

MORFOGÊNESE, CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM DO *Megathyrus maximus* BRS ZURI SUBMETIDO A ADUBAÇÃO NITROGENADA

Mateus José Inácio de Abreu

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0003-0679-3497>
Email correspondente: abreu.mateusji@gmail.com

Paulo Ricardo Pereira Paula

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0003-3557-0444>

Valdir Botega Tavares

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0001-7228-1532>

Iorano Andrade Cidrini

Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0003-1118-3781>

Henrique de Oliveira Nunes

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0002-0253-9726>

Welton Júnior Custódio Emiliano

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0003-4632-3772>

Willian Luiz de Souza

Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal, SP, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0002-6814-4911>

Regles Maia Coelho

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0003-3550-5730>

Arnaldo Prata Neiva Júnior

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0001-7677-8992>

Carlos Eduardo de Paiva Tomaz

Instituto Federal Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, MG, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0001-5110-9426>

Submetido em: 19/06/2020

Aprovado em: 16/11/2020

Resumo

A adubação nitrogenada possibilita aumentar a capacidade de suporte das pastagens, entretanto, o uso de elevadas doses pode causar efeitos negativos no crescimento de gramíneas forrageiras. A partir do pressuposto, objetivou-se avaliar a influência de doses crescentes de nitrogênio sob as características morfológicas e estruturais, acúmulo de biomassa e eficiências de conversão e recuperação do nitrogênio em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri. Foram testadas cinco doses de nitrogênio (0, 200, 400, 600 e 800 Kg de nitrogênio/ha) em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Foi observado comportamento quadrático para as taxas de alongamento e aparecimento foliar, tempo de vida e o filocrono. Houve aumento no número de perfilhos e na produção de matéria seca quando as plantas foram submetidas à adubação, porém, tanto a eficiência de utilização quanto a recuperação aparente do nitrogênio reduziram linearmente com o aumento do nível de nitrogênio. O uso de fertilizante nitrogenado promoveu melhora nas características morfológicas ($P < 0,05$) exceto para taxa de alongamento de colmo e taxa de senescência foliar que se mantiveram estáveis. A Adubação com nitrogênio acelera as taxas de crescimento do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri. As respostas máximas nas variáveis morfológicas, no número de folhas vivas e totais por perfilho são obtidas com doses próximas de 500 kg/ha, enquanto que doses variando de 600 a 647 kg/ha proporcionam maior tamanho de folha por perfilho, densidade populacional de perfilhos e produção de matéria seca. As eficiências de utilização e recuperação do nitrogênio reduzem com o aumento das doses de nitrogênio.

Palavras-chave

características morfológicas, eficiência do nitrogênio, fertilizante nitrogenado, produção de forragem, recuperação do nitrogênio.

MORPHOGENESIS, STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND FORAGE ACCUMULATION OF *Megathyrus maximus* BRS ZURI SUBJECTED TO NITROGEN FERTILIZATION

Abstract

Nitrogen fertilization permits to increase the carrying capacity of pastures; however, the use of high doses can have negative effects on the growth of forage grasses. Therefore, the aim of this study was to evaluate the influence of increasing nitrogen doses on the morphogenic and structural characteristics, biomass accumulation, and nitrogen conversion and recovery efficiencies of *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri. Five nitrogen doses (0, 200, 400, 600 and 800 kg of nitrogen/ha) were tested in a randomized block design with four replicates. A quadratic effect was observed for elongation rate, leaf appearance rate, leaf lifetime, and phyllochron. There was an increase in the number of tillers and in the production of dry matter when the plants were submitted to fertilization; however, both the efficiency of nitrogen use and the apparent recovery of nitrogen decreased linearly with increasing nitrogen level. The use of nitrogen fertilizer improved the morphogenic characteristics, except for stalk elongation rate and leaf senescence rate, which remained stable. Nitrogen fertilization accelerates the growth rates of *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri. The maximum responses in the morphogenic variables number of live and total leaves per tiller are obtained with doses close to 500 kg/ha, while doses ranging from 600 to 647 kg/ha provide a larger leaf size per tiller, a higher tiller population density, and higher dry matter production. Nitrogen utilization and recovery efficiencies decrease with increasing nitrogen doses.

Keywords

morphogenic characteristics, nitrogen efficiency, nitrogen fertilizer, forage production, nitrogen recovery.

INTRODUÇÃO

As pastagens são à base da alimentação de grande parte dos bovinos criados em sistemas de pecuária de leite ou corte, especialmente em regiões tropicais (IBGE, 2019). Nesses sistemas de produção, o uso de gramíneas de alto potencial produtivo se eleva cada vez mais.

Dentre as forrageiras indicadas para o manejo intensivo, destacam-se as do gênero *Panicum maximum* jacq. (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S. W. L. Jacobs) tais como o cultivar BRS Zuri, que possui alta capacidade de produção de forragem e alto grau de resistência ao fungo *Bipolaris maydis* (JANK et al., 2014), entretanto, o manejo atribuído à gramínea, a fertilidade do solo bem como a reposição de nutrientes são quesitos que irão afetar diretamente a produtividade e a longevidade do pasto.

A principal fonte de nutriente na manutenção da produtividade e durabilidade da gramínea é o nitrogênio (N), sendo o principal componente das proteínas participando dinamicamente da síntese de compostos orgânicos que compõem a estrutura vegetal. Desse modo, torna-se um dos responsáveis pelas modificações das características estruturais (tamanho de folha, densidade de perfilhos e folhas por perfilho) e morfogênicas da planta (taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e senescência foliar) (SANTOS et al., 2012; GASTAL & LEMAIRE, 2015).

