

Produtividade de forragem e respostas morfogênicas de *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia sob adubação fosfatada

Newton de Lucena Costa

Liana Jank

João Avelar Magalhães

Amaury Burlamaqui Bendahan

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Francisco José de Seixas Santos

DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.7-352>

Palavras-chave: matéria seca verde, perfilhamento, senescência foliar

RESUMO

O efeito da adubação fosfatada (0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) sobre a produtividade de forragem e características morfogênicas e estruturais de pastagens de *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia foi avaliado em condições naturais de campo nos cerrados de Roraima. A adubação fosfatada afetou positiva e quadraticamente ($P < 0,05$) a disponibilidade de matéria seca verde (MSV), teores de P, densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFvP), tamanho médio de folhas (TMF), índice de área foliar (IAF) e taxas de aparecimento (TApF) e expansão foliar (TExF). Os máximos rendimentos de MSV, TApF, TExF, DPP, NFvP, IAF e TMF foram obtidos com a aplicação de 86,01; 114,66; 71,35; 88,51; 56,71; 67,61 e 85,82 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente. A eficiência de utilização de P foi inversamente proporcional às doses de P aplicadas, ocorrendo o inverso quanto a taxa de senescência foliar. A adubação fosfatada ao aumentar a disponibilidade de forragem possibilita maior eficiência de sua utilização, maior renovação de tecidos e estrutura do dossel mais favorável ao pastejo.

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. Disponível em: <https://www.doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>. Acesso em: 15 Abr 2025.
- ALMEIDA, J. N., COUTINHO, P. W. R., SILVA, D. M. S., OKUMURA, R. S. & SALDANHA, E. C. M. (2013). Produção de matéria fresca e seca do capim *Panicum maximum* cv. "Mombaça" em resposta a adubação fosfatada no Nordeste Paraense. Enciclopédia Biosfera, 9, 1776-1782. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/producao%20de%20matéria.pdf>. Acesso em: 10 Abr 2025.
- ANDRADE, R. A., BRITO, R. S., CARVALHO, C. A., SILVA, S. B., SILVA, M. A. D. & MORAES, K. N. O. (2022). Acúmulo de nutrientes nas folhas e produção do capim Tamani inoculado com *Azospirillum brasilense*. Revista Verde, 17, 77-85. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v17i2.9152>. Acesso em: 15 Abr 2025.
- BENÍCIO, L. P. F., OLIVEIRA, V. A., SILVA, L. L. S., ROSANOVA, C. & LIMA, S. O. L. (2011). Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. Tecnologia & Ciência Agropecuária, 5, 55-60. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275889926_Producao_de_Panicum_maximum_consorciado_com_sorgo_sob_diferentes_fontes_de_fosforo. Acesso em: 19 Abr 2025.

- BRAGA, R. M. (2016). A agricultura e a pecuária na história de Roraima. Boa Vista: Polo Books. 494p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316438086>. Acesso em: 05 Abr 2025.
- BRAGA, G. J., MACIEL, G. A., RAMOS, A. K. B., CARVALHO, M.A., FERNANDES, F. D. & JANK, L. (2014). Dry matter yield of promising *Panicum maximum* genotypes in response to phosphorus and liming on Brazilian savannah. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 1, 1556-1557. Disponível em: <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/TGFT%282%2918-20>. Acesso em: 29 Jun 2025.
- 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. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400034>. Acesso em: 18 Abr 2025.
- CARNEIRO, J. S. S., SILVA, P. S. S., SANTOS, A. C. M., FREITAS, G. A. & SILVA, R. R. (2017). Response of grass Mombasa under the effect of sources and doses of phosphorus in the fertilization formation. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 4, 12-25. Disponível em: <https://doi.org/10.18067/jbfs.v4i1.117>. Acesso em: 17 Abr 2025.
- CECATO, U., SKROBO, V. D., FAKIR, G. M., JOBIM, C. C., BRANCO, A. F., GALBEIRO, S. & JANEIRO, V. (2007). Características morfológicas do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1699-1706. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800001>. Acesso em: 31 Jan 2025.
- CECATO, U., SKROBOT, V. D., FAKIR, G. R., BRANCO, A. F., GALBEIRO, S. & GOMES, J. A. N. (2008). Perfilamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 30, 1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i1.3593>. Acesso em: 21 Fev 2024.
- COSTA, N. L., DESCHAMPS, C. & MORAES, A. (2016). Estrutura da pastagem, fotossíntese e produtividade de gramíneas forrageiras. *Pubvet*, 6, 21-45. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v6n21.1387>. Acesso em: 18 Abr 2025.
- 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. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/manejo-de-pastagens-na-amazonia-ocidentalw283qwxw2o6>. Acesso em: 28 Jan 2025.
- 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. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/31776546/Morfogenese-de-Gramineas-Forrageiras>. Acesso em: 23 Fev 2025.
- CRUZ, P. J. R., ANÍSIO, A. H. C., SANTOS, M. V. & DUMONT, M. A. (2024). Grazing management of *Megathyrus maximus* BRS Tamani under shading: Effects of morphogenetic, physiological, and herbage characteristics. *Agroforestry Systems*, 98, 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00991-y>. Acesso em: 31 