

**Produção de capim Marandu em condições deficitárias de nutrientes em diferentes épocas de corte**

**Marandu grass production under nutrient deficient conditions at different cutting times**

**Producción de hierba de Marandu en condiciones deficientes de nutrientes en diferentes tiempos de corte.**

Recebido: 08/03/2020 | Revisado: 09/03/2020 | Aceito: 12/03/2020 | Publicado: 22/03/2020

**Rita Therezinha Rolim Pietramale**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5353-0000>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [rolimpiezoo@gmail.com](mailto:rolimpiezoo@gmail.com)

**Josimari Regina Paschoaloto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9517-3817>

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Brasil

E-mail: [jpaschoaloto@yahoo.com.br](mailto:jpaschoaloto@yahoo.com.br)

**Jean Kaique Valentim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4149>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [kaique.tim@hotmail.com](mailto:kaique.tim@hotmail.com)

**Orlando Filipe Costa Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3925-218X>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [orlandozootec@gmail.com](mailto:orlandozootec@gmail.com)

**Brenda Kelly Viana Leite**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1482-9162>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [brendavleite@gmail.com](mailto:brendavleite@gmail.com)

**Gabrieli Ferreira Simões Guelfi Petromali**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0254-0110>

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [gaby\\_guelfi@hotmail.com](mailto:gaby_guelfi@hotmail.com)

**Vivian Aparecida Rios de Castilho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7895-1314>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [viviancastilho@live.com](mailto:viviancastilho@live.com)

**Deivid Kelly Barbosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5027-2301>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [dkellybarbosa@gmail.com](mailto:dkellybarbosa@gmail.com)

**Clandio Favarini Ruviaro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3117-5359>

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Brasil

E-mail: [clandioruviaro@ufgd.edu.br](mailto:clandioruviaro@ufgd.edu.br)

**Sebastião Soares de Oliveira Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6372-4052>

Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Brasil

E-mail: [neto.soliveir@gmail.com](mailto:neto.soliveir@gmail.com)

**Reges Heinrichs**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9461-9661>

Universidade Estadual Paulista – FCAT / UNESP, Brasil

E-mail: [reges.heinrichs@unesp.br](mailto:reges.heinrichs@unesp.br)

## **Resumo**

Conhecer os fatores nutricionais que limitam o crescimento de pastagem é fundamental para produção de forragem em quantidade e qualidade. O objetivo do estudo foi avaliar a produção de massa seca da parte aérea e raízes e a concentração de nutrientes em condições de omissão de nutrientes na adubação, no desenvolvimento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, durante três ciclos de crescimento. O experimento foi realizado em vasos com Argissolo Vermelho Amarelo distrófico na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Câmpus de Dracena – FCAT/UNESP. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: 1- Adubação completa; 2- Omissão da adubação; 3- Omissão de N; 4- Omissão de P; 5- Omissão de K; 6- Omissão de Mg; 7- Omissão de S e 8- Omissão de B. Os resultados apresentaram variação entre os cortes na produção de massa seca da parte aérea de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mas em todos, a adubação completa estava entre os maiores rendimentos. O teor de nitrogênio foi, entre os elementos estudados, o mais afetado pelo efeito de concentração na forrageira. Os teores de fósforo, potássio e enxofre na parte aérea do Marandu apresentaram valores considerados

adequados quando os nutrientes integravam a composição do tratamento. A omissão de N, K e S foram os nutrientes que mais afetaram a produção de raízes, enquanto os teores iniciais de Mg e B no solo foram suficientes para atender à demanda de Marandu.

**Palavras-chave:** Adubação de pastagens; forrageira; desenvolvimento radicular; omissão de nutrientes; *Urochloa brizantha*.

### **Abstract**

Knowing the nutritional factors that limit pasture growth is essential for the production of forage in quantity and quality. The objective of the study was to evaluate the dry matter production of the aerial part and roots and the concentration of nutrients under nutrient omission conditions in fertilization, in the development of *Urochloa brizantha* cv. Marandu, during three growth cycles. The experiment was carried out in pots with dystrophic Ultisol at the College of Technology and Agricultural Science - Dracena Campus - FCAT / UNESP. The experimental design was randomized blocks, with eight treatments and five replications. The treatments were: 1- Complete fertilization; 2- Omission of fertilization; 3- N omission; 4- P omission; 5- K omission; 6- Mg omission; 7- S omission; 8- B omission. The results showed variation between the cuts in the dry matter production of the aerial part of *Urochloa brizantha* cv. Marandu, but in all, complete fertilization was among the highest yields. The nitrogen content was, among the studied elements, the most affected by the concentration effect in the forage. The levels of phosphorus, potassium and sulfur in the aerial part of Marandu showed levels considered adequate when nutrients were part of the treatment composition. The omission of nitrogen, potassium and sulfur were the nutrients that most affected the production of roots, while the initial levels of magnesium and boron in the soil were sufficient to meet the demand of Marandu.

