas do capim-marandu, no primeiro corte, em função das doses de nitrogênio.

**= Significativo a 1%.



$$Y = 8,317924^{**} + 0,099600^{**}N + 0,208102^{*}S - 0,000183^{**}N^2 + 0,000729^{**}NS - 0,006671^{**}S^2$$

$$R^2 = 0,89$$

Figura 9. Massa de matéria seca dos colmos mais bainhas do capim-marandú, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.
^{**}e^{*}= Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns= Não significativo.

Segundo Alexandrino et al. (2005) a baixa produção de MMS de CB das plantas forrageiras, na ausência de N, deve-se ao menor alongamento do colmo e ao baixo perfilhamento. A produção de MMS de CB é componente relevante para a produção de forragem, pois os CB são órgãos armazenadores de substâncias orgânicas nas gramíneas, o que pode interferir na capacidade de rebrota dos capins.

Em estudos com doses de N e S em pastagem degradada de capim-marandú, Bonfim-da-Silva e Monteiro (2006) verificaram que as doses de N foram determinantes para o acúmulo de MMS das lâminas foliares e dos CB. Aumentos no acúmulo de MMS de lâminas foliares e CB relacionados à adubação nitrogenada no capim-marandú também foram obtidos por Santos Júnior e Monteiro (2003).

Nitrogênio acumulado

A análise de variância para o acúmulo de N não apresentou significância para interação entre as doses de N e de S, nas FE, em ocasião do primeiro corte. Entretanto, nesta parte houve efeito significativo para o N acumulado apenas para as doses de N, com os resultados ajustando-se ao modelo linear de regressão, com máximo acúmulo de 114 g kg⁻¹, na dose máxima empregada no experimento (400 mg dm⁻³) (Figura 10).

O N acumulado no segundo corte, apresentou interação significativa, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão. No estudo da superfície de resposta, constatou-se que a dose de N de 400 mg dm⁻³, associada à dose de S de 20 mg dm⁻³ (relação de 20:1) proporcionou o máximo acúmulo de N nesta parte do capim-marandu (Figura 11).

A relação N:S encontrada nesse intervalo experimental para gramíneas forrageiras pode revelar uma deficiência de S. Sendo considerada a relação N:S ideal para doses elevadas de N, em torno de 14:1 e 15:1 (MONTEIRO; CARRIEL, 1987).

Costa et al. (2014), em estudo sobre acúmulo de macronutrientes em palhada de braquiárias, verificaram que os resultados de acúmulo de N demonstraram a importância de um adequado programa de adubação nas forrageiras, visto que, na ausência de N, a palhada das braquiárias apresentou acúmulos de N, entre 39,3 e 47,6 kg ha⁻¹.

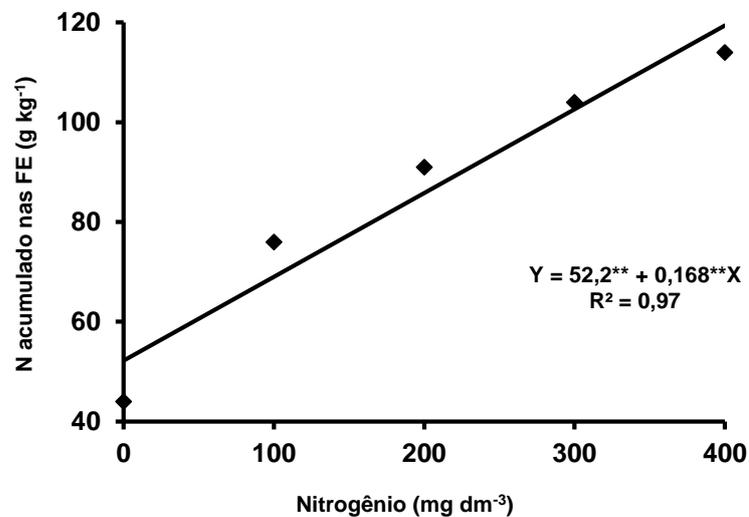
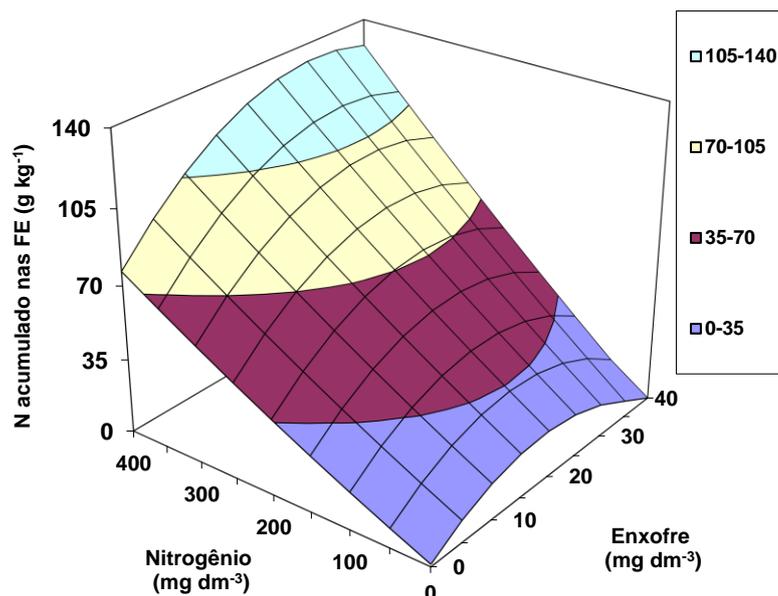


Figura 10. Nitrogênio acumulado nas folhas emergentes do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.

**= Significativo a 1%



$$Y = 1,144385^{ns} + 0,158231 * N + 2,166239^{**} * S + 0,000075588^{ns} * N^2 + 0,003434^{**} * NS - 0,056504^{**} * S^2$$

$$R^2 = 0,79$$

Figura 11. Nitrogênio acumulado nas folhas emergentes do capim-marandú, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Kalmbacher et al. (2005), trabalhando com as espécies de gramíneas *Dactylis glomerata* e *Paspalum notatum*, também verificaram interação significativa na adubação com N e S, na quantidade acumulada de N na parte aérea das plantas.

