



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**FONTES DE NITROGÊNIO E ALTURAS DE
RESÍDUO EM PASTAGEM DE CAPIM-
MARANDU**

VICTOR FERRAZ SERAFIM

2016

VICTOR FERRAZ SERAFIM

**FONTES DE NITROGÊNIO E ALTURAS DE
RESÍDUO EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Montes
Claros, como parte das exigências
do Programa de Pós-graduação em
Zootecnia, área de concentração
em Produção Animal, para
obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. D. Sc. Virgílio Mesquita Gomes

**Janaúba – MG
MARÇO / 2016**

Serafim, Victor Ferraz

S481f Fontes de nitrogênio e alturas de resíduo em pastagem de capim-marandu [manuscrito] / Victor Ferraz Serafim. – 2016.
41 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2016.

Orientador: Prof. D. Sc. Virgílio Mesquita Gomes.

1. Nitrogênio. 2. Pastagens. 3. Uréia. I. Gomes, Virgílio Mesquita. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.202

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

VICTOR FERRAZ SERAFIM

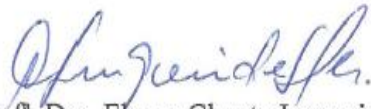
**FONTES DE NITROGÊNIO E ALTURAS DE RESÍDUO EM
PASTAGENS DE CAPIM-MARANDU**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 31 de MARÇO de 2016



Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes
UNIMONTES
(Orientador)



Prof.ª Dra. Eleuza Clarete Junqueira
de Sales
UNIMONTES



Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo
UNIMONTES



Dra. Leidy Darmony de Almeida
Rufino
EPAMIG

**UNIMONTES
JANAÚBA – MG
2016**

DEDICO

A Deus e a minha família!

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me proporcionar a dádiva da vida e seus inúmeros momentos;

À minha mãe, Maria Alves Ferraz Serafim, pelo apoio, carinho, suporte e por todo amor concedido em todos os momentos;

Ao meu pai, Antônio José Serafim, por ser um exemplo de pai e de homem, e por todos os obstáculos que superou para me proporcionar esse momento;

Ao meu irmão Gabriel, pelo companheirismo, união, força e apoio;

Aos demais familiares e amigos, em especial ao Angel Amaral Seixas, por me ajudar no meu experimento e nas lidas do dia-a-dia;

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), pela oportunidade de formação e qualificação profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de estudo;

Ao orientador, Prof. D. Sc. Virgílio Mesquita Gomes, pelos ensinamentos e apoio na realização desse trabalho;

Aos professores da UNIMONTES;

Aos estagiários, que me ajudaram nas atividades realizadas no meu experimento;

Aos funcionários da Fazenda Experimental e do Campus/Janaúba da UNIMONTES, pela disposição e ajuda concedida;

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram e estiveram presentes nessa jornada.

Muito Obrigado!

*O Senhor é o meu pastor, nada me faltará.
Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me
mansamente a águas tranquilas.
Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas
da justiça, por amor do seu nome.
Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da
morte, não temeria mal algum, porque tu estás
comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.
(Salmos 23:1- 4)*

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	3
2.2 Uso de nitrogênio em pastagens.....	4
2.3 Influência da altura de resíduo nos parâmetros produtivos.....	5
2.4 Atributos químicos do solo adubado com fontes de nitrogênio.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Densidade populacional de perfilhos.....	16
4.2 Produção de matéria seca total e dos componentes morfológicos.....	17
4.3 Relação lâmina: colmo (RLC) e relação material verde: material morto (RMVMM).....	25
4.4 Taxa de acúmulo de forragem (TAF), eficiência de uso da água (EUA) e acúmulo de água pela planta (AAP).....	27
4.5 Atributos químicos do solo sob pastagens de capim-marandu adubadas com diferentes fontes de nitrogênio.....	30
5. CONCLUSÃO	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

RESUMO

Serafim, Victor Ferraz. **Fontes de nitrogênio e alturas de resíduo em pastagens de capim-marandu**. 2016. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

A pastagem é a principal fonte de alimento para a criação de bovinos, sendo considerada uma fonte de baixo custo e amplamente utilizada, tornando assim os sistemas de criação baseados principalmente na produção e cultivo de pastagens. Objetivou-se com esse trabalho avaliar os parâmetros produtivos do pasto de capim-marandu, suas características estruturais, eficiência de uso da água, acúmulo de água pela planta, bem como quantificar os principais atributos químicos do solo, quando essa espécie foi submetida à adubação com diferentes fontes de nitrogênio e alturas de resíduo pós-corte. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Unimontes em Janaúba-MG, de dezembro de 2014 a novembro de 2015, em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu implantada desde 2008. O delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições foi arranjado em esquema fatorial 3 x 2, com três fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e nitrato de cálcio) e as alturas de resíduo de 12 e 17 cm, correspondendo respectivamente a maior e menor intensidade de corte, determinando-se os parâmetros de produção da forrageira e dos seus componentes morfológicos. Para a realização das análises dos atributos químicos do solo, foi feita na mesma área durante o mesmo período experimental um delineamento de blocos ao acaso (DBC), sendo três fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e nitrato de cálcio), com cinco repetições, totalizando 15 unidades experimentais, onde o capim foi mantido a 15 cm de altura. O nitrato de cálcio e 12 cm de resíduo melhora os parâmetros produtivos do capim-marandu em comparação à ureia e sulfato de amônio com 12 e 17 cm de altura de resíduo. O material vegetal senescido remanescente aumenta o fósforo disponível no solo e o sulfato de amônio reduz os teores de potássio até a profundidade avaliada, de 40 cm.

Palavras-chave: atributos químicos do solo, nitrato de cálcio, produção, sulfato de amônio, ureia.

¹**Comitê de Orientação:** Prof. DSc. Virgílio Mesquita Gomes – DCA/UNIMONTES (Orientador); Prof. DSc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – DCA/UNIMONTES (Coorientadora).

ABSTRACT

Serafim, Victor Ferraz. **Nitrogen sources and waste heights in marandu pastures.** 2016. 41 p. Dissertation (Master of Animal Production) – Universidade Estadual of Montes Claros, Janaúba, MG, Brazil.¹

The pasture is the main food source for cattle, being considered a source of low cost and widely used, thereby making farming systems based mainly in the production and cultivation of pastures. The objective of this study was to evaluate the productive parameters marandu grass pasture, their structural characteristics, water use efficiency, water uptake by the plant and to quantify the main soil chemical properties, when this species was fertilization submitted with different sources of nitrogen and postcrop residue heights. The experiment was conducted at the Experimental Farm, at the Unimontes, in Janaúba-MG, from December 2014 to November 2015 to pasture *Urochloa brizantha* cv. Marandu deployed since 2008. The design of randomized blocks with five replications was arranged in a factorial 3 x 2, with three sources of nitrogen (urea, ammonium sulphate and calcium nitrate) and 12 residue heights and 17 cm, corresponding respectively to the highest and lowest shear strength, determining the parameters of the forage production and its morphological components. To carry out the analysis of soil chemical properties was made in the same area during the same trial period an outline randomized blocks (ORB), three sources of nitrogen (urea, ammonium sulphate and calcium nitrate), with five repetition, totaling 15 experimental units, where the grass was maintained at 15 cm. Calcium nitrate and 12 cm residue improves the productive parameters marandu grass compared to urea and ammonium sulfate with 12 and 17 cm residue tall. The vegetal material remaining senescer height increases the available phosphorus in the soil and sulfate ammonium reduces the potassium content to the measured depth of 40 cm.

Keywords: ammonium sulfate, calcium nitrate, production, soil chemical properties, urea.

¹**Guidance Committee:** Prof. DSc. Virgílio Mesquita Gomes – DCA/UNIMONTES (Adviser); Prof. DSc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – DCA/UNIMONTES (Coadviser).

1 INTRODUÇÃO

A pastagem é a principal fonte de alimento para a criação de bovinos, sendo considerada de baixo custo e amplamente utilizada, uma vez que o Brasil possui uma grande extensão territorial, cultivada com forrageiras, tornando a pecuária dependente da produção e cultivo de pastagens. Com isso, torna-se importante a busca por alternativas viáveis e de fácil manuseio para aprimorar e ampliar sistemas de produção a pasto no país.

O manejo adequado permite uma melhor eficiência de utilização das pastagens. Nos sistemas de produção de forragem normalmente não é feito nenhum manejo tecnificado, reduzindo o potencial produtivo e qualidade da forrageira com o passar dos anos. Uma consequência comum é a grande quantidade de pastagens degradadas, que pode ser causado pelo manejo inadequado da forrageira, insuficiência hídrica e baixa fertilidade dos solos.

