

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (10)

October 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/161020231791>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1791>



Nitrogênio e o potássio na adubação de manutenção de cultivares de *Megathyrsus maximus*

Nitrogen and potassium in maintenance fertilization of *Megathyrsus maximus* cultivars

Luiz Jardel Müller Motta

Universidade Federal de Viçosa

Lucas Gimenes Mota

Universidade Federal de Mato Grosso

Lucas Delguingaro Gomes

Universidade Federal de Rondonópolis

Gustavo Barbosa Alves Silva

Universidade Federal de Rondonópolis

Anna Beatriz Oliveira Moura

Universidade Federal de Rondonópolis

Shirlei Pereira Camargo

Universidade Federal de Rondonópolis

Carla Heloisa Avelino Cabral

Universidade Federal de Rondonópolis

Corresponding author

Carlos Eduardo Avelino Cabral

Universidade Federal de Rondonópolis

carlos.cabral@ufr.edu.br

Resumo: O potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais demandados na manutenção da pastagem e, por isso, objetivou-se identificar uma combinação de nitrogênio e potássio que maximize o desenvolvimento de cultivares de *Megathyrsus maximus* (sin. *Panicum maximum*). Foram realizados quatro experimentos em casa de vegetação na Universidade Federal de Rondonópolis. Os experimentos foram realizados com os cultivares Mombaça (Experimento 1 e 2) e Zuri (Experimento 3 e 4). Para cada capim testado, realizou-se dois experimentos simultaneamente e cada experimento consistiu em duas doses de nitrogênio: 140 e 280 mg dm⁻³ associadas a doses de potássio. Em todos os experimentos, os tratamentos consistiram em cinco doses de potássio (0, 70, 140, 210 e 280 mg dm⁻³). As parcelas experimentais foram vasos de 5 dm³ e as avaliações foram realizadas quando os capins atingiram altura de 60 cm. O potássio não influenciou o número de folhas por perfilho e filocrono dos capins Mombaça e Zuri e a densidade populacional de perfilhos do capim-mombaça. Para o capim-zuri, independente da dose de nitrogênio, houve aumento da densidade populacional de perfilhos até a dose de potássio de 70 mg dm⁻³. Na dose de nitrogênio de 140 mg dm⁻³ evidenciou-se que houve incremento na massa de forragem do capim-mombaça e zuri até as doses de potássio de 70 mg dm⁻³, respectivamente. Quanto a dose de nitrogênio de 280 mg dm⁻³, a maior massa de forragem do capim-mombaça e zuri foi observada na dose de potássio de 140 e 210 mg dm⁻³, respectivamente. A massa seca de cada lâmina foliar, independente do capim e da dose de nitrogênio aumentou até a dose de 70 mg dm⁻³. Para a adubação de cultivares de *Megathyrsus maximus*, a combinação de nitrogênio:potássio é aproximadamente de 1,3 a 2:1.

Palavras-chaves: Adubação de manutenção, adubação potássica, *Megathyrsus maximus*

Abstract. Potassium and nitrogen are the most demanded nutrients in pasture maintenance and, therefore, the objective was to identify a combination of nitrogen and potassium that maximizes the development of *Megathyrsus maximus* (syn. *Panicum maximum*) cultivars. Four experiments were carried out in a greenhouse at the Federal University of Rondonópolis. The experiments were carried out with the cultivars Mombaça (Experiment 1 and 2) and Zuri (Experiment 3 and 4). For each tested grass, two experiments were carried out simultaneously and each experiment consisted of two nitrogen doses: 140 and 280 mg dm⁻³ associated with potassium doses. In all experiments, treatments consisted of five doses of potassium (0, 70, 140, 210 and 280 mg dm⁻³). Experimental plots were pots of 5 dm³ and the evaluations were performed when the grasses reached a height of 60 cm. Potassium did not influence the number of leaves per tiller and phyllochron of Mombaça and Zuri grasses and tiller population density of Mombasa grass. For zuri grass, regardless of nitrogen dose, there was an increase in tiller population density up to a potassium dose of 70 mg dm⁻³. At the nitrogen dose of 140 mg dm⁻³, there was an increase in the forage mass of mombaça and zuri grass up to potassium doses of 70 mg dm⁻³, respectively. As for the nitrogen dose of 280 mg dm⁻³, the highest forage mass of mombaça and zuri grass was observed at the potassium dose of 140 and 210 mg dm⁻³, respectively. The dry mass of each leaf blade, regardless of grass and nitrogen dose, increased up to a dose of 70 mg dm⁻³. For the fertilization of *Megathyrsus maximus* cultivars, the nitrogen:potassium combination is approximately 1.3 to 2:1.

