

Adubação nitrogenada e fosfatada em cultivares de *Megathyrsus maximus* nos cerrados de Roraima

Newton de Lucena Costa

Liana Jank

Amaury Burlamaqui Bendahan

João Avelar Magalhães

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Francisco José de Seixas Santos

DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.10-206>

Keywords: matéria seca verde, eficiência agronômica, nitrogênio, fósforo

ABSTRACT

Os efeitos da fertilização nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹) e fosfatada (0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) sobre a produtividade e composição química da forragem de três cultivares de *Megathyrsus maximus* (BRS Quênia, BRS Tamani e BRS Zuri) foram avaliados em condições naturais de campo nos cerrados de Roraima. A produtividade de forragem e a composição química das três cultivares foram positiva e quadraticamente afetadas pela adubação nitrogenada e fosfatada. Os maiores rendimentos de MSV foram estimados com a aplicação de 124,4; 145,7 e 131,8 kg de N ha⁻¹ e 84,4; 95,6 e 90,6 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente para as

cultivares BRS Zuri, BRS Quênia e BRS Tamani. A cultivar BRS Zuri foi a mais produtiva e a que demandou menores requerimentos nutricionais, evidenciando sua elevada capacidade de resposta à melhoria do ambiente de produção. Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Zuri e BRS Quênia foram as mais responsivas à adubação nitrogenada, enquanto que a cultivar BRS Zuri foi a mais produtiva sob adubação fosfatada. Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Quênia e BRS Tamani apresentaram maiores teores de nitrogênio, enquanto que a BRS Zuri, para os teores de fósforo, mostrou-se a mais responsiva. A eficiência agronômica do nitrogênio e do fósforo foram inversamente proporcionais às doses aplicadas. A adubação nitrogenada e fosfatada reduzem a estacionalidade da produção de forragem durante o período seco para as três cultivares.

REFERENCES

Abreu, M., Paula, P., Tavares, V., Cidrini, I., Nunes, H., Emiliano, W., Souza, W., Coelho, R., Neiva Júnior, A., & Tomaz, C. E. (2020). Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrsus maximus* BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada. *Boletim de Indústria Animal*, 77, 1-17. <https://www.doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>

Andrade, A. C., Rodrigues, B. H. N., Magalhães, J. A., Cecon, P. R., & Mendes, F. M. A. (2010). Adubação Nitrogenada e Irrigação dos Capins Tangola (*Brachiaria* spp.) e Digitaria (*Digitaria* sp.): Massa de forragem e recuperação de nitrogênio. *Revista Científica De Produção Animal*, 11, 1-14. <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rcpa/article/view/42736>

Barbosa, L. & Isepon, O. J. (2007). Resposta do capim-tanzânia-1 (*Panicum maximum*) Jacq. cv. Tanzânia às adubações nitrogenada e fosfatada. *Cultura Agronômica*, 16, 17-28. <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2081>

Braga, G. J., Ramos, A. K. B., Fonseca, C. E. L., Fernandes, F. D., Malaquias, J. V., Santos, M. F. & Jank, L. (2019). Produção de forragem e valor nutritivo de híbridos de *Panicum maximum* Jacq. em resposta à adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados. 18p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 353). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212430/1/BolPd-353-Gustavo-Braga-biblioteca.pdf>

Carneiro, R. F. V., Martins, M. A., Araújo, A. S. F. & Nunes, L. A. P. L. (2011). Inoculação micorrízica arbuscular e adubação fosfatada no cultivo de forrageiras consorciadas. *Archivos*

de Zootecnia, 60, 1191-1202. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400034>

Costa, N. L., Moraes, A., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Oliveira, R. A. & Rodrigues, A. N. A. (2013). Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 541-548. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000800002>

Costa, N. L., Townsend, C. R., Magalhães, J. A., Paulino, V.T. & Pereira, R.G.A. (2016). Formação e manejo de pastagens na Amazônia do Brasil. *Revista Electrónica de Veterinária*, 7, 1-18. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>

Costa, N. L., Magalhães, J. A., Pereira, R. G. A., Townsend, C. R. & Oliveira, J. R. C. (2017). Considerações sobre o manejo de pastagens na Amazônia Ocidental. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*, 40, 37-56. <https://xdocs.com.br/doc/manejo-de-pastagens-na-amazonia-ocidentalw283qwxxw2o6>

Costa, N. L., Paulino, V. T., Magalhães, J. A., Townsend, C. R. & Pereira, R. G. A. (2018). Morfogênese de gramíneas forrageiras na Amazônia Ocidental. *Pubvet*, 2, 1-24. <https://pt.scribd.com/document/31776546/Morfogenese-de-Gramineas-Forageiras>

Euclides, V. P. B., Macedo, C. M. M., Zimmer, A. H., Medeiros, R.N. & Oliveira, M. P. (2007). Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 1189-1198. <https://doi.org/10.1590/S0100-2014X2007000800017>

Fageria, N. K. (1998). Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 2, 6-16. https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/stFTTT63GBwMGgxMfZ_ymF4Q/?format=pdf&lang=pt

Florentino, L. S., Silva, M. J. S., Santos, R. M., Shockness, L. S. F., Vasconcelos, F. M. T., Oliveira, K. P. & Braga Júnior, J. M. (2022). Avaliação da produção de biomassa de forragem do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça submetido a adubação mineral e orgânica. *Brazilian Journal of Development*, 8, 1131-1144. <https://doi.org/10.34117/bjdvv8n1-072>

Gastal, F. & Lemaire, G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of Experimental Botany*, 53, 789-799. <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/53.370.789>

Ieiri, A. Y., Lana, R. M. Q., Korndörfer, G. H. & Pereira, H. S. (2010). Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 1154-1160. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500011>

Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. (2011). *Grassland productivity and ecosystem services*. Cabi, Wallingford. 287p.

