

# Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio

## Nitrogen management in mombasa guineagrass as a function of sources and rates of nitrogen

Fernando Shintate Galindo<sup>1,\*</sup>, Salatiér Buzetti<sup>1</sup>, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>1</sup>, Elisângela Dupas<sup>2</sup> e Fabrício da Cunha Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FEIS/UNESP, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD/Dourados), Brasil

(\*E-mail: fs.galindo@yahoo.com.br)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA18131>

Recebido/received: 2018.04.29

Recebido em versão revista/received in revised form: 2018.07.02

Aceite/accepted: 2018.07.04

### RESUMO

O nitrogênio é o nutriente que mais influencia na produtividade e na qualidade das pastagens. Objetivou-se estudar a condução de uma pastagem com alto potencial produtivo utilizando fontes e doses de nitrogênio (N), visando contribuir para o desenvolvimento da pecuária, quantificando-se a produtividade de matéria seca (PMS), os teores de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), e índice de clorofila foliar (ICF – SPAD). O experimento foi desenvolvido em Ilha Solteira - SP, em um Argissolo Vermelho Escuro Eutrófico, de textura arenosa. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cinco fontes de nitrogênio: ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio; e sulfammo - fonte de N de lenta liberação associada ao carbonato de cálcio de algas marinhas. A ureia foi utilizada em cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte), para se averiguar a eficiência dos outros fertilizantes nitrogenados, os quais foram testados em dose única, para fornecer 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, por corte. A utilização das fontes sulfonitrato de amônio e sulfammo, na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, foram mais eficientes em disponibilizar nitrogênio ao capim-mombaça, aumentando o ICF e PB, com reflexo em maior PMS.

**Palavras-chave:** Análises bromatológicas; adubação nitrogenada; pastagem; *Panicum maximum* (syn. *Megathirus panicum*) cv. Mombaça

### ABSTRACT

Nitrogen is the nutrient that most influences productivity and quality of pastures. The objective was to study the management of a pasture with high productive potential using different sources and nitrogen rates (N), to contribute to the development of livestock by quantifying dry matter yield (DMY), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), and leaf chlorophyll index (ICF - SPAD). The experiment was developed in Ilha Solteira - SP, in a Acrisol Dark eutrophic, sandy textured. The experiment was arranged as a randomized complete block design with four replications, with five sources of nitrogen: urea; ammonium sulfonitrate; ammonium nitrate; ammonium sulfate; and sulfammo - source of slow release N associated with sea kelp calcium carbonate. Urea was used at five N rates (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup> per harvest) to determine the effectiveness of other nitrogen fertilizers, which have been tested in a single dose of 100 kg ha<sup>-1</sup> of N per harvest. The use of sulfonitrate of ammonium and sulfammo at a rate of 100 kg ha<sup>-1</sup>, were more efficient in making nitrogen available to the mombasa guineagrass, increasing LCI and CP, reflecting higher DMY.

**Keywords:** Bromatological analyzes; nitrogen fertilization; pasture; *Panicum maximum* (syn. *Megathirus panicum*) cv. Mombasa.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui mais de 200 milhões de hectares de pastagens e é o maior produtor comercial de bovinos do mundo, principalmente devido a fatores climáticos que favorecem a produção de forragens nas diferentes localidades e períodos do ano. Contudo, as plantas forrageiras normalmente não recebem adubação e, com o decorrer dos anos, perdem o seu potencial de produção, reduzindo sua qualidade e produtividade (Benett *et al.*, 2008).

A espécie forrageira *Panicum maximum* (capim-mombaça) apresenta um dos maiores potenciais de produção de matéria seca em ambientes subtropicais e tropicais que se conhece. O capim-mombaça é considerado uma das forrageiras tropicais mais produtivas à disposição dos pecuaristas, podendo atingir produção de matéria seca anual em torno de 33 t ha<sup>-1</sup> (Freitas *et al.*, 2007). Entretanto é uma forrageira exigente em nutrientes, apresentando bons resultados quando submetido à adubação nitrogenada (Galindo *et al.*, 2017).

A maioria das pastagens brasileiras apresenta algum grau de degradação, sendo necessárias práticas conservacionistas, tais como adoção de novas espécies e adubação, em especial com nitrogênio, para melhorar suas condições. A partir da utilização da prática de adubação de pastagens, têm-se alcançado maiores índices de desempenho dos animais em função da maior oferta de forragem, em quantidade e qualidade (Silva *et al.*, 2013; Dupas *et al.*, 2016).

O nitrogênio é importante constituinte das proteínas, além de maximizar a produção de matéria seca das gramíneas forrageiras, sendo o principal nutriente para a manutenção da produtividade das mesmas. Quando aplicado, este é assimilado pela planta e se associa às cadeias carbonadas, promovendo o aumento dos constituintes celulares e conseqüentemente incremento do vigor da rebrota e da produção de massa seca das plantas, sob condições climáticas favoráveis (Van Soest, 1994; Galindo *et al.*, 2018).

A fonte mais utilizada de nitrogênio no Brasil ainda é a ureia, principalmente por apresentar maior concentração de nitrogênio por quilograma de produto. No entanto, é a fonte que pode ser mais facilmente

perdida por volatilização da amônia (N-NH<sub>3</sub>) como resultado da baixa eficiência de utilização pelas culturas (Cui *et al.*, 2010; Linquist *et al.*, 2013; Abalos *et al.*, 2014). Adicionalmente, a constante inovação tecnológica no processo de fabricação de fertilizantes nitrogenados interferem na disponibilidade de nitrogênio na solução do solo, bem como nos processos de perdas, como a volatilização da amônia e outros fatores de perdas (Cantarella *et al.*, 2008; Sanz-Cobena *et al.*, 2008; Dupas *et al.*, 2016). Estas alterações na disponibilidade de nitrogênio no sistema e na relação de nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) na solução do solo afetam a eficiência de uso do nitrogênio, produtividade de massa seca e composição química das pastagens (Santos *et al.*, 2013; Silveira *et al.*, 2013).

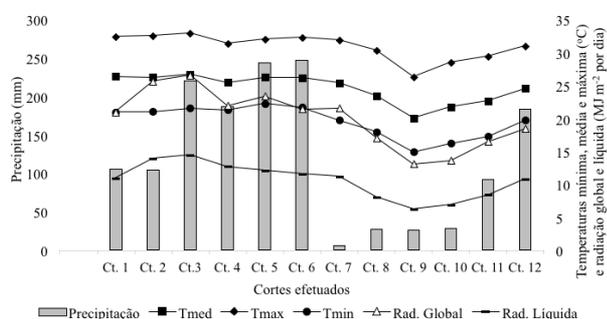
Desta forma, alguns estudos foram e estão sendo conduzidos com intuito de avaliar o efeito de fontes de nitrogênio nos parâmetros supracitados. Silveira *et al.* (2015), trabalhando com doses (0, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e fontes [nitrato de amônio, sulfato de amônio, ureia, ureia com inibidor da urease e sulfonitrato de amônio] em grama-bahia (*Paspalum notatum*) durante três anos, observaram que a PMS aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio. Para as fontes de nitrogênio ocorreu diferença apenas no segundo ano de estudo em que nitrato de amônio deu origem a menor PMS em comparação às outras fontes. Bennett *et al.* (2008) trabalhando com fontes de nitrogênio (sulfonitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia) e diferentes doses (0, 50, 100, 150, 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte) em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), observaram que as fontes de nitrogênio não afetaram a PMS, sendo influenciada apenas pelas doses de nitrogênio.