Keywords: Maintenance fertilization, potassium fertilization, *Megathyrsus maximus*

Introdução

A adubação de pastagens é uma estratégia para aumento de produção do pasto (Bernardi et al., 2018), o que proporciona incremento na capacidade de suporte da pastagem e, assim, é capaz de aumentar o ganho por área. Assim, é possível aumentar a produção do sistema sem a demanda de abertura de novas áreas. Importante lembrar que a adubação deve ser utilizada de modo criterioso e racional, visto que aumenta o custo de produção e, se adotada de modo indiscriminado, pode prejudicar a lucratividade do sistema produtivo. Dessa forma, torna-se imprescindível realizar a análise de solo, interpretá-la e reconhecer qual o grau de prioridade dos nutrientes que devem ser aplicados.

De modo geral, o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais extraídos do solo por capins utilizados em pastejo (Costa et al., 2013), o que demanda periódica reposição na adubação de manutenção do pasto. Logo, a sustentabilidade econômica e produtividade da pastagem são dependentes da disponibilidade adequada desses dois nutrientes no solo (Faria et al., 2015). A adubação nitrogenada costuma ser priorizada pelo fato do nitrogênio ser o nutriente que proporciona alteração no acúmulo de forragem (Escarela et al., 2015), na taxas de acúmulo de forragem (Camargo et al., 2022), na densidade de perfilhos (Marques et al., 2016) e nas características morfogênicas e estruturais do pasto (Vasconcelos et al., 2020). Estas alterações resultam em aumento na capacidade de suporte das pastagens (Lupatini et al., 2013), além de reduzir o período de descanso em sistemas em lotação intermitente (Freiria et al., 2014).

Entretanto, como a adubação nitrogenada aumenta a extração dos demais nutrientes (Primavesi et al., 2004; Galindo et al., 2018), logo, o potássio pode ser tornar o nutriente limitante para a produção do sistema de pastejo. O potássio é um importante nutriente que influencia na abertura e fechamento de estômatos, o que implica no fluxo de água na planta (Rawat et al., 2022). Ademais, o potássio é ativador de diversas enzimas vegetais (Vanzolini & Nakagawa, 2003) e, por vezes, é

mencionado como nutriente que aumenta a tolerância de plantas ao estresse hídrico (Catuchi et al., 2012). Diante disso, diversos estudos têm-se verificado que existe uma relação entre a demanda de nitrogênio e potássio por plantas forrageiras. (Andrade et al., 2000; Alvim et al., 2003; Rodrigues et al., 2008).

Por isso, a adubação potássica pode ser ajustada com base na quantidade de nitrogênio aplicado, principalmente, para evitar a perda de nutrientes, o que resulta em aumento de custo sem proporcionar o incremento produtivo. Quando se trata de cultivares de *Megathyrsus maximus* (sin. *Panicum maximum*), o planejamento da adubação deve ser mais criterioso, visto que são capins produtivos e, por isso, de maior demanda nutricional. Portanto, objetivou-se identificar se a ausência de potássio prejudica a rebrota de cultivares de *Megathyrsus maximus* e se existe uma relação entre o nitrogênio e o potássio a ser aplicada na adubação de manutenção.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação da Universidade Federal de Rondonópolis. Foram realizados quatro experimentos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições. Utilizou-se *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça (Experimento 1 e 2) e *Panicum maximum* Jacq. cv. Zuri (Experimento 3 e 4). Para cada capim testado, realizou-se dois experimentos simultaneamente, de modo que cada experimento consistiu em duas doses de nitrogênio: 140 e 280 mg dm⁻³ associada a doses de potássio. Em todos os experimentos, os tratamentos consistiram em cinco doses de potássio (0, 70, 140, 210 e 280 mg dm⁻³).

Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com capacidade de 5,0 dm³, contendo cinco plantas. O solo utilizado foi a camada de 0-20 cm de Latossolo Vermelho (Tabela 1) peneirado e transferido para os vasos. Não foi necessário realizar calagem em virtude da saturação por bases observada no solo (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica da camada de 0-20 cm do solo experimental

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	V	m	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³					%		g kg ⁻¹		
6,0	3,4	119	2,0	1,4	0,0	1,7	6,3	73,0	0,0	575	50	375

CTC: capacidade de troca catiônica, V: saturação por bases; m: saturação por alumínio

Após o enchimento dos vasos e antes da semeadura, realizou-se a adubação de implantação com fósforo (P₂O₅), com a dose de 300 mg dm⁻³, utilizando superfosfato simples. Em seguida, semeou-se 30 sementes por vaso e dez dias após a semeadura realizou-se o desbaste, mantendo-se cinco plantas por vaso. Ao décimo quinto dia após o desbaste foi realizada adubação nitrogenada com a dose de 100 mg dm⁻³, utilizando ureia, com a finalidade de extrair do solo o potássio.

O corte de uniformização foi realizado quando a forrageira atingiu a altura de 60 cm, respeitando-se a altura de resíduo de 30 cm, proposta por Euclides et al. (2014). Neste momento, iniciou-se a aplicação dos tratamentos, utilizando cloreto de potássio e ureia. A altura de plantas era realizada semanalmente e todas as avaliações foram realizadas quando o capim atingiu a altura de corte de 60 cm, cortando-se massa vegetal acima de 30 cm de altura.

Em cada avaliação contou-se o número de perfilhos e, em seguida, realizou-se a colheita da forragem. Após a colheita da forragem, as folhas foram contadas e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 ± 5°C por 72 horas e, em seguida foram pesadas. Após cada colheita de forragem, as doses de nitrogênio e potássio adotadas nos tratamentos eram reaplicadas. Foram realizadas quatro avaliações, sendo que na última também foi quantificada a massa de resíduo, e raízes, por meio de lavagem em peneira de malha 4 mm e foram submetidos ao mesmo processo de secagem descrito.

Para estimar a massa seca de cada lâmina foliar realizou-se a razão entre massa seca da parte aérea (que continha somente folhas) e o número de folhas. O perfilhamento foi obtido pela diferença entre o número de perfilhos final e inicial. Estimou-se o número de folhas por perfilho por meio da razão entre o número de folhas e o número de perfilhos e quando se dividiu esta variável pelo intervalo entre cortes (dias) obteve-se a taxa de aparecimento de folhas. O inverso da taxa de aparecimento de folhas é o filocrono, que corresponde ao intervalo de dias entre a emissão de folhas.

A manutenção da umidade do solo ao longo de todo o experimento foi realizada pelo método gravimétrico. Para o teste de máxima capacidade de retenção de água do solo colocou-se cinco vasos com furos na base dentro de uma caixa com água até 2/3 da altura do vaso e foram mantidos até a saturação hídrica por capilaridade. Após a saturação, os vasos foram retirados para drenagem do excesso

de água. Ao final da drenagem os vasos foram pesados, o que correspondeu a máxima capacidade de retenção de água no solo (Cabral et al., 2017). A umidade foi mantida em 80% da máxima capacidade de retenção de água no solo até quinze dias após a semeadura. Em seguida, aumentou-se a umidade para 100% da máxima capacidade de retenção de água no solo.

Os resultados foram submetidos ao teste F para identificação de regressão linear (L), quadrática (Q) e response plateau linear (RLP), admitindo-se 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

O potássio influenciou a massa de forragem, a densidade de perfilhos e a massa de resíduo dos capins Mombaça e Zuri (Tabela 2). A ausência de adubação potássica promoveu redução na massa de forragem de 30 a 50%, o que demonstra a importância deste nutriente para cultivares de *Panicum maximum*. Esta redução ocorreu porque o potássio é um nutriente envolvido em diversos processos fisiológicos, como fotossíntese, ativação de diversas enzimas, translocação e regulação da abertura e fechamento dos estômatos (Rawat et al., 2022).

Embora tenha-se observado efeito da ausência de potássio sobre a massa de forragem, não se identificou o mesmo efeito deste nutriente sobre a densidade de perfilhos, visto que a adubação potássica não promoveu efeito sobre o capim-mombaça e para o capim-zuri houve redução média de 30%. Isso demonstra que para o capim-zuri a não adoção da adubação potássica pode resultar em maior problemática com a presença de plantas invasoras e erosão, visto que o perfilhamento está associado a cobertura do solo (Sales et al., 2020) e a perenidade da pastagem (Santos et al., 2013).