Liu, T., Huang, R., Cai, T., Han, Q & Dong, S. (2017). Optimum leaf removal increases nitrogen accumulation in kernels of maize grown at high density. *Scientific Reports*, 7, 39-44. <https://doi.org/10.1038/srep39601>

Magalhães, A. F., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P. Silva, F. F., Sousa, R. S. & Veloso, C. M. (2007). Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1240-1246. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000600004>

Martuscello, J. A., Rios, J. F., Ferreira, M. R., Assis, J. A., Braz, T. G. S. & Cunha, D. N. F. (2019). Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. *Boletim de Indústria Animal*, 76, 1-10. <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1441>

Martuscello, J. A., Ribeiro, Y. N., Braz, T. G. S., Ferreira, M. R., Assis, J. A., Jank, L. & Reis, G. A. (2018). Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, 75, 1-12. <https://www.doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1411>

Martuscello, J. A., Silva, L. P., Cunha, D. N. F. V., Batista, A. C. S.; Braz, T. G. S. & Ferreira, P. S. (2015). Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. *Ciência Animal Brasileira*, 16, 1-13. <https://dx.doi.org/10.1590/1089-68916i118730>

Melo, N. C., Fernandes, A. R. & Galvão, J. R. (2015). Crescimento e eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de milho forrageiro na Amazônia. *Revista Caatinga*, 28, 68-78. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n308rc>

Sartor, L. R. (2009). Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio por plantas de papua submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/255/1/PB_PPGA_M_Sartor%2c%20La%2c%20Ricardo_2009.pdf

Volpe, E., Marchetti, M. E., Macedo, M. C. M. & Lempp, B. (2008). Acúmulo de forragem e características do solo e da planta no estabelecimento de capim-massai com diferentes níveis de saturação por bases, fósforo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 228-237.

<https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200008>

Silva, F. C. (2009). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro. 370p.

Silva, D. J. & Queiroz, A. C. (2002). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos, 3.Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 305p.

Silva, D. R. G., Costa, K. A. P., Faquin, V., Oliveira, I. P., Souza, M. R. F. & Souza, M. A. S. (2011). 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*, 35, 242-249. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000200003>

Silva, A. G., França, A. F. S., Miyagi, E. S., Dambro, C. E. & Lopes, F. B. (2014). Eficiência da fertilização fosfatada e nitrogenada em cultivares de milho. *Ciência Animal Brasileira*, 15, 119-127. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v15i29010>

Silva, T. V. S., Sousa, L. F., Santos, A. C., Ferreira, A. C. H., Cardoso, R. R., Sousa, J. T. L., Jardim, W. C., Ricardo, A. S., Almeida, J. S. & Carvalho, J. B. (2017). Nutritional quality of massai grass fertilized with phosphorus and nitrogen and its influence on intake and weight gain of sheep under rotational grazing on quartzipsamment soil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 1427-1438. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1427S1516>

Siddiqui, M. Y. & Glass, A. D. M. (1981). Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 4, 289-302. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904168109362919>

Sousa, R. S., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P., Silva, F. F., Magalhães, A. F. & Veloso. (2010). Composição química de capim-tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1200-1205. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000600006>

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, L. M. & Murfhy, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.Ed. Porto Alegre: Artmed, 528p.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). Fisiologia vegetal. 5.Ed. Porto Alegre: Artmed. 954p

 **PDF (PORTUGUÊS (BRASIL))**

PUBLISHED

2023-10-20

HOW TO CITE

Costa, N. de L., Jank, L., Bendahan, A. B., Magalhães, J. A., Rodrigues, B. H. N., & Santos, F. J. de S. (2023). Adubação nitrogenada e fosfatada em cultivares de *Megathyrsus maximus* nos cerrados de Roraima. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 16(10), 22177–22190. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.10-206>

More Citation Formats 

ISSUE

[Vol. 16 No. 10 \(2023\): Vol. 16 No. 10 2023](#)

SECTION

Articles

LICENSE

Copyright (c) 2023 CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Adubação nitrogenada e fosfatada em cultivares de *Megathyrsus maximus* nos cerrados de Roraima

Nitrogen and phosphate fertilization of *Megathyrsus maximus* cultivars in the Roraima's savannas

DOI: 10.55905/revconv.16n.10-206

Recebimento dos originais: 15/09/2023

Aceitação para publicação: 20/10/2023

Newton de Lucena Costa

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Embrapa Roraima

Endereço: Boa Vista - RR, Brasil

E-mail: newton.lucena-costa@embrapa.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-6853-3271>

Liana Jank

Doutora em Melhoramento de Plantas

Instituição: Embrapa Gado de Corte

Endereço: Campo Grande – MS, Brasil

E-mail: liana.jank@embrapa.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-9436-3678>

Amaury Burlamaqui Bendahan

Doutor em Agronomia

Instituição: Embrapa Roraima

Endereço: Boa Vista - RR, Brasil

E-mail: amaury.bendahan@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4856-8530>

João Avelar Magalhães

Doutor em Zootecnia

Instituição: Embrapa Meio Norte

Endereço: Parnaíba - PI, Brasil

E-mail: joao.magalhaes@embrapa.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0270-0524>

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Doutor em Irrigação e Drenagem

Instituição: Embrapa Meio Norte

Endereço: Parnaíba - PI, Brasil

E-mail: braz.rodrigues@embrapa.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0094-6333>



Francisco José de Seixas Santos

Doutor em Irrigação e Drenagem

Instituição: Embrapa Meio Norte

Endereço: Parnaíba - PI, Brasil

E-mail: francisco.seixas@embrapa.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-8112-9003>