Há grande necessidade de estudos que esclareçam, de forma objetiva, qual a fonte e a dose mais indicada para manejar adequadamente a forragem de capim-mombaça produzida, tanto em qualidade quanto em quantidade. Com base no exposto, objetivou-se com este trabalho estudar fontes de nitrogênio na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> por corte na forma de ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo (ureia com resíduos de algas marinhas), assim como doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte) na forma de ureia em capim-mombaça, na região de Cerrado no Noroeste Paulista.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira – SP, localizada à margem esquerda do Rio Paraná, com coordenadas 20° 21' latitude sul e 51° 22' longitude oeste, a altitude de 326 m, em área antes ocupada por pastagem de *Panicum maximum* subpastejada desde 2006. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Escuro Eutrófico, de textura arenosa, segundo a Embrapa (2013). A precipitação total no decorrer do experimento foi de 1.403 mm, enquanto que a temperatura média foi de 24,3 °C. Na Figura 1 encontram-se os dados climáticos do experimento. O tipo climático é Aw, segundo Köeppen caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Realizou-se a coleta da amostra do solo na profundidade de 0-20 cm para determinar as características químicas do solo, apresentados no Quadro 1.



**Figura 1** - Precipitação, temperaturas mínima, média e máxima, radiação global e líquida por intervalo de corte levantadas junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Período de Outubro de 2008 à Setembro de 2009. Fonte: Portal da Área de Hidráulica e Irrigação (Unesp - Ilha Solteira).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cinco fontes de nitrogênio: ureia (45% de nitrogênio), por ser o fertilizante nitrogenado mais utilizado e com o nitrogênio passível de ser volatilizado; sulfonitrato de amônio (um sulfonitrato de amônio com 26% de nitrogênio e 13% de enxofre, com inibidor de nitrificação); nitrato de amônio (32% de nitrogênio), sulfato de amônio (20% de nitrogênio e 20% de enxofre); e o sulfammo (uma fonte nitrogenada com 26% de nitrogênio e 11% de enxofre, sendo a ureia revestida por resíduos de algas marinhas, objetivando a liberação gradual do nitrogênio). A ureia foi utilizada em cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte), para se averiguar a eficiência dos outros fertilizantes nitrogenados, os quais foram testados em dose única, para fornecer 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, por corte. Cada parcela teve área de 9,0 m<sup>2</sup> (3 x 3 m), com 2 m de espaçamento entre elas.

A área foi preparada com uma aração e duas gradagens e o capim-mombaça foi semeado a lanço em janeiro de 2006. Na implantação da gramínea, o solo foi corrigido quanto à fertilidade aplicando-se 1 tonelada de calcário, 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (ureia), 100 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (superfosfato simples) e 60 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (cloreto de potássio).

Os cortes foram realizados nos dias 18 de outubro, 22 de novembro, 20 de dezembro, 22 de janeiro, 19 de fevereiro, 21 de março, 25 de abril, 23 de maio, 24 de junho, 26 de julho, 27 de agosto e 30 de setembro de 2008 e 2009, sendo importante ressaltar que a cada três cortes realizou-se uma adubação fornecendo 40 kg ha<sup>-1</sup> de potássio em toda área. Estes cortes foram realizados manualmente a 20 cm do solo, no centro das parcelas, delimitando-se a área de 1 m<sup>2</sup> para corte com auxílio de um quadrado de ferro e a intervalos de corte

**Quadro 1** - Características químicas do solo na camada 0-20 cm. Ilha Solteira –SP, 2008/2009

P - resina (mg dm <sup>-3</sup> )	pH (CaCl <sub>2</sub> )	K	Ca	Mg
13	5,2	2,2	35	7
Acidez potencial H+Al	Soma de bases	Capacidade de troca catiônica	Matéria orgânica MO	Saturação por bases
	SB	CTC		V
	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		g dm <sup>-3</sup>	%
16	44,2	60,2	25	73

baseados na altura do capim, variando em, aproximadamente 80 a 100 cm de altura. De maneira geral, ocorreu um corte por mês. A forragem colhida foi embalada em sacos plásticos e pesada. Posteriormente foi retirada uma amostra representativa de aproximadamente 400 g para secagem em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura por volta de 65° C por 72 horas. O restante do capim das parcelas foi cortado (ceifado) com roçadeira mecânica e removido das parcelas. Depois as amostras foram pesadas e moídas em moinho tipo Wiley equipado com peneira com crivos de 1 mm. Após cada corte desta forrageira, as doses de N foram aplicadas a lanço sobre o capim de cada parcela, segundo o tratamento.

A produtividade de massa seca do capim-mombaça foi calculada com base na quantidade de massa seca amostrada na área de 1 m<sup>2</sup> no centro da parcela experimental (kg m<sup>-2</sup>), e posteriormente extrapolada para kg ha<sup>-1</sup>. Para as determinações dos teores de FDN e FDA as amostras foram acondicionadas em sacos de tecido não tecido (TNT) de gramatura 80 com dimensões de 5 x 10 cm (Casali *et al.*, 2009) e mergulhados em backer contendo 50 mL de solução detergente neutro por amostra quando determinada a FDN e 50 mL de solução de detergente ácido quando determinada a FDA, e submetida à digestão em autoclave à 105 °C por 60 minutos (Van Soest, 1994). A determinação do nitrogênio total (NT), seguiu a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990). Para o cálculo dos teores de PB, foi multiplicada a concentração de NT (%) por 6,25. Foram determinados também os teores de clorofila (SPAD) de três folhas representativas por parcela, um dia antes da operação de corte, com um clorofilômetro portátil.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F). Para as fontes de N foi utilizado o teste de Tukey para a comparação das médias, e para as doses de nitrogênio foi realizada análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o emprego do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ICF foi influenciado pelas doses de nitrogênio em todos os cortes avaliados, com exceção

do primeiro, que embora não tenha variado em função do incremento das doses, numericamente apresentou comportamento semelhante aos demais cortes (Quadro 2). As fontes de nitrogênio apresentaram ICF semelhante no primeiro, segundo, sexto, oitavo e décimo cortes, entretanto, no terceiro corte sulfammo propiciou maior ICF comparativamente a sulfonitrato de amônio e nitrato de amônio. No quarto corte sulfammo foi superior a ureia, no quinto corte sulfammo foi superior a ureia, que não diferiu do sulfato de amônio, no sétimo corte sulfammo e sulfonitrato de amônio foram superiores a ureia, que não diferiu do nitrato de amônio e no décimo primeiro e décimo segundo cortes sulfammo foi superior ao nitrato de amônio. O nitrogênio é um dos constituintes da molécula de clorofila, portanto, é de se esperar que o aumento das doses de nitrogênio, aumente também o teor de clorofila nas folhas. De maneira semelhante, observa-se na literatura, pesquisas envolvendo doses de nitrogênio em cobertura em gramíneas, influenciando positivamente e de forma linear o ICF, como no trabalho de Costa *et al.* (2012), com as doses até 200 kg ha<sup>-1</sup> utilizando ureia, e Kappes *et al.* (2013) utilizando 0, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia. Pariz *et al.* (2011), estudando doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) em capim-marandu e capim-ruziensis e Maranhão *et al.* (2009) avaliando capim-marandu também verificaram efeito linear das doses de nitrogênio no índice SPAD. De maneira semelhante, Bennett *et al.* (2008), estudando o efeito de doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte) e três fontes de nitrogênio (sulfonitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia), em três cortes, nas características produtivas e qualitativas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, verificaram que os teores médios de clorofila (SPAD) foram significativos para cortes, com interação para doses versus fontes de nitrogênio, tendo o segundo corte proporcionado leituras SPAD superiores (39,27) em relação ao primeiro (36,68) e ao terceiro corte (35,18). Vale ressaltar que os valores encontrados para ICF estão de acordo com os obtidos por Pariz *et al.* (2011) variando entre 25 a 50 e Bennett *et al.* (2008), variando entre 35 a 39.