Uma alternativa para solucionar tais problemas é a utilização de fontes minerais de nitrogênio pode ser uma alternativa para melhor aproveitamento do nitrogênio no sistema solo-planta. Assim, pode ser potencializado com a irrigação da pastagem, que favorece as condições para o desenvolvimento da forrageira e auxilia a distribuição do fertilizante no solo.

Outro fator importante é a rebrota da planta, após ser submetida ao pastejo, ela é altamente dependente da quantidade de material fotossintético remanescente para poder se restabelecer, sendo esse material essencial para suprir as necessidades fisiológicas da planta na sua rebrotação. Dessa forma, o resíduo deixado após o corte da forrageira exerce função muito importante para a planta persistir no pasto.

Existem na literatura amplas possibilidades sobre o manejo de pastagens, torna-se importante a realização de estudos com as mesmas, com o intuito de identificar o melhor ou mais adequado manejo para determinada

fornageira. Uma alternativa é a utilização de diferentes fontes de adubo para uso em pastagens, essas alternativas visam melhorar o desenvolvimento da planta, uma vez que será fornecido um aporte de nutrientes adequado, possibilitando assim um desempenho ótimo da forrageira em questão de produtividade.

O uso de adubação nitrogenada pode alterar os atributos físico-químicos do solo, podendo aumentar o teor de nitrogênio total, nitrato e amônio no solo, e a aplicação de altas doses, com frequência elevada pode provocar acidificação do mesmo.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar os parâmetros produtivos do pasto de capim-marandu, suas características estruturais, eficiência de uso da água, acúmulo de água pela planta, bem como quantificar os principais atributos químicos do solo, quando essa espécie foi submetida à adubação com diferentes fontes de nitrogênio e alturas de resíduo pós-corte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Urochloa brizantha* cv. Marandu

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu é originária da África, o cultivar é caracterizado por plantas robustas e com perfilhamento intenso, apresenta folhas largas e longas. Possui uma ótima adaptação climática, desenvolvendo-se até 3000 m acima do nível do mar e com precipitação pluviométrica anual entre 800 e 1200 mm (BOGDAN, 1977). Segundo Miles *et al.* (1999), o cultivar Marandu foi liberado, comercialmente, no Brasil pela EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte e Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados) em 1984, como alternativa de forrageira para cerrados.

O capim-marandu é uma forrageira de crescimento cespitoso, perene, com touceiras de até 1,0 m de diâmetro, com raízes profundas, apresentando boa resposta em períodos de seca, com boa produção em solos arenosos e de média fertilidade, boa resistência a pragas e possui boa palatabilidade comparada a outras espécies (COSTA *et al.*, 2004).

Segundo Soares Filho (1994), possui tolerância à seca, apresenta boa tolerância ao sombreamento, ao fogo, ao frio, não tolera solos encharcados e possui resistência à cigarrinha de pastagens. De acordo com Sherman e Riveiros (1990) a temperatura ideal para seu desenvolvimento encontra-se entre 30 e 35° C e a mínima é de 15° C. Segundo Embrapa (1985) apresenta de 8 a 11% de proteína bruta, produção de 10 a 18 toneladas de matéria seca ha⁻¹ ano⁻¹ e boa produção de sementes viáveis.

É uma ótima fonte de alimento, apresenta boa qualidade e, para isso, é necessário que se obedeça à exigência nutricional da planta, com adubação e manejo adequado, caso contrário a planta perde o valor nutritivo rapidamente, principalmente após o florescimento. Das espécies mais utilizadas e mais cultivadas na região do Cerrado, o capim-marandu tem apresentado uma alta

capacidade de adaptação, estando inserido em grande parte da alimentação do rebanho bovino a pasto (VALLE *et al.*, 2000).

2.2 Uso de nitrogênio em pastagens

O nitrogênio (N) corresponde a um nutriente essencial na produção de forrageira, participando na estrutura de proteínas, clorofila, fotossíntese, respiração, dentre outras características fisiológicas e morfológicas da planta. Sua deficiência tem sido associada com a queda da produção de forragem e degradação das mesmas. Fontes de N utilizadas de forma adequada podem promover condições satisfatórias para o desenvolvimento da forrageira, proporcionando um aumento da produção das plantas (HAVLIN *et al.*, 2005).

A utilização da adubação nitrogenada é um fator importante no manejo das pastagens, pois proporciona o aumento do acúmulo de forragem, pelo fato do nitrogênio aumentar a taxa de crescimento das gramíneas (TEIXEIRA *et al.*, 2011). O uso da adubação nitrogenada proporciona um aumento no teor de matéria seca da planta, variando em quantidade de espécie para espécie de acordo com seu potencial genético (CARARD *et al.*, 2008; MARANHÃO *et al.*, 2009).

Alexandrino *et al.* (2005) observaram um aumento do perfilhamento do capim-Marandu quando adubado com N, de plantas que não foram adubadas com N ao longo do tempo de rebrotação, mostrando a influência positiva do N na produtividade das plantas. Segundo Martuscelo *et al.* (2006), a utilização de N na adubação de gramíneas estimula a renovação e o aumento de perfilhos jovens, aumentando a produtividade da planta.

Bonfim-da-Silva e Monteiro (2006) observaram que a adubação nitrogenada do capim-braquiária teve efeito positivo no número de folhas, número de perfilhos, produção de massa seca das lâminas foliares e dos colmos

mais bainhas, mostrando que a adubação nitrogenada foi determinante para o desenvolvimento da planta.

Cetato *et al.* (2004) observaram que a utilização da adubação nitrogenada no capim-marandu promoveu um aumento na produção de massa seca verde e a massa seca total. A densidade de perfilhamento e a massa seca das raízes não foram influenciadas pelas doses de N utilizadas para a adubação nitrogenada.

A utilização da adubação nitrogenada associada ao manejo adequado pode ser uma alternativa para evitar perdas e estabelecer uma produtividade eficiente. A utilização de fontes de N eficientes e o uso da adubação nitrogenada de forma adequada se tornam de grande importância para evitar prejuízos financeiros, ambientais e na produção (COSTA, 2001).

2.3 Influencia da altura de resíduo nos parâmetros produtivos

O comportamento animal é importante dentro do sistema de pastejo, assim como o resíduo pós-pastejo que não tem sido considerado. Uma vez pastejada a planta necessita de material ou área fotossintética, para que ocorra a rebrotação, porém, devido a altas intensidades de pastejo, essa área foliar residual se torna insuficiente para a rebrotação levando a um quadro de degradação do pasto e diminuindo a persistência da pastagem.

Dos métodos de manejo utilizados no manejo de pastagens, a altura de entrada e o resíduo pós-pastejo são técnicas importantes que visam otimizar a produção da forragem e a eficiência de uso da forragem, visando assim garantir a persistência da mesma (PAULINO E TEIXEIRA, 2009).

Segundo Marcelino *et al.* (2006) a resposta da planta forrageira a desfolhação varia com a espécie. A altura de resíduo pós-pastejo esta diretamente ligada às características morfofisiológicas das plantas, podendo sofrer alterações dependendo da intensidade de desfolhação. Os cortes mais

intensos e freqüentes proporcionam maior renovação de tecidos vegetais da planta, que está ligado à maior eficiência de produção da forragem. Em cortes menos intensos o acúmulo de pseudocolmo, material morto e florescimento são aumentados.

A utilização incorreta e incoerente do pasto, com intensidades de desfolha não adequadas, pode diminuir a área fotossintética da planta o que pode comprometer sua rebrotação. Torna-se então extremamente importante o resíduo pós-pastejo, pois ele será determinante na permanência da pastagem na área, evitando assim quadros de degradação da mesma.

2.4 Atributos químicos do solo adubado com fontes de nitrogênio

O nitrogênio disponível no solo depende dos processos de mineralização e imobilização, tendo assim grande variação. Em pastagens manejadas de forma extensiva e sem uso de adubação nitrogenada, o nitrogênio disponível no solo em grande parte é oriundo da mineralização dos resíduos vegetais. Esse processo pode variar com o tempo e, com a composição desse resíduo orgânico, levando em conta também o tempo que o material levará para se decompor e da atividade microbiana no local (MARSCHNER, 1997).

De acordo com Teixeira Filho *et al.* (2010), a ureia e o sulfato de amônio são os fertilizantes nitrogenados mais utilizados em pastagens no Brasil, correspondendo a mais de 90% da comercialização do mercado, sendo a ureia a fonte mais utilizada. A ureia apresenta a vantagem do seu menor custo por kg de N, no entanto, apresenta limitações na sua aplicação em superfície, uma vez que podem ocorrer perdas de N por volatilização.