Apesar de Mott & Popenoe (1977); Rosado et al. (2016) relatarem efeito positivo na produção de forragem de gramíneas tropicais com doses de N até 600kg de N/ha/ano, ainda pouco se sabe desse efeito sobre o cultivar BRS Zuri, e como as variáveis morfogênicas e estruturais se comportam quando o cultivar é submetido a doses crescentes de nitrogênio.

Diante do exposto, o objetivo foi avaliar o efeito do nitrogênio nas características morfogênicas, estruturais, e no acúmulo de forragem e as eficiências de conversão e recuperação do nitrogênio do *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e clima

O experimento foi conduzido no setor de Zootecnia do IF Sudeste MG, Câmpus Rio Pomba, localizado nas coordenadas geográficas de 21°14'45,4"S de latitude e 43°09'36,4"O de longitude, com altitude média de 450 metros. O regime climático é Cwa: clima tropical úmido com inverno seco e verão quente, na classificação Koppen; a precipitação média anual é de 1644 mm e a temperatura média anual situa-se na faixa de 19 a 28°C, com umidade relativa do ar quase sempre elevada, revelando médias anuais de 80,1% (INMET, 2012).

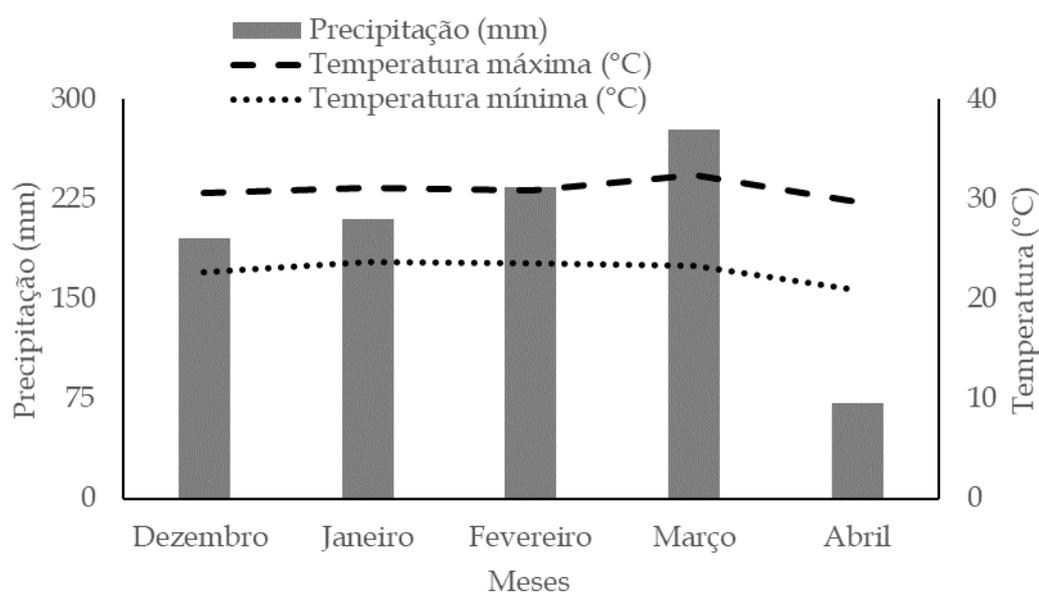


Figura 1: Temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação (mm) de 08/12/2017 a 18/04/2018.

Procedimentos experimentais

O estudo foi realizado segundo o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, no arranjo de parcelas. As parcelas possuíam 6m² (3x2) e as doses de nitrogênio representaram 0, 200, 400, 600 e 800 kg/ha, sendo divididas em cinco aplicações durante o período experimental, representando 0, 40, 80, 120, 160 kg de nitrogênio por aplicação.

O *Megathyrus maximus* BRS cv. Zuri [*Megathyrus maximus* [(Jacq.) B.K. Simon & S. W. L. Jacobs] Jacobs (syn. *P. maximum* Jacq.) cv. BRS Zuri] já se encontrava estabelecido na área destinada ao experimento, e para fins de caracterização da fertilidade do solo, foram coletadas amostras na profundidade de 0 a 20 cm,

apresentando os resultados na Tabela 1.

Tabela 1: Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm.

pH em CaCl ₂	P - resina	K	S	V	Carb. Total	MO
		Mg/dm ³		%	Dag/kg	
4,45	21	51,7	20,25	37,5	1,73	2,98
Mg ²⁺	Ca ²⁺	H+Al ³⁺	H	Al ³⁺	SB	T
			cmol/dm ³			
0,68	1,95	4,63	4,05	0,58	2,76	6,66

pH em CaCl₂; P resina): fósforo em resina; K: potássio; S: enxofre; V: saturação por bases; Carb. Total: carbono total; MO: matéria orgânica; Mg²⁺: magnésio; Ca²⁺: Cálcio; H+Al³⁺: acidez potencial; H: hidrogênio; Al³⁺: acidez trocável; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica em pH 7.

Após a interpretação da análise química do solo, 40 dias antes de iniciar o experimento, realizou-se o rebaixamento da forrageira rente ao solo, em seguida foi aplicado calcário dolomítico, corrigindo a saturação por bases para 70%, totalizando a quantidade de 1,3 toneladas/hectare.