Com relação à PMS, todos os cortes avaliados foram influenciados positivamente pelas doses de N aplicadas. Houve ajuste à função linear crescente no primeiro, quinto, sétimo, oitavo, nono e décimo

**Quadro 2** - Índice de clorofila foliar (SPAD) do capim-mombaça em 12 cortes realizados, em função de doses e fontes de N aplicados por corte. Ilha Solteira –SP, 2008/2009

ICF (SPAD)						
Doses	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte
0	32,58	29,65 <sup>(1)</sup>	31,50 <sup>(2)</sup>	32,52 <sup>(3)</sup>	29,75 <sup>(4)</sup>	33,10 <sup>(5)</sup>
50	43,35	38,10	36,50	37,87	38,22	38,35
100	34,48	38,60	37,25	37,92	38,07	37,92
150	37,58	42,70	41,50	41,67	41,85	41,87
200	33,05	40,30	43,75	44,27	40,40	44,22
D.M.S. (5%)	11,05	7,33	6,43	8,50	3,65	10,29
C.V. (%)	13,85	8,75	7,86	10,2	3,18	12,19
Fontes#						
Ureia	34,48 a	38,60 a	37,25 ab	37,92 b	38,07 bc	37,92 a
Sulfonitrato	34,70 a	39,30 a	34,75 c	35,85 ab	40,85 ab	39,07 a
NA	33,23 a	32,68 a	31,50 c	32,35 ab	34,40 d	32,55 a
SA	40,35 a	36,17 a	35,75 ab	37,70 ab	37,32 cd	38,50 a
Sulfammo	36,58 a	39,95 a	42,00 a	41,17 a	42,55 a	39,07 a
Doses	7ºcorte	8ºcorte	9ºcorte	10ºcorte	11ºcorte	12ºcorte
0	30,57 <sup>(6)</sup>	31,37 <sup>(7)</sup>	31,98 <sup>(8)</sup>	32,58 <sup>(9)</sup>	29,65 <sup>(10)</sup>	31,50 <sup>(11)</sup>
50	36,25	36,00	39,68	43,35	38,10	36,50
100	35,82	40,52	37,90	35,27	37,14	36,25
150	40,50	43,77	40,68	37,58	42,70	41,50
200	40,00	40,75	36,90	33,05	40,23	43,75
D.M.S. (5%)	2,22	8,00	9,40	10,70	6,82	7,80
C.V. (%)	6,17	9,29	12,57	15,76	9,63	11,09
Fontes#						
Ureia	35,82 bc	38,32 a	37,27 a	36,21 a	37,86 ab	38,1 ab
Sulfonitrato	41,15 a	40,60 a	37,20 a	31,70 a	38,30 ab	34,75 ab
NA	32,77 c	37,30 a	35,27 a	33,23 a	32,68 b	31,50 b
SA	38,97 ab	33,72 a	37,04 a	40,35 a	36,18 ab	35,75 ab
Sulfammo	41,50 a	41,17 a	38,88 a	36,58 a	39,95 a	42,00 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

#As abreviações referem-se as fontes ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo, respectivamente.

<sup>(1)</sup> $\hat{Y} = 30,0979 + 0,1558N - 0,0005N^2$  (R<sup>2</sup> = 0,93\*\* e PM = 141 kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(2)</sup> $\hat{Y} = 32,2000 + 0,0590N$  (R<sup>2</sup> = 0,97\*\*); <sup>(3)</sup> $\hat{Y} = 33,3950 + 0,0546N$  (R<sup>2</sup> = 0,94\*); <sup>(4)</sup> $\hat{Y} = 30,4000 + 0,1408N - 0,0005N^2$  (R<sup>2</sup> = 0,91\*\* e PM = 155 kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(5)</sup> $\hat{Y} = 30,4000 + 0,0516N$  (R<sup>2</sup> = 0,92\*\*); <sup>(6)</sup> $\hat{Y} = 32,0100 + 0,0462N$  (R<sup>2</sup> = 0,84\*); <sup>(7)</sup> $\hat{Y} = 33,1800 + 0,0530N$  (R<sup>2</sup> = 0,75\*); <sup>(8)</sup> $\hat{Y} = 32,6312 + 0,1268N - 0,0005N^2$  (R<sup>2</sup> = 0,78\* e PM = 127 kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(9)</sup> $\hat{Y} = 34,4416 + 0,1058N - 0,0006N^2$  (R<sup>2</sup> = 0,41\* e PM 92 kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(10)</sup> $\hat{Y} = 30,2230 + 0,1391N - 0,0004N^2$  (R<sup>2</sup> = 0,86\* e PM = 159 kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(11)</sup> $\hat{Y} = 32,0000 + 0,0590N$  (R<sup>2</sup> = 0,94\*\*)

cortes e ajuste à função quadrática no segundo, terceiro, quarto, sexto, décimo primeiro e décimo segundo cortes, até as doses de 172, 188, 191, 173, 162 e 158 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Quadro 3).

A adubação nitrogenada geralmente aumenta consideravelmente a PMS das forrageiras (Mazza *et al.*, 2009). Isso se explica pelo fato de acelerar o crescimento, o perfilhamento, a produção de folha e, conseqüentemente, a expansão da parte aérea e sistema radicular. Os resultados obtidos estão de acordo com os encontrados por Corrêa *et al.* (2007), que observaram aumento na PMS de acordo com o aumento das doses de nitrogênio (0, 25, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte).

Diversos estudos relatam efeito positivo da adubação nitrogenada em pastagens (Primavesi *et al.*, 2006; Benett *et al.*, 2008; Dupas *et al.*, 2010; Batista *et al.*, 2014). A quantidade de matéria seca produzida, em função da adubação nitrogenada foi considerada satisfatória para garantir a estabilidade do relvado e a produção animal, uma vez que os valores obtidos foram superiores a 1600 kg ha<sup>-1</sup> por corte, o qual é preconizado por Fernandes *et al.* (2015) como suficiente para garantir o consumo satisfatório de forragem, com base na média de taxa de lotação, consumo e rebanho comercial Brasileiro. Entretanto, tal valor pode variar de acordo com a taxa de lotação utilizada e período ou estação do ano, justificando a magnitude de resposta à adubação nitrogenada nos diferentes cortes.

**Quadro 3** - Produtividade de matéria seca (PMS) do capim-mombaça em 12 cortes realizados, em função de doses e fontes de N aplicados por corte. Ilha Solteira –SP, 2008/2009