Este fato é explicado pelas transformações que a ureia sofre no solo, o que ocasiona maiores perdas de N. Após a aplicação ao solo, a ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ é hidrolisada pela enzima urease, resultando na formação de carbonato de amônio $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$, que se decompõe rapidamente,

originando amônio, bicarbonato e hidroxila $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-]$, o que implica na elevação do pH ao redor dos grânulos do fertilizante. Em seguida parte do amônio se converte em NH_3 , que pode se perder pela atmosfera, caso a ureia utilizada não seja incorporada ao solo (ROCHETTE *et al.*, 2009; SANGOI *et al.*, 2003).

O sulfato de amônio por sua vez apresenta maior custo por kg de N, porém apresenta menores perdas de N por volatilização quando utilizados em solos ácidos, além de ser fonte de enxofre. Segundo Cantarella (1998), outros fertilizantes nitrogenados como o nitrato de cálcio podem servir como alternativa para utilização em pastagens, essa fonte não é propensa a perdas por volatilização em solos ácidos, pois fornece N na forma nítrica.

Segundo Lange *et al.* (2006), o uso da fertilização com ureia, que corresponde a uma molécula de reação básica, origina inicialmente um aumento do pH do solo, principalmente no local próximo a aplicação do adubo. Porém, após a nitrificação do amônio, oriunda da hidrólise da ureia, ocorre um decréscimo do pH para valores inferiores aos originais. Outros atributos químicos do solo podem ser alterados com a acidificação causada pelo uso de adubos nitrogenados, causando redução da CTC efetiva e nas bases trocáveis, aumento no teor de alumínio trocável, contribuindo assim para maior necessidade de calagem (PAIVA, 1990).

Em estudos realizados com adubos nitrogenados em pastagens, mostram que ocorre o aumento no teor de nitrogênio total, nitrato e amônio no solo, e a aplicação de altas doses com frequência elevada podem provocar acidificação do mesmo (CAMPOS, 2004; BONFIM-DA-SILVA, 2005; BATISTA, 2006; LANGE *et al.*, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. A fazenda experimental fica localizada no município de Janaúba, no Norte de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 15°48'32" S e 43°19'3"O, altitude de 533m. A pluviosidade média anual da região é de 834 mm com temperatura média anual de 28°C, umidade relativa do ar em torno de 65% e, segundo a classificação climática de (Köppen, 1984) o tipo de clima predominante na região é o Aw (tropical com inverno seco).

O período experimental foi de dezembro de 2014 a novembro de 2015, a área experimental foi instalada em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu implantada no ano de 2008, sendo utilizada para pastejo e submetida à irrigação. O solo da área experimental é um solo da classe Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2013). O experimento foi instalado em uma área de 2.500 m² onde foram demarcadas parcelas de 4 x 12,5 m (50 m²) delimitadas por uma área mantida roçada ao nível do solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), arranjos no campo em esquema fatorial 3 x 2, sendo três fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e nitrato de cálcio) e duas alturas de resíduos, (12 cm – representando a maior intensidade de corte e 17 cm – menor intensidade de corte) com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

A frequência para o corte do capim-marandu foi determinada quando as plantas atingissem a altura de 30 centímetros, altura essa que segundo Souza Junior (2007) corresponde ao momento mais adequado para interromper a rebrotação do capim e corresponde ao momento em que o pasto intercepta 95% da luz incidente. Porém, preferiu-se criar um gradiente de corte para as plantas visando maior intensificação do sistema de produção. As intensidades de corte

(12 cm: corte mais intenso e 17 cm: corte menos intenso) foram determinadas com base em resultados reportados na literatura que indicam que essa altura de resíduo não traria consequências prejudiciais para a planta (MARCELINO *et al.*, 2006).

Antes do início do experimento, realizou-se uma amostragem do solo da área experimental com o auxílio de um trado tipo holandês, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 1), para caracterização química do solo.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, antes do início do experimento

	pH	P ^{1/}	K ^{1/}	Ca ^{1/}	Mg ^{1/}	Al ^{1/}	H+Al ^{2/}	t ^{3/}	T ^{4/}	V ^{5/}	m ^{6/}
	-----mg dm ⁻³ -----					-----cmol _c dm ⁻³ -----			----%----		
0-20	5,28	1,28	111	1,42	0,86	0,22	2,82	3,02	5,52	49	8,20
20-40	5,38	1,34	145	1,48	1,06	0,14	2,32	3,26	5,90	52	5,00

^{1/} Método KCl 1 mol/L. ^{2/} H + Al – acidez potencial, Método Ca(OAc)₂ 0,5 mol/L, pH 7. ^{3/} CTC efetiva t = SB + Al³⁺. ^{4/} CTC Ph 7 T = SB + (H + Al). ^{5/} Saturação por bases V = 100 SB/T. ^{6/} Saturação por AL ⁺³ m = 100 Al³⁺/t.

A dose de N foi estabelecida de acordo com as exigências do capim-marandu, utilizando-se 150 (kg⁻¹ ha⁻¹ ano) de N, recomendado para sistemas com média intensidade de exploração (CANTARUTTI *et al.*, 1999). Essa dose foi parcelada em quatro aplicações de 37,5 (kg⁻¹ ha) de N, utilizadas logo após os cortes de avaliação (4 cortes) ocorridos na área experimental.

De acordo com o tamanho da parcela (50 m²) e concentração de N, foram determinadas as quantidades de ureia (45% N), sulfato de amônio (21% N - 24% S) e nitrato de cálcio (15,5% N - 19% Ca), respectivamente 0,4, 0,9 e 1,2 kg parcela⁻¹ aplicação⁻¹ corte⁻¹, totalizando ao final, 1,6, 3,6 e 4,8 kg parcela⁻¹ de ureia, sulfato de amônio e nitrato de cálcio, respectivamente.

Em dezembro de 2014 foi realizado um corte de uniformização no dossel forrageiro das parcelas a 10 cm do solo, logo em seguida foi feita a 1^a

adubação de cobertura com as fontes de N, aplicando-se a dose correspondente de cada tratamento nas respectivas parcelas. No decorrer do experimento foram realizadas mais três adubações de cobertura em cada parcela, totalizando 4 aplicações, durante todo o período experimental.

A coleta da massa de forragem para cada corte foi realizada em quatro pontos da parcela com auxílio de uma moldura de aço de $0,50 \times 0,50$ m ($0,25$ m²) e cortada com tesoura de aço a 12 e 17 cm da superfície do solo. Já a coleta dos perfilhos foi feita com o auxílio de uma moldura de ferro de $0,25 \times 0,25$ m ($0,0625$ m²) e cortado com tesoura de aço rente ao solo, com a finalidade de determinar a produção e densidade de perfilhos de cada parcela. Após as coletas nas parcelas, foi realizado com o auxílio de roçadeira costal um corte de nivelamento da parcela até a altura de resíduo, aplicando-se o N em cobertura com regador, após diluição da fonte em 10 L de água, para maior uniformidade e operacionalização da adubação nitrogenada.

A precipitação pluviométrica foi muito irregular durante o experimento, conforme se observa na (Tabela 2), por isso, foi necessária a realização de irrigação. A irrigação por aspersão convencional fixa com duas irrigações semanais com tempo de irrigação de duas horas, correspondendo a 50,7 mm de lâmina de água, totalizando 406 mm de irrigação mensal.

Após a coleta de massa de forragem, foram retiradas duas alíquotas de forragem de cada amostra, sendo uma para a determinação da produção de matéria seca de forragem onde se encontrava a forragem inteira e a outra para separação dos componentes morfológicos da forragem, obtendo-se as frações lâmina foliar verde, colmo verde e material morto, as quais foram pesadas e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, para posterior determinação da pré-secagem.

Tabela 2. Temperatura média °C, Precipitação pluviométrica (mm), água proveniente da irrigação (mm) e precipitação total (mm) da área experimental

Mês/ano	Temp. média °C	Precip. Pluv. (mm)	Irrigação (mm)	Precip. Total (mm)
Dezembro/2014	26	170,0	470,0	640,0
Janeiro/2015	28	0,2	470,0	470,2
Fevereiro	27	65,0	470,0	535,0
Março	27	35,0	470,0	505,0
Abril	27	75,0	470,0	545,0
Mai	26	5,0	470,0	575,0
Junho	24	0,0	470,0	470,0
Julho	24	0,0	470,0	470,0
Agosto	25	0,0	470,0	470,0
Setembro	26	0,0	470,0	470,0
Outubro	27	10,0	470,0	480,0
Novembro	27	164,0	470,0	634,0

Em seguida, foi retirada uma parte do material da alíquota que representava a produção de matéria seca, que foi processado em um moinho tipo Wiley com peneira de 1 mm e seco em estufa a 105 °C, para secagem definitiva e determinação da porcentagem de matéria seca pela equação:

$$\%MS = \%ASA \times \%ASE / 100 \quad (1)$$

onde,

%MS = percentual de matéria seca;

%ASA = percentual de amostra seca ao ar;

%ASE = percentual de amostra seca em estufa.