RESUMO

Os efeitos da fertilização nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹) e fosfatada (0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) sobre a produtividade e composição química da forragem de três cultivares de *Megathyrus maximus* (BRS Quênia, BRS Tamani e BRS Zuri) foram avaliados em condições naturais de campo nos cerrados de Roraima. A produtividade de forragem e a composição química das três cultivares foram positiva e quadraticamente afetadas pela adubação nitrogenada e fosfatada. Os maiores rendimentos de MSV foram estimados com a aplicação de 124,4; 145,7 e 131,8 kg de N ha⁻¹ e 84,4; 95,6 e 90,6 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente para as cultivares BRS Zuri, BRS Quênia e BRS Tamani. A cultivar BRS Zuri foi a mais produtiva e a que demandou menores requerimentos nutricionais, evidenciando sua elevada capacidade de resposta à melhoria do ambiente de produção. Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Zuri e BRS Quênia foram as mais responsivas à adubação nitrogenada, enquanto que a cultivar BRS Zuri foi a mais produtiva sob adubação fosfatada. Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Quênia e BRS Tamani apresentaram maiores teores de nitrogênio, enquanto que a BRS Zuri, para os teores de fósforo, mostrou-se a mais responsiva. A eficiência agrônômica do nitrogênio e do fósforo foram inversamente proporcionais às doses aplicadas. A adubação nitrogenada e fosfatada reduzem a estacionalidade da produção de forragem durante o período seco para as três cultivares.

Palavras-chave: matéria seca verde, eficiência agrônômica, nitrogênio, fósforo.

ABSTRACT

The effects of nitrogen (0, 50, 100 and 150 kg of N ha⁻¹) and phosphate (0, 40, 80 and 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹) fertilization on productivity and forage chemical composition of three cultivars and *Megathyrus maximus* (BRS Quênia, BRS Tamani and BRS Zuri) were evaluated under natural field conditions in the Roraima's savannas. Forage yield and chemical composition of the three cultivars were positively and quadratically affected by nitrogen and phosphate fertilization. The highest green dry matter yields were estimated with the application of 124.4; 145.7 and 131.8 kg of N ha⁻¹ and 84.4; 95.6 and 90.6 kg of P₂O₅ ha⁻¹, respectively for BRS Zuri, BRS Quênia and BRS Tamani cultivars. The BRS Zuri cultivar was the most productive and the one that demanded the lowest nutritional requirements, evidencing its high responsiveness to the improvement of the production environment. Regardless of the dose effects, the BRS Zuri and BRS Quênia cultivars were the most responsive to nitrogen fertilization, while the BRS Zuri cultivar was the most productive under phosphate fertilization. Regardless of the effect of doses, the cultivars BRS Quênia and BRS Tamani showed higher levels of nitrogen, while BRS Zuri, for phosphorus levels, proved to be the most responsive. The agronomic efficiency of nitrogen and phosphorus was inversely proportional to the applied doses. Nitrogen and phosphate fertilization reduces the seasonality of forage production during the dry period for the three cultivars.

Keywords: green dry matter, agronomic efficiency, nitrogen, phosphorus.



1 INTRODUÇÃO

Em Roraima, a pecuária bovina é uma das atividades com elevada expressividade econômica e social, onde as pastagens cultivadas representam o principal suporte forrageiro para a alimentação dos rebanhos (BRAGA, 1998; COSTA et al., 2013). Os solos sob vegetação de cerrados apresentam baixa fertilidade natural, caracterizados por elevada acidez, baixa capacidade de troca catiônica e altos teores de alumínio trocável, limitando a produtividade e persistência das pastagens cultivadas com reflexos negativos sobre o desempenho zootécnico dos rebanhos (COSTA et al., 2017).

Na formação e manejo de pastagens cultivadas, o conhecimento dos fatores nutricionais limitantes ao crescimento de gramíneas forrageiras torna-se imprescindível para a formulação de práticas adequadas de adubação (LEMAIRE et al., 2011; MARTUSCELLO et al., 2018; ABREU et al., 2020). O nitrogênio (N) e fósforo (P) são os principais nutrientes moduladores da produtividade das pastagens nos cerrados de Roraima, o que foi demonstrado em diversos ensaios exploratórios de fertilidade do solo que constataram que suas deficiências implicam em reduções significativas na disponibilidade e qualidade de forragem de diversas gramíneas, notadamente *Megathyrsus maximus* cvs. Centenário, Massai, Tanzânia-1 e Mombaça. Em geral, os maiores rendimentos de forragem são obtidos com a aplicação de ambos nutrientes, sendo limitados os ganhos em produtividade com a aplicação isolada de N ou P. Para pastagens bem fertilizadas na fase de estabelecimento, a deficiência de N é, em geral, o fator condicionante responsável pela degradação ou declínio na produtividade da pastagem com o decorrer do tempo (BRAGA et al., 2019). A absorção de N pode ser reduzida pela baixa disponibilidade de P, a qual limita o suprimento de energia para a fase fotoquímica da fotossíntese e, posteriormente os processos de carboxilação do CO₂ nas células da bainha (GASTAL & LEMAIRES, 2002).