PMS (kg ha <sup>-1</sup> )						
Doses	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte
0	1245,5 <sup>(1)</sup>	1112,8 <sup>(2)</sup>	881,5 <sup>(3)</sup>	1018,3 <sup>(4)</sup>	1034,9 <sup>(5)</sup>	1058,5 <sup>(6)</sup>
50	1743	1723,5	1344,8	1359,5	1327,3	1588,5
100	1901	2146,3	1824,5	1852,7	1840,3	1891,8
150	2149	2403,3	1709,3	1904,2	2023,3	2083,6
200	2288,5	2337	1965,5	1991,4	2112,5	2088,9
D.M.S. (5%)	480,4	508,4	636,8	258,9	391,1	405,1
C.V. (%)	11,34	9,94	13,54	10,11	9,14	8,29
Fontes#						
Ureia	1901,0 a	2146,3 bc	1824,5 a	1852,7 b	1840,3 b	1891,8 b
Sulfonitrato	1847,8 a	2676,0 a	2296,8 a	2402,2 a	2357,3 a	2079,8 ab
NA	1819,3 a	1912,0 c	2209,3 a	1982,4 b	1908,8 b	1837,5 b
SA	1755,5 a	2145,8 bc	1753,5 a	1817,3 b	2105,7 ab	1759,1 b
Sulfammo	2068,5 a	2465,3 ab	2347,5 a	2496,2 a	2484,6 a	2342,5 a
Doses	7ºcorte	8ºcorte	9ºcorte	10ºcorte	11ºcorte	12ºcorte
0	1003,9 <sup>(7)</sup>	954,9 <sup>(8)</sup>	1100,0 <sup>(9)</sup>	1245,5 <sup>(10)</sup>	1112,8 <sup>(11)</sup>	881,5 <sup>(12)</sup>
50	1231,3	1338,5	1541,0	1743,0	1723,5	1344,8
100	1554,5	1858,4	1868,2	1878,4	2269,1	2086,4
150	1936,1	2074,5	2112,0	2149,0	2403,3	1709,3
200	2131,4	2157,8	2223,0	2288,5	2337,0	1965,5
D.M.S. (5%)	370,33	624,73	531,87	438,99	612,27	528,93
C.V. (%)	6,07	9,40	10,83	12,41	15,38	15,39
Fontes#						
Ureia	1654,6 b	1858,4 b	1861,7 a	1865,4 a	1944,6 b	1545,1 c
Sulfonitrato	2274,5 a	2784,8 a	2316,4 a	1847,8 a	2676,0 a	2296,8 a
NA	1843,5 b	1907,4 b	1863,1 a	1819,3 a	1912,0 b	2209,5 ab
SA	1876,8 b	1984,1 b	1869,8 a	1755,5 a	2145,8 ab	1753,5 bc
Sulfammo	2407,4 a	2531,2 a	2299,8 a	2068,5 a	2465,3 ab	2347,5 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

##As abreviações referem-se as fontes ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>  $\hat{Y} = 1367,0000 + 4,9840N$  ( $R^2 = 0,94^{**}$ ); <sup>(2)</sup>  $\hat{Y} = 1101,7929 + 14,9408N - 0,0434N^2$  ( $R^2 = 0,99^{**}$  e  $PM = 172$  kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(3)</sup>  $\hat{Y} = 894,4571 + 10,8307N - 0,0288N^2$  ( $R^2 = 0,94^{**}$  e  $PM = 188$  kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(4)</sup>  $\hat{Y} = 993,9707 + 10,4453N - 0,0274N^2$  ( $R^2 = 0,97^{**}$  e  $PM = 191$  kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(5)</sup>  $\hat{Y} = 1097,3978 + 5,7024N$  ( $R^2 = 0,93^{**}$ ); <sup>(6)</sup>  $\hat{Y} = 1090,9692 + 12,1170N - 0,0350N^2$  ( $R^2 = 0,98^{**}$  e  $PM = 173$  kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(7)</sup>  $\hat{Y} = 1001,5300 + 5,9195N$  ( $R^2 = 0,98^{**}$ ); <sup>(8)</sup>  $\hat{Y} = 1048,5018 + 6,2836N$  ( $R^2 = 0,93^{**}$ ); <sup>(9)</sup>  $\hat{Y} = 1205,3987 + 5,6339N$  ( $R^2 = 0,95^{**}$ ); <sup>(10)</sup>  $\hat{Y} = 1362,4800 + 4,9840N$  ( $R^2 = 0,94^{**}$ ); <sup>(11)</sup>  $\hat{Y} = 1091,2671 + 16,3442N - 0,0504N^2$  ( $R^2 = 0,99^{**}$  e  $PM = 162$  kg ha<sup>-1</sup>); <sup>(12)</sup>  $\hat{Y} = 872,0129 + 13,8233N - 0,0438N^2$  ( $R^2 = 0,84^{**}$  e  $PM = 158$  kg ha<sup>-1</sup>)

As fontes de nitrogênio não diferiram na PMS no primeiro, terceiro, nono e décimo cortes, entretanto, no segundo corte o sulfonitrato de amônio propiciou maior PMS comparativamente à ureia e o sulfato de amônio, que não diferiram do nitrato de amônio.

Para o quarto, sétimo e oitavo cortes, o sulfonitrato de amônio e o sulfammo foram superiores ao nitrato de amônio, sulfato de amônio e à ureia. No quinto corte o sulfonitrato de amônio e o sulfammo foram superiores ao nitrato de amônio e a ureia. No sexto corte o sulfammo foi superior ao nitrato de amônio, sulfato de amônio e a ureia. No décimo primeiro corte o sulfonitrato de amônio foi superior à ureia e ao nitrato de amônio e no

décimo segundo corte o sulfonitrato de amônio e o sulfammo propiciaram maior PMS comparativamente ao sulfato de amônio, que não diferiu da ureia (Quadro 3).

Diferentemente, Silveira *et al.* (2015), trabalhando com nitrato de amônio, sulfato de amônio, ureia, ureia tratada com Agrotain, ureia com inibidor da enzima urease e sulfonitrato de amônio e doses de nitrogênio 0, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzania), e Fernandes *et al.* (2015), estudando as fontes ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo nas doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte no capim-mombaça não verificaram diferença entre as fontes na PMS. Em contraste, Costa

*et al.* (2010), estudando adubação nitrogenada no capim-marandu com 2 fontes (sulfato de amônio e ureia), observaram que sulfato de amônio propiciou maior PMS comparativamente à ureia, independentemente das doses de nitrogênio e dos anos em estudo.

No que se refere à PB, as doses de nitrogênio influenciaram o segundo, quarto, quinto, sexto, sétimo, décimo primeiro e décimo segundo cortes, com ajuste à função linear crescente (Quadro 4). A adubação nitrogenada aumentou a concentração de nitrogênio no capim-mombaça, que está diretamente relacionado com o aumento dos teores de PB do mesmo. Segundo Soest (1994), teores de PB das forrageiras inferiores a 7% reduzem a digestão das mesmas, devido a inadequados níveis

de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população e, conseqüentemente, redução da digestibilidade e da ingestão da massa seca. Desta forma, teores mais altos de PB são necessários para o atendimento das exigências proteicas do organismo animal. Os teores de PB deste trabalho estão acima de 7%, desta forma não interferem negativamente na população de microrganismos do rúmen, não ocasionando redução da digestibilidade e de ingestão de matéria seca (Quadro 4).

Barbosa e Euclides (1997) observaram médias de 11,6% de PB nas folhas do capim-mombaça, valores próximos aos verificados neste experimento. Contudo, Silva *et al.* (2009) encontraram teores variando de 6,47 até 8,23% de PB, para o

**Quadro 4** - Proteína bruta (PB) do capim-mombaça em 12 cortes realizados, em função de doses e fontes de N aplicados por corte. Ilha Solteira –SP, 2008/2009