Após a calagem, foi permitido que a forrageira atingisse altura acima de 60 cm para iniciar o corte de emparelhamento rebaixando a pastagem para 45 cm, fazendo com que ficassem homogêneas. Para iniciar as avaliações, concomitante ao corte de emparelhamento, foi aplicado manualmente (à lanço) o equivalente a 30 kg/ha de P₂O₅ através do super fosfato simples, 100 Kg/ha de K₂O através de cloreto de potássio e a primeira fração do fertilizante nitrogenado, este último, repetindo após cada ciclo de corte, totalizando 5 aplicações.

O manejo da forrageira foi baseado nas metas de altura de 90 cm (início da desfolha) e 45 cm (término da desfolha). A altura média da forrageira foi monitorada com auxílio de uma régua de 1,5 m, graduada em centímetros, através de cinco pontos por parcela. Para determinação da altura em cada ponto, foi considerado a altura da base do solo até o topo foliar (horizonte do pasto). As avaliações foram iniciadas juntamente ao corte de emparelhamento em 08/12/2017 e concluídas em 14/04/2018. Foram realizados somente cinco cortes em cada tratamento, que apresentaram, aproximadamente, período de descanso médio de 25 dias para o tratamento controle e 20 dias para o restante dos tratamentos.

Morfogênese e características estruturais

No estudo de morfogênese, após o corte de emparelhamento foram marcados quatro perfilhos ao acaso em cada parcela, totalizando 16 perfilhos por tratamento,

sendo estes, identificados com fios coloridos para melhor visualização, que tiveram suas lâminas foliares e colmos mensurados semanalmente. A lâmina foliar foi medida em seu comprimento até sua completa expansão, ou seja, até o aparecimento da lígula. O comprimento da lâmina em expansão foi medido do seu ápice até a lígula da última folha expandida, até que sua lígula se tornasse visível. Foi definido com data de aparecimento foliar, o dia em que se observou a exposição da lígula, e como data de morte, quando todo seu tecido se apresentou senescente. O comprimento de colmo foi medido da superfície do solo até a lígula da última folha expandida (Paciullo et al., 2011). Tais avaliações foram realizadas durante o período de descanso, iniciadas após cada corte e se repetiram até atingir a altura de desfolha (90 cm).

A partir das informações citadas, foram calculadas as taxa de aparecimento de folhas (TapF): sendo calculada dividindo o número total de folhas surgidas no perfilho pelo período de descanso, expressa em folhas/dia; filocrono (Fil): inverso da taxa de aparecimento foliar, expresso em dias/folha; taxa de alongamento foliar (TalF): calculada pela diferença entre o comprimento final e inicial das folhas emergentes dividida pelo período de descanso, expresso em cm/dia/perfilho; taxa de alongamento do colmo (TalC): calculada pela diferença da entre os comprimentos final e inicial do colmo dividido pelo período de descanso, expresso em cm/dia/perfilho; número de folhas verdes/perfilho (NFVe): número médio de folhas em expansão e expandidas por perfilho, que não apresenta sinal de senescência; duração de vida das folhas (DVF): período de tempo entre o aparecimento de uma folha até sua morte, $DVF = NFVe \times \text{Filocrono (dias)}$; número total de folhas (NTF): contabilização do número de folhas em expansão, expandidas, senescentes e mortas dos perfilhos avaliados (Chapman e Lemaire, 1993).

A taxa de senescência foliar (TSeF) foi determinada a partir da diferença entre o comprimento verde inicial da lâmina foliar e o final, dividido pelo período de descanso (Gomide e Gomide, 2000; Wilhelm e Mc Master, 1995).

Na estimativa da densidade de perfilhos foi utilizado um quadrado de 0,5 m², acomodado numa área representativa (altura média), duas vezes em cada parcela, ao final do período de descanso da pastagem. A cada lançamento do quadrado foi contado os perfilhos existentes em seu interior (CABRAL et al., 2012).

Produção de matéria seca, eficiência de utilização do nitrogênio e recuperação aparente do nitrogênio

Para estimar a produção de matéria seca, no ponto médio de cada unidade experimental foram retiradas duas amostras acima de 45 cm do nível do solo com auxílio de uma moldura de 0,5m² (1m x 0,5m) e cutelo. As amostras foram acomodadas em sacos plásticos, pesadas e sub-amostradas, após a pesagem da sub-amostra, esta foi levada à estufa de circulação forçada e mantida a 55°C por 72 horas para conversão do peso verde em peso pré-seco. Posteriormente o material foi levado ao moinho de facas tipo Willey com peneira de 1 mm para ser triturado, em seguida, foi pesado 2 g do material e levado para estufa a 105°C por 16 horas e por fim determinada a matéria seca definitiva (SILVA & QUEIROZ, 2006). A produção de matéria seca em cada unidade experimental foi obtida a partir da média do peso seco das duas amostras, em sequência, o valor foi convertido para kg/ha de MS. A análise de nitrogênio total foi realizada seguindo o método de Kjeldahl (978.04) de acordo com a AOAC (1995).

A eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) foi obtida pelo método descrito por Castagnara et al. (2011), onde:

Eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) = massa seca com adubação (kg) - massa seca sem adubação (kg) / dose de N; em kg de MS / kg de N aplicado.