A análise de variância para o acúmulo de N não apresentou significância para interação entre as doses de N e de S, nas LR, em ocasião do primeiro corte. No entanto, nesta parte houve efeito significativo para o N acumulado apenas para as doses de N, com os resultados ajustando-se ao modelo linear de regressão.

Pode-se observar que a variação do N acumulado entre a não aplicação de N e a maior dose empregada (400 mg dm⁻³) nas LR no primeiro corte, foi de 34 à 181 g kg⁻¹ (Figura 12). Na ausência da aplicação de N, o acúmulo desse nutriente representou aproximadamente 19% da maior dose do intervalo experimental. Foi observado desenvolvimento inferior das plantas adubadas com as menores doses de N.

No segundo corte, a interação entre as doses de N e de S foi significativa para o N acumulado nas LR, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão. Por meio do estudo de superfície de resposta constatou-se que a dose de N de 400 mg dm⁻³ associadas à dose de S de 20 mg dm⁻³, proporcionaram os máximos valores de N acumulado (Figura 13).

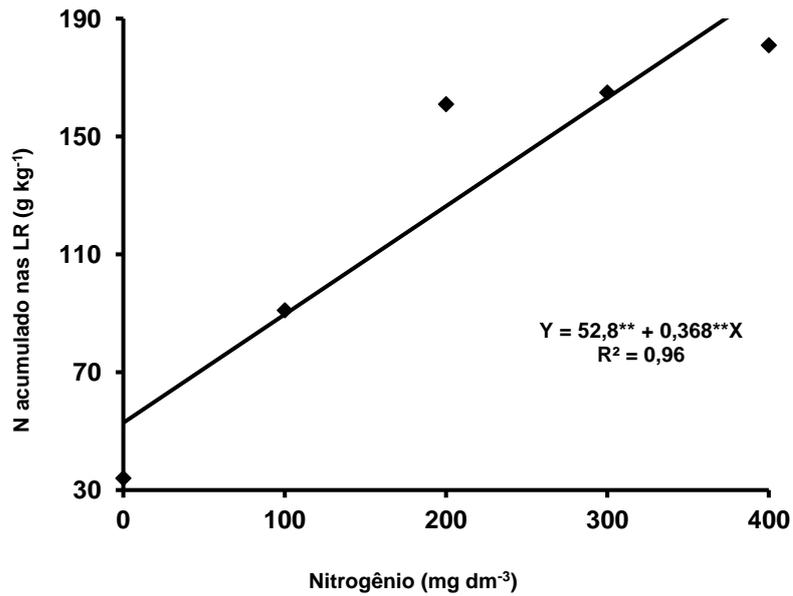
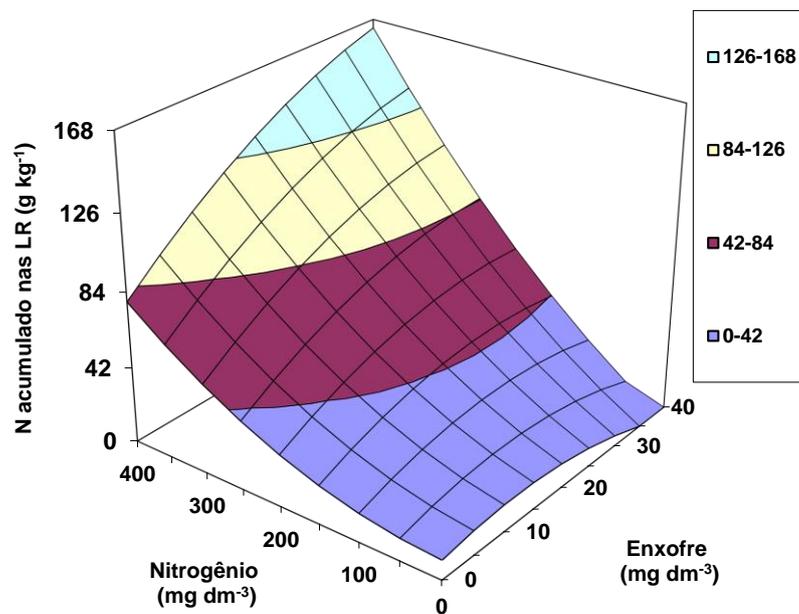


Figura 12. Nitrogênio acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.
**= Significativo a 1%

A quantidade acumulada de N nas LR (181 g kg^{-1}) foi maior que o observado nas demais partes do capim-marandu. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Lavres Júnior e Monteiro (2006), no capim-aruaana, onde em média, o resultado nas LR apresentou 45% do total de N acumulado na parte aérea, acumulando $227,5$ e $309,5 \text{ mg vaso}^{-1}$, no primeiro e segundo corte, respectivamente.



$$Y = 10,842628^{NS} + 0,012029^{NS}N + 0,725645^{NS}S + 0,000394^{**}N^2 + 0,006441^{**NS} - 0,029677^*S^2$$

$$R^2 = 0,88$$

Figura 13. Nitrogênio acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no segundo corte, em função das adubações com combinações de doses de nitrogênio e enxofre.
**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

O N acumulado nas LM do capim-marandu apresentou comportamento diferenciado do primeiro para o segundo corte. A interação entre as doses de N e de S foi significativa somente para o acúmulo de N por ocasião do segundo corte, ajustando-se o modelo polinomial de regressão no estudo de superfície de resposta. No primeiro corte foi verificada significância apenas para as doses de N, com ajuste dos resultados ao modelo linear de regressão.

Para o primeiro corte a dose de N de 400 mg dm⁻³, ou seja, a maior dose, foi responsável pelo máximo valor de N acumulado nesta parte do capim (116 g kg⁻¹) (Figura 14).

No estudo da superfície de resposta para o N acumulado das LM no segundo corte (Figura 15), constatou-se que as doses de N e de S para o máximo N acumulado foram de 400 e de 20 mg dm⁻³, respectivamente.