Os valores de produção de matéria seca da forragem foram convertidos para kg ha⁻¹ de MS e os componentes morfológicos expressos em porcentagem da produção de matéria seca da forragem, conforme Detmann *et al.* (2012). Já os perfilhos foram contados para obtenção da densidade de perfilhos da área.

As variáveis analisadas no experimento foram: densidade populacional de perfilhos (DPP), produção de matéria seca (PMS), produção de matéria seca

dos componentes morfológicos (folha, colmo e material morto), relação lâmina/colmo (RLC), relação material vivo material morto da forragem (RMVMM), taxa de acúmulo de forragem (TAF), eficiência de uso da água (EUA) e o acúmulo de água pelas plantas (AAP) em função dos cortes. Essas variáveis foram calculadas e determinadas da seguinte maneira:

- Densidade populacional de perfilhos: dada em quantidade de perfilhos por m², obtendo a produção total de perfilhos por determinada parcela coletada.

- Produção de matéria seca (PMS):

$$PMS = PMV \times \%MS / 100 \quad (2)$$

onde,

PMS = Produção de matéria seca (kg ha⁻¹);

PMV = Produção de material verde (kg ha⁻¹);

%MS = percentual de matéria seca (%).

- Produção dos componentes morfológicos (folha, colmo e material morto): dado em kg ha⁻¹ de cada componente da determinada parcela coletada.

- Relação lâmina/colmo (RLC):

$$RLC = L/C \quad (3)$$

onde,

RLC = relação lâmina colmo;

L = produção de lâmina foliar;

C = produção de colmo.

- Relação material vivo material morto da forragem (RMVMM):

$$RMVMM = PMV / PMM \quad (4)$$

onde,

RMVMM = relação material vivo material morto;

PMV = produção de material vivo, somatória das produções de folhas e colmos;

PMM = produção de material morto.

- Taxa de acúmulo de forragem (TAF):

$$TAF = PMS / \text{tempo (dias)} \quad (5)$$

onde,

TAF = taxa de acúmulo de forragem (kg ha⁻¹ dia⁻¹);

PMS = produção de matéria seca (kg ha⁻¹);

Dias = quantidade de dias que a parcela atingiu a altura de corte.

- Eficiência de uso da água (EUA), descrita por Perazzo *et al.* (2013):

$$EUA = PMS/PP+AI \quad (6)$$

onde,

EUA = eficiência de uso da água (kg ha⁻¹ mm⁻¹);

PMS = produção de matéria seca (kg ha⁻¹);

PP+AI = precipitação pluviométrica somada a água proveniente da irrigação (mm).

- Acúmulo de água pelas plantas (AAP), descrita por Perazzo *et al.* (2013):

$$AAP = (PMV-PMS) / PP \quad (7)$$

onde,

AAP = acúmulo de água pela planta (kg ha⁻¹ mm⁻¹);

PMV = produção de matéria verde (kg ha⁻¹);

PMS = produção de matéria seca (kg ha⁻¹);

PP = precipitação pluviométrica (mm).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação, as fontes de nitrogênio, as alturas de resíduo e a interação fontes de nitrogênio e as alturas de resíduo, testados a 5% significância. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância para fontes de nitrogênio e altura de resíduo por meio do teste de Tukey. Os dados experimentais foram analisados por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

O modelo estatístico adotado para as análises foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (8)$$

onde,

Y_{ijk} = variáveis dependentes;

μ = média da população;

δ_k = efeito do bloco k, k= 1, 2, 3, 4, 5;

α_i = efeito das fontes de nitrogênio, i = 1, 2, 3;

β_j = efeito das alturas de resíduo, j = 1, 2;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação entre fontes de nitrogênio i e alturas de resíduo j;

ε_{ijk} = erro aleatório, normal e independente, distribuído com média 0 e variância σ^2 .

Para a realização das análises dos atributos químicos do solo sob a pastagem de capim-marandu recebendo diferentes fontes de nitrogênio, foi feita na mesma área durante o mesmo período experimental um delineamento de blocos ao acaso (DBC), sendo três fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e nitrato de cálcio), com cinco repetições, totalizando 15 unidades experimentais, onde o capim foi mantido a 15 cm de altura. As unidades experimentais receberam a mesma dose e quantidade de adubo, que ocorreram nas mesmas datas e posteriormente foram comparadas a condição inicial do solo, onde não havia sido feita nenhuma adubação.

Ao final do período experimental, foram coletadas, com o auxílio de um trado holandês, amostras de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, para avaliar os atributos químicos do solo nas diferentes profundidades. Em cada parcela de (50 m²) coletaram-se quatro amostras simples para cada profundidade avaliada, que foram homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta. Em seguida, foi encaminhada para o laboratório para a realização das seguintes análises químicas: pH (H₂O), Ca, Mg e Al trocáveis (extrator KCl 1,0 mol L⁻¹), P e K (extrator Mehlich⁻¹, HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹), acidez potencial (extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹), t (CTC efetiva), T (CTC a pH 7), V (saturação por bases) e m (saturação por alumínio).

Os resultados foram submetidos a análise de variância considerando como fontes de variação, as fontes de nitrogênio e a condição inicial do solo, testados a 5% de significância por meio do teste de Dunnett, comparando as fontes de nitrogênio em relação a condição inicial do solo. Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico SAS (2000). A análise de variância foi feita utilizando-se o procedimento GLM.

O modelo estatístico adotado para as análises foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ijk} \quad (9)$$

onde,

Y_{ijk} = variáveis dependentes;

μ = média da população;

δ_k = efeito do bloco k, k= 1, 2, 3, 4, 5;

α_i = efeito das fontes de nitrogênio e da condição inicial do solo, i = 1, 2, 3, 4;

ε_{ijk} = erro aleatório, normal e independente, distribuído com média 0 e variância

σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Densidade populacional de perfilhos

Para a densidade populacional de perfilhos (DPP), a interação entre altura de resíduo x fontes de nitrogênio (Tabela 3) foi significativa ($P < 0,05$). Em relação às alturas de resíduo foi observada diferença apenas na adubação com nitrato de cálcio e entre as fontes de nitrogênio foi observada diferença na altura de resíduo de 12 cm.

Tabela 3. Densidade populacional de perfilhos (DPP) (perfilhos/m²) do capim-marandu adubado com diferentes fontes de nitrogênio em duas alturas de resíduo

Alturas de resíduo	DPP (perfilhos/m ²)			Média
	Fontes de Nitrogênio			
	Ureia	Nitrato de Cálcio	Sulfato de Amônio	
12	2.140 Ab	2.710 Aa	2.002 Ab	2.284
17	2.200 Aa	2.303 Ba	2.148 Aa	2.217
Média	2.170	2.507	2.075	
CV (%)	11,44			

Letras minúsculas iguais não diferem na linha e letras maiúsculas iguais não diferem na coluna, pelo teste Tukey ($P < 0,05$), CV = Coeficiente de variação.

Rosado *et al.* (2014), ao avaliarem a densidade populacional de perfilhos em resposta a diferentes doses de N (0, 120, 240, 360, 480 e 600 kg ha⁻¹) e fontes de N (ureia, nitrato de cálcio e sulfato de amônio), encontraram maior população de perfilhos em resposta a adubação com nitrato de cálcio, independente da dose, o que se assemelha aos resultados encontrados neste trabalho.

Portela *et al.* (2011), ao avaliarem a densidade populacional de perfilhos do capim-braquiária em duas intensidades de pastejo (5 e 10 cm de altura

pós-pastejo) e duas frequências de desfolha (período de descanso até que o dossel atingisse 95 e 100% de interceptação luminosa, IL), encontraram maior população de perfilhos na menor altura de resíduo ao longo dos períodos de avaliação.

O nitrato de cálcio é uma fonte de N na forma nítrica (NO_3^-), o que pode garantir uma menor perda por volatilização, favorecendo uma maior capacidade do nitrogênio na ativação de gemas dormentes. Sendo o nitrogênio um constituinte da estrutura de vários compostos que são essenciais para o desenvolvimento da planta, pode ter potencializado o aparecimento de novos perfilhos, principalmente aliado a um menor resíduo que também tem a capacidade de estimular o perfilhamento (LOPES *et al.*, 2014; TAIZ e ZEIGER, 2009).

4.2 Produção de matéria seca total e dos componentes morfológicos

Para a produção de matéria seca total e dos componentes morfológicos (folha, colmo e material morto) houve interação entre altura de resíduo x fontes de nitrogênio (Tabela 4).

A maior produção de matéria seca no capim-marandu entre as fontes de N foi obtida no resíduo de 12 cm para a adubação com o nitrato de cálcio (Tabela 4).