O N é o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência de pastagens de gramíneas, sendo o mais importante constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2013). Nos solos deficientes em N, o crescimento e a capacidade das plantas em formar novos tecidos são reduzidos e o desenvolvimento da planta torna-se lento, a produção de perfilhos é negativamente afetada e o teor de proteína torna-se deficiente para o atendimento das exigências nutricionais do animal (LIU et al., 2017; MARTUSCELLO et al., 2019). Por outro lado, o P desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular, na ramificação e na



maximização dos processos de fixação biológica de nitrogênio das leguminosas, sendo indispensável à fotossíntese, síntese e degradação dos carboidratos, além de participar ativamente da respiração celular, influenciando o armazenamento, transporte e utilização da energia produzida no processo fotossintético, o que contribui para maior absorção de água e nutrientes (TAIZ et al., 2017). Considerando-se o elevado investimento na aquisição de fertilizantes nitrogenados e fosfatados e sua grande importância relativa na composição dos custos de produção dos sistemas pecuários, torna-se necessário assegurar sua máxima eficiência, através da determinação das doses mais adequadas para o estabelecimento e manutenção das pastagens (CARNEIRO et al., 2011).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produtividade e composição química da forragem de cultivares de *Megathyrsus maximus* nos cerrados de Roraima.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, durante o período de maio de 2021 a abril de 2023, que correspondeu a uma precipitação acumulada de 1.645; 2.358 e 1.071 mm e temperatura média mensal de 24,31; 23,87 e 24,17°C, respectivamente. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, fase cerrado, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,41$; $\text{P} = 9,74 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{++} = 0,76 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{++} = 0,24 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{K} = 42,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e Saturação por bases = 51%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos arranjados em esquema fatorial com parcelas subdivididas. Os tratamentos consistiram em três cultivares de *Megathyrsus maximus* (BRS Quênia, BRS Tamani e BRS Zuri), que representavam as parcelas principais; quatro níveis de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg de N ha^{-1}) que representavam as subparcelas e quatro níveis de fósforo (0; 40; 80 e 120 kg de P_2O_5 ha^{-1}), que representavam as subsubparcelas. A adubação de estabelecimento consistiu na aplicação de 60 kg de K_2O ha^{-1} , sob a forma de cloreto de potássio. O nitrogênio e o fósforo foram aplicados sob a forma de ureia e superfosfato triplo, respectivamente. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 quando do plantio e 2/3 decorridos 28 dias. As parcelas mediam 2,0 x



4,0 m, com área útil de 3,0 m². Durante o período experimental foram realizados 6 e 4 cortes, respectivamente para os períodos chuvoso e seco.

Os parâmetros avaliados foram disponibilidade de matéria seca verde (MSV), teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) e eficiência agrônômica do N e P. Os rendimentos de forragem foram estimados por meio de cortes mecânicos, realizados em intervalos médios de 42 a 49 dias, durante o período chuvoso e, entre 56 e 63 dias, durante o período seco, a uma altura de 20 cm do solo. Em cada avaliação, após a separação dos componentes (folhas, caules e material morto), estes foram colocados em sacos de papel e pesados para estimar a produção de biomassa verde e, posteriormente, secos em estufa de ar forçado a 65°C por 72 horas para determinação da produtividade de biomassa seca. Posteriormente, foram moídos em peneira com malha de 5,0 mm para determinação da composição química.

Os teores de N foram analisados de acordo com os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002), enquanto os teores de P foram determinados conforme metodologia descrita por Silva (2009). Os teores de P foram quantificados após digestão nitroperclórica e determinados por colorimetria. A Eficiência Agrônômica do N e do P foi estimada através da fórmula: $EA = \frac{\text{Matéria seca verde com adubação (kg)} - \text{Matéria seca verde sem adubação (kg)}}{\text{Dose do nutriente (kg)}}$, expressa em kg de matéria seca verde/kg de nutriente (FAGERIA, 1998).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão considerando o nível de significância de 5% de probabilidade. Para estimar a resposta das cultivares aos parâmetros avaliados, em função dos níveis de nitrogênio e fósforo, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o teste “t” de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos de MSV, durante o período chuvoso, foram ajustados ao modelo quadrático de regressão, não sendo detectado efeito significativo ($P > 0,05$) para a interação cultivares x adubação nitrogenada x adubação fosfatada (Tabela 1). Os maiores rendimentos de MSV foram estimados com a aplicação de 124,4; 145,7 e 131,8 kg de N ha⁻¹ e 84,4; 95,6 e 90,6 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente para as cultivares BRS Zuri, BRS Quênia e BRS Tamani. A cultivar BRS Zuri, além de ser a mais produtiva, foi a que demandou menores requerimentos nutricionais, evidenciando sua elevada capacidade de resposta à melhoria do ambiente de



produção. Volpe et al. (2008) não constataram efeito significativo nos rendimentos de MSV de pastagens *M. maximus* cv. Massai, fertilizadas com 200 kg de N ha⁻¹ e 160 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (9.668 kg ha⁻¹), comparativamente a 300 kg de N ha⁻¹ e 240 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (10.126 kg ha⁻¹). Para pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia-1 os maiores rendimentos de MSV foram verificados com a aplicação de 400 (17.012 kg ha⁻¹) ou 200 kg de N ha⁻¹ (14.160 kg ha⁻¹), não sendo observado efeito da adubação fosfatada (60; 120; 180 e 240 kg de P₂O₅ ha⁻¹) (BARBOSA & ISEPON, 2007). Braga et al. (2019), avaliando 20 híbridos e duas cultivares de *M. maximus* (Massai e Mombaça), observaram que a cultivar BRS Zuri foi a mais produtiva, independentemente da adubação parcial (100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ + 100 kg de K₂O ha⁻¹) ou total (400 kg de N ha⁻¹ + 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ + 100 kg de K₂O ha⁻¹), 9,2 e 13,8 t de MSV ha⁻¹, respectivamente. Independentemente do efeito de doses, os rendimentos de MSV estimados para as três cultivares foram superiores aos reportados por Costa et al. (2018) para pastagens de *M. maximus* cvs. Massai (2.867 kg ha⁻¹), Mombaça (2.711 kg ha⁻¹) e Vencedor (2.377 kg ha⁻¹), fertilizadas com 120 kg de N ha⁻¹ e 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Tabela 1. Rendimentos de matéria seca verde (kg ha⁻¹) de cultivares de *Megathyrus maximus*, durante o período chuvoso, em função da adubação nitrogenada e fosfatada. Médias de seis cortes.