Quando se utilizou uma dose maior de nitrogênio (280 mg dm⁻³), os capins Mombaça e Zuri responderam a adubação potássica até doses maiores que as observadas diante da menor adubação nitrogenada (Figura 1), o que demonstra que existe associação entre o nitrogênio e o potássio. Na dose de nitrogênio de 140 mg dm⁻³ evidenciou-se que houve incremento na massa de forragem do capim-mombaça e zuri até a doses de potássio de 70 mg dm⁻³ (Figura 1), enquanto para a dose de nitrogênio de 280 mg dm⁻³, as maiores de forragem dos capins Mombaça e Zuri foram identificadas nas doses de potássio de 140 e 210 mg dm⁻³ (Figura 1), respectivamente.

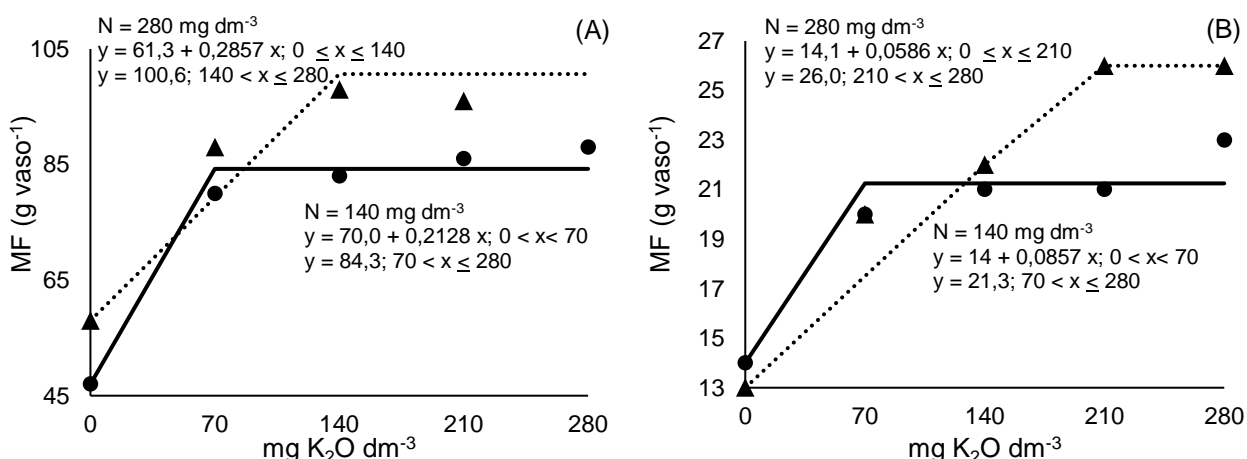
Tabela 2. Massa seca da parte aérea, densidade de perfilho e massa de resíduo de cultivares de *Megathyrus maximus* submetidos a diferentes combinações de nitrogênio e potássio.

N (mg dm ⁻³)	K ₂ O (mg dm ⁻³)					P-valor		
	0	70	140	210	280	L	Q	RLP
<i>Megathyrus maximus</i> cv. Mombaça								
Massa de forragem (g MS vaso ⁻¹)								
140	47	80	83	86	88	<0,001	<0,001	<0,001
280	58	88	98	96	108	<0,001	<0,001	<0,001
Densidade de perfilho (nº vaso ⁻¹)								
140	46	48	54	52	54	0,174	0,791	0,1541
280	46	52	50	54	53	0,218	0,051	0,2351
Massa de resíduo (g MS vaso ⁻¹)								
140	56	86	92	96	103	<0,0001	0,0170	<0,001
280	54	86	100	105	105	<0,0001	0,0030	<0,001
<i>Megathyrus maximus</i> cv. Zuri								
Massa de forragem (g MS vaso ⁻¹)								
140	14	20	21	21	23	<0,001	0,021	0,0367
280	13	20	22	26	26	<0,001	0,001	0,0014
Densidade de perfilho (nº vaso ⁻¹)								
140	33	41	41	46	39	<0,001	<0,001	0,0435
280	32	48	41	45	41	0,014	0,001	0,3885
Massa de resíduo (g vaso ⁻¹)								
140	108	128	133	155	137	<0,001	<0,001	0,0496
280	77	116	105	132	122	<0,001	<0,001	0,0232