A recuperação aparente do N (RAN) foi determinada de acordo com a metodologia de Fageria (1998). Utilizou-se as seguintes fórmulas:

$$RAN = [100 \times (NAC - NAS)]/NN$$

Onde: RAN(%) = recuperação aparente do N; NAC = N total absorvido pela parte aérea das plantas na parcela com adubação (kg.ha⁻¹); NAS = N total absorvido pela parte aérea das plantas na parcela sem adubação (kg.ha⁻¹); NN = dose de N aplicada (kg/ha).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva para caracterização e aplicado o teste de normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade. Simultaneamente foi realizada a análise de variância e teste F a 5 % de significância. Ao verificarmos os efeitos da dose de nitrogênio nas variáveis estudadas,

realizou-se análise de regressão utilizando modelos polinomiais, considerando o ajuste para o nível de significância do teste F e o coeficiente de determinação. Todas as análises estatísticas foram executadas pelo programa estatístico R com auxílio do pacote tecnológico ExpDes.pt (Ferreira et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características morfológicas

A TalF e TApF foram influenciadas pela dose de nitrogênio ($P < 0,01$), e apresentaram resposta quadrática, com valores médios de 5,33; 8,61; 10,29; 10,37; 8,85 cm/dia e 0,052; 0,1; 0,124; 0,124; 0,100 folhas/dia, respectivamente, para os tratamentos de 0, 200, 400, 600 e 800 kg de N/ha (Tabela 2).

Para TAlF o ponto máximo (10,54 cm/dia) é obtido aos 510 kg de N/ha, já para TapF o ponto máximo (0,127 folhas/dia) é alcançado aos 500 kg de N/ha.

Os valores registrados de TAlF e TapF nos tratamentos com ritmo morfológico mais lento (sem adubação) foram, respectivamente, 49,4% e 59% menores que nos tratamentos com ritmos morfológicos mais acelerado de acordo com a equação ajustada (510 e 500 kg de N/ha), isto evidencia a importância do N no processo de crescimento da planta. De fato, gramíneas de metabolismo C_4 , como *Megathyrsus maximus*, são responsivas ao efeito do N, resultando em aceleradas TalF e TapF, devido à grande exigência por N nas zonas meristemáticas (Martuscello et al., 2019), atuando constantemente na divisão e expansão foliar (MacADAM; VOLENEC; NELSON, 1989), proporcionando incremento na produção de folhas e, conseqüentemente, maior área fotossinteticamente ativa, ocasionando maior acúmulo de biomassa.

Fatores como temperatura e disponibilidade de água interferem diretamente nos processos fisiológicos, no entanto, a disponibilidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio, também pode ser considerado um limitante para o desenvolvimento da planta, logo, as taxas de aparecimento e alongamento foliar foram superiores nos tratamentos que receberam N. Em estudo com *Magathyrsus maximus* cv. Tanzânia, no verão, foi observado que nos pastos sem adubação a TAlF e TapF foram 32,7 e 30% menores que nos pastos adubados com 450 kg de N/ha (Iwamoto et al., 2015).

Verifica-se que quando há aumentos na taxa de alongamento foliar também

ocorre elevação no aparecimento de folhas por perfilho (Rodrigues et al., 2019), portanto intensas TAIF através do suprimento de N, agirá alterando o aparecimento de folhas por perfilho, assim maiores TApF serão observadas.

O filocrono foi significativamente ($P < 0,01$) afetado pelo suprimento de nitrogênio, apresentando resposta quadrática para as doses de N estudadas (Tabela 2). Os valores encontrados para as doses de nitrogênio (0, 200, 400, 600 e 800 kg de N/ha), de acordo com a equação ajustada, foram, respectivamente, de 20,94; 12,60; 8,26; 7,92; 11,58 dias/folha. Vale salientar que a redução do filocrono é decorrente do efeito do N sobre o crescimento das plantas, que as confere maior capacidade de rebrotação, visto que, após a desfolhação, há rápida recuperação da área foliar.

Tabela 2: Características morfogênicas do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada.

Características	Equação	R ²	P-valor
TAIF	$\hat{Y} = -0,0000179N^2 + 0,0204N + 5,3335$	0,970	< 0,01
TApF	$\hat{Y} = -0,00000031N^2 + 0,0003N + 0,0515$	0,972	< 0,01
Filocrono	$\hat{Y} = 0,00005N^2 - 0,0517N + 20,939$	0,959	< 0,01
DVF	$\hat{Y} = 0,0002N^2 - 0,1771N + 88,665$	0,903	< 0,01
TAIC	$\hat{Y} = 0,148$	-	> 0,05
TSeF	$\hat{Y} = 0,107$	-	> 0,05

TAIF: taxa de alongamento foliar (cm/perfilho/dia); TApF: taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho/dia); filocrono (dias/folha); DVF: duração de vida das folhas (dias); TAIC: taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho/dia); TSeF: taxa de senescência foliar (cm/perfilho/dia); R²: coeficiente de determinação.

As TApF, TAIF e tempo de vida da folha são características determinadas geneticamente, mas podem ser influenciadas pela temperatura e disponibilidade de nitrogênio e de água (LEMAIRE & CHAPMAN, 1993), destacando o efeito do N, é possível observar que as plantas adubadas com N, por apresentarem menor filocrono e podem atingir o número máximo de folhas vivas por perfilho mais rápido que no tratamento controle (Martuscello et al., 2019), podendo resultar em maiores frequências de colheita. No presente estudo, a fertilização com adubo nitrogenado proporcionou aumentos na TAIF e conseqüentemente na TApF, como esperado, houve redução no filocrono, validando o efeito do nitrogênio sobre as características estudadas. Martuscello et al., (2018) em experimento com o *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia determinaram correlação alta e negativa entre filocrono e TApF. De fato, se avaliarmos as equações ajustadas, é possível observar que próximo dos 500 kg de N/ha em diante, ocorre aumento do filocrono e comportamento inverso é notado para TApF evidenciando a correlação negativa entre as variáveis citada pelos autores

acima.