Doses	PB (%)					
	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte
0	10,66	7,48 <sup>(1)</sup>	8,8	8,51 <sup>(2)</sup>	7,54 <sup>(3)</sup>	8,43 <sup>(4)</sup>
50	10,73	8,53	8,93	8,80	8,41	8,85
100	12,94	9,21	8,40	9,07	9,68	9,01
150	10,98	9,87	9,60	10,02	9,53	9,96
200	12,40	11,68	10,30	11,03	11,34	10,81
D.M.S. (5%)	3,15	2,21	3,19	2,24	2,15	2,13
C.V. (%)	11,64	8,94	14,94	9,75	8,56	9,22
<b>Fontes#</b>						
Ureia	12,94 a	9,21 c	8,40 a	9,07 b	9,68 c	9,01 b
Sulfonitrato	11,99 a	12,85 a	10,16 a	11,48 a	11,94 ab	11,29 a
NA	11,22 a	9,83 c	9,12 a	9,28 ab	9,86 bc	9,07 b
SA	12,25 a	12,41 ab	10,07 a	10,12 ab	11,89 ab	10,26 ab
Sulfammo	12,64 a	10,35 bc	10,54 a	11,02 ab	12,48 a	11,60 a
Doses	7ºcorte	8ºcorte	9ºcorte	10ºcorte	11ºcorte	12ºcorte
0	7,64 <sup>(5)</sup>	10,70	10,70	10,66	7,48 <sup>(6)</sup>	8,80 <sup>(7)</sup>
50	8,39	10,72	10,71	10,73	8,53	8,92
100	9,52	12,94	12,48	12,01	10,93	9,45
150	9,59	10,98	10,98	10,98	9,87	9,60
200	11,68	12,40	12,40	12,40	11,68	10,30
D.M.S. (5%)	2,22	3,14	2,86	2,55	2,44	2,24
C.V. (%)	8,81	11,64	11,62	11,59	12,56	12,54
<b>Fontes#</b>						
Ureia	9,52 c	11,94 a	11,74 a	11,54 a	9,35 c	9,20 a
Sulfonitrato	11,95 ab	11,99 a	11,99 a	11,99 a	12,85 a	10,16 a
NA	9,91 bc	11,22 a	11,2 a	11,22 a	9,83 c	9,12 a
SA	11,83 ab	12,95 a	12,21 a	12,25 a	12,42 ab	10,06 a
Sulfammo	12,67 a	11,64 a	12,64 a	12,64 a	10,34 bc	10,54 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

##As abreviações referem-se as fontes ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>  $\hat{Y} = 7,4045 + 0,0195N$  ( $R^2 = 0,96^{**}$ ); <sup>(2)</sup>  $\hat{Y} = 8,2450 + 0,0125N$  ( $R^2 = 0,92^{**}$ ); <sup>(3)</sup>  $\hat{Y} = 7,5570 + 0,0174N$  ( $R^2 = 0,92^*$ ); <sup>(4)</sup>  $\hat{Y} = 8,2385 - 0,0117N$  ( $R^2 = 0,93^{**}$ ); <sup>(5)</sup>  $\hat{Y} = 7,5110 + 0,0186N$  ( $R^2 = 0,92^*$ ); <sup>(6)</sup>  $\hat{Y} = 7,7481 + 0,0195N$  ( $R^2 = 0,81^{**}$ ); <sup>(7)</sup>  $\hat{Y} = 8,6894 + 0,0072N$  ( $R^2 = 0,95^*$ )

capim-mombaça, e Ruggiero *et al.* (2006) de 7,3 até 9,1%, valores estes inferiores ao relatado neste trabalho.

Resultados semelhantes foram obtidos por Freitas *et al.* (2005) e Viana *et al.* (2011) ao trabalharem com doses de nitrogênio em capim-mombaça e capim-braquiária, nas doses de 70, 140, 210 e 280 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, verificaram aumentos lineares dos conteúdos de PB. Tal fato, de acordo com os autores, foi provavelmente devido à maior presença de aminoácidos livres, que mantêm o nitrogênio em sua estrutura, e de pequenos peptídeos no tecido da planta em resposta ao maior aporte de nitrogênio no solo. Os resultados obtidos são consistentes ainda com os obtidos por Freitas *et al.* (2007) em capim-mombaça, Dupas *et al.* (2010) em capim-marandu, Silveira *et al.* (2015) em grama-bahia e Fernandes *et al.* (2015) em capim-mombaça que verificaram incremento no teor de PB de forma linear com o aumento das doses de nitrogênio.

As fontes de nitrogênio não diferiram para PB no primeiro, terceiro, oitavo, nono, décimo e décimo segundo cortes, entretanto, no segundo e décimo primeiro cortes o sulfonitrato de amônio propiciou maior PB comparativamente ao sulfammo, que não diferiu do nitrato de amônio e da ureia. No quarto corte o sulfonitrato de amônio foi superior à ureia. No quinto e sétimo cortes o sulfammo foi superior ao nitrato de amônio, que não diferiu da ureia. No sexto corte o sulfonitrato de amônio e o sulfammo propiciaram maior PB comparativamente a ureia e o nitrato de amônio (Quadro 4). Os resultados obtidos se assemelham parcialmente aos verificados por Benett *et al.* (2008), trabalhando com capim-marandu utilizando as fontes de nitrogênio ureia, sulfonitrato de amônio e sulfato de amônio, relataram que o sulfonitrato de amônio propiciou maior PB que a ureia no primeiro corte, entretanto as fontes não diferiram no segundo corte, e no terceiro corte o sulfato de amônio propiciou menor teor de PB comparativamente ao sulfonitrato de amônio e a ureia. Diferentemente, Fernandes *et al.* (2015), não verificaram diferença entre as fontes sulfonitrato de amônio, sulfato de amônio, nitrato de amônio, ureia e sulfammo nos teores de PB.

De maneira geral o incremento das doses de nitrogênio propiciou maior ICF, teores de PB e PMS

no capim-mombaça principalmente em função do nitrogênio ser o nutriente que mais interfere no desenvolvimento e produtividade das culturas, em especial de gramíneas (Galindo *et al.*, 2017). Esse nutriente é encontrado em concentrações elevadas nos tecidos vegetais, além de ser o nutriente mais demandado por forrageiras. É caracterizado por favorecer o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, que explorando maior volume de solo conseguem absorver maiores quantidades de nutrientes e água, refletindo em maior desenvolvimento de parte aérea. Além disso, está envolvido na síntese de proteínas, clorofila, coenzimas, fitohormônios, ácidos nucleicos e metabólitos secundários (Marschner, 2012), o que explica o aumento no índice de clorofila foliar e proteína bruta, com reflexo na produtividade de massa seca do capim-mombaça.

Com relação às fontes de nitrogênio, o sulfammo e sulfonitrato de amônio propiciaram maior ICF, PB e PMS na maioria dos cortes. Na média de todos os cortes, o sulfammo propiciou numericamente maior ICF e PMS, seguido da fonte sulfonitrato, enquanto que para o teor de PB o sulfonitrato propiciou maior média seguida pelo sulfammo. Em termos percentuais, o sulfammo apresentou maior ICF comparativamente ao sulfonitrato de amônio, ureia, sulfato e nitrato de amônio em 7,4, 7,5, 7,5 e 20,5% e maior PMS em 1,7, 27,7, 24,7 e 22,0%, respectivamente. O sulfonitrato de amônio apresentou maior PB comparativamente ao sulfammo, ureia, sulfato e nitrato de amônio em 1,1, 15,7, 1,4 e 16,6%.

Possivelmente a presença de enxofre como componentes destes fertilizantes nitrogenados supracitados influenciou os resultados obtidos. Teores adequados de enxofre no solo são extremamente importantes para o metabolismo do nitrogênio e síntese de proteínas e aminoácidos (Marschner, 2012), principalmente em solos tropicais que apresentam deficiência deste nutriente. Ao ser disponibilizado pelos fertilizantes, disponibilizou nitrogênio para formação de clorofilas e proteínas, com reflexo positivo na PMS. De acordo com Henrichs *et al.* (2013), a adubação com nitrogênio e enxofre aumenta a produção de folhas e perfilhamento, conseqüentemente aumentando a PMS, o que explicaria também o aumento em PMS observado no presente trabalho.