Tabela 4. Produção média de matéria seca (PMS) total e dos componentes morfológicos (PMS) folha, (PMS) colmo (PMS) material morto do capim-marandu adubado com diferentes fontes de nitrogênio em duas alturas de resíduo e quatro cortes.

PMS total (kg ha⁻¹ de MS)				
Alturas de resíduo	Fontes de Nitrogênio			Média
	Ureia	Nitrato de cálcio	Sulfato de amônio	
12	6.919 Ab	7.840 Aa	6.119 Bb	6.959
17	7.153 Aa	7.322 Aa	6.920 Aa	7.132
Média	7.036	7.581	6.520	
CV (%)	11,03			
PMS folha (kg ha⁻¹ de MS)				
12	5.064 Ab	5.820 Aa	4.527 Ab	5.137
17	5.277 Aa	5.679 Aa	4.990 Aa	5.315,00
Média	5.171	5.749	4.759	
CV (%)	10,24			
PMS colmo (kg ha⁻¹ de MS)				
12	1.220 Aa	1.340 Aa	827 Bb	1,129,00
17	1.186 Ab	1.397 Aa	1.137 Ab	1,240,00
Média	1.203	1.369	932	
CV (%)	11,58			
PMS material morto (kg ha⁻¹ de MS)				
12	974 Aa	1.027 Aa	710 Bb	904,00
17	994 Aa	743 Bb	1.093 Aa	943,00
Média	984	885	902	
CV (%)	21,37			

Letras minúsculas iguais não diferem na linha e letras maiúsculas iguais não diferem na coluna, pelo teste Tukey (P<0,05), CV = Coeficiente de variação.

A maior produção de matéria seca observada com adubação com nitrato de cálcio pode estar ligada a forma na qual o N se encontra, ao qual é encontrado na forma nítrica (NO₃⁻) o que faz com que não ocorram grandes perdas por volatilização, e nem acidificação do solo, garantindo maior eficiência de absorção pela planta (GARÇONI, 2013). Porém, o nitrato de cálcio é muito

suscetível a perdas de NO_3^- por lixiviação, então houve necessidade de se parcelar a sua aplicação ao longo do ano.

Resposta semelhante foi observada por Rosado *et al.* (2014), ao avaliarem diferentes doses e fontes de N (ureia, sulfato de amônio e nitrato de cálcio) sobre a produção acumulada de MS do *Panicum maximum* cv. Mombaça, os autores encontraram maior produção de matéria seca para o nitrato de cálcio.

A mobilidade do nitrato no solo e suas características químicas fazem com que as perdas de N reduzam significativamente com sua aplicação, justificando os resultados apresentados.

Entre as alturas de resíduo em cada fonte de N foi observada diferença apenas para a adubação com sulfato de amônio, onde o resíduo de 17 cm apresentou maior produção de MS comparado ao resíduo de 12 cm. Essa diferença indica baixa eficiência do uso do sulfato de amônio, o que favoreceu ao resíduo de 17 cm para que se sobressaísse à menor altura de resíduo, devido à maior quantidade de material fotossintético deixado nas plantas.

A melhor resposta da adubação nitrogenada visto no resíduo de 12 cm pode ser explicado por Marcelino *et al.* (2006), que observaram que cortes mais intensos e frequentes em capim-marandu podem proporcionar maior renovação dos tecidos, com maiores taxas de aparecimento foliar, aumentando a densidade populacional de perfilho e prevenindo o intenso alongamento de colmo.

Essas folhas mais novas são mais fotossinteticamente ativas que folhas maduras, desta forma, proporcionam maior eficiência na produção de forragem quando supridas as exigências nutricionais das plantas, principalmente aliada a uma fonte eficiente de N (FREITAS *et al.*, 2013).

Para a produção de matéria seca das folhas (PMS folha) a maior produção foi observada na adubação com o nitrato de cálcio no resíduo de 12 cm (Tabela 4). Não foi observada diferença entre a ureia e o sulfato de amônio.

Da mesma forma ao que foi descrito anteriormente pela característica do nitrato de cálcio onde ocorreu uma menor perda por volatilização, o que garantiu sua disponibilidade no solo para a planta. Há poucos trabalhos que demonstrem a resposta do nitrato de cálcio como fonte de N no desenvolvimento foliar de plantas forrageiras.

A maior produção de folha no menor resíduo mostra que um menor resíduo aliado à adubação nitrogenada estimula perfilhamento, o que favorece uma maior taxa de aparecimento foliar, aumentando assim a proporção de folhas na planta.

Sales *et al.* (2014), ao avaliarem a produção de matéria seca de lâminas foliares do capim-marandu em resposta a doses de N (100; 200; 300 e 400 kg ha⁻¹) e em duas alturas de resíduo (5 e 15 cm), encontraram maior produção de MS de lâmina foliar no menor resíduo (5 cm) em resposta a adubação nitrogenada.

Para a produção de matéria seca do colmo (PMS colmo) a maior produção foi para a adubação com nitrato de cálcio e a ureia no resíduo de 12 cm. No resíduo de 17 cm, a maior produção de colmo foi verificada para a adubação com o nitrato de cálcio (Tabela 4).

Essa resposta está ligada ao fato de a ureia e o nitrato de cálcio estimularem maior perfilhamento e crescimento foliar favorecendo assim o surgimento de maior número de folhas e em consequência maior alongamento do colmo, o que favoreceu a sua maior produção.

Segundo Colozza *et al.* (2000), com o aumento da disponibilidade de N, ocorre um aumento no teor de clorofila nas folhas, aumentando a oferta de fotoassimilados que influenciam as características morfogênicas, principalmente o alongamento e aparecimento de folhas, com o consequente aumento do alongamento de colmo.

Entre as alturas de resíduo apenas na adubação com sulfato de amônio houve diferença, com maior produção de colmo para o resíduo de 17 cm.

Esse aumento pode estar relacionado à resposta da planta ao menor resíduo, que estimulou um maior aparecimento foliar, diferente do maior resíduo (17 cm). Na maior altura de resíduo, o maior material residual deixado pode ter evitado o surgimento de novas folhas levando assim ao aumento no acúmulo de colmo, gerando uma maior proporção de colmo (MARCELINO *et al.*, 2006).

Marcelino *et al.* (2006), ao avaliarem o acúmulo de colmo do capim-marandu em resposta a duas alturas de resíduo (10 e 20 cm), encontraram maior acúmulo de colmo no maior resíduo de 20 cm devido ter favorecido no aumento de perfilhos reprodutivos.

Para a produção de matéria seca de material morto (PMS material morto) a maior produção foi vista para a adubação com nitrato de cálcio e a ureia no resíduo de 12 cm (Tabela 4).

Para o resíduo de 17 cm a maior produção de material morto foi para a adubação com sulfato de amônio e a ureia. Essa resposta pode estar ligada a capacidade do N em estimular o aparecimento de novos perfilhos e folhas, com renovação dos componentes mais velhos, que entram em senescência, aumentando sua proporção na pastagem.

Outra resposta é a menor eficiência da fonte de N o que pode ter promovido em uma redução do perfilhamento e aumento de folhas senescidas (GARCEZ NETO *et al.*, 2002; ALEXANDRINO *et al.*, 2004).

Entre as alturas de resíduo em cada fonte de N foi observada diferença apenas na adubação com nitrato de cálcio e sulfato de amônio (Tabela 4). Na adubação com nitrato de cálcio a maior produção de material morto ocorreu no resíduo de 12 cm. Para o sulfato de amônio a maior produção foi para o resíduo de 17 cm.

O menor resíduo aliado a fonte de N eficiente no caso o nitrato de cálcio estimulou uma maior renovação de tecidos o que pode explicar no aumento da produção de material morto encontrado. Para a resposta vista na adubação com o

sulfato de amônio essa resposta pode estar ligada a baixa eficiência desta fonte de N visto neste trabalho, o que favoreceu para que as parcelas com a maior altura resíduo (17 cm) de capim-marandu obtivesse maior produção de material morto.

Marcelino *et al.* (2006) ao avaliar a produção de matéria seca do capim-marandu em duas intensidades de desfolha (10 e 20 cm) encontraram maior proporção de material morto para a maior altura de resíduo (20 cm). Segundo os autores, uma maior altura de resíduo pode promover um aumento de material morto devido ao elevado alongamento de colmos que aumenta o florescimento dos perfilhos, levando a um maior acúmulo de material morto.

Nos parâmetros analisados de (PMS) total, folhas colmo e material morto, o nitrato de cálcio apresentou maiores valores de produção comparados as demais fontes, já entre as alturas de resíduo, as que receberam adubação do sulfato de amônio e ureia apresentaram maiores valores de produção na altura de resíduo de 17 cm, situação contrária a da altura de resíduo adubada com nitrato de cálcio, onde se observou maiores valores de produção para a altura de resíduo de 12 cm.