A duração de vida da folha foi significativamente afetada ($P < 0,01$) pela dose de N. De acordo com a equação ajustada, a DVF para os tratamentos de 0, 200, 400, 600 e 800 kg de N/ha, foi, respectivamente, de 88,67; 61,25; 49,83; 54,41; 74,99 dias (Tabela 2). Nesse estudo, pode-se observar que as plantas não adubadas, prolongaram seu tempo de vida em função da menor expansão das novas folhas, ou seja, o processo de envelhecimentos dessas plantas pode ser alavancado com o aumento das doses de nitrogênio, sendo assim, Martuscello et al. (2019), relatam que a redução na duração de vida das folhas com a adubação nitrogenada pode ser explicada pela maior renovação de tecidos nas plantas. Tal renovação corresponde a ritmos morfogênicos acelerado como maiores taxas de alongamento e aparecimento foliar e redução do filocrono, havendo exposição das folhas no estrato superior do dossel, promovendo o sombreamento do estrato inferior do dossel, resultando em maior competição por luz, o que permite um rápido envelhecimento, conseqüentemente, redução na vida das folhas.

A TAIC não foi influenciada ($P > 0,05$) pelas doses de nitrogênio (Tabela 2). No decorrer do processo de diferenciação celular na zona meristemática, as células se diferem formando a lâmina foliar e bainha da folha, assim, aumentos no aparecimento bem como no alongamento foliar estão relacionados a maior altura de colmo (Sacramento et al., 2019), logo, maiores taxas de crescimento do colmo são esperadas, mas no presente estudo, não foi o bastante para causar efeito das doses de N no alongamento de colmo.

A TSeF também não foi influenciada ($P > 0,05$) pelo nível de nitrogênio (Tabela 2). Os ritmos de crescimento mais acelerado caracterizado por aumentos nas taxas de alongamento e aparecimento foliar impactaram reduzindo os dias de vida das folhas, fazendo com que as folhas entrassem mais rápido em processo de senescência quando adubadas com nitrogênio, porém, a senescência foliar não foi afetada pelo nível de adubação. Uma possível explicação para a não influência do N na TAIC e TSeF é a de que o corte na forrageira foi baseado na altura da planta e não em dias fixos, assim, o critério de manejo baseado na altura (90 centímetros pré corte e 45 centímetros pós corte) foi igual para todos os tratamentos, sendo possível obter períodos de descanso mais curtos onde as taxas de crescimento foram aceleradas, e permitiu que a forragem fosse colhida antes de intensificar os processos de senescência e alongamento de

colmo.

Características estruturais

O comprimento médio das folhas foi influenciado ($P < 0,01$) pelo nível de N, apresentando modelo quadrático, com valores médios de 70,60; 84,72; 93,24; 96,16; 93,48 cm, para os respectivos tratamentos 0, 200, 400, 600, 800 kg de N/ha (tabela 3).

Tabela 3: Características estruturais do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada.

Características	Equação	R ²	P-valor
CMF	$\hat{Y} = -0,000071N^2 + 0,0846N + 70,603$	0,965	< 0,01
NFV	$\hat{Y} = -0,0000047N^2 + 0,0053N + 4,4024$	0,925	< 0,01
NTF	$\hat{Y} = -0,0000061N^2 + 0,0063x + 4,4286$	0,955	< 0,01
DPP	$\hat{Y} = -0,0009N^2 + 1,1203N + 149,25$	0,954	< 0,01

CMF: comprimento médio foliar (cm); NFV: número de folas verdes (folhas/perfilho); NTF: número total de folhas (folhas/perfilho); DPP: densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²); R²: coeficiente de determinação.

É possível observar que a adubação com N conferiu maior tamanho de folha e pode ser atribuído de acordo com Volenec & Nelson (1984), ao efeito do N sobre o aumento do número de células em divisão, o que explica o maior comprimento de lâmina. Ao estimular a produção de novas células, conseqüentemente haverá aumento na TAlF, aumentando o tamanho das folhas e ao mesmo tempo reduzindo o período para sua completa expansão (filocrono), que de fato ocorreu no presente estudo.

Avaliando o efeito da adubação nitrogenada em *Megathyrus maximus* cv. Massai, Lopes et al. (2013) verificaram que o comprimento da folha expandida aumentava com a aplicação de N até 700 kg/ha, no presente estudo, observamos aumentos no comprimento da lâmina foliar até a dose de 604,28 kg de N/ha.

As doses crescentes de N ocasionaram efeito quadrático ($P < 0,01$) no NFV que variaram de 4,4 a 5,44 folhas/perfilho, respectivamente para as doses de 0 e 800 kg de N/ha (Tabela 3). Como citado anteriormente, os menores períodos de descanso para as parcelas que foram adubadas com nitrogênio, permitiram colheitas da forragem antes do tempo limite de vidas das folhas e antes que o processo de senescência fosse efetivamente pronunciado, também, maiores taxas de aparecência foliar permitiram que os perfilhos mantivessem um maior número folhas, desse modo, a junção desses fatores comprovam a manutenção de maior número de folhas verdes quando plantas são adubadas com N.

O NTF foi influenciado ($P < 0,01$) pelo nível de nitrogênio aplicado (Tabela 3).

O NTF, de acordo com a equação ajustada, segundo os tratamentos de 0, 200, 400, 600 e 800 kg de N/ha, foram de 4,43; 5,45; 5,99; 6,05; 5,63 respectivamente, ratificando o efeito do nitrogênio sobre a característica avaliada.