L: linear; Q: quadrático; RLP: *response linear plateau*

O potássio influenciou a massa de resíduo dos capins Mombaça e Zuri, contudo, independente da dose de nitrogênio, o platô produtivo foi identificado na dose de potássio de 70 mg dm⁻³. Este resultado indica que a relação entre o nitrogênio:potássio tem menor efeito sobre a massa de resíduo e que menores doses de potássio, embora não maximizem a massa de forragem, são

capazes de manter uma massa residual adequada, que é importante para cobertura do solo, bem como para manutenção de reservas orgânicas, visto que a base do colmo é uma estrutura capaz de acumular carboidratos totais não estruturais (Soares Filho et al., 2013), que são relevantes no estresse pós-desfolha e demais condições de estresse fotossintético que a planta forrageira for submetida.

**Figura 1.** Massa de forragem (MF) dos capins Mombaça (A) e Zuri (B) submetidos a doses de nitrogênio e potássio.

A massa de cada folha foi alterada pela adubação potássica, contudo, o número de folhas por perfilho e o filocrono dos capins Mombaça e Zuri, nas duas doses de nitrogênio, não foram descritos por nenhum modelo em resposta a adubação potássica (Tabela 3). Assim, evidencia-se que o aumento na massa de forragem do capim-mombaça ocorreu pelo aumento na massa de cada folha, enquanto para o

capim-zuri este aumento foi resultante do aumento na densidade de perfilhos e na massa de cada folha. Além disso, ausência de efeito sobre o filocrono demonstra que, embora o potássio promova aumento na massa de forragem, este nutriente não influencia a taxa de rebrota dos capins testados, pois o filocrono representa o intervalo de dias para emissão de novas folhas.

Tabela 3. Folhas por perfilho, massa de cada lâmina foliar e filocrono do capim-mombaça submetidos a diferentes combinações de nitrogênio e potássio

N (mg dm ⁻³)	K ₂ O (mg dm ⁻³)					P-valor		
	0	70	140	210	280	L	Q	RLP
<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaça								
Folhas por perfilho (nº vaso ⁻¹)								
140	1,9	2,0	1,8	1,9	1,7	0,186	0,303	0,3128
280	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0	0,874	0,491	0,5976
Massa de cada folha (g perfilho ⁻¹)								
140	0,13	0,20	0,23	0,22	0,24	<0,0001	<0,001	<0,001
280	0,17	0,22	0,22	0,21	0,24	<0,0001	0,0430	0,0300
Filocrono (dias folha ⁻¹)								
140	12,64	12,06	12,48	14,11	11,84	0,795	0,303	0,2048
280	13,09	12,27	11,56	12,35	11,55	0,125	0,496	0,4042
<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Zuri								
Folhas por perfilho (nº vaso ⁻¹)								
140	1,97	2,09	2,01	1,81	2,13	0,938	0,350	0,4673
280	2,06	2,10	2,27	2,10	2,21	0,240	0,458	0,0248
Massa de cada folha (g perfilho ⁻¹)								
140	0,201	0,237	0,262	0,245	0,280	<0,001	0,298	0,0236
280	0,172	0,224	0,240	0,280	0,280	<0,001	0,057	0,0001
Filocrono (dias folha ⁻¹)								
140	10,2	9,4	9,7	10,9	9,22	0,629	0,527	0,0845
280	9,5	9,3	8,5	9,2	8,8	0,243	0,420	0,0545

L: linear; Q: quadrático; RLP: *response linear plateau*

Diferente do potássio, a adubação nitrogenada reduz o filocrono (Vasconcelos et al., 2020), o que acelera o potencial de rebrota do capim. Dessa forma, em sistemas intensivos em que se aumenta a quantidade de nitrogênio alocado no pasto, deve-se associar a adubação potássica para expressar o maior potencial produtivo da gramínea.