Outra possível explicação da melhor utilização da fonte sulfammo pode estar relacionada com sua capacidade de liberação lenta do nitrogênio, minimizando as perdas de nitrogênio. Diversas fontes de nitrogênio foram desenvolvidas para aumentar a eficiência de utilização de nitrogênio e promover vantagens tecnológicas na nutrição e desenvolvimento das culturas (Mello *et al.*, 2017). Dentre estas tecnologias, o estudo de fertilizantes de liberação gradual como o sulfammo vêm crescendo (Civardi *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2014). A liberação gradual de nitrogênio apresenta uma série de benefícios como aumento na produtividade de diversas culturas, redução no número de aplicações de nitrogênio, minimiza a lixiviação de nitrato e consequentemente auxilia na preservação do meio ambiente, além de aumentar a eficiência da

adubação nitrogenada quando associado às condições climáticas e de solo adequadas e demanda da cultura (Civardi *et al.*, 2011).

Os teores de FDN foram influenciados pelas doses de nitrogênio no primeiro, oitavo, nono e décimo cortes, onde ocorreu ajuste à função linear crescente. Para os demais cortes, não houve influência das doses no teor de FDN. As fontes de N não diferiram no FDN, independentemente do corte (Quadro 5).

Resultados parcialmente semelhantes foram relatados por Freitas *et al.* (2005), Quadros e Rodrigues (2006) e Fernandes *et al.* (2015), que ao trabalharem com doses crescentes de nitrogênio aplicadas nos capins Tanzânia e Mombaça, verificaram que os

**Quadro 5** - Fibra em detergente neutro (FDN) do capim-mombaça em 12 cortes realizados, em função de doses e fontes de N aplicados por corte. Ilha Solteira –SP, 2008/2009

		FDN (%MS)					
Doses	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte	
0	61,98 <sup>(1)</sup>	65,75	63,64	64,43	65,47	63,14	
50	63,45	67,26	63,94	62,58	67,89	62,15	
100	62,85	67,63	64,06	64,76	67,53	65,15	
150	65,31	66,4	63,6	64,03	66,87	64,63	
200	64,56	66,00	64,30	65,50	66,92	66,2	
D.M.S. (5%)	4,25	2,80	2,50	10,75	3,70	4,51	
C.V. (%)	2,98	3,67	3,00	2,24	4,36	5,51	
Fontes#							
Ureia	62,86 a	67,63 a	64,06 a	64,76 a	67,53 a	65,15 a	
Sulfonitrato	64,39 a	66,88 a	63,28 a	63,60 a	67,17 a	63,84 a	
NA	62,46 a	67,10 a	64,35 a	63,64 a	66,81 a	64,24 a	
SA	62,62 a	66,69 a	64,48 a	64,30 a	67,62 a	65,34 a	
Sulfammo	62,96 a	66,23 a	63,99 a	64,77 a	66,46 a	64,64 a	
Doses	7ºcorte	8ºcorte	9ºcorte	10ºcorte	11ºcorte	12ºcorte	
0	65,92	63,94 <sup>(2)</sup>	62,96 <sup>(3)</sup>	61,98 <sup>(4)</sup>	65,75	63,64	
50	65,97	63,82	63,64	63,45	67,26	63,94	
100	65,78	65,22	64,14	63,05	66,9	64,03	
150	67,26	65,75	65,53	65,31	66,40	63,60	
200	66,51	67,22	65,89	64,56	66,01	64,30	
D.M.S. (5%)	3,99	5,10	4,30	3,57	2,51	3,82	
C.V. (%)	4,63	6,22	4,60	2,97	1,99	3,15	
Fontes#							
Ureia	67,78 a	65,22 a	64,43 a	63,63 a	66,61 a	63,9 a	
Sulfonitrato	67,90 a	66,45 a	65,42 a	64,39 a	66,88 a	63,28 a	
NA	66,30 a	69,93 a	64,2 a	62,46 a	67,09 a	64,35 a	
SA	68,43 a	65,04 a	63,83 a	62,61 a	66,68 a	64,48 a	
Sulfammo	65,54 a	65,84 a	64,4 a	62,96 a	66,23 a	63,99 a	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

##As abreviações referem-se as fontes ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>  $\hat{Y} = 62,2225 + 0,0141N$  ( $R^2 = 0,70^*$ ); <sup>(2)</sup>  $\hat{Y} = 63,4915 + 0,0170N$  ( $R^2 = 0,92^*$ ); <sup>(3)</sup>  $\hat{Y} = 62,8820 + 0,0155N$  ( $R^2 = 0,96^{**}$ ); <sup>(4)</sup>  $\hat{Y} = 62,2628 + 0,0141N$  ( $R^2 = 0,73^*$ )

teores de FDN das folhas e dos colmos não apresentaram efeito positivo (diminuição dos teores) em função da adubação nitrogenada. De maneira semelhante, Vitor *et al.* (2009), estudando doses de nitrogênio no capim-elefante (*Pennisetum purpurem*) também não verificaram efeitos das doses no teor de FDN.

Em contrapartida, Castagnara *et al.* (2011), trabalhando com capim-mombaça, capim-tanzânia e capim-mulato e doses de nitrogênio de 0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup> verificaram que os teores de FDN apresentaram comportamento quadrático de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicadas ao solo. Bennett *et al.* (2008) também constataram que os teores de FDN reduziram com o aumento das doses de nitrogênio e que doses mais elevadas aplicadas em determinadas épocas, dependendo das condições ambientais, podem alterar o teor de FDN das forrageiras, uma vez que a magnitude de resultados referentes ao teor de FDN estão relacionadas às condições de clima e solo, manejo das espécies utilizadas e produtividade alcançada.

Altos valores de FDN estão correlacionados negativamente com o consumo voluntário pelo animal e com a qualidade de forragem. Soest (1994) relatou que o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, sendo que teores dos constituintes da parede celular superiores a 55-60%, na matéria seca, correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem. Sendo assim, a concentração de FDN é o componente da forragem mais consistentemente associada ao consumo. A composição bromatológica em FDN da forragem do capim-mombaça obtidos neste estudo limitaria o consumo pelo animal, possuindo teores médios acima de 60% de FDN na matéria seca, independente da dose ou fonte de nitrogênio.

Para os teores de FDA, as doses de nitrogênio influenciaram apenas no 7º e 8º cortes de forma quadrática, até a dose de 111 e 135 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, respectivamente. Nos demais cortes, não houve influência das doses nos teores de FDA. De maneira geral, assim como para os teores de FDN, as fontes de nitrogênio não diferiram no FDA, exceto, no 5º corte, onde a ureia propiciou teores mais elevados comparativamente ao nitrato de amônio (Quadro 6).

Forragens com valores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam baixo consumo e menor digestibilidade. A partir dos resultados obtidos neste trabalho, observou-se que o capim-mombaça apresentou-se como forragem de boa composição em FDA, possuindo menos que 40% de FDA na matéria seca independentemente das doses e fontes de nitrogênio. Vitor *et al.* (2008) também não observaram diferença significativa entre os valores de FDA obtidos, testando doses de nitrogênio de 0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>.

Barbosa e Euclides (1997), avaliando a produção forrageira e composição bromatológica entre as cultivares Mombaça e Tanzânia cultivadas sobre diferentes doses de nitrogênio, não observaram diferenças significativas nos teores de PB, FDN, FDA e digestibilidade da MS. Os teores de FDA não foram influenciados neste trabalho, contudo, o aumento das doses de nitrogênio influenciou positivamente os teores de FDN em alguns cortes, e PB. Entretanto, no trabalho de Bennett *et al.* (2008), os teores de FDA apresentaram interação significativa para doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte) e corte. Dupas *et al.* (2010) em trabalho com doses de nitrogênio em forrageiras tropicais verificaram decréscimos nos teores de FDA com aumento nas doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte). Tais resultados também foram verificados por Mistura *et al.* (2007), que observaram que os teores de FDA nas lâminas foliares de capim-elefante adubado com nitrogênio aumentaram de forma linear. Segundo os autores, os incrementos nos teores de FDA proporcionais às doses de nitrogênio decorreram das alterações nos componentes estruturais da planta resultantes da variação de estádios de maturidade que foi acelerada pela adubação nitrogenada e pelos fatores climáticos favoráveis, contrariando os dados obtidos neste trabalho, onde a FDA não foi influenciada pelas doses e fontes de nitrogênio.