**Keywords:** Pasture fertilization; forage; root development; nutrients omission; *Urochloa brizantha*.

### **Resumen**

Conocer los factores nutricionales que limitan el crecimiento del pasto es esencial para la producción de forraje en cantidad y calidad. El objetivo del estudio fue evaluar la producción de materia seca de la parte aérea y las raíces y la concentración de nutrientes en condiciones de omisión de nutrientes en la fertilización, en el desarrollo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, durante tres ciclos de crecimiento. El experimento se llevó a cabo en macetas con suelo Ultisol distrófico en la Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Câmpus de

Dracena – FCAT/UNESP. El diseño experimental utilizado fue bloques aleatorizados, con ocho tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron: 1- Fertilización completa; 2- omisión total de la fertilización; 3- Omisión de N; 4- Omisión de P; 5- K omisión; 6- omisión de Mg; 7- Omisión de S y 8- Omisión de B. Los resultados mostraron variación entre los cortes en la producción de materia seca de la parte aérea de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, pero en general, la fertilización completa estuvo entre los rendimientos más altos. El contenido de nitrógeno fue, entre los elementos estudiados, el más afectado por el efecto de concentración en el forraje. Los contenidos de fósforo, potasio y azufre en la parte aérea de Marandu mostraron valores considerados adecuados cuando los nutrientes formaban parte de la composición del tratamiento. La omisión de nitrógeno, potasio y azufre fueron los nutrientes que más afectaron la producción de raíces, mientras que los contenidos iniciales de magnesio y boro en el suelo fueron suficientes para satisfacer la demanda de Marandu.

**Palabras clave:** Fertilización de pasturas; forraje; desarrollo radicular; omisión de nutrientes; desarrollo de raíces; *Urochloa brizantha*.

## 1. Introdução

O Brasil é um país extenso em áreas de pastagens, com aproximadamente 180 milhões de hectares, sendo a metade com algum nível de degradação ou em estágios bastante avançados (Ferreira & Selow, 2016). A ineficiência dos sistemas de produção de pastagens se deve ao aproveitamento inadequado do potencial produtivo das cultivares, com metodologia extrativista, que resulta em índices zootécnicos baixos (Santini et al. 2015). Galindo et al. (2018), afirmam que uma das causas da baixa fertilidade do solo pode estar relacionada ao mau manejo de adubação e pastejo intenso. Além disso, de acordo com Terra et al. (2019), o retorno natural dos nutrientes, por meio de fezes, urinas, folhas e hastes mortas, são insuficientes e desequilibrados para manter a produtividade das cultivares, sendo necessária a adubação de manutenção para reposição de nutrientes no solo.

A espécie *Urochloa brizantha* ocupa atualmente a maior parte das áreas de pastagens cultivadas no Brasil (Júnior et al. 2017). De acordo com Farias et al. (2019), o capim Marandu é uma forrageira originada da África Tropical e do Sul e chegou ao Brasil no ano de 1984, surgindo como boa opção para os pecuaristas, por possuir ótimas características produtivas, como a tolerância à cigarrinha das pastagens (Guimarães et al. 2010).

Esta forrageira apresenta características de qualidade consideradas boas e sofre menor influência das mudanças estacionais do clima na produção de volumoso, quando comparada à outras forrageiras do mesmo gênero (Costa et al. 2019a). Além dessas qualidades, outras

podem ser citadas, tais como a média exigência nutricional, o florescimento tardio e a diminuição desacelerada, de acordo com o tempo, de seus valores nutritivos (Cabral et al. 2016). Por esses fatores tem sido considerada uma das forrageiras mais apropriada nas condições de clima, produção e solo brasileiro (Monteiro et al. 1995).