Isso pode ser explicado devido o nitrato de cálcio ter menor perda de N em sua aplicação quando comparados a ureia e sulfato de amônio, proporcionando assim uma maior disponibilidade de N para a planta, favorecendo seu melhor desenvolvimento associado a uma menor altura de resíduo.

Dessa forma, mesmo a altura de resíduo de 12 cm tendo menor quantidade de material fotossintético remanescente para rebrotar, a melhor disponibilização de N para a planta com a utilização do nitrato de cálcio, proporcionou uma maior produção da menor altura de resíduo, que corresponde a uma maior intensidade de corte, estimulando assim um maior perfilhamento e renovação dos tecidos. Uma vez associado a uma fonte de nitrogênio de alta

disponibilidade de N, a menor altura de resíduo respondeu com melhores valores de produção.

Nas demais fontes pelo fato de ocorrer perdas de N na aplicação, não houve o favorecimento da menor altura de resíduo e, com isso, a maior altura de resíduo se apresentou maior em valores de produção, por possuir maior quantidade de material fotossintético.

No decorrer do experimento foram possíveis quatro cortes no capim-marandu. Um fato que contribuiu para a maior produtividade na altura de resíduo de 12 cm está relacionado ao intervalo de tempo em que as plantas permaneceram no campo para alcançar a mesma frequência de corte. Observa-se na (Figura 1) que em cada tratamento o intervalo de corte foi diferente, onde as menores alturas de resíduo demoraram mais tempo para atingirem a altura de corte.

Estes diferentes intervalos de cortes entre os tratamentos, também são importantes de serem observados porque permitiram às plantas do capim-marandu receberem diferentes valores de precipitação (Figura 2), fato que também contribuiu para a explicação dos resultados obtidos neste experimento, onde as menores alturas de resíduo por demorarem mais para atingir a altura de corte, receberam maiores quantidades de água.

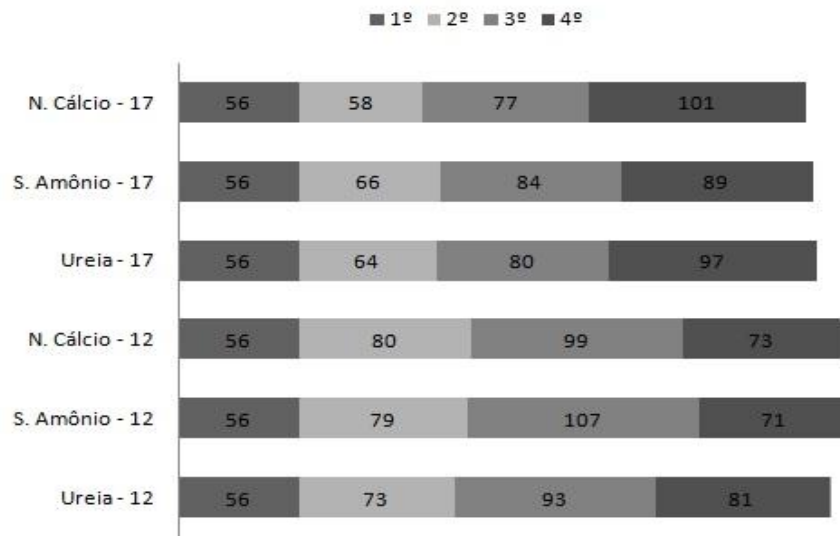


Figura 1. Intervalo de tempo (dias) entre os cortes e o total em dias que cada tratamento aplicado ao capim-marandu demoraram para ocorrer.



Figura 2. Acúmulo de água (mm) entre os cortes e o total em (mm) que cada tratamento aplicado ao capim-marandu recebeu.

4.3 Relação lâmina: colmo (RLC) e relação material verde: material morto (RMVMM)

Para a relação lâmina: colmo (RLC) e relação material verde: material morto (RMV:MM) não foi encontrado diferença significativa ($P>0,05$) para a interação entre as fontes de N e as alturas de resíduo (Tabela 5). Isso mostra que a área experimental se encontrava proporcionalmente semelhante, onde as proporções de folha e colmo e material vivo: material morto se mantiveram semelhantes ao longo do experimento e em cada unidade experimental.

Tabela 5. Relação: lâmina/colmo (RLC) e Relação: material verde/material morto (RMV/MM) do capim-marandu adubado com diferentes fontes de nitrogênio em duas alturas de resíduo.

RLC				
Altura de resíduo	Fonte de Nitrogênio			Média
	Ureia	Nitrato de cálcio	Sulfato de amônio	
12	4,15	4,34	5,47	4,65
17	4,50	4,06	4,39	4,32
Média	4,33	4,20	4,93	
CV (%)	12,01			
RMV/MM				
12	6,45	6,97	7,54	6,99
17	6,50	6,52	5,67	6,23
Média	6,48	6,75	6,61	
CV (%)	32,30			

Letras minúsculas iguais não diferem na linha e letras maiúsculas iguais não diferem na coluna, pelo teste Tukey ($P<0,05$), CV = Coeficiente de variação.

Neste estudo os valores encontrados superiores a 1.0 apresentando valores médios acima de 4.0, provavelmente, devido ao menor peso dos colmos,

o que indicaria condições favoráveis para seleção de folhas pelos animais e maior aparato fotossintético para captação de luz solar. O que indica que as plantas se encontram em melhores condições de crescimento (PINTO *et al.*, 1994).

Sales *et al.* (2013), ao avaliarem a relação lâmina: colmo do capim-marandu em duas alturas de resíduo (5 e 15 cm) no verão e no inverno em resposta a adubação nitrogenada, encontram maiores relações lâmina: colmo no verão.

Maranhão *et al.* (2010), avaliando a relação lâmina: colmo do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações (verão, outono e inverno), encontraram maiores relações lâmina:colmo no período de verão, principalmente devido à resposta da planta a adubações em condições mais favoráveis de desenvolvimento.

A (RLC) é uma variável de grande importância para a nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras (WILSON, 1982). Isso ocorre pelo fato desta estar associada à facilidade com que os animais colhem a forrageira, dando preferência as folhas. Tem-se considerado um limite crítico para esta relação de no mínimo 1.0, sendo que valores inferiores a este implicariam em queda na quantidade e qualidade da forragem produzida (PINTO *et al.*, 1994).

Pompeu *et al.* (2010), ao avaliarem a relação material vivo: material morto do capim-aruanã em resposta a adubação nitrogenada, observaram um incremento no número de folhas vivas em relação ao número de folhas mortas.

Entretanto, Cutrim Junior *et al.* (2011), ao analisarem a relação material vivo: material morto do capim-tanzânia submetido a sob três frequências de desfolhação (85, 95 e 97% da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa - IRFA) e dois resíduos pós-pastejo, não encontraram diferença.

4.4 Taxa de acúmulo de forragem (TAF), eficiência de uso da água (EUA) e acúmulo de água pela planta (AAP)

Para a taxa de acúmulo de forragem (TAF) a interação entre alturas de resíduo x fontes de nitrogênio (Tabela 6) foi significativa ($P>0,05$).

Tabela 6. Taxa de acúmulo de forragem (TAF), eficiência de uso da água (EUA) e acúmulo de água pela planta (AAP) do capim-marandu adubado com diferentes fontes de nitrogênio em duas alturas de resíduo.

TAF (kg ha⁻¹ dia⁻¹)				
Alturas de resíduo	Fontes de Nitrogênio			Média
	Ureia	N. de Cálcio	S. de Amônio	
12	22,94 Ab	25,46 Aa	19,62 Bc	22,67
17	24,20 Aa	25,14 Aa	23,51 Aa	24,28
Média	23,575	25,304	21,567	
CV (%)	12,86			
EUA (kg ha⁻¹ mm⁻¹)				
12	2,05 Ab	2,27 Aa	1,74 Ab	2,02
17	2,21 Aa	2,30 Aa	2,13 Aa	2,21
Média	2,135	2,291	1,940	
CV (%)	13,93			
AAP (kg ha⁻¹ mm⁻¹)				
12	5,23	6,25	4,79	5,42
17	6,02	5,99	5,29	5,77
Média	5,62 a	6,12 a	5,04 b	
CV (%)	17,64			

Letras minúsculas iguais não diferem na linha e letras maiúsculas iguais não diferem na coluna, pelo teste Tukey ($P<0,05$), CV = Coeficiente de variação.

A maior TAF foi observada para a adubação com o nitrato de cálcio na altura de 12 cm. Para o efeito das fontes de N no resíduo de 17 cm não houve

efeito. Para as alturas de resíduo apenas na adubação com sulfato de amônio foi observada diferença com maior acúmulo de forragem para o resíduo de 17 cm.