Diante dos resultados, a relação nitrogênio:potássio que maximiza a massa de forragem é de 1,3:1 a 2:1. Respostas semelhantes foram observadas no trabalho Andrade et al. (2000) que identificou que a relação apropriada de nitrogênio: potássio que otimiza a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é de aproximadamente 2:1, semelhante a combinação observada neste trabalho. Para *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, Morais et al. (2016) verificaram que a massa de forragem foi maximizada em relação nitrogênio:potássio de 1:1 a 1,6:1. Estes resultados apontam para uma relação de 1:1 a 2:1, o que pode variar conforme a gramínea e as condições de solo que favoreçam as perdas de nitrogênio e potássio.

Para o potássio e nitrogênio, a perda por lixiviação está associada a menor capacidade de troca catiônica (Sangoi et al., 2003; Wu et al., 2013). Para o potássio, percebe-se também que o teor inicial no solo também influencia a lixiviação deste nutriente (Werle et al., 2008). Dessa forma, sugere-se que condições que não favoreçam a perda de nitrogênio, utilize-se uma relação nitrogênio:potássio próxima de 1:1, que é, aproximadamente, a proporção em que estes nutrientes são extraídos pelos capins utilizados em pastejo (Primavesi et al., 2004; Primavesi et al., 2006; Galindo et al., 2013).

Dessa forma, para otimizar a adubação nitrogenada em cultivares de *Megathyrsus maximus*,

deve-se suprir potássio, visto são gramíneas de exigência em fertilidade elevada. A relação nitrogênio:potássio que proporcionou aumento na massa de forragem foi de 1,3:1 a 2:1. Isto implica que, em ausência de potássio na adubação ou em doses desequilibradas destes nutrientes, o capim não apresenta o potencial de produtividade.

Conclusão

A ausência de potássio prejudica o desenvolvimento de cultivares de *Megathyrsus maximus*. O nitrogênio e potássio são nutrientes importantes na rebrota destes capins, de modo que a relação nitrogênio:potássio que proporciona maior desenvolvimento de cultivares de *Megathyrsus maximus* é de 1,3:1 a 2:1.

Referências

- ALVIM, M.J., BOTREL, M.A., REZENDE, H., XAVIER, D.F. Avaliação sob pastejo do potencial forrageiro de gramíneas do gênero *Cynodon*, sob dois níveis de nitrogênio e potássio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, p.47-54, 2003.
- ANDRADE, A. C., FONSECA, D. M., GOMIDE, J. A., ALVAREZ, V. H., MARTINS, C. E., SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. *Napier* sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, p.1589-1595, 2000.
- BERNARDI, A., SILVA, A.W.L., BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.70, p 545-553, 2018.
- CABRAL, C.E.A., PESQUEIRA-SILVA, L.R., BARROS, L.V., BEHLING NETO, A., ABREU, J.G., CABRAL, C.H. A., SILVA, F.G., GALATI, R.L., FIORI, A.M., SILVA JUNIOR, C.A.C. Defoliation height and potassium fertilization of