De acordo com Batista & Monteiro (2008), a disponibilidade de nitrogênio no solo afeta o desenvolvimento das forrageiras, na carência eleva a quantidade de gemas dormentes no capim Marandu, fazendo com que a planta tenha menor produção de massa verde. Já o fósforo é um elemento necessário em menor quantidade quando comparado ao nitrogênio e ao potássio, atuando no enraizamento e no perfilhamento das plantas forrageiras e na formação da adenosina trifosfato (ATP). O potássio participa ativamente da respiração, fotossíntese e síntese de clorofila.

Segundo Prado (2011), o enxofre está intimamente ligado às estruturas orgânicas e às reações enzimáticas, participando ativamente do metabolismo do nitrogênio, transformando o N-aminoácido em N-protéico. O magnésio faz parte da clorofila e para a formação dos açúcares, auxiliando ainda na absorção de outros nutrientes. O mesmo autor destaca que o magnésio apresenta sua funcionalidade somente quando os demais nutrientes exigidos pela planta estão em níveis adequados em seu metabolismo fisiológico. Já o boro atua nos meristemas apicais e contribui para melhor desempenho na produção de matéria seca das forrageiras (Andrade et al. 2019).

Os sintomas de deficiência de nitrogênio são o amarelecimento seguida de clorose e necrose das folhas (Carvalho et al. 2018). Já a deficiência de fósforo pode causar sérios danos ao valor nutritivo das plantas e ainda causar problemas no seu estabelecimento e formação, comprometendo a capacidade de suporte do pasto (Zanine et al. 2005). As gramíneas com deficiência de potássio apresentam retardamento no desenvolvimento, resultando em colmos finos e raquíticos. Quando há deficiência de enxofre no solo, ocorre diminuição no crescimento, amarelecimento das folhas e diminuição do tamanho de colmos e caules (Costa et al. 2019b). Por sua vez, a deficiência de boro é observada através de sintomas como a inibição do desenvolvimento da parte aérea e das raízes, problemas na fase reprodutiva da planta como a formação do tubo polínico (Gonçalves et al. 2018).

Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a produção de massa seca da parte aérea e raízes e a concentração de nutrientes em condições de omissão de nutrientes na adubação, no desenvolvimento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, durante três ciclos de crescimento.

## 2. Metodologia

O experimento foi realizado em vasos na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Câmpus de Dracena – FCAT/UNESP, sob condições controladas em casa de vegetação. A forrageira cultivada foi a *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

O solo utilizado foi coletado na profundidade de 0 – 0,20 m, na região de Dracena/SP e classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (Santos, et al., 2018), com os seguintes atributos químicos: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,0; matéria orgânica: 13 g.dm<sup>3</sup>; fósforo: 9 mg.dm<sup>3</sup>; potássio: 2,7 mmol.dm<sup>3</sup>; cálcio: 21 mmol.dm<sup>3</sup>; magnésio: 3 mmol.dm<sup>3</sup>; enxofre: 19 mmol.dm<sup>3</sup>; hidrogênio + alumínio: 18 mmol.dm<sup>3</sup>; alumínio: 0 mmol.dm<sup>3</sup>; capacidade de troca catiônica: 44,7 mmol.dm<sup>3</sup>; saturação por base: 60 %; boro: 0,13 mg.dm<sup>3</sup>; cobre: 0,8 mg.dm<sup>3</sup>; ferro: 91 mg.dm<sup>3</sup>; manganês: 6,0 mg.dm<sup>3</sup> e zinco: 0,8 mg.dm<sup>3</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: 1- Adubação completa; 2- Omissão de adubação; 3- Omissão de nitrogênio; 4- Omissão de fósforo; 5- Omissão de potássio; 6- Omissão de magnésio; 7- Omissão de enxofre e 8- Omissão de boro.

Para cada parcela utilizou-se 4 dm<sup>3</sup> de terra, colocados em uma bandeja de plástico e com uma pipeta graduada foram aplicadas as soluções com os nutrientes correspondentes a cada tratamento e posteriormente homogeneizado. Não houve a necessidade de calagem do solo, pois a saturação por base estava dentro da recomendada para a *Urochloa brizantha* cv Marandu, conforme o sugerido por Oliveira et al. (2015).