Cultivares	Doses de Nitrogênio (kg de N ha ⁻¹)				Equação de Regressão
	0	50	100	150	
BRS Quênia	2.622	3.445	3.903	3.962	Y = 2.620 + 20,416 x - 0,0764 x ² (R ² = 0,90)
BRS Tamani	1.671	3.073	3.720	3.855	Y = 1.683 + 33,403 x - 0,1267 x ² (R ² = 0,93)
BRS Zuri	3.284	4.397	5.933	5.431	Y = 3.161 + 40,169 x - 0,1615 x ² (R ² = 0,85)
Doses de Fósforo (kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹)					
	0	40	80	120	
BRS Quênia	2.520	3.415	4.093	3.903	Y = 2.487 + 32,411 x - 0,1695 x ² (R ² = 0,87)
BRS Tamani	2.475	3.065	3.474	3.306	Y = 2.455 + 21,467 x - 0,1184 x ² (R ² = 0,93)
BRS Zuri	2.658	4.786	5.301	4.964	Y = 2.696 + 64,781 x - 0,3851 x ² (R ² = 0,94)

Fonte: Dados da pesquisa

Para as três cultivares, durante o período seco, os rendimentos de MSV foram ajustados ao modelo de regressão linear (Tabela 2). Os incrementos médios estimados foram de 2,48; 2,18 e 2,00 kg de MSV/kg de N e, 3,30; 1,93 e 2,21 kg de MSV/kg de P₂O₅, respectivamente para as cultivares BRS Quênia, BRS Tamani e BRS Zuri. Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Zuri e BRS Quênia foram as mais responsivas à adubação nitrogenada, enquanto que as cultivares BRS Tamani e BRS Zuri foram as mais produtivas sob adubação fosfatada. Euclides et al. (2007) verificaram que a aplicação de 50 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ foi suficiente para manter estável a produtividade de forragem de pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia durante



três anos e, a partir do quarto ano de utilização, tornou-se necessário aumentar a dose de N para $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Ademais, a aplicação adicional de $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, no final do período chuvoso, reduziu a estacionalidade da produção durante o período seco, além de proporcionar forragem com maior valor nutritivo, em termos de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. Na média dos quatro anos de avaliação, a disponibilidade de MSV estimada durante o período seco correspondeu a 54,4 e 58,8% da obtida durante o período chuvoso ($1.380 \text{ vs. } 2.535 \text{ kg ha}^{-1}$ e $1.625 \text{ vs. } 2.65 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente para a aplicação de 50 e $100 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

Tabela 2. Rendimentos de matéria seca verde (kg ha^{-1}) de cultivares de *Megathyrus maximus*, durante o período seco, em função da adubação nitrogenada e fosfatada. Médias de quatro cortes.

Cultivares	Doses de Nitrogênio (kg de N ha^{-1})				Equação de Regressão
	0	50	100	150	
BRS Quênia	1.427	1.589	1.694	1.805	$Y = 1.451 + 2,4785 x$ ($r^2 = 0,86$)
BRS Tamani	1.247	1.422	1.515	1.579	$Y = 1.283 + 2,1811 x$ ($r^2 = 0,90$)
BRS Zuri	1.624	1.723	1.889	1.971	$Y = 1.719 + 2,0075 x$ ($r^2 = 0,94$)
Doses de Fósforo ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$)					
	0	40	80	120	
BRS Quênia	1.253	1.372	1.484	1.656	$Y = 1.273 + 3,3025 x$ ($r^2 = 0,93$)
BRS Tamani	1.547	1.618	1.659	1.791	$Y = 1.497 + 1,9325 x$ ($r^2 = 0,88$)
BRS Zuri	1.616	1.702	1.815	1.873	$Y = 1.599 + 2,2101 x$ ($r^2 = 0,94$)

Fonte: Dados da pesquisa

A adubação nitrogenada e fosfatada reduziram a estacionalidade da disponibilidade de forragem para as três cultivares. Na média das três doses de N e P, os percentuais de produtividade de forragem durante o período seco, comparativamente aos observados durante o período chuvoso, foram de 41,5; 49,7 e 35,2%, respectivamente para as cultivares BRS Quênia, BRS Tamani e BRS Zuri. Estes valores são superiores aos reportados por Costa et al. (2018) para pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia (24,5%) e Vencedor (30,2%) fertilizadas com $80 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Em pastagens de *M. maximus* cv. Mombaça, Costa et al. (2016) reportaram que a aplicação de 1/3 da dose total de N recomendada ($120 \text{ kg de N ha}^{-1}$), no final do período chuvoso, possibilitou melhor distribuição estacional da produtividade de forragem, a qual foi reduzida em apenas 48,7% ($1.489 \text{ vs } 3.547 \text{ kg de MSV ha}^{-1}$ com a aplicação de $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$). No entanto, Florentino et al. (2022) não detectaram efeito significativo comparando pastagens de *M. maximus* cv. Mombaça fertilizadas com $150 \text{ kg de N ha}^{-1} + 120 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} + 60 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ ($4.619 \text{ kg de MSV ha}^{-1}$) com as não fertilizadas ($4.457 \text{ kg de MSV ha}^{-1}$).



A EAN e EAP, para as três cultivares, foram inversamente proporcionais às doses aplicadas e as respostas ajustadas ao modelo de regressão linear (Tabela 3). Com o avanço dos estádios fenológicos da gramínea ocorre a priorização na produção de material estrutural para manutenção de sua integridade física e melhor acesso à radiação solar, o que pode contribuir para menor absorção, translocação e utilização de nutrientes, notadamente o N e P.

Tabela 3. Eficiência de utilização (EU)¹ do nitrogênio (kg MSV/kg de N) e fósforo (kg de MSV/kg de P₂O₅) de cultivares de *Megathyrsus maximus*, em função da adubação nitrogenada e fosfatada.