De acordo com Batista e Monteiro (2006), para uma mesma dose de S, o incremento nas doses de N resultou em aumento no acúmulo de N no capim-marandu; em condições de elevada dose de N (462 mg L⁻¹) associada a doses altas de S (70,4 a 80,0 mg L⁻¹), observou-se maior valor de acúmulo de N no capim.

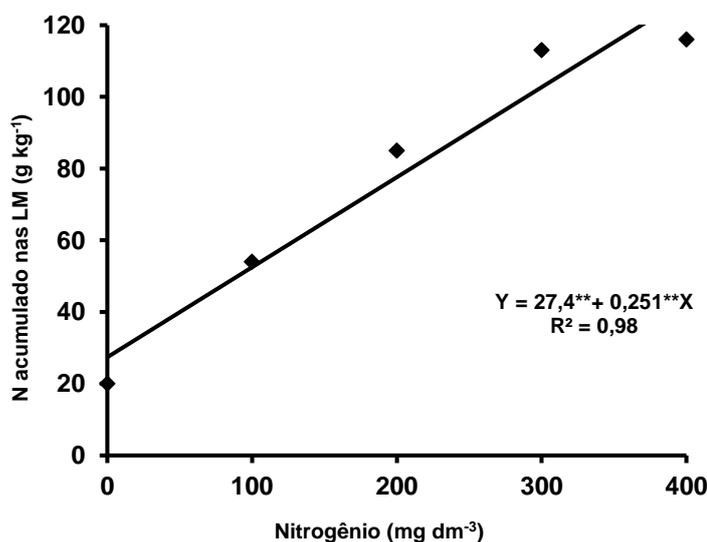
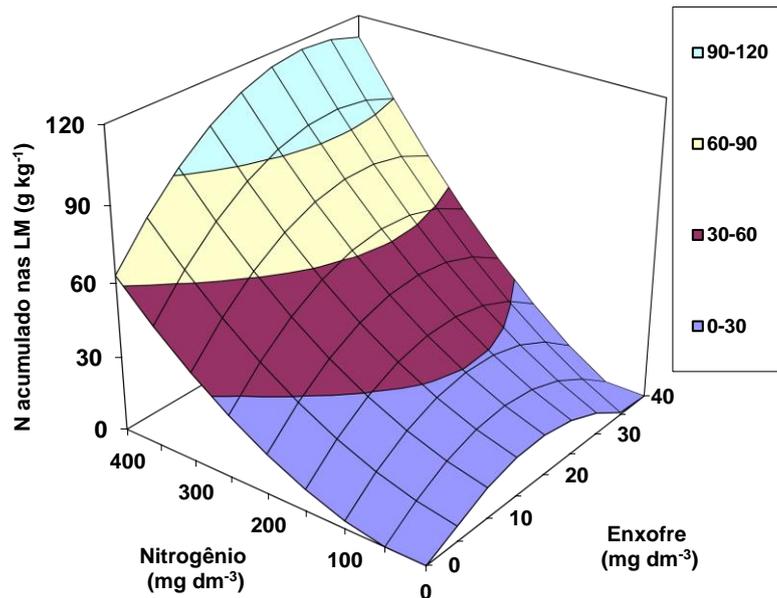


Figura 14. Nitrogênio acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.

**= Significativo a 1%



$$Y = -2,836898^{ns} + 0,024485^{ns}N + 2,098420^{**}S + 0,000350N^2 + 0,003467^{**}NS - 0,056916^{**}S^2$$

$$R^2 = 0,80$$

Figura 15. Nitrogênio acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Para o N acumulado nos CB do capim-marandu não se verificou significância para a interação entre as doses de N e de S. No entanto, houve significância para as doses de N nos dois cortes. No estudo dos efeitos das doses de N, o N acumulado nos CB tiveram ajuste ao modelo linear de regressão. O máximo acúmulo desse nutriente nos CB no primeiro corte ocorreu na dose máxima (Figura 16). Entretanto, no segundo corte, o máximo acúmulo foi obtido quando se aplicou a dose de 300 mg dm^{-3} de N, expressando o acúmulo de 274 g kg^{-1} de N (Figura 17). Lavres Júnior e Monteiro (2006), observaram que no capim-aruaana os CB apresentaram maior acúmulo de N no segundo corte, 43% do total acumulado na parte aérea, principalmente em virtude da maior produção de biomassa dos CB.

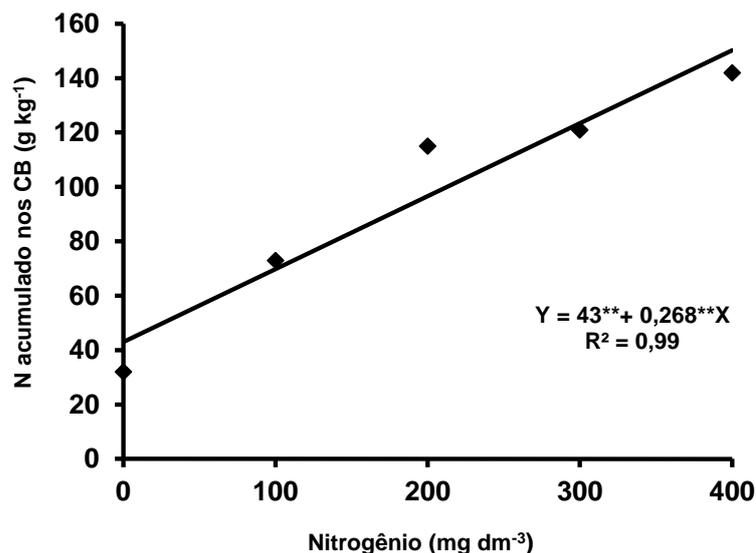


Figura 16. Nitrogênio acumulado nos colmos mais bainhas do capim-marandu, no primeiro corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.