As fontes e quantidades utilizadas na formulação de cada solução dos tratamentos, foram respectivamente: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>: 300 mg.dm<sup>3</sup>; Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O: 200 mg.dm<sup>3</sup>; KCl: 150 mg.dm<sup>3</sup>; MgCl<sub>2</sub>: 15 mg.dm<sup>3</sup>; S elementar: 52 mg.dm<sup>3</sup>; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>: 0,15 mg.dm<sup>-3</sup>. O nitrogênio e o potássio foram aplicados em duas parcelas, sendo a primeira na adubação de semeadura e a segunda 15 dias após a emergência, exceto nos tratamentos com omissão do respectivo nutrientes. Após o primeiro e segundo corte a aplicação de nitrogênio e potássio foi na mesma dose inicial e aplicada imediatamente após o corte e depois de 15 dias.

A semeadura da *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi realizada quatro dias depois da adubação do solo. Após duas semanas, foi realizado o desbaste, mantendo quatro plantas uniformes por vaso.

Foi determinado a produção de massa seca em três cortes, sendo o primeiro 63 dias após a semeaduras e os demais 42 dias após o corte. O corte foi realizado a 5 cm do colo da planta. Após o terceiro corte as raízes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira e após remoção de todo solo, lavadas em água deionizada. Após a amostragem o material

vegetal foi seco em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até peso constante. Em seguida, o material vegetal do primeiro e terceiro corte e as raízes foi triturado em moinho tipo Willey para determinar dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre (Malavolta et al. 1997).

Os resultados foram submetidos às premissas estatísticas de normalidade de resíduos através do teste de Shapiro Wilk e a homogeneidade das variâncias por meio do teste de Levene's. Os dados que apresentaram disparidade passaram por transformação e depois realizada à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade através do SAS® versão 9.0.

### **3. Resultados e Discussões**

A produção de massa seca do capim marandu está apresentada na Tabela 1. Observa-se que em todos os cortes a adubação completa apresentou as maiores produção, não diferindo da omissão de magnésio e boro no primeiro corte, da omissão de nitrogênio no segundo e da omissão de magnésio no terceiro. Esses resultados evidenciam que o fornecimento balanceado de nutrientes na adubação em vasos proporcionou um equilíbrio nutricional ao capim marandu e apresentou resposta positiva na produção de forragem. Os resultados semelhantes na produção de massa seca entre a adubação completa e omissão de magnésio podem estar relacionados com a saturação por base e o teor inicial de magnésio no solo foi o suficiente para atender a demanda da cultura. No segundo corte a produção entre a adubação completa e a omissão de nitrogênio foi semelhante e pode ser atribuída a presença de matéria orgânica, que mineralizou durante o primeiro ciclo de crescimento e atendeu a necessidade das plantas no segundo ciclo. Em relação ao terceiro corte, a produção de massa seca do tratamento completo foi semelhante a omissão de magnésio e de boro podendo ser atribuído, respectivamente, ao teor de original do elemento no solo adequado e pelo fornecimento do micronutriente via matéria orgânica.

**Tabela 1.** Massa seca da parte aérea de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no primeiro, segundo e terceiro corte submetida a adubação completa e omissão de nutrientes.

Tratamentos	Primeiro Corte	Segundo Corte	Terceiro Corte
	----- g vaso <sup>-1</sup> -----		
<b>Adubação completa</b>	17,43 ab	8,87 a	27,98a
<b>Omissão da adubação</b>	1,22 e	2,73 c	2,13d
<b>Omissão de nitrogênio</b>	2,55 de	8,47 a	3,16cd
<b>Omissão de fósforo</b>	12,89 c	6,86 b	20,66b
<b>Omissão de potássio</b>	13,77 bc	2,36 c	8,16c
<b>Omissão de magnésio</b>	19,45 a	1,03 cd	31,06a
<b>Omissão de enxofre</b>	5,93 d	0,90 cd	2,68cd
<b>Omissão de boro</b>	16,79 abc	0,84 d	31,40a
<b>DMS</b>	4,03	1,51	5,91
<b>CV (%)</b>	17	15,49	13,15

DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na omissão de todos os nutrientes na adubação a produção de massa seca sempre estava entre os tratamentos de menor resposta. O tratamento com omissão de nitrogênio foi apresentou menor quantidade de massa seca, não diferindo da omissão total da adubação no primeiro corte e não diferindo da omissão total da adubação ou somente de enxofre no terceiro corte. Cabral et al. (2016) alegaram que o desenvolvimento de massa foliar tende a ser proporcional a quantidade de adubo nitrogenado disponível para o desenvolvimento inicial. Assim como neste experimento, o desempenho da cultivar após a rebrota a partir do segundo corte foi superior, podendo estar relacionado a mineralização da matéria orgânica, aumento de perfilhos e aumento do volume radicular.