Cultivares	Doses de Nitrogênio (kg de N ha ⁻¹)			Equação de Regressão
	50	100	150	
BRS Quênia	16,1	12,8	8,9	Y = 19,81 – 0,0721 x (r ² = 0,87)
BRS Tamani	26,5	22,1	16,4	Y = 31,76 – 0,1014 x (r ² = 0,92)
BRS Zuri	28,1	20,5	14,6	Y = 34,56 – 0,1352 x (r ² = 0,90)
Doses de Fósforo (kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹)				
40 80 120				
BRS Quênia	22,4	19,7	11,5	Y = 28,76 – 0,1363 x (r ² = 0,91)
BRS Tamani	14,7	12,5	6,9	Y = 19,16 – 0,0975 x (r ² = 0,89)
BRS Zuri	11,8	12,4	5,5	Y = 16,21 – 0,0788 x (r ² = 0,92)

1. EU = MSV com adubação – MSV sem adubação ÷ Dose do adubo

Fonte: Dados da pesquisa

Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Tamani e BRS Zuri foram as mais responsivas à adubação nitrogenada, enquanto que a cultivar BRS Quênia apresentou maior eficiência em resposta a adubação fosfatada. Em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Silva et al. (2011) constataram maior EAN na dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (44,1 kg de MSV/kg de N), enquanto que a menor foi verificada na dose de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (20,4 kg de MSV/kg de N), o que representa uma diferença de 54% quando comparadas. Ieiri et al. (2010), em pastagens de *Brachiaria decumbens*, estimaram EAP de 10,78; 9,92 e 9,87 kg de MSV/kg de P₂O₅, respectivamente para doses de 50, 100 e 150 kg de P₂O₅. Silva et al. (2014) em pastagens de *Pennisetum glaucum* não detectaram efeito significativo de doses de N sobre a EAN, contudo os valores estimados foram extremamente baixos (3,15; 2,87 e 1,88 kg de MSV/kg de N, respectivamente para doses de 40, 80 e 160 kg de N ha⁻¹). No entanto, comportamento inverso foi reportado por Magalhães et al. (2007), quando observaram que o acréscimo das doses de N promoveu aumento na EAN por *Brachiaria decumbens* até alcançar o nível de 245,3 kg de N ha⁻¹, quando foi iniciado o processo de redução com a utilização de doses superiores. Os valores médios determinados foram de 12,65; 18,24 e 17,97 kg de MS/kg de N para as doses de 100, 200 e 300 kg de N ha⁻¹, respectivamente.



A eficiência agrônômica de utilização dos nutrientes para a produção de biomassa pode ser fortemente afetada pela textura, estrutura, porosidade, teor de matéria orgânica, capacidade de retenção de água e cátions do solo, cobertura vegetal e método de aplicação dos fertilizantes, os quais devem ser otimizados para obtenção de maior responsividade da gramínea à adubação (SARTOR, 2009; MARTUSCELLO et al., 2015; MELO et al., 2015). Para Andrade et al. (2010) com a aplicação de doses mais elevadas de N e P há maior probabilidade de perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação e escoamento superficial. Os sais amoniacais, como o sulfato de amônio, apresentam perdas por volatilização entre 5 e 10% do N aplicado, enquanto que a ureia perde, normalmente, em torno de 10 a 25%, podendo atingir, sob condições ambientais adversas ao seu eficiente aproveitamento, até 80% (SILVA et al., 2011).

Os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada sobre os teores de N e P das três cultivares foram ajustados ao modelo linear de regressão, exceto para os teores de N da cultivar BRS Zuri que responderam quadraticamente à adubação fosfatada, sendo o máximo valor estimado com a aplicação de 98,2 kg de P_2O_5 ha^{-1} (Tabelas 4 e 5). Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Quênia e BRS Tamani apresentaram os maiores teores de N, enquanto que a cultivar BRS Zuri, para os teores de P, mostrou-se a mais responsiva. Em pastagens de *Brachiaria decumbens*, Ieiri et al. (2010) constataram que os teores de P da gramínea foram diretamente proporcionais aos níveis de adubação fosfatada (1,21; 1,87; 2,09 e 2,42 $g\ kg^{-1}$, respectivamente para 0, 50, 100 e 150 kg de P_2O_5 ha^{-1}). Silva et al. (2017), em pastagens de *M. maximus* cv. Massai, reportaram maior teor de P com a aplicação conjunta de 400 kg de N ha^{-1} e 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} (0,96 $g\ kg^{-1}$), o que representou acréscimo de 11,6%, comparativamente ao estimado com a pastagem não fertilizada (0,86 $g\ kg^{-1}$). Sousa et al. (2010) constataram reduções nos seus teores de P de *M. maximus* cv. Tanzânia com a aplicação de doses de N (3,3; 2,7; 2,4 e 2,2 $g\ kg^{-1}$, respectivamente para 0, 100, 200 e 300 kg de N ha^{-1}), fenômeno explicado pelo efeito de sua diluição decorrente das altas produtividades de forragem em resposta à adubação nitrogenada, apesar de se manterem adequados e superiores aos níveis recomendados para a otimização do crescimento da gramínea (1 a 3 $g\ kg^{-1}$). No entanto, Magalhães et al. (2007) não detectaram efeito significativo da adubação nitrogenada (22,7 e 23,8 $g\ kg^{-1}$, respectivamente para 200 e 300 kg de N ha^{-1}) ou fosfatada (20,6 e 20,3 $g\ kg^{-1}$, respectivamente para 50 e 100 kg de P_2O_5 ha^{-1}) sobre os teores de N de *B. decumbens*, apesar da grande responsividade na produtividade de forragem da gramínea.



Tabela 4. Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) de cultivares de *Megathyrus maximus*, em função da adubação nitrogenada e fosfatada.