Como o nitrato de cálcio obteve a maior produção de matéria seca e dos seus componentes morfológicos ao final do experimento evidenciando assim a sua resposta no acúmulo de forragem, basicamente pelo seu efeito na sua melhor disponibilidade do nitrogênio para planta e na menor perda o que favoreceu em uma maior resposta da planta na produção de forragem. A resposta da menos TAF no resíduo de 17 cm no sulfato de amônio está ligada a sua baixa resposta em estimular o desenvolvimento da planta em 12 cm de resíduo o que favoreceu no maior acúmulo no resíduo de 17 cm.

Sales *et al.* (2014), ao avaliarem a taxa de acúmulo de forragem do capim-marandu adubado com quatro doses de nitrogênio na forma de ureia (0,100, 200, 300 e 400 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) e em duas alturas de resíduo (5 e 15 cm), encontram maior acúmulo de forragem na menor altura de resíduo (5 cm).

Zanine *et al.* (2011), avaliando o acúmulo de forragem em capim-tanzânia em duas alturas de resíduo (20 e 30 cm) e em duas frequências de pastejo (90 e 95% de interceptação da luz - IL), encontraram maior acúmulo de forragem para a menor altura de resíduo (20 cm) em ambos os fatores analisados.

Para a eficiência do uso da água (EUA), a interação entre altura de resíduo x fontes de nitrogênio (Tabela 6) foi significativa ($P>0,05$). Com a maior EUA do capim-marandu vista na adubação com nitrato de cálcio no resíduo de 12 cm e para a adubação com as fontes de N no resíduo de 17 cm e entre os resíduos em cada fonte de N, não foi visto diferença significativa.

Dessa forma, o nitrato de cálcio favoreceu em um melhor aproveitamento da água pela planta devido a sua forma disponível presente no solo o que favoreceu na sua absorção e utilização pela planta de forma mais eficiente que as demais fontes.

Resposta semelhante foi observado por Artur *et al.* (2014), ao avaliarem a eficiência do uso da água pelo capim-marandu em resposta a cinco doses de nitrogênio (0; 100; 200; 300 e 400 mg dm⁻³), onde foram combinadas com cinco doses de enxofre (0; 10; 20; 30 e 40 mg dm⁻³), observaram um incremento na eficiência do uso da água pela gramínea forrageira em razão do fornecimento de nitrogênio e enxofre.

Para o acúmulo de água pela planta (AAP) a interação entre altura de resíduo x fontes de nitrogênio (Tabela 6) não foi significativa (P<0,05). Mas pode-se observar que independente as alturas de resíduo o nitrato de cálcio e a ureia apresentaram maior acúmulo de água pela planta.

Ainda são poucos os trabalhos que demonstrem a resposta da adubação nitrogenada no acúmulo de água pela planta, mas essa resposta pode estar ligada a capacidade do nitrato de cálcio e a ureia em favorecer o crescimento e desenvolvimento da planta o que pode estimular em um consumo maior de água e aumentando assim o uso de água pela planta.

Perazzo *et al.* (2013) ao avaliar o acúmulo de água de cinco genótipos de sorgo para silagem (Ponta Negra, SF 15 IPA 1011, IPA 2502 e IPA 46742) no semiárido paraibano sem irrigação apenas com a água proveniente da chuva (115 mm) durante o período experimental (98 dias), encontraram média de 272,04 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Segundo os autores, tanto a EUA quanto o acúmulo de água pelas plantas principalmente em ambientes semiáridos é uma variável de grande importância, pois reflete a capacidade da cultura de tolerar as condições de baixa precipitação e distribuição irregular.

4.5 Atributos químicos do solo sob pastagens de capim-marandu adubadas com diferentes fontes de nitrogênio

Nas tabelas 7 e 8 observam-se os atributos químicos do solo (pH, P, K, Ca e Mg), adubado com diferentes fontes de nitrogênio (ureia, nitrato de cálcio, sulfato de amônio) comparadas a condição inicial sob pastagem de capim-marandu em profundidade de 0-20 cm e 20-40 cm. Não foi observada diferença para o pH, nem mesmo com o sulfato de amônio, cujo efeito acidificante é comum (ROSADO *et al.*, 2014).

Tabela 7. Valores médios dos atributos químicos (pH, P, K, Ca e Mg) do solo na profundidade de 0-20 cm adubando com diferentes fontes de nitrogênio.

	pH	P	K	Ca	Mg
Fontes de N		---mg dm ⁻³ ---			-cmol _c dm ⁻³ -
Condição inicial do solo	5,3	1,3 b	111,0 a	1,4	0,9
Ureia	5,5	2,3 a	82,0 a	1,4	0,9
N. de Cálcio	5,6	2,3 a	84,0 a	1,5	0,8
S. de Amônio	5,3	2,3 a	63,0 b	1,2	0,7
CV (%)	5,4	18,6	37,9	28,7	32,8

Médias na coluna seguidas pela mesma letra da condição inicial do solo não diferem desta pelo teste de Dunnett a 5% de significância, CV (%) – Coeficiente de variação.

Tabela 8. Valores médios dos atributos químicos (pH, P, K, Ca e Mg) do solo na profundidade de 20-40 cm adubando com diferentes fontes de nitrogênio.

	pH	P	K	Ca	Mg
Fontes de N		---mg dm ⁻³ ---			--cmolc/dm ³ --
Condição inicial do solo	5,4	1,3 b	145,0 a	1,5	1,1
Ureia	5,6	2,3 a	86,0 a	1,7	1,0
N. de Cálcio	5,7	2,0 a	101,0 a	1,4	0,9
S. de Amônio	5,4	1,9 a	79,0 b	1,4	1,0
CV (%)	5,6	31,2	46,6	22,0	32,7

Médias na coluna seguidas pela mesma letra da condição inicial do solo não diferem desta pelo teste de Dunnett a 5% de significância, CV (%) – Coeficiente de variação.

Segundo Fonseca (2011), quando se utilizam adubos nitrogenados amoniacais, como no caso da ureia, que gera amônio pela sua hidrólise, se espera a acidificação do solo, pois no processo de nitrificação, ha formação de íons H⁺ na conversão do amônio a nitrato. Neste trabalho, as condições experimentais não favoreceram a acidificação do solo, devido ao parcelamento da dose, irrigação e consequente aumento da eficiência na utilização do nitrogênio.

Em comparação do solo após a aplicação das fontes de N com sua condição inicial para P foi observado diferença (Tabela 7 e 8) para as duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), sendo que as três fontes de N apresentaram maior P quando comparadas à condição inicial do solo.

Rosado *et al.* (2014), ao avaliarem o fósforo (P), encontraram uma redução do teor em respostas as doses de N para a adubação com ureia e sulfato de amônio para a profundidade de 0-20 cm. Para a profundidade de 20-40 cm o autor não encontrou diferença em resposta as doses de N sendo que o maior teor

de P foi para a adubação com nitrato de cálcio, diferente dos resultados encontrados nesse trabalho.

Sarmiento *et al.* (2008), avaliando o efeito da adubação nitrogenada no *Panicum maximum*, observaram redução dos teores de P no final do experimento diferente aos visto neste trabalho. Segundo os autores a adubação nitrogenada influencia a redução do pH do solo com conseqüente formação de fosfatos insolúveis de Fe e de Al. Como não foi observado neste trabalho a redução de pH, o que pode ser explicado foi o material senescente da planta forrageira no solo ter estimulado em um maior teor no solo em pH neutro, o que estimulou em uma maior proporção de P no solo.

Em comparação do solo após aplicação das fontes de N com sua condição inicial para K, foi observado diferença (Tabela 7 e 8) para as duas profundidades (0-20 e 20-40 cm) sendo que apenas o sulfato de amônio apresentou menor teor de K quando comparado a condição inicial do solo.

Rosado *et al.* (2014) também encontraram redução do teor de K em respostas as doses de N para a adubação com sulfato de amônio para a profundidade de 0-20 cm. Já Sarmiento *et al.* (2008) observaram redução dos teores de K nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm utilizando o sulfato de amônio.

O SO_4^{2-} fornecido pelo sulfato de amônio pode influenciar na dinâmica dos cátions Mg e K no solo. Desta forma, o ânion SO_4^{2-} funciona como "carregador" de K para maiores profundidades do solo. Assim, a redução do teor de K pode ser resultado da maior absorção pelas plantas ou pela movimentação deste cátion para camadas profundas (ROSADO *et al.*, 2014).

Para os teores de Ca e Mg não foi observada diferença (Tabelas 7 e 8) para as duas profundidades (0-20 e 20-40 cm) em relação à condição inicial, devido à maior absorção pela planta, diferente de Rosado *et al.*, (2014), que

encontraram maior teor de Ca em respostas as doses de N para a adubação com nitrato de cálcio e menores teores de K e Mg para a profundidade de 0-20 cm.