O número de folha por perfilho em gramíneas perenes é constante dentro de uma mesma espécie (Van Esbroeck et al., 1997), no entanto, como pode ser observado no presente experimento, plantas não adubadas com N emitiram menos folhas do que as que foram adubadas, com isso, pode-se inferir que a nutrição atribuída a planta, principalmente com N, influencia o número total de folhas no perfilho. Trabalho conduzido por Rodrigues et al., (2019) utilizando *Urochloa Brizantha* cv. Marandu submetida a níveis de adubação nitrogenada (0 a 450 kg/ha) notaram que o número de folhas aumentou linearmente com os aumentos das doses de N, com variações na faixa de 4,39 a 5,06 folhas por perfilho.

O nível de adubação nitrogenada afetou ($P < 0,01$) o número de perfilhos e, a equação que melhor se ajustou foi a quadrática (Tabela 3) De acordo com a equação ajustada, pode-se observar valores médios de 149,25; 337,31; 453,37; 497,43; 469,49 perfilhos/m², nos respectivos tratamentos 0, 200, 400, 600 e 800 kg de N/ha, alcançando o ponto máximo aos 622,32 kg de N/ha (497,88 perfilhos/m²).

Aumentos no número de perfilho em resposta a adubação nitrogenada pode ser observado por Costa et al. (2016); Gomide et al. (2019). O efeito positivo do N sobre o perfilhamento é explicado pela maior formação de gemas axilares que corresponderão a futuros perfilhos (Martuscello et al., 2015).

Para que haja intensificação do perfilhamento de determinada forrageira é necessário que fatores relacionados ao desenvolvimento vegetal (temperatura, luminosidade, água e nutrientes) estejam em condições favoráveis. Com a restrição em um desses fatores, um dos mecanismos de adaptação desencadeado pela planta é a redução do perfilhamento, tal comportamento pode ser observado, de acordo com a equação ajustada, a partir de 622,32 kg de N/ha ocorre queda na DPP que pode estar relacionado com saturação de N ou falta de algum nutriente.

Produção de matéria seca, eficiência de utilização do nitrogênio e recuperação aparente do nitrogênio

A produção total de matéria seca foi influenciada ($P < 0,05$) pelo nível de adubação nitrogenada ([Figura 2](#)). Dentro da produção, a análise de regressão revelou

efeito quadrático, segundo a equação ajustada, a produção máxima de 15.575,24 kg de MS é obtida com 647,3 kg de N/ha, cerca de 110,93% superior ao grupo controle. Resultados obtidos neste trabalho demonstram que somente o N proveniente do solo não atende à demanda para o crescimento máximo do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri, sendo este, muito exigente nesse nutriente.

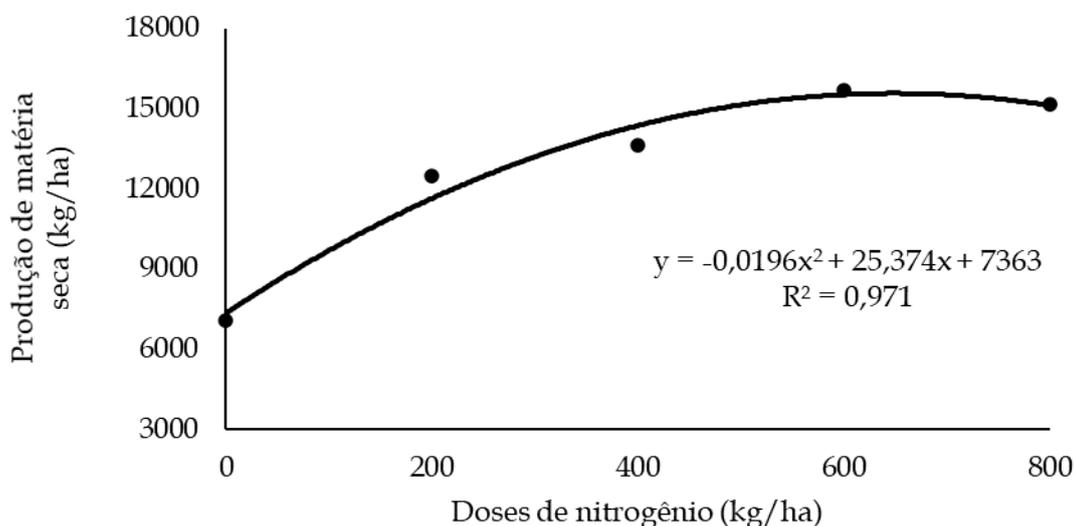


Figura 2: Produção de matéria seca do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada.

De acordo com Martuscello et al. (2019) o incremento na produção de forragem com o suprimento de N já é esperado, pois ocorre aumento na produção de matéria seca, reflexo da participação do N no controle dos processos de crescimento da planta.

Entretanto, pode-se observar efeito positivo na produção de forragem até certo ponto, pois, de acordo com Mott & Popenoe (1977), em gramíneas tropicais há respostas à adubação até 400-600kg de N/ha/ano, com decréscimos na produção a partir de doses acima dessas.

Resposta quadrática entre produção de forragem e níveis de nitrogênio, são normalmente encontradas em trabalhos que utilizam doses elevadas de N. Esse comportamento é comum ao atingir determinado nível do nutriente, que coincide com o crescimento máximo da pastagem, e o excesso de N pode provocar desequilíbrio entre os nutrientes e intoxicar a planta (Dougherty & Rhykerd, 1985), outra possível explicação é baseado na “lei do mínimo” onde um nutriente em excesso não supre a necessidade de outro, a partir disso, pode-se supor que tenha havido falta de algum

nutriente, e este limitou a resposta da planta ao nitrogênio.