Cultivares	Doses de Nitrogênio (kg de N ha^{-1})				Equação de Regressão
	0	50	100	150	
BRS Quênia	16,52	18,75	20,15	21,15	$Y = 16,11 + 0,0312 x$ ($r^2 = 0,91$)
BRS Tamani	17,21	20,08	21,23	21,88	$Y = 17,82 + 0,0303 x$ ($r^2 = 0,86$)
BRS Zuri	15,21	17,81	19,79	20,24	$Y = 15,77 + 0,0341 x$ ($r^2 = 0,93$)
Doses de Fósforo ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$)					
	0	40	80	120	
BRS Quênia	16,27	18,99	20,28	21,65	$Y = 16,15 + 0,0391 x$ ($r^2 = 0,93$)
BRS Tamani	18,34	20,24	21,49	22,43	$Y = 18,59 + 0,0327 x$ ($r^2 = 0,82$)
BRS Zuri	15,79	18,04	19,49	19,42	$Y = 15,75 + 0,0743 x - 0,0004 x^2$ ($R^2 = 0,94$)

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 5. Teores de fósforo (g kg^{-1}) de cultivares de *Megathyrus maximus*, em função da adubação nitrogenada e fosfatada.

Cultivares	Doses de Nitrogênio (kg de N ha^{-1})				Equação de Regressão
	0	50	100	150	
BRS Quênia	2,14	2,35	2,46	2,53	$Y = 2,03 + 0,0022 x$ ($r^2 = 0,89$)
BRS Tamani	1,91	2,02	2,34	2,29	$Y = 1,91 + 0,0031 x$ ($r^2 = 0,91$)
BRS Zuri	2,19	2,38	2,57	2,61	$Y = 2,29 + 0,0018 x$ ($r^2 = 0,94$)
Doses de Fósforo ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$)					
	0	40	80	120	
BRS Quênia	2,19	2,28	2,31	2,39	$Y = 2,25 + 0,0022 x$ ($r^2 = 0,95$)
BRS Tamani	1,87	2,08	2,27	2,33	$Y = 1,79 + 0,0048 x$ ($r^2 = 0,93$)
BRS Zuri	2,26	2,35	2,63	2,68	$Y = 2,20 + 0,0016 x$ ($r^2 = 0,88$)

Fonte: Dados da pesquisa

Para as três cultivares, os teores estimados para o P neste trabalho foram superiores aos níveis críticos internos (NCI) reportados por Costa et al. (2017) para *M. maximus* cvs. Tobiatã ($1,88 \text{ g kg}^{-1}$), Centenário ($1,93 \text{ g kg}^{-1}$) e Vencedor ($1,84 \text{ g kg}^{-1}$), evidenciando elevada eficiência de utilização de P na produção de forragem, pois o NCI representa a concentração do nutriente abaixo da qual o rendimento é reduzido e acima não apresenta retorno econômico. Siddiqi & Glass (1981) relataram que a produtividade de biomassa da gramínea está mais relacionada à concentração do nutriente nos tecidos e não somente na quantidade absoluta acumulada, pois o crescimento só ocorre a partir de uma concentração mínima no tecido vegetal, que pode ser distinta entre espécies ou variedades.



4 CONCLUSÕES

A avaliação de cultivares de *Megathyrus maximus* sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e fosfatada permite selecionar e recomendar os mais adequados para o eficiente manejo de suas pastagens.

A produtividade de forragem e a composição química das três cultivares são positiva e quadraticamente afetadas pela adubação nitrogenada e fosfatada.

A cultivar BRS Zuri é a mais produtiva e a que demanda menores requerimentos nutricionais, evidenciando sua elevada capacidade de resposta à melhoria do ambiente de produção.

Independentemente do efeito de doses, as cultivares BRS Zuri e BRS Quênia são as mais responsivas à adubação nitrogenada, enquanto que a cultivar BRS Zuri é a mais produtiva sob adubação fosfatada.

As cultivares BRS Quênia e BRS Tamani apresentam maiores teores de nitrogênio, enquanto que a BRS Zuri, para os teores de fósforo, mostrou-se a mais responsiva.

A eficiência agronômica do nitrogênio e do fósforo são inversamente proporcionais às doses aplicadas.

A adubação nitrogenada e fosfatada reduzem a estacionalidade da produção de forragem, durante o período seco, para as três cultivares.