**= Significativo a 1%

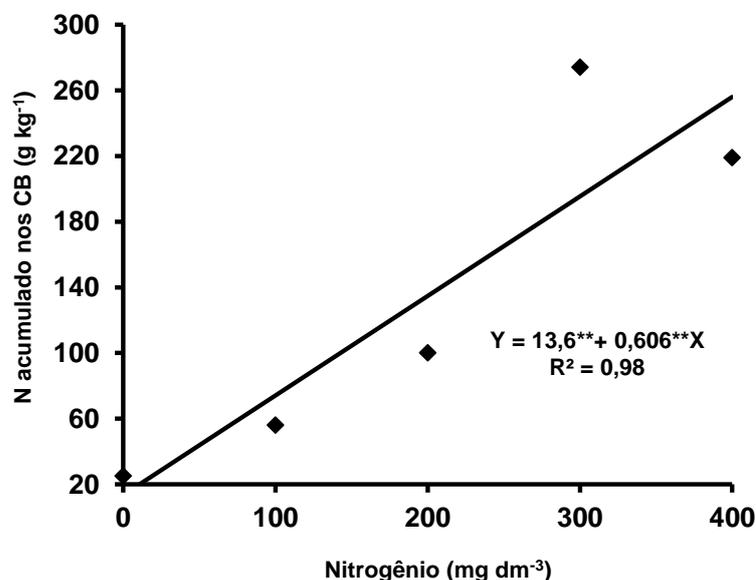
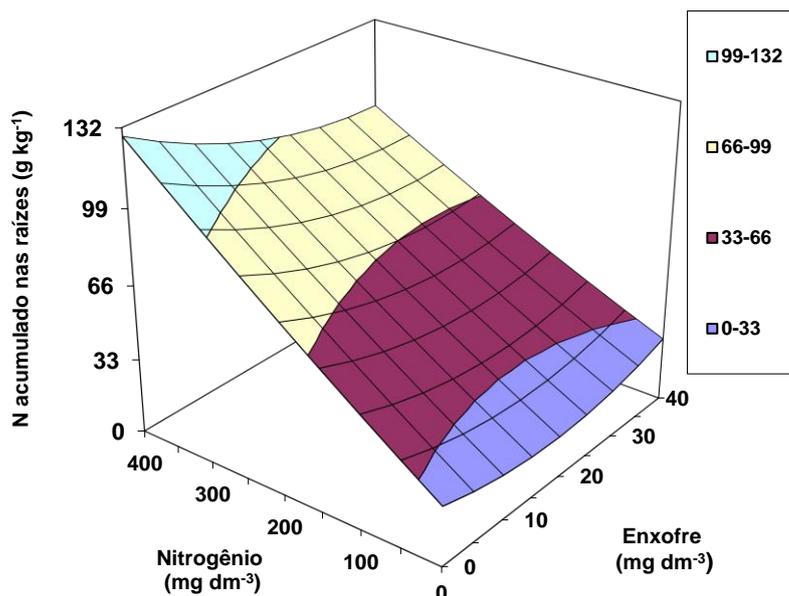


Figura 17. Nitrogênio acumulado nos colmos mais bainhas do capim-marandu, no segundo corte, em função da adubação com doses de nitrogênio.

**= Significativo a 1%

A análise de variância para o acúmulo de N nas raízes foi significativa para interação entre doses de N e S, ajustando-se a modelo polinomial de regressão. Por meio de estudo de superfície de resposta foi possível observar que as doses combinadas de N e de S para o máximo N acumulado foram de 300 e 0 mg dm⁻³.



$$Y = 26,166348^{**} + 0,233706^{**}N - 0,861158^{ns}S + 0,000054890^{ns}N^2 - 0,002346^{*}NS + 0,022677^{ns}S^2$$

$$R^2 = 0,81$$

Figura 18. Nitrogênio acumulado nas raízes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

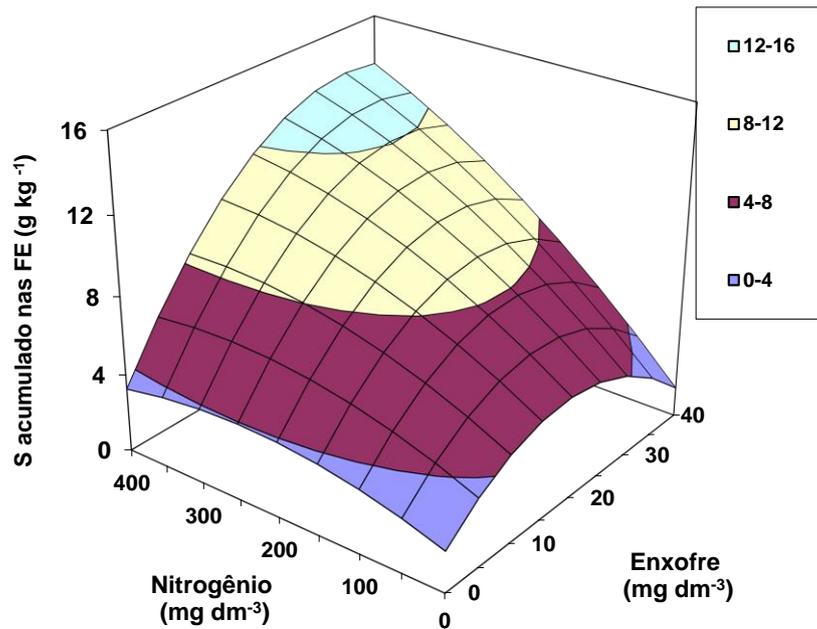
**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Enxofre acumulado

No primeiro corte não houve diferença significativa para o S acumulado nas FE do capim-marandu. No entanto, a interação entre as doses de N e de S foi significativa para o S acumulado por ocasião do segundo corte, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão. Por meio de estudo de superfície de resposta (Figura 19), constatou-se que a dose de N de 300 mg dm⁻³, associada à dose de S de 25 mg dm⁻³ (relação N:S na adubação de 12:1), proporcionou o máximo acúmulo de S.

De Bona e Monteiro (2010), avaliando interação de doses de N e de S em capim-maradu, constataram que a adição de 400 mg dm⁻³ de N, quase triplicou a absorção e consequentemente o acúmulo de S pelas plantas adubadas com 40 mg dm⁻³ de S. Kalmbacher et al. (2005) também observaram interação significativa das doses de N e de S por *Paspalum notatum* adubado com quatro doses de N (0, 85, 170 e 255 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) combinadas com quatro doses de S (0, 95, 190 e 285 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de S) no acumulado de N.