As plantas forrageiras de maior idade fisiológica, ou florescidas, apresentam maior redução na digestibilidade da hemicelulose que da celulose (Messman *et al.*, 1991), elucidando a questão de que a digestibilidade e a composição da parede celular de plantas forrageiras está mais relacionada à fisiologia da planta do que com doses e fontes do nutriente aplicados.

**Quadro 6** - Fibra em detergente ácido (FDA) do capim-mombaça em 12 cortes realizados, em função de doses e fontes de N aplicados por corte. Ilha Solteira –SP, 2008/2009

FDA (%MS)						
Doses	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte
0	32,14	37,32	34,42	34,25	37,96	35,02
50	32,95	37,54	36,17	34,49	38,36	34,18
100	33,23	37,75	36,15	35,76	40,14	36,00
150	35,79	37,05	35,90	35,43	37,65	30,71
200	33,39	37,05	35,71	36,16	36,78	36,57
D.M.S. (5%)	2,80	2,50	4,74	3,79	2,15	4,51
C.V. (%)	3,67	3,00	5,89	4,68	8,56	5,51
Fontes#						
Ureia	33,23 a	37,75 a	36,15 a	35,76 a	40,13 a	36,00 a
Sulfonitrato	34,68 a	36,49 a	35,06 a	35,00 a	37,36 ab	35,42 a
NA	34,07 a	36,68 a	35,78 a	35,85 a	36,08 b	35,97 a
SA	33,64 a	36,93 a	35,67 a	35,95 a	36,72 ab	37,09 a
Sulfammo	33,43 a	36,62 a	35,96 a	36,91 a	38,33 ab	37,32 a
Doses	7ºcorte	8ºcorte	9ºcorte	10ºcorte	11ºcorte	12ºcorte
0	36,14 <sup>(1)</sup>	35,49	33,90	32,14 <sup>(2)</sup>	37,32	34,41
50	38,96	36,30	34,60	32,95	37,54	36,17
100	40,65	36,61	35,20	33,80	36,89	35,72
150	38,93	37,39	36,60	35,79	37,05	35,81
200	37,90	34,27	33,83	33,38	37,05	35,70
D.M.S. (5%)	2,22	5,10	3,98	2,84	2,51	3,71
C.V. (%)	8,81	6,22	5,34	4,45	3,59	5,49
Fontes#						
Ureia	40,65 a	36,61 a	35,06 a	33,5 a	37,34 a	35,65 a
Sulfonitrato	37,58 a	36,05 a	35,36 a	34,67 a	36,49 a	35,06 a
NA	37,67 a	35,18 a	34,63 a	34,07 a	36,68 a	35,78 a
SA	37,46 a	36,35 a	35,00 a	33,63 a	36,92 a	35,67 a
Sulfammo	37,78 a	37,75 a	35,60 a	33,43 a	36,62 a	35,96 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

##As abreviações referem-se as fontes ureia, sulfonitrato de amônio, nitrato de amônio, sulfato de amônio e sulfammo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>  $\hat{Y} = 36,2293 + 0,7524N - 0,000318N^2$  ( $R^2 = 0,92^{**}$  e  $PM = 111 \text{ kg ha}^{-1}$ ); <sup>(2)</sup>  $\hat{Y} = 31,7869 + 0,0410N - 0,0002N^2$  ( $R^2 = 0,65^*$  e  $PM = 135 \text{ kg ha}^{-1}$ )

## CONCLUSÕES

O aumento das doses de nitrogênio não afetou sobremaneira os teores de FDN e FDA, porém proporcionou incrementos no ICF, PB e PMS.

As fontes de nitrogênio não influenciaram os teores de FDN e FDA, entretanto as fontes sulfammo e

sulfonitrato de amônio propiciaram maior ICF, PB e PMS na maioria dos cortes. Portanto, a utilização destas fontes mais eficientes, na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, propiciando aumento na PMS e no ICF e garantindo teores adequados de PB pode ser uma alternativa viável ao desenvolvimento do capim-mombaça na região Noroeste Paulista.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalos, D.; Jeffery, S.; Sanz-Cobena, A.; Guardia, G. & Vallejo, A. (2014) – Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 189, p. 136-144. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.036>
- AOAC (1990) – *Official methods of analysis*. 15th ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists. 1298 p.

- Barbosa, R.A. & Euclides, V.P.B. (1997) – Valores nutritivos de três ecotipos de *Panicum maximum*. In: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Juiz de Fora. Anais, Juiz de Fora: SBZ, p. 53-55.
- Batista, K.; Giacomini, A.A.; Gerdes, L.; Mattos, W.T.; Colozza, M.T. & Otsuk, I.P. (2014) – Influence of nitrogen on the production characteristics of ruzi grass. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 9, n. 5, p. 533-538. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2013.7302>
- Benett, C.C.S.; Buzetti, S.; Silva, K.S.; Bergamaschine, A.F. & Fabricio, J.A. (2008) – Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. *Ciencia e Agrotecnologia*, vol. 32, n. 5, p. 1629-1636. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500041>
- Cantarella, H.; Trivelin, P.C.O.; Contin, T.L.M.; Dias, F.L.F.; Rossetto, R.; Marcelino, R.; Coimbra, R.B. & Quaggio, J.A. (2008) – Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. *Scientia Agricola*, vol. 65, n. 4, p. 397-401. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162008000400011>
- Casali, A.O.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Pereira, J.C.; Cunha, M.; Detmann, K.S.C. & Paulino, M.F. (2009) – Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, n. 1, p. 130-138. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000100017>
- Castagnara, D.D.; Mesquita, E.E.; Neres, M.A.; Oliveira, P.S.R.; Deminicis, B.B. & Bamberg, R. (2011) – Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia*, vol. 60, n. 232, p. 1-12. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400010>
- Civardi, E.A.; Silveira Neto, A.N.; Ragagnin, V.A.; Godoy, E.R. & Brod, E. (2011) – Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 41, n. 1, p. 52-59. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i1.8146>
- Corrêa, L.A.; Cantarella, H.; Primavesi, A.C.; Primavesi, O.; Freitas, A.R. & Silva, A.G. (2007) – Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-coastcross. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 36, n. 4, p. 763-772.
- Costa, K.A.P.; Faquin, V. & Oliveira, I.P. (2010) – Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-Marandu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 62, n. 1, p. 192-199.
- Costa, N.R.; Andreotti, M.; Gameiro, R.A.; Pariz, C.M.; Buzetti, S. & Lopes, K.S.M. (2012) – Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 47, n. 8, p. 1038-1047.
- Cui, Z.; Zhang, F.; Chen, X.; Dou, Z. & Li, J. (2010) – In-season nitrogen management strategy for winter wheat: maximizing yields, minimizing environmental impact in an over-fertilization context. *Field Crops Research*, vol. 116, n. 1-2, p. 140-146. <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.12.004>
- Dupas, E.; Buzetti, S.; Rabêlo, F.H.S.; Sarto, A.L.; Cheng, N.C.; Teixeira Filho, M.C.M.; Galindo, F.S.; Dinalli, R.P. & Gazola, R.N. (2016) – Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 10, n. 9, p. 1330-1338. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.09.p7854>
- Dupas, E.; Buzetti, S.; Sarto, A.L.; Hernandez, F.B.T. & Bergamaschine, A.F. (2010) – Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in Cerrado in São Paulo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 39, n. 12, p. 2598-2603. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001200006>
- Embrapa (2013) – *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3a ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 353 p.
- Fernandes, J.C.; Buzetti, S.; Dupas, E.; Teixeira Filho, M.C.M. & Andreotti, M. (2015) – Sources and rates of nitrogen fertilizer used in Mombasa guineagrass in the Brazilian Cerrado region. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 10, n. 9, p. 2076-2082. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2014.9276>
- Ferreira, D.F. (2011) – Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Freitas, K.R.; Rosa, B.; Ruggiero, J.A.; Nascimento, J.L.; Heineman, A.B.; Macedo, R.F.; Naves, M.A.T. & Oliveira, I.P. (2007) – Avaliação da composição químico-bromatológica do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. *Bioscience Journal*, vol. 23, n. 3, p. 1-10.
- Freitas, K.R.; Rosa, B.; Ruggiero, J.A.; Nascimento, J.L.; Heineman, A.B.; Ferreira, P.H. & Macedo, R. (2005) – Avaliação do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 27, n. 1, p. 83-89. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v27i1.2154>