REFERÊNCIAS

- Abreu, M., Paula, P., Tavares, V., Cidrini, I., Nunes, H., Emiliano, W., Souza, W., Coelho, R., Neiva Júnior, A., & Tomaz, C. E. (2020). Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrus maximus* BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada. *Boletim de Indústria Animal*, 77, 1-17. <https://www.doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>
- Andrade, A. C., Rodrigues, B. H. N., Magalhães, J. A., Cecon, P. R., & Mendes, F. M. A. (2010). Adubação Nitrogenada e Irrigação dos Capins Tangola (*Brachiaria* spp.) e Digitaria (*Digitaria* sp.): Massa de forragem e recuperação de nitrogênio. *Revista Científica De Produção Animal*, 11, 1-14. <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rcpa/article/view/42736>
- Barbosa, L. & Isepon, O. J. (2007). Resposta do capim-tanzânia-1 (*Panicum maximum*) Jacq. cv. Tanzânia às adubações nitrogenada e fosfatada. *Cultura Agrônômica*, 16, 17-28. <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2081>
- Braga, G. J., Ramos, A. K. B., Fonseca, C. E. L., Fernandes, F. D., Malaquias, J. V., Santos, M. F. & Jank, L. (2019). *Produção de forragem e valor nutritivo de híbridos de Panicum maximum Jacq. em resposta à adubação*. Planaltina: Embrapa Cerrados. 18p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 353). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212430/1/BolPd-353-Gustavo-Braga-biblioteca.pdf>
- Carneiro, R. F. V., Martins, M. A., Araújo, A. S. F. & Nunes, L. A. P. L. (2011). Inoculação micorrízica arbuscular e adubação fosfatada no cultivo de forrageiras consorciadas. *Archivos de Zootecnia*, 60, 1191-1202. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400034>
- Costa, N. L., Moraes, A., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Oliveira, R. A. & Rodrigues, A. N. A. (2013). Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 541-548. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000800002>
- Costa, N. L., Townsend, C. R., Magalhães, J. A., Paulino, V.T. & Pereira, R.G.A. (2016). Formação e manejo de pastagens na Amazônia do Brasil. *Revista Electrónica de Veterinária*, 7, 1-18. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>
- Costa, N. L., Magalhães, J. A., Pereira, R. G. A., Townsend, C. R. & Oliveira, J. R. C. (2017). Considerações sobre o manejo de pastagens na Amazônia Ocidental. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*, 40, 37-56. <https://xdocs.com.br/doc/manejo-de-pastagens-na-amazonia-ocidentalw283qwxw2o6>
- Costa, N. L., Paulino, V. T., Magalhães, J. A., Townsend, C. R. & Pereira, R. G. A. (2018). Morfogênese de gramíneas forrageiras na Amazônia Ocidental. *Pubvet*, 2, 1-24. <https://pt.scribd.com/document/31776546/Morfogenese-de-Gramineas-Forageiras>
- Euclides, V. P. B., Macedo, C. M. M., Zimmer, A. H., Medeiros, R.N. & Oliveira, M. P. (2007). Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 1189-1198. <https://doi.org/10.1590/S0100-2014X2007000800017>



Fageria, N. K. (1998). Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 2, 6-16. https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/stFTTT63GBwMGgxMfZ_ymF4Q/?format=pdf&lang=pt

Florentino, L. S., Silva, M. J. S., Santos, R. M., Shockness, L. S. F., Vasconcelos, F. M. T., Oliveira, K. P. & Braga Júnior, J. M. (2022). Avaliação da produção de biomassa de forragem do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça submetido a adubação mineral e orgânica. *Brazilian Journal of Development*, 8, 1131-1144. <https://doi.org/10.34117/bjdvv8n1-072>

Gastal, F. & Lemaire, G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of Experimental Botany*, 53, 789-799. <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/53.370.789>

Ieiri, A. Y., Lana, R. M. Q., Korndörfer, G. H. & Pereira, H. S. (2010). Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 1154-1160. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500011>

Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. (2011). *Grassland productivity and ecosystem services*. Cabi, Wallingford. 287p.

Liu, T., Huang, R., Cai, T., Han, Q & Dong, S. (2017). Optimum leaf removal increases nitrogen accumulation in kernels of maize grown at high density. *Scientific Reports*, 7, 39-44. <https://doi.org/10.1038/srep39601>

Magalhães, A. F., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P. Silva, F. F., Sousa, R. S. & Veloso, C. M. (2007). Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1240-1246. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000600004>

Martuscello, J. A., Rios, J. F., Ferreira, M. R., Assis, J. A., Braz, T. G. S. & Cunha, D. N. F. (2019). Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. *Boletim de Indústria Animal*, 76, 1-10. <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1441>

Martuscello, J. A., Ribeiro, Y. N., Braz, T. G. S., Ferreira, M. R., Assis, J. A., Jank, L. & Reis, G. A. (2018). Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, 75, 1-12. <https://www.doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1411>

Martuscello, J. A., Silva, L. P., Cunha, D. N. F. V., Batista, A. C. S.; Braz, T. G. S. & Ferreira, P. S. (2015). Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. *Ciência Animal Brasileira*, 16, 1-13. <https://dx.doi.org/10.1590/1089-68916i118730>

Melo, N. C., Fernandes, A. R. & Galvão, J. R. (2015). Crescimento e eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de milho forrageiro na Amazônia. *Revista Caatinga*, 28, 68-78. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n308rc>



Sartor, L. R. (2009). *Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio por plantas de papuã submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio*. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/255/1/PB_PPGA_M_Sartor%2c%20La%2c%20a%20Ricardo_2009.pdf

Volpe, E., Marchetti, M. E., Macedo, M. C. M. & Lempp, B. (2008). Acúmulo de forragem e características do solo e da planta no estabelecimento de capim-massai com diferentes níveis de saturação por bases, fósforo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 228-237. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200008>

Silva, F. C. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro. 370p.

Silva, D. J. & Queiroz, A. C. (2002). *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*, 3.Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 305p.

Silva, D. R. G., Costa, K. A. P., Faquin, V., Oliveira, I. P., Souza, M. R. F. & Souza, M. A. S. (2011). 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*, 35, 242-249. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000200003>

Silva, A. G., França, A. F. S., Miyagi, E. S., Dambro, C. E. & Lopes, F. B. (2014). Eficiência da fertilização fosfatada e nitrogenada em cultivares de milheto. *Ciência Animal Brasileira*, 15, 119-127. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v15i29010>

Silva, T. V. S., Sousa, L. F., Santos, A. C., Ferreira, A. C. H., Cardoso, R. R., Sousa, J. T. L., Jardim, W. C., Ricardo, A. S., Almeida, J. S. & Carvalho, J. B. (2017). Nutritional quality of massai grass fertilized with phosphorus and nitrogen and its influence on intake and weight gain of sheep under rotational grazing on quartzipsamment soil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 1427-1438. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1427S1516>

Siddiqui, M. Y. & Glass, A. D. M. (1981). Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 4, 289-302. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904168109362919>

Sousa, R. S., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P., Silva, F. F., Magalhães, A. F. & Veloso. (2010). Composição química de capim-tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1200-1205. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000600006>

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, L. M. & Murfhy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.Ed. Porto Alegre: Artmed, 528p.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. 5.Ed. Porto Alegre: Artmed. 954p