No segundo corte, apesar da menor quantidade de matéria seca observada, notou-se que os tratamentos com omissão de nitrogênio e adubação completa foram similares estatisticamente. Já os tratamentos com omissão de magnésio e boro foram os que apresentaram a menor acúmulo de massa seca da planta (Tabela 1). Conforme abordado anteriormente, Cabral et al. (2016) afirmaram que a adubação nitrogenada se relaciona com o desenvolvimento inicial da planta provocando uma maior biodisponibilidade de fósforo, que influencia no desenvolvimento radicular durante o estabelecimento, que posteriormente auxilia ativamente na produção de massa foliar. Porém, no segundo ciclo de crescimento a necessidade por fósforo aumenta e o solo não atende a demanda pelo nutriente, observou-se que no tratamento com nitrogênio na adubação a resposta sobre a produção de massa seca foi estatisticamente melhor, o que novamente corrobora com os resultados encontrados por Cabral et al. (2016).

De acordo com Monteiro et al. (1995) a *Urochloa brizantha* cv Marandu com omissões de macronutrientes, que a omissão de fósforo resultou em plantas raquíticas e com baixo perfilhamento e conseqüentemente menor valor de massa seca. Os autores destacam a redução no desenvolvimento das plantas devido à importância do fósforo no desenvolvimento do sistema radicular. Na omissão deste nutriente a planta reduz o enraizamento que além de afetar a absorção de nutrientes, limita a absorção de água.

O teor de nitrogênio na parte aérea foi determinada no primeiro e terceiro corte (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teores de nitrogênio no primeiro e terceiro corte da *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a adubação completa e omissão de nutrientes.

<b>Tratamentos</b>	<b>Primeiro Corte</b>	<b>Terceiro Corte</b>
	----- g kg <sup>-1</sup> -----	
<b>Adubação completa</b>	13,920 bc	29,19c
<b>Omissão da adubação</b>	10,340 c	9,94d
<b>Omissão de nitrogênio</b>	9,100 c	9,63d
<b>Omissão de fósforo</b>	15,740 ab	26,71c
<b>Omissão de potássio</b>	16,58 ab	34,25b
<b>Omissão de magnésio</b>	13,44 bc	29,26c
<b>Omissão de enxofre</b>	20,00 a	39,45a
<b>Omissão de boro</b>	13,64 bc	30,21c
<b>DMS</b>	5,34	3,71
<b>CV (%)</b>	18,49	5,04

DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

O tratamento com omissão de enxofre apresentou a maior concentração de nitrogênio nos dois cortes avaliados, não diferindo dos tratamentos com omissão de fósforo e potássio no primeiro corte (Tabela 2). Esses resultados podem ser atribuídos ao efeito de concentração descrito por Marschner (2011), em condições de grande produção de massa seca o nutriente dilui na biomassa produzida e o inverso ocorre na menor produção de massa seca, conforme pode ser observado na Tabela 1. Segundo apresentado por Malavolta et al. (1997) os teores considerados adequados de nitrogênio para *Urochloa brizantha* é de 13 a 20 mg kg<sup>-1</sup>, observa-se que exceto os tratamentos com omissão total da adubação ou omissão de somente nitrogênio, os demais tratamentos apresentam valores dentro da faixa adequada, que reitera o efeito de concentração nos resultados.

Na avaliação do teor de fósforo na forragem, no primeiro e no terceiro corte, foi possível identificar que todos os tratamentos, exceto os tratamentos com omissão total da adubação ou omissão de somente fósforo, apresentaram valores entre 0,8 a 3,0 mg kg<sup>-1</sup> considerados adequados para cultura (Malavolta et al. 1997). Esses resultados evidenciam que a adubação fosfatada realizada nos vasos foi adequada e atendeu a demanda nos três ciclos de crescimento (Tabela 3).

O tratamento que apresentou maior concentração de fósforo foi com omissão de potássio (Tabela 3). Esses resultados com relação inversa também fora constatada por Galindo et al. (2018). O baixo teor de fósforo nos tratamentos com omissão total de nutrientes e com omissão do fósforo, evidencia, mais uma vez, que o solo em estudo apresenta muito baixo teor de P originalmente, conforme já observado em outros trabalhos realizados com o mesmo solo (Heinrichs, et al. 2016).

**Tabela 3.** Teores de fósforo e potássio no primeiro e terceiro corte da *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a adubação completa e omissão de nutrientes.