- Mulato II grass. Semina: Ciências Agrárias, v.38, p 2719-2726, 2017.
- CAMARGO, F.C., DIFANTE, G.S., MONTAGNER, D. B., EUCLIDES, V.P.B., TAIRA, C.A.Q., GURGEL, A. L.C., SOUZA, D.L. Morphogenetic and structural traits of Ipyporã grass subjected to nitrogen fertilization rates under intermittent grazing. Ciência Rural, v.52, e20201074, 2022.
- CATUCHI, T.A., GUIDORIZZI, F.V.C., GUIDORIZI, K.A., BARBOSA, A.M., SOUZA, G.M. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, p.519-527, 2012.
- COSTA, N.L., MORAES, A., CARVALHO, P.C.F., MONTEIRO, A.L.G., MOTTA, A.C.V., OLIVEIRA, R.A. Composição e extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* sob adubação e idades de rebrota. Archivos de Zootecnia, v.62, p.227-238, 2013.
- ESCARELA, C.M., PIETROSKI, M., PRADO, R.M., CAMPOS, C.N.S., CAIONE, G. Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of mombasa forage (*Megathyrsus maximus* cv. Mombasa). Acta Agronómica, v.66, p.42-48, 2017.
- EUCLIDES, V. P. B., MONTAGNER, D. B., BARBOSA, R. A., NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) e *Panicum maximum* Jacq. Revista Ceres, v.61, p.808-818, 2014.
- FARIA, A. J. G., FREITAS, G. A., GEORGETTI, A. C. P., FERREIRA JÚNIOR, J. M., SILVA, M. C. A., SILVA, R.R. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. Journal of Bioenergy and Food Science, v.2, p.98-106, 2015.
- FREIRIA, L.B., POSSAMAI, A.J., BARBOZA, A.C., ZERVOUDAKIS, J.T. Impacto da adubação nitrogenada nas características morfofisiológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* e *Cynodon* em pastejo e corte. PUBVET, v.8, p.1-31, 2014.
- GALINDO, F. S., BUZZETTI, S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., DUPAS, E., LUDKIEWICZ, M. G. Z. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. Revista de Agricultura Neotropical, v.5, p.1-9, 2018.
- GARCEZ NETO, A.F.G., JUNIOR, D. N., REGAZZI, A.J., FONSECA, D.M., MOSQUIM, P.R., GOBBI, K.F. Respostas Morfogenéticas e Estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada e Alturas de Corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, p.1890-1900, 2002.
- LUPATINI, G.C., RESTLE, J., VAZ, R.Z., VALENTE, A.V., ROSO, C., VAZ, F.N. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. Ciência Animal Brasileira, v.14, p.164-171, 2013.
- MARQUES, M.F., ROMUALDO, L.M., MARTINEZ, J.F., LIMA, C.G., LUNARDI, L.J., LUZ, P.H.C., HERLING, V.R. Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis estruturais e bromatológicas do capim-massai. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia, v.68, p.776-784, 2016.
- MORAIS, L.P.V.X.C.; BONFIM-SILVA, E.M.; PACHECO, A.B.; ABREU, J.G.; SILVA, T.J.A.; POLIZEL, A.C. Nitrogen and potassium in the cultivation of Piatã grass in Brazilian Cerrado soil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.20, p.984-989, 2016.
- PRIMAVESI, A. C., PRIMAVESI, O., CORRÊA, L. A., CANTARELLA, H., SILVA, A. G.; FREITAS, A.R., VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-coatcross: efeito na extração de nutriente e recuperação aparente do nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, p.68-78, 2004.
- PRIMAVESI, A. c.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. Ciência e Agrotecnologia, v.30, p.562-568, 2006.
- RAWAT, J.; PANDEY, N.; SAXENA, J. Role of Potassium in Plant Photosynthesis, Transport, Growth and Yield. In: IQBAL, N.; UMAR, S. Role of potassium in abiotic stress. Singapore: Springer, 2022. p.1-14.
- RODRIGUES, R.C., MOURÃO, G.B., BRENNECKE, K., LUZ, P.H.C., HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, p.394-400, 2008.
- SALES, K.C.; CABRAL, C.E.A.; ABREU, J.G.; BARROS, L.V.; SILVA, F.G.; CABRAL, C.H.A.; SANTOS, A.R.M.; SILVA JUNIOR, C.A.; CAMPOS FILHO, J.B. What is the maximum nitrogen in marandu palisadegrass fertilization? Grassland Science, v.66, p.153-160, 2020.
- SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da ureia e manejo de restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. Ciência Rural, v.1, p.65-70, 2003.
- SANTOS, M.E.R., FONSECA, D.M., GOMES, V.M. Relações entre morfogenese e dinâmica do perfilhamento em pastos de capim-braquiária. Bioessence Journal, v. 30, p.201-209, 2013.
- SOARES FILHO, C.V.; CECATO, U.; RIBEIRO. O.L.; ROMA, C.F.C.; JOBIM, C.C.; BELONI, T.; PERRI, S.H.V. Root system and root and stem base organic reserves of pasture Tanzania grass fertilizer with nitrogen under grazing. Semina: Ciências Agrárias, v.34, p.2415-2426, 2013.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. Revista Brasileira de Sementes, v.25, p.7-12, 2003.
- VASCONCELOS, E.C.G., CÂNDIDO, M.J.D., POMPEU, R.C.F.F., CAVALCANTE, A.C.R., LOPES, M.N. Morphogenesis and biomass production of 'BRS Tamani' guinea grass under increasing nitrogen doses. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.55, e01235, 2020.
- WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p. 2297-2305, 2008.

WU, L.F.; SHINZATO, M.C.; ANDRADE, S.; FRANCHI, J. G.; ANDRADE, V.S. Efeito da adição de zeólita e vermiculita na lixiviação de potássio do solo. Revista do Instituto Geológico, v.34, p.57-67, 2013.