- Galindo, F.S.; Beloni, T.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Dupas, E. & Ludkiewicz, M.G.Z. (2018) – Technical and economic viability and nutritional quality of mombasa guinea grass silage production. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 40, art. e36395. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagr.v40i1.36395>
- Galindo, F.S.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Dupas, E. & Ludkiewicz, M.G.Z. (2017) – Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 11, n. 12, p. 1657-1664. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.17.11.12.pne907>
- Heinrichs, R.; Grano, F.G.; Bueno, L.G.F.; Soares Filho, C.V.; Fagundes, J.L.; Rebonatti, M.D. & Oliveira, K. (2013) *Brachiaria* sp. yield and nutrient contents after nitrogen and sulphur fertilization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 37, n. 4, p. 997-1003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000400017>
- Kappes, C.; Arf, O. & Andrade, J.A.C. (2013) – Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 37, n. 5, p. 1310-1321. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000500020>
- Linquist, B.A.; Liu, L.; Kessel, C. van & Groenigen, K.J. van (2013) Enhanced efficiency nitrogen fertilizers for rice systems: Meta-analysis of yield and nitrogen uptake. *Field Crops Research*, vol. 154, p. 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.08.014>
- Maranhão, C.M. de A.; Silva, C.C.F. da; Bonomo, P. & Pires, A.J.V. (2009) – Produção e composição bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum Animal Science*, vol. 31, n. 2, p. 117-122. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i2.4305>
- Marshner, P. (2012) – *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3. ed. New York: Academic Press, 651 p.
- Mazza, L.M.; Pöggere, G.C.; Ferraro, F.P.; Ribeiro, C.B.; Cherobim, V.V.; Motta, A.C.V. & Moraes, A. (2009) – Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim-mombaça no primeiro planalto paranaense. *Scientia Agraria*, vol. 10, n. 4, p. 257-265. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i4.14915>
- Mello, T.F.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Galindo, F.S. & Nogueira, L.M. (2017) – Residual effects of nitrogen fertilizer with polymer-coated urea in a corn crop. *Revista Caatinga*, vol. 30, n. 3, p. 586-593.
- Messman, M.A.; Weiss, W.P. & Erickson, D.O. (1991) – Effects of nitrogen fertilization and maturity of bromegrass on in situ ruminal digestion kinetics of fiber. *Journal of Animal Science*, vol. 69, n. 3, p. 1151-1161.
- Mistura, C.; Fonseca, D.M.; Moreira, L.M.; Fagundes, J.L.; Morais, R.V.; Queiroz, A.C. & Ribeiro Júnior, J.I. (2007) – Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 36, n. 6, p. 1707-1714. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000800002>
- Pariz, C.M.; Andreotti, M.; Bergamaschine, A.F.; Buzetti, S.; Costa, N.R. & Cavallini, M.C. (2011) – Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. *Archivos de Zootecnia*, vol. 60, n. 232, p. 1041-1052. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400020>
- Primavesi, A.C.; Primavesi, O.; Corrêa, L.A.; Silva, A.G. & Cantarella, H.C. (2006) – Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 30, n. 3, p. 562-568. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000300024>
- Quadros, D.G. de & Rodrigues, L.R.A. (2006) – Valor nutritivo dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com nitrogênio e sob lotação rotacionada. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, vol. 28, n. 4, p. 385-392. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v28i4.601>
- Rodrigues, M.A.C.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M.C.M.; Garcia, C.M.P. & Andreotti, M. (2014) – Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol.18, n. 2, p. 127-133.
- Ruggiero, J.A.; Rosa, B.; Freitas, K.R. & Nascimento, J.L. (2006) – Avaliação de lâminas de água e de doses de nitrogênio na composição bromatológica do capim-mombaça. *Bioscience Journal*, vol. 22, n. 1, p. 9-19.
- Santos, J.H.; De Bona, F.D. & Monteiro, F.A. (2013) – Growth and productive responses of tropical grass *Panicum maximum* to nitrate and ammonium supply. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 42, n. 9, p. 622-628. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013000900003>
- Sanz-Cobena, A.; Misselbrook, T.H.; Arce, A.; Mingot, J.I.; Diez, J.A. & Vallejo, A (2008) – An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under mediterranean conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 126, n. 3-4, p. 243-249. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.02.001>

- Silva, A.G.; França, A.F.S.; Miyagi, E.S.; Mello, S.Q.S.; Ferreira, J.L. & Carvalho, E.R. (2009) – Frações proteicas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 61, n. 5, p. 1148-1155. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352009000500018>
- Silva, D.R.G.; Costa, K.A.P.; Faquin, V.; Oliveira, I.P. & Bernardes, T.F. (2013) – Rates and sources of nitrogen in the recovery of the structural and productive characteristics of marandu grass. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 44, n. 1, p. 184-191. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000100023>
- Silveira, M.L.; Vendramini, J.M.B.; Sellers, B.; Monteiro, F.A.; Artur, A.G. & Dupas, E. (2013) – Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. *Grass and Forage Science*, vol. 70, n. 1, p. 154-160. <https://doi.org/10.1111/gfs.12078>
- Silveira, M.L.; Vendramini, J.M.B.; Sellers, B.; Monteiro, F.A.; Artur, A.G. & Dupas, E. (2015) – Bahiagrass response and N loss from selected N fertilized sources. *Grass and Forage Science*, vol. 70, n. 1, p. 154-160. <https://doi.org/10.1111/gfs.12078>
- van Soest, P.J. (1994) – *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 476 p.
- Viana, M.C.M.; Freire, F.M.; Ferreira, J.J.; Macêdo, G.A.R.; Cantarutti, R.B. & Mascarenhas, M.H.T. (2011) – Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 40, n. 7, p. 1497-1503. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000700014>
- Vitor, C.M.T.; Fonseca, D.M.; Cóser, A.C.; Martins, C.E.; Nascimento Júnior, D. & Ribeiro Júnior, J.I. (2009) – Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, n. 3, p. 435-442. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300006>
- Vitor, C.M.T.; Fonseca, D.M.; Moreira, L.M.; Fagundes, J.L.; Nascimento Júnior, D.; Ribeiro Júnior, J.I. & Pereira, A.L. (2008) – Rendimento e composição química do capim-braquiária introduzido em pastagem degradada de capim-gordura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 37, n. 12, p. 2107-2114. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001200005>