Tratamentos	Fósforo		Potássio	
	Primeiro Corte	Terceiro Corte	Primeiro Corte	Terceiro Corte
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			
<b>Adubação completa</b>	1,0975 b	1,0600 c	29,1000 ab	21,3300 a
<b>Omissão da adubação</b>	0,1760 c	0,2000 d	14,1720 bc	5,8800 b
<b>Omissão de nitrogênio</b>	1,0300 b	1,0800 c	37,5240 a	20,3800 a
<b>Omissão de fósforo</b>	0,3340 c	0,2000 d	25,5960 abc	18,5100 a
<b>Omissão de potássio</b>	1,6020 a	1,1500 a	10,9080 c	5,1300 b
<b>Omissão de magnésio</b>	1,0820 b	0,8400 c	26,5320 ab	18,8300 a
<b>Omissão de enxofre</b>	1,0240 b	1,4400 a	35,4480 a	20,3000 a
<b>Omissão de boro</b>	1,0640 b	0,8000 c	28,6200 ab	18,5500 a
<b>DMS</b>	0,3409	0,3300	15,1890	3,0900
<b>CV (%)</b>	17,7300	13,7800	28,5200	6,7800

DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

O teor de potássio na parte aérea da forragem seguiu a mesma tendência verificada com a concentração de fósforo, com teores considerados adequados na presença do nutriente na adubação e deficiente nos tratamentos que o nutriente não foi aplicado (Tabela 3). A partir desse resultados observa-se que o solo não possui quantidades suficientes para atender a necessidade do Marandu e a necessidade do fornecimento contínuo do nutriente por meio da adubação.

Na Tabela 4 estão compilados os teores de enxofre na parte aérea do Marandu no primeiro e terceiro corte e observa-se que os valores estão dentro da faixa considerada adequados (0,8 a 2,5 mg kg<sup>-1</sup>) para forrageira, exceto nos tratamentos com omissão do nutriente na adubação, conforme os critérios estabelecidos por Malavolta et al. (1997). Esses resultados indicam que o enxofre fornecido na forma elementar atendeu as necessidades nutricionais do Marandu. Os resultados corroboram com o verificado por Santos et al. (2020) que destacou resultados positivos do enxofre elementar para adubação de Marandu.

**Tabela 4.** Teor de enxofre no primeiro e terceiro corte da *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a adubação completa e omissão de nutrientes.

<b>Tratamentos</b>	<b>Primeiro Corte</b>	<b>Terceiro Corte</b>
<b>Adubação completa</b>	2,000 ab	3,610 a
<b>Omissão da adubação</b>	0,270 c	0,460 b
<b>Omissão de nitrogênio</b>	2,140 ab	3,280 a
<b>Omissão de fósforo</b>	1,968 ab	2,330 ab
<b>Omissão de potássio</b>	2,980 a	3,240 a
<b>Omissão de magnésio</b>	0,968 bc	1,420 ab
<b>Omissão de enxofre</b>	0,426 c	0,570 b
<b>Omissão de boro</b>	1,388 bc	1,650 ab
<b>DMS</b>	1,387	2,19
<b>CV (%)</b>	40,740	37,430

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Mg – magnésio; S – enxofre; B – boro; DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em relação as raízes, após três ciclos de crescimento, do Marandu verificou-se que a maior produção de massa seca foi com a omissão de magnésio e boro, superando os valores do tratamento com adubação completa (Tabela 5). Esses resultados evidenciam que a ausência dos dois nutrientes na adubação não afetou o desenvolvimento das raízes, devido os teores no solo foram suficientes para o capim marandu. A maior produção de massa seca de raízes desses tratamentos em relação ao tratamento com adubação completa pode ser atribuído a característica da planta em compensar pequena redução de disponibilidade de nutrientes, com o aumento de raízes para explorar maior volume de solo para favorecer a absorção. A menor quantidade de raízes foi no tratamento com omissão total de adubação e com equidade estatística com os tratamentos com omissão de enxofre, nitrogênio e potássio (Tabela 5), comprovando a necessidade do fornecimento de nutrientes de forma balanceada para produção de raízes, capazes de absorver nutrientes e água para responder em produtividade (Pimentel et al., 2016 e Dall'Orsoletta et al., 2017).