Para os teores de Al trocável (Tabela 9 e 10) em ambas as profundidades não foram observadas diferenças do solo após a aplicação das fontes de N com sua condição inicial. Também não foi observada diferença significativa para a acidez potencial (H+Al). Para os teores de t, T, V e m (Tabela 9 e 10) em ambas as profundidades não foram observadas diferenças.

Tabela 9. Valores médios dos atributos químicos (Al, H+Al, t, T, V e m) do solo na profundidade de 0-20 cm adubando com diferentes fontes de nitrogênio.

Fontes de N	Al	H+Al	t	T	V	m
	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----%-----	
Condição inicial do solo	0,22	2,82	3,02	5,52	49	8,20
Ureia	0,20	2,74	2,84	5,32	48	7,60
N. de Cálcio	0,14	2,80	2,74	5,46	48	5,20
S. de Amônio	0,24	3,08	2,72	5,56	41	7,20
CV (%)	24,32	27,43	17,95	5,08	25,72	30,83

Médias na coluna seguidas pela mesma letra da condição inicial do solo não diferem desta pelo teste de Dunnett a 5% de significância, CV (%) – Coeficiente de variação.

Tabela 10. Valores médios dos atributos químicos (Al, H+Al, t, T, V e m) do solo na profundidade de 20-40 cm adubando com diferentes fontes de nitrogênio

	Al	H+Al	t	T	V	m
Fontes de N	-----cmolcdm ⁻³ -----				-----%-----	
Condição inicial do solo	0,14	2,32	3,26	5,90	52	5,00
Ureia	0,12	2,70	3,20	5,32	53	4,00
N. de Cálcio	0,12	2,98	2,92	5,70	47	3,80
S. de Amônio	0,11	3,24	3,04	6,00	46	3,60
CV (%)	53,22	21,40	12,17	10,34	18,86	54,46

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes diferem da condição inicial do solo pelo teste de Dunnett a 5% de significância, CV (%) – Coeficiente de variação.

Rosado *et al.* (2014) encontraram maior teor de Al e H+Al na adubação com sulfato de amônio em maiores doses. Isso se deve, principalmente, à reação do sulfato de amônio em excesso aumentar o poder de acidificação no solo principalmente devido às características químicas dessa fonte de N.

De acordo com Souza *et al.* (2007), a acidez do solo controla a reação de dissolução do Al, sendo mínima a solubilidade desse elemento para valores de pH em H₂O acima de 5,5 o que pode ser observado neste trabalho onde o foi visto pH em média semelhantes aos descritos acima, o que influenciou na resposta desse elemento.

5 CONCLUSÕES

O nitrato de cálcio e 12 cm de resíduo melhora os parâmetros produtivos do capim-marandu em comparação à ureia e sulfato de amônio com 12 e 17 cm de altura de resíduo.

O material vegetal senescido remanescente aumenta o fósforo disponível no solo e o sulfato de amônio reduz os teores de potássio até a profundidade avaliada, de 40 cm.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E. *et al.* Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

ALEXANDRINO, E. *et al.* Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 7-14, 2005.

ARTUR, A. G. *et al.* Water use efficiency of marandu palisade grass as affected by nitrogen and sulphur rates. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 10-17, 2014.

BATISTA, K. **Nitrogênio e enxofre na implantação do capim-marandu em substituição ao capim-braquiária em degradação num solo com baixa matéria orgânica.** 2006. 125p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants.** Londres, Longman.1977, 475p.

BONFIM-DA-COSTA, E.M. **Nitrogênio e enxofre na recuperação de capim-braquiária em degradação em Neossolo Quartzarênico com expressiva matéria orgânica.** 2005. 123p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BONFIM-SILVA, E. M. *et al.* Desenvolvimento e produção de capim-convert HD364 submetido ao estresse hídrico. **Agro@ambiente**, v. 8, p. 134-141, 2014.

CAMPOS, A.X. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura de milho em um solo de cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens*.** 2004. 119p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CANTARELLA, H. **Adubação nitrogenada em sistema de cana crua.** STAB, 16:21-22, 1998.

CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V.V.H.; RIBEIRO, A.C. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. (Eds.) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p.332-341.

CARARD, M.; NERES, M. A.; TONELLO, C. L. Efeito de doses crescentes de nitrogênio no desenvolvimento de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Revista da FZVA**, v.15, n.2, p.135-144, 2008.

CETATO, U. *et al.* Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características da rebrota do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 3, p. 399-407, 2004.

COLOZZA, M. T. *et al.* Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana a doses de N. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 21-32, 2000.

COSTA, M. C. G. **Eficiência agronômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem despalha a fogo**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COSTA, N. D. L. *et al.* **Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a regimes de cortes**. Comunicado Técnico – Embrapa, p. 3-6, 2004.

CUTRIM JUNIOR, J. A. A. *et al.* Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG. vol.40 no. 3, 2011.

DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande). ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, MS: [1985]. EMBRAPA – CNPGC. Folder.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013, 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG. v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2014.

FONSECA, I.M. **Atributos químicos do solo, nutrição e produtividade da cana planta em função da aplicação de nitrogênio e de escória de siderurgia.** 2011.82f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2011.

FREITAS, P. M. D. *et al.* Efeito da adubação orgânica e altura de resíduo sobre a produção de fitomassa do. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** Salvador, BA v. 14, p. 587-598, 2013.

GARCEZ NETO, A.F. *et al.* Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, MG. v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GUARÇONI, A. Fatores de sucesso no manejo nutricional do cafeeiro. **Informações Agronômicas,** Piracicaba, n. 144, p. 1-12, dez. 2013.

HAVLIN, J. L. *et al.* **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management.** 7. ed. New Jersey: Pearson 2005. 515 p.

KÖPEN, W. **Climatologia.** Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948.478p.

LANGE, A. *et al.* Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural,** 36:460-467, 2006.

LOPES, M. N. *et al.* Características morfológicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. **Bioscience Journal,** v. 30, p. 666-677, 2014.

MARANHÃO, C. M. A. *et al.* Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, PR. v. 32, n. 4, p. 375-384, 2010.

MARANHÃO, C. M. de A. *et al.* Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum.** Maringá, PR. v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MARCELINO, K.R.A.*et al.* Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequência de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.35, n.6, p.2243-2252, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1997. 889p.

MARTUSCELLO, J.A. *et al.* Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.665-671, 2006.

MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIA; Brasília: EMBRAPA-CNPGC, 1999. 288 p.

PAIVA, P.J.R. **Parâmetros de fertilidade de um solo do Paraná sob diferentes sistemas de manejo**. 1990. 55p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.L. **Sustentabilidade de pastagens – manejo adequado como medida redutora de emissão de gases de efeito estufa**. CPG – Reprodução animal sustentável, ecologia de pastagens, IZ, APTA/SAA. 2009.

PERAZZO, A.F. *et al.* Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

POMPEU, R. C. F. F. *et al.* Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, BA, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010.

PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.46, n.3, p.315-322, 2011.

ROCHETTE, P. *et al.* Reducing ammonia volatilization in a no-till soil by incorporating urea and pigslurry in shallowbands. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, n.84, p.71-80, 2009.

ROSADO, T. L. *et al.* Fontes e doses de nitrogênio e alterações nos atributos químicos de um latossolo cultivado com capim-mombaça. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 38, p.840-849, 2014.

SALES, E. C. J. *et al.* Características agronômicas de capim-marandu submetido a diferentes doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Agrarian**, v. 6, p. 486-499, 2013.

SALES, E. C. J. *et al.* Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 35, n. 5, p. 2673-2684, 2014.

SANGOI, L. *et al.* Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.33, p.87-692, 2003.

SARMENTO, P. *et al.* Atributos químicos e físicos de um argissolo cultivado com *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milenio, sob lotação rotacionada e adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.183-193, 2008.

SAS Institute 2000. **SAS/INSIGHT User's Guide**. Versão 8.2, versão para Windows Cary, NC, USA, 2000.

SHERMAN, P. J. e RIVEROS, F. **Tropical Grasses**. Roma. FAO, 1990, 832p.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 11., 1994, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

SOUZA JUNIOR, S. J. DE. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 122p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. E OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.,V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.205-274.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M. *et al.* Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, 45:797-804, 2010.

TEIXEIRA, F.A. *et al.* Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 33, n. 3, p. 241-248, 2011.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 17. Piracicaba, 2000. Odessa: IZ, 1984. 49 p. [Instituto de Zootecnia. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.

WILSON, J.R. 1982. **Environmental and nutritional factors affecting herbage quality**. In: HACKER, J.B. (Ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*. Sta. Lucia: Commonwealth Agricultural Bureaux. p.111-131.

ZANINE, A.M. *et al.* Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2364-2373, 2011.