O S acumulado nas LR do capim-marandu, apresentou valores diferentes do primeiro para o segundo corte. A interação entre as doses de N e de S foi significativa para o S acumulado por ocasião do primeiro e segundo corte, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão. No primeiro corte, por meio de estudo de superfície de resposta, constatou-se que a dose de N de 150 mg dm⁻³, associada à dose de S de 20 mg dm⁻³, proporcionou o máximo acúmulo de S (Figura 20).

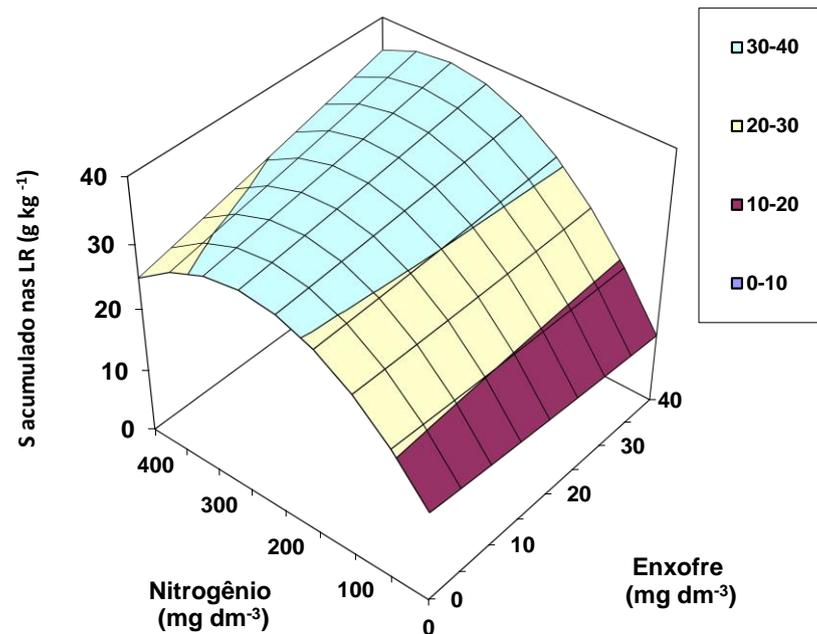


$$Y = 2,100212 + 0,014758 * N + 0,323649 * S - 0,000029698 * N^2 + 0,000680 * NS - 0,008470 * S^2$$

$$R^2 = 0,57$$

Figura 19. Enxofre acumulado nas folhas emergentes do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5 %, respectivamente; ns = Não significativo.



$$Y = 14,473720^{**} + 0,142855^{**} * N - 0,100910^{ns} * S - 0,000292^{**} * N^2 + 0,000851 * NS + 0,000349^{ns} * S^2$$

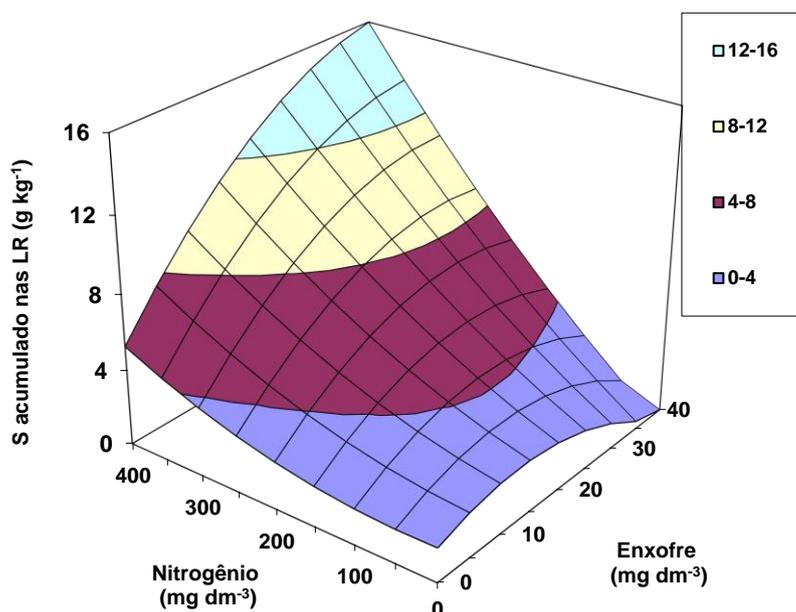
$$R^2 = 0,66$$

Figura 20. Enxofre acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no primeiro corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

No segundo corte, constatou-se que as doses 350 mg dm⁻³ de N e 20 mg dm⁻³ de S, foram responsáveis pelo máximo valor de S acumulado (12 a 16 g kg⁻¹) (Figura 21).

Resultados semelhantes encontrados por Batista e Monteiro (2006), demonstraram valores maiores de acúmulo de S em condições de doses altas de N (406 a 462 mg L⁻¹) associadas às doses elevadas de S (70,4 a 80 mg L⁻¹) no substrato. Vale salientar, que valores muito baixos de acúmulo de S na planta foram observados em condições de doses elevadas de N associadas a todas as doses de S. Isso pode ser devido ao fato que em condições de doses elevadas de N, a planta tenha maior necessidade de S, para a manutenção da relação N:S.