Nos teores de fósforo, potássio e enxofre nas raízes observou-se resultados semelhantes aos verificados na parte aérea do Marandu (Tabela 5). Os tratamentos com ausência do nutriente na adubação apresentaram os menores teores. Por sua vez, entre os tratamentos que foram adubados com o nutriente avaliado não apresentaram diferença, evidenciando que as doses utilizadas estão de acordo para adubação em vasos do capim Marandu.

**Tabela 5.** Valores de massa seca, fósforo, potássio e enxofre em raízes da *Urochloa brizantha* cv. Marandu após três ciclos de crescimento, submetida a adubação completa e omissão de nutrientes.

Tratamentos	Massa seca	Fósforo	Potássio	Enxofre
	g vaso <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		
Adubação completa	55,42 b	1,06 c	21,33 a	3,61 a
Omissão da adubação	24,48 e	0,20 d	5,88 b	0,46 b
Omissão de nitrogênio	30,86 de	1,08 c	20,38 a	3,28 a
Omissão de fósforo	44,39 cd	0,20 d	18,51 a	2,33 ab
Omissão de potássio	36,65 de	1,15 a	5,13 b	3,24 a
Omissão de magnésio	72,78 a	0,84 c	18,83 a	1,42 ab
Omissão de enxofre	24,78 e	1,44 a	20,30 a	0,57 b
Omissão de boro	62,47 ab	0,80 c	18,55 a	1,65 ab
DMS	13,71	0,33	3,09	2,19
CV (%)	11,03	51,30	23,47	18,49

DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

#### 4. Conclusão

A produção de massa seca da parte aérea da *Urochloa brizantha* cv. Marandu variou entre os cortes, mas em todos, a adubação completa estava entre os maiores rendimentos;

O teor de nitrogênio foi, entre os elementos estudados, o mais afetado pelo efeito de concentração na forrageira;

Os teores de fósforo, potássio e enxofre na parte aérea do Marandu apresentaram valores considerados adequados quando os nutrientes integraram a composição dos tratamentos;

A omissão de nitrogênio, potássio e enxofre foram os nutrientes que mais afetaram a produção de raízes, enquanto os teores iniciais de magnésio e boro no solo foram suficientes para atender à demanda do Marandu.

## Referências

- Andrade, R. A., Porto, M. O., Cavali, J., Ferreira, E., Bergamin, A. C., Souza, F. R. D., & Aguiar, I. S. D. (2019). Azospirillum brasilense e fosfato natural reativo no estabelecimento de forrageira tropical. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(1), 141-150.
- Batista, K., & Monteiro, F. A. (2008). Nitrogênio e enxofre nas características morfogênicas do capim-marandu em substituição ao capim-braquiária em degradação em solo com baixo teor de matéria orgânica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(7), 1151-1160.
- Cabral, C. E. A., da Silva Cabral, L., Silva, E. M. B., dos Santos Carvalho, K., Kroth, B. E., & Cabral, C. H. A. (2016). Resposta da Brachiaria brizantha cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. *Comunicata Scientiae*, 7(1), 66-72.
- Carvalho, J. J., Saad, J. C. C., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L., da Silva, N. F., Di Campos, M. S., ... & dos Santos, L. N. S. (2018). Productivity of the common bean in conditions of irrigation with deficit. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 20(3), 24-34.
- Costa, N.L, Jank, L., Magalhães, J. A., Rodrigues, B. H. N., & de Seixas Santos, F. J. (2019a). Resposta de pastagens de Megathyrsus maximus cv. Zuri à frequência de desfolhação. *Research, Society and Development*, 8(8), 18.
- Costa, N.L, Rodrigues, A. N. A., Magalhães, J. A., Bendahan, A. B., Rodrigues, B. H. N., & de Seixas Santos, F. J. (2019b). Morphogenesis and chemical composition of Brachiaria humidicola cv. Llanero under rest periods. *Research, Society and Development*, 8(10), 228101356.
- Dall'Orsoletta, D. J., Gatiboni, L. C., Schmitt, D. E., & Brunetto, G. (2016). Contribuição direta do fósforo microbiano do solo na nutrição de plantas de trigo. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 59(4), 409-412.
- Farias, P. P., Ferreira, O. G. L., de Oliveira, A. P. T., Kröning, A. B., Costa, P. T., & da Rosa, P. P. (2019). Implantação de pastagens pelo método vegetativo. *Revista Científica Rural*, 21(2), 421-437.