De forma similar a DPP, a PMS decresceu a partir de certo nível de N, como o número de perfilhos dentro de uma mesma espécie influencia sua produtividade, pode-se inferir que a queda na produção de matéria seca se deu em função da redução no número de perfilhos.

Sales et al. (2013) conduziram experimento com Urochoa Brizantha cv. Marandu, utilizando diferentes níveis de nitrogênio no período chuvoso (dezembro a fevereiro), verificaram aumento linear na produção de matéria seca, que variou de 2429,3 a 8681,3 kg/ha de MS, para os níveis de N entre 100 a 400 kg/ha, respectivamente. Rosado et al. (2016) avaliando o *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, nos meses de outubro a abril, estimaram produção de MS total de 12163,5 a 18555 kg de MS/ha nas doses de 0 a 600 kg de N/ha.

A EUN (Figura 3A) foi influenciada ($P < 0,05$) pela dose de nitrogênio aplicado, e se ajustou no modelo de regressão linear decrescente. Com o aumento do suprimento de N, ocorreu queda na produção de MS para cada kg de N aplicado, sendo possível observar redução, de acordo com a equação ajustada, de 63,6% na dose de 800 kg/ha em comparação a dose de 200 kg/ha (Figura 3).

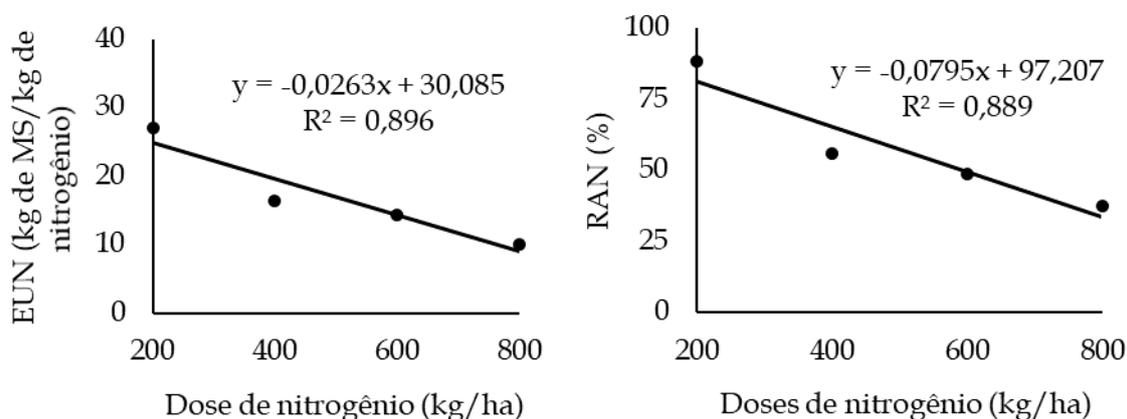


Figura 3: Eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) (A), recuperação aparente do nitrogênio (RAN) (B) do *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada.

Redução na eficiência de utilização do N com o aumento das doses aplicadas é observado por Martuscello et al., (2018); Canto et al., (2013). Na literatura a eficiência de conversão do nitrogênio por gramíneas tropicais é variável, chegando a patamares de 5 a 145 kg de MS produzida por kg de nitrogênio aplicado (Cardoso et al., 2015;

Galindo et al., 2018; Cassimiro et al., 2020). Entretanto, reduções nos valores de eficiência agrônômica são observadas quando se aplica doses acima de 100 Kg/ha de N (Silva et al., 2011).

Castagnara et al. (2011), observou uma resposta quadrática na EUN, neste experimento três cultivares de gramíneas forrageiras (Mombaça, Tanzânia e Mulato) foram submetidas a diferentes níveis de adubação (0, 40, 80, 120 e 160 kg de N/ha), no entanto, não foi observado diferença entre gramíneas, somente entre doses de N, revelando, de acordo com a equação ajustada, máxima EUN (29 kg de MS/kg de N) aos 102 kg de N/ha.

A RAN (Figura 3B) se comportou se forma similar a EUN, com redução de 58,7% quando comparamos o tratamento de maior nível de N (800 kg/ha) com o de menor (200 kg/ha). A partir do momento em que se eleva a dose de N, dependendo da dose aplicada, ocorre redução na RAN, em Silva et al. (2011) reduções na recuperação do nitrogênio ocorreram a partir de 100 kg de N/há. Sabe-se que quanto maior dose de N, menor é a resposta da gramínea quando comparado a menores doses, este fato é denominado lei dos incrementos decrescentes e explica tanto a queda na RAN quanto na EUN.

Sabe-se que independente da dose aplicada há perdas de N para o ecossistema, principalmente por volatilização de amônia, porém, quanto maior a dose, maiores serão as perdas (Lima et al., 2018), assim doses menores que 100 kg/ha podem apresentar melhor recuperação do N aplicado.

CONCLUSÃO

A Adubação com nitrogênio acelera as taxas de crescimento do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri. As respostas máximas nas variáveis morfológicas, no número de folhas vivas e totais por perfilho são obtidas com doses próximas de 500 kg/ha, enquanto que doses variando de 600 a 647 kg/ha proporcionam maior tamanho de folha por perfilho, densidade populacional de perfilhos e produção de matéria seca. As eficiências de utilização e recuperação do nitrogênio reduzem com o aumento das doses de nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed. **Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, 1995.

- CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; BONELLI, E. A.; LIMA, L. R. Morphogenetic traits and biomass accumulation of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés subjected to nitrogen doses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1809-1815, 2012.
- CANTO, M. W.; HOESCHL, A. R.; BONA FILHO, A.; MORAES, A.; GASPARINO, E. Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 43, p. 682-688, 2013.
- CARDOSO, J. M. S.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A., RODRIGUES, B. H. N.; VIEIRA, J. S.; FOGAÇA, F. H. S., MEHL, H. U.; COSTA, N. L. Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim-Marandu. **PUBVET**, v.9, p.348-399, 2015.
- CASSIMIRO, J. B.; ROCHETTI, A. C. A.; HEINRICHS, R.; CASTILLO, O. F.; Volatilização da amônia e avaliação do capim-marandu sob doses e fontes de fertilizantes nitrogenados. **Research Society and Development**, v. 9, n. 8, e526985823, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.58231>.
- CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P.S.R.O. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, p. 1637-1648, 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n4p1637.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grassland for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p.55-64.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. S. Eficiência do nitrogênio, produção de forragem e morfogênese do capim-massai sob adubação. **Nucleus**, v.13, p.173-182, out. 2016. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1695>.
- DOUGHERTY, C.T.; RHYKERD, C.L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds.) **Forages: the science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1985. p.318-325.
- FAGERIA, N. K. Optimizing nutrient use efficiency in crop production. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, p.6-16, 1998.
- FERREIRA, E. B., CAVALCANTI, P. P., NOGUEIRA, D. A. (2013). **ExpDes.pt: Experimental Designs package** (Portuguese). R package version 1.1.2.
- GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, p.1657-1664, 2017. doi: 10.21475/ajcs.17.11.12.pne907.

- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shootplasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying physiological processes. **Agriculture, Basileia**, v.5, p.1146-1171, 2015. <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.341-348, 2000.
- IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=73096>> Acesso em: 02/10/2020.
- IWAMOTO, B. S.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; MARI, G. C.; PELUSO, E. P.; LOURENÇO, D. A. L. Características morfogênicas do capim-tanzâniafertilizado ou não com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 181-193, 2015.
- JANK, L.; BARRIOS, S. C.; VALLE, C. B.; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, p.1132-1137, 2014. <https://doi.org/10.1071/CP13319>
- LIMA, J. E. S.; NASCENTE, A. S.; SILVEIRA, P. M.; LEANDRO, W. M. Volatilização da amônia da ureia estabilizada com NBPT na adubação em cobertura da *Uruchloa ruziziensis*. **Colloquium Agrariae**, v.14, p.92-100, 2018.
- LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; CARVALHO, T. C. F.; SOMBRA, W. A.; MORAIS NETO, L. B.; PEIXOTO, M. J. A. Biomass flow in massai grass fertilized with nitrogen under intermitente stocking grazing with sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.13-21, 2013.
- MacADAM, J.W.; VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 89, p. 549-556, 1989. <https://doi.org/10.1104/pp.89.2.549>.
- MARTUSCELLO, J. A.; RIBEIRO, Y. N.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; JANK, L.; REIS, G. A. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.75, p.1-12, 2018. <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1411>.
- MARTUSCELLO, J. A.; RIOS, J. F.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; BRAZ, T. G. S.; CUNHA, D. N. F. V. Produção e morfogênese de capim brs tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.76, p.1-10, 2019. <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1441>.
- MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, L. P.; CUNHA, D. N. F. V.; BATISTA, A. C. S.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, p. 1-13, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1089-68916i118730>
- MOTT, G. O.; POPENOE, H. L. Grasslands. In: ALVIM, P. T.; KOSLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977.
- PACIULLO, D.S.C., FERNANDES, P.B., GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R.T., SOUZA SOBRINHO, F.S.; CARVALHO, C.A.B. The growth dynamics in *Brachiaria* species

- according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.270-276, 2011.
- PEREIRA, O. P.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; CECON, P. R. Características morfogênicas e estruturais do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1870-1878, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900005>.
- R CORE TEAM (2014). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- RODRIGUES, L. F.; SANTOS, A. C.; SILVEIRA JÚNIOR, O.; SANTOS, J. G. D.; FARIA, A. F. G.; COELHO, B. P. L. Morphogenic and structural characteristics of Marandu grass cultivated under grazing management and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, p. 2331-2340, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n5Supl1p2331.
- ROSADO, T. L.; GONTIJO, I.; ALMEIDA, M. S.; NETO, A. C.; SIMON, C. P. Production and tillering of mombaça grass with different sources and levels of applied nitrogen. **Engenharia na agricultura**, viçosa, MG, v .24, 2016.
- SACRAMENTO, A. M. H.; MENEZES, O. C.; BARROS, T. M.; PINHEIRO, D. N.; JAEGER, S. M. P. L.; RIBEIRO, O. L.; RAMOS, C. E. C. O.; OLIVEIRA, G. A. Morphogenic and structural characteristics and chemical composition of grass aruana, submitted to nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, p. 3167-3180, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3167.
- SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; MONÇÃO, F. P.; ANTUNES, A. P. S.; OLIVEIRA, E. R.; MATOS, V. M.; CÔRREA, M. M.; DELVAUX, A. S. Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Revista Agrarian**, v.6, p.486-499, 2013.
- SANTOS, M. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; SILVA, G. P.; CASTRO, M. R. S. Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, p.49-56, 2012. DOI: 10.5216/cab.v13i1.13401.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.
- SILVA, D.R.G.; COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SOUZA, M.R.F.; SOUZA, M.A.S. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 242249, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000200003>
- WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, p.1-3, 1995.