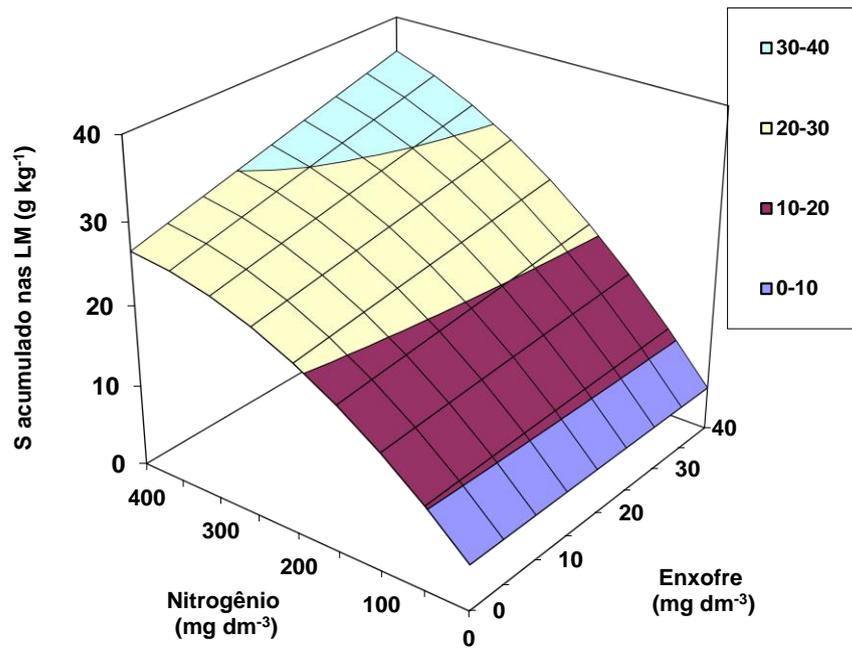
$$Y = 1,792513^{ns} - 0,001555^{ns}N + 0,140699^{ns}S + 0,000025733^{ns}N^2 + 0,000831^{**}NS - 0,005145^{**}S^2$$

$$R^2 = 0,82$$

Figura 21. Enxofre acumulado nas lâminas recém-expandidas do capim-marandu, no segundo corte, em função das adubações com combinações de doses de nitrogênio e enxofre. **e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

Para o S acumulado nas LM do capim-marandu a interação entre as doses de N e de S foi significativa para o S acumulado por ocasião do primeiro e segundo corte, ajustando-se ao modelo polinomial de regressão. Por meio de estudo de superfície de resposta, constatou-se que a dose de N de 300 mg dm⁻³, associada à dose de S de 15 mg dm⁻³, proporcionou o máximo acúmulo de S (Figura 22). No segundo corte, constatou-se que as doses de N e de S, responsáveis pelo máximo valor de S acumulado, foram de 300 e 20 mg dm⁻³, respectivamente (Figura 23).

Estudo realizado por Santos (1997), com doses de N e de S em solução nutritiva, o capim-braquiária mostrou que o máximo acúmulo de S na parte aérea ocorreu na dose de S de 64 mg L⁻¹ para ambos os cortes, resultado semelhante ocorreu no presente trabalho, sendo que o máximo acúmulo de S foi observado nas maiores doses de S.

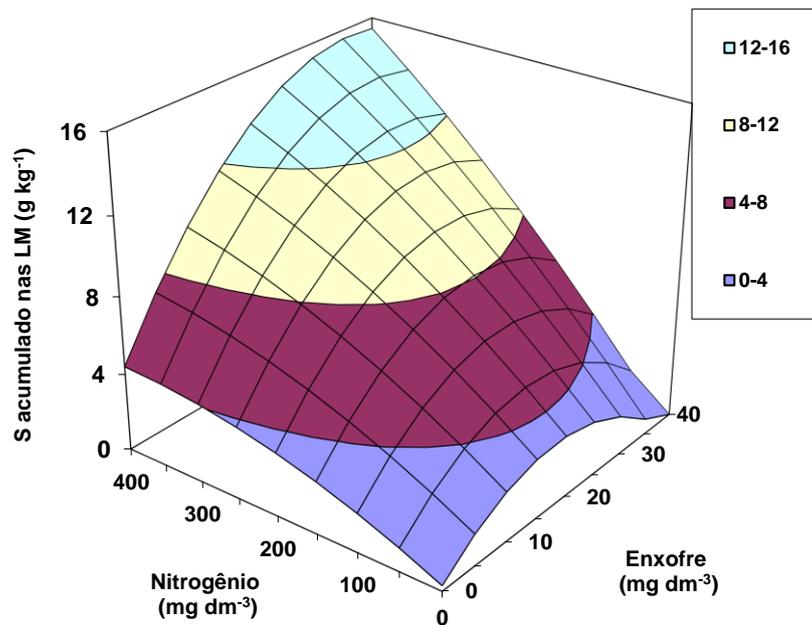


$$Y = 5,615413^{**} + 0,098741^{**}N - 0,002589^{ns}S - 0,000116N^{**} + 0,000593^{ns}NS - 0,000121^{ns}S^2$$

$$R^2 = 0,81$$

Figura 22. Enxofre acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no primeiro corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.



$$Y = 0,283365^{ns} + 0,019656^{*}N + 0,315491^{**}S - 0,000023369^{ns}N^2 + 0,000760^{**}NS - 0,008587^{**}S^2$$

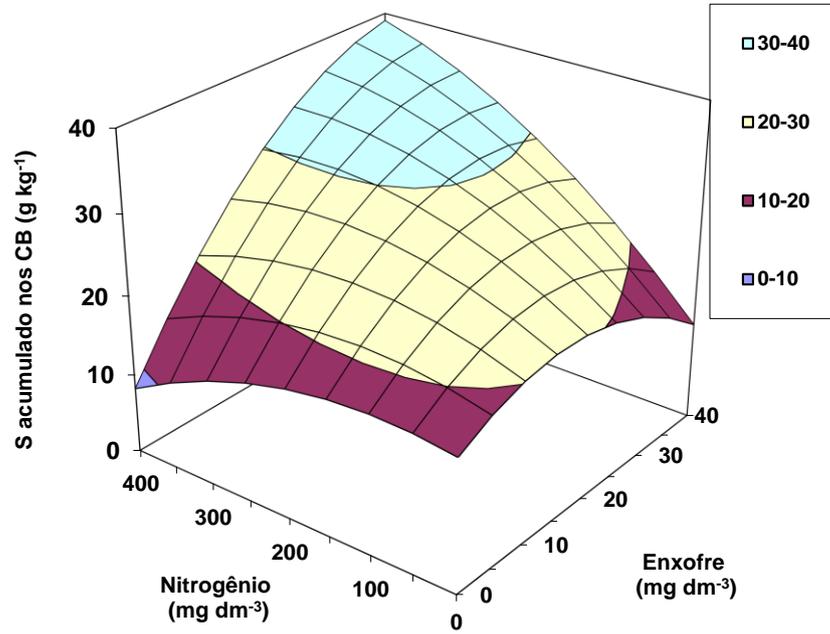
$$R^2 = 0,77$$

Figura 23. Enxofre acumulado nas lâminas maduras do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