Galindo, F. S., Buzetti, S., Teixeira Filho, M. C. M., Dupas, E., & Ludkiewicz, M. G. Z. (2018). Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. *Journal of Neotropical Agriculture*, 5(3), 1-9.

Gonçalves, R. D. M., Dias, R. D. C., Teixeira, P. C., Polidoro, J., & Zonta, E. (2018). Avaliação de diferentes fontes e doses de boro no cultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Embrapa Solos-Capítulo em livro científico (ALICE)*. Disponível em [<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1109031>] Acesso em outubro de 2019.

Guimarães, F. B., Soares Filho, C. V., Heinrichs, R., Crociolli, C. A., & Castro, A. (2010). Produtividade inicial do capim-xaraés submetido à adubação completa e omissão de nutrientes. *Vet Zootec*, 17(1 supl 1), 150.

Heinrichs, R.; Monreal, C. M. ; Santos, E. T. ; Soares Filho, C. V. ; Rebonatti, M. D. ; Teixeira, N. M. & Moreira, A. (2016). Phosphorus Sources and Rates Associated with Nitrogen Fertilization in Mombasa Grass Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 47, p. 657-669.

Júnior, M. R. R., Canaver, A. B., Rodrigues, A. B., Neto, F. J. D., & Spers, R. C. (2017). Desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidas a diferentes tipos de adubação (Química e Orgânica). *Revista Unimar Ciências*, 24(1-2).

Malavolta, E., G. C. Vitti, & Oliveira S. A. de. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

Marschner, H. (2011). Marschner's mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press. 672p.

Monteiro, F. A., Ramos, A. K. B., De Carvalho, D. D., de Abreu, J. B. R., Daiub, J. A. S., Da Silva, J. E. P., & Natale, W. (1995). Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. *Scientia Agricola*, 52(1), 135-141.

Oliveira, L. B. T. D., Santos, A. C. D., Lima, J. D. S., & Neves Neto, D. N. (2015). Variabilidade espacial das respostas produtivas e morfológicas do capim-Marandu em função dos atributos químicos e topográficos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(4), 772-783.

Pimentel, R. M., Bayão, G. F. V., Lelis, D. L., da Silva Cardoso, A. J., Saldarriaga, F. V., Melo, C. C. V., ... & Santos, M. E. R. (2016). Ecofisiologia de plantas forrageiras. *PUBVET*, 10, 636-720.

Prado, R. M., Hojo, R. H., Avalhães, C. C., Vale, D. W., & Pimentel, U. V. (2011). Performance of Tanzania guinea grass grown in nutrient solution with the suppression of macronutrients. *Scientia Agraria Paranaensis*, 10(1), 58-68.

Santini, J. M. K., Buzetti, S., Galino, F. S., Dupas, E., & Coaguila, D. N. (2015). Técnicas de manejo para recuperação de pastagens degradadas de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk). *Boletim de Indústria Animal*, 72(4), 331-340.

Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumbreras, J. F., Coelho, M. R. & Cunha, T. J. F. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA Solos-Livro Técnico (INFOTECA-E).

Santos, L. F. M.; Lapaz, A. M.; Ribeiro, F. V.; Ribeiro, I. R.; Meirelles, G. C.; Lira, M. V. S.; Soares Filho, C. V.; Bonini, C. S. B.; Reis, A. R.; Moreira, A.; Heinrichs, R. (2020). Effect of Sulfur Sources on *Megathyrsus Maximus* “Mombaça” Grass Cultivated in a Typic Ultisol. *Communications in Soil Science And Plant Analysis*, v. 51, p. 1-14.

Terra, A. B. C., Florentino, L. A., de Rezende, A. V., & Nhayandra, C. D. (2019). Leguminosas forrageiras na produção animal no Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(2), 305-313.

Zanine, A. D. M., Santos, E. M., & Ferreira, D. D. J. (2005). Possíveis causas da degradação de pastagens. *Revista Electronica de Veterinária*, 6(11), 1-23.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Rita Therezinha Rolim Pietramale – 20%

Josimari Regina Paschoaloto – 15%

Jean Kaique Valentim – 5%

Orlando Filipe Costa Marques – 5%

Brenda Kelly Viana Leite – 5%

Gabrieli Ferreira Simões Guelfi Petromali – 5%

Vivian Aparecida Rios de Castilho – 5%

Deivid Kelly Barbosa – 5%

Clandio Favarini Ruviano – 10%

Sebastião Soares de Oliveira Neto – 10%

Reges Heinrichs – 15%