O acúmulo de S nos CB do capim-marandu apresentou interação significativa entre as doses de N e S somente para o segundo corte. No estudo da superfície de resposta para o S

acumulado (Figura 24), constatou-se que o máximo acúmulo de S nos CB, foi obtido quando a dose de 200 mg dm^{-3} de N foi combinada com a de 20 mg dm^{-3} de S. Artur (2010), trabalhando com características nutricionais do capim-marandu, relatou que o maior acúmulo de S nesse capim ocorreu nas doses de 400 e 40 mg dm^{-3} .



$$Y = 16,595550^{**} + 0,017774^{ns}N + 0,507560^{**}S - 0,000096851 \cdot N^2 + 0,002204^{**}NS - 0,015435^{**}S^2$$

$$R^2 = 0,74$$

Figura 24. Enxofre acumulado nos colmos mais bainhas do capim-marandu, no segundo corte, em função das combinações de doses de nitrogênio e enxofre.

**e* = Significativo a 1 e 5%, respectivamente; ns = Não significativo.

5. CONCLUSÕES

- A melhor relação N:S observada para a maioria das variáveis de N analisadas foi a de 20:1.
- A melhor relação N:S observada para a maioria das variáveis de S analisadas foi a de 12:1.
- O efeito isolado de doses de N é mais expressivo do que o S isolado.
- Não ocorreu efeito de S isolado nas variáveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 17-24, 2005.
- ARTUR, A. G. **Adubações com nitrogênio e enxofre: frações no solo, características estruturais, nutricionais, produtivas e uso da água pelo capim-Marandu**. 2010. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.
- BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1154-1160, out., 2011.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Sistema radicular do capim-Marandu, considerando as combinações de doses de nitrogênio e de enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, 2006.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Nitrogen and sulphur in marandu Grass: relationship between supply and concentration in leaf tissues. **Scientia Agricola**, v.64, n.1, p.44-51, 2007.
- BONFIM-DA-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, 2006.
- BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1641-1649, 2010.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- CABRAL, C. E. A.; CABRAL, L. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, K. S.; KROTH, B. E.; CABRAL, C. H. A. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.7, n.1, p.66-72, 2016.
- CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; BONELLI, E.A.; LIMA, L.R. Morphogenetic traits and biomass accumulation of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés subjected to nitrogen doses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.8, p. 1809-1815, 2012.
- CAMARGO, A. P. Clima do cerrado. In SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, **Anais...** São Paulo, p. 75-95, 1963.
- CARDOSO, E. D.; SA, M. E.; HAGA, K. I.; BINOTTI, F. F. S.; NOGUEIRA, D. C.; VALERIO FILHO, W. V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 35, n. 1, p. 21-37, 2014.
- CARVALHO, F. G. BURITY, H. A.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; SILVA, A. J. N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes

sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 2, p. 101-106, 2006.

CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. S. Respostas de uma espécie de *Brachiaria* à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 195-200, 1991.

COSTA, K. A. P.; ARAUJO, J. L.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; FIGUEIREDO, F. C.; GOMES, K. W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-xaraés em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1162-1166, 2008.

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

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, A.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G.; PARIZ, C. M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1223-1233, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**. Uberlândia: Univ Federal Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

COSTA, R. R. G. F. **Consórcio do milho com capim paiguás em sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha, na região do Cerrado**. 2016. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde/GO, 2016.

CRAWFORD, N.M.; KAHN, L. M.; LEUSTEK, T.; LONG, S. R. Nitrogen and sulphur. Biochemistry and molecular biology of plants. **American Society of Plant Physiologists**, Rockville, p. 786-849, 2000.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A. Upland rice growth and mineral nutrition as affected by cultivars and sulfur availability. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, n. 1, p. 328-335, 2013.

DE BONA, F. D.; MONTEIRO, F. A. Nitrogen and sulfur fertilization and dynamics in a Brazilian Entisol under pasture. **Soil Science Society of America Journal**, v. 74, n. 4, p. 1248-1258, 2010.

DEGRYSE, F.; AJIBOYE, B.; BAIRD, R.; DA SILVA, R. C.; MCLAUGHLIN, M. J. Availability of fertiliser sulphate and elemental sulphur to canola in two consecutive crops. **Plant and Soil**, v. 398, n. 1-2, p. 313-325, 2016.

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

DOURADO, R, L.; SOUZA, A. L.; SEGATTO, C. E.; SILVA, D. R. G.; SANTOS, J. N.; BONELLI, E. A. **Características agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã submetida a doses de nitrogênio**. 2009. Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/forragicultura-pastagens/21494-Characterísticas-agronmicas-Brachiaria-brizantha-Piat-submetida-doses-nitrogenio1.html>> Acesso em: 07 de Fev. 2019.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa mapeia degradação das pastagens do Cerrado. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2361250/embrapa-mapeia-degradacao-das-pastagens-do-cerrado>>. Acesso em: 07 de Fev. 2019.

GENG, J.; MA, Q.; CHEN, J.; ZHANG, M.; LI, C.; YANG, Y.; YANG, X.; ZANG, W.; LIU, Z. Effects of polymer coated urea and sulfur fertilization on yield, nitrogen use efficiency and leaf senescence of cotton. **Field Crops Research**, v. 187, p. 87–95, 2016.

HEINRICHES, R.; GRANO, F. G.; BUENO, L. G. D. F.; SOARES FILHO, C. V.; FAGUNDES, J. L.; REBONATTI, M. D.; OLIVEIRA, K. D. *Brachiaria* sp yield and 25 nutrient contents after nitrogen and sulphur fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n.4, p. 997-1003, 2013.

IBGE. Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agro 2017. Resultados Preliminares. Disponível em:<https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>Acesso em: 05 de fev. 2019.

IWAMOTO, B. S.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L. MARI, G. C.; PELUSO, E. P.; D'ALMEIDA LINS, T. O. J. Produção e composição morfológica do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 530-538, 2014.

KALMBACHER, R. S.; EZENWA, I. V.; ARTHINGTON J. D.; MARTIN, F. G. Sulfur fertilization of bahiagrass with varying levels of nitrogen fertilization on a Florida Spodosol. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, p.661–667, 2005.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p. 829-837, 2006.

LITTEL, R. C.; MOTT, G. O. Computer assisted design and analysis of response surface experiments in agronomy. **Soil and Crop Society of Florida Proceedings**, Ona, v.34, p.94-97, 1975.

LOSS, A. **Dinâmica da matéria orgânica, fertilidade e agregação do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso no cerrado goiano**. 2011. 133 f. Tese (Pós Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2011.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, p. 56-84. 2005.

MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; FOGAÇA, F. H. S.; CASTRO, K. N. C.; TOWNSEND, C. R. Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 933-941, 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim Marandu submetido a intensidades e freqüências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p. 2243-2252, 2006.

MASCARENHAS, M. H. T.; VIANA, M. C. M.; LARA, J. F. R.; BOTELHO, W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R. Flora infestante em pastagem degradada sob recuperação, pelo sistema de integração lavoura-pecuária, em região de cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 1, p. 41-55, 2009.

MATHOT, M.; MERTENS, J.; VERLINDEN, G.; LAMBERT, R. Positive effects of sulphur fertilization on grasslands yields and quality in Belgium. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 28, n. 4, p. 655-658, 2008.

MATTOS, W. T. **Avaliação de pastagem de capim-braquiária em degradação e sua recuperação com suprimento de nitrogênio e enxofre**. 2001. 97 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MATTOS, W.T.; MONTEIRO, F.A. Produção e nutrição de capim-braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.60, n.1, p.1-10, 2003.

MONTEIRO, F. A.; CARRIEL, J. M. Aplicação de níveis de enxofre na forma de gesso para o cultivo do capim-Colonião em dois solos arenosos do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 44, p. 335-347, 1987.

NASTARO, B. **Parâmetros morfogênicos, nutricionais e produtivos do capim-piatã suprido com combinações de doses de nitrogênio e enxofre**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP, 2012.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 353 p.

NUNES, S. G.; BOOK, A.; PENTEADO, M. I. DE O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 2.ed. Campo Grande: EMBRAPA CNPQC, 1985. 31p.

OLIVEIRA, D. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A. Valor nutritivo do capim-braquiária no primeiro ano de recuperação com aplicações de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 716-726, 2010.

OSÓRIO FILHO, B.D.; RHEINHEIMER, D. dos S.; SILVA, L.S. da; DIAS, J.K.G.F. Deposição do enxofre atmosférico no solo pelas precipitações pluviais e respostas de culturas à adubação sulfatada em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.712-719, 2007.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. Absorção de cátions e ânions pelo capim-coastcross adubado com uréia e nitrato de amônio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p.247-253, 2005.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.) **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; v. 1, p. 1-15. 1996

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R.; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J.B.; ALCÂNTARA, H. P. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência Agrotecnologia**, v.33, n.5, p.1255-1259, 2009.

RODRIGUES, L. M.; ANDRADE, H. T. B.; NUNES, K. A. S.; PEREIRA, L. M. TEODORO, A. G.; BACKES, C. Fertilização com nitrogênio e enxofre em pastagem de capim marandu: altura de plantas e produção de forragem. Pirenópolis. In: **Anais...** Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, (CEPE) 2015.

RODRIGUES, R. C. **Calcário e enxofre para recuperação do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP, 2002.

RODRIGUES, R. C.; ALVES, A. C.; BRENNECKE, K.; PLESE, L. P. M.; LUZ, P. H. C. Densidade populacional de perfilhos, produção de massa seca e área foliar de capim-xaraés cultivado sob doses de nitrogênio e potássio. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, p. 27-33, 2006.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/ colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008.

SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MONÇÃO, F. P.; MATOS, V. P.; PEREIRA, D. A.; AGUIAR, A. C. R.; ANTUNES, A. P. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2673-2684, 2014.

SANTOS, A. R. **Diagnose nutricional e respostas do capim-Braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre**. 1997. 158 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; MONTEIRO, F. A. Nutrição de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio e idades de crescimento. **Boletim da Indústria Animal**, v. 60, n. 1, p. 139-146, 2003.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 306, 2013.

SANTOS, L. F. M. **Efeitos de doses, fontes e granulometria de enxofre na produção e estado nutricional dos Capins Mombaça e Piatã**. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena/SP, 2018.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P.; **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 54 p.

SAS INSTITUTE. **SAS 9.1.2 WINDOWS**. Cary, 2004. 2 CD-ROM.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 63-76, 2011.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2004. 416 p.

SUN, L.; YANG, J.; FANG, H.; XU, C.; PENG, C.; HUANG, H.; LU, L.; DUAN, D.; ZHANG X.; SHI, J. Mechanism study of sulfur fertilization mediating copper translocation and biotransformation in rice (*Oryza sativa* L.) plants. **Environmental pollution**, v. 226, p. 426-434, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, F. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; FRIES, D. D.; HORA, D. S. Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 241-248, 2011.

UCHÔA, S. C. P.; ALVAREZ V, V. H.; FREIRE, F. M. Doses de enxofre e tempo de incubação na dinâmica de formas de enxofre no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 678-687, 2013.

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

VITTI, G.C.; OTTO, R.; SAVIETO, J. **Manejo do enxofre na agricultura**. Informações Agronômicas, IPNI, n. 152, 2015. 14 p.

ZANUZO, M. R.; MULLER, D.; MIRANDA, D. M. Análise de sementes de capim braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) em diferentes épocas de florescimento. **UNICIÊNCIAS**, v. 14, n. 2, p.187-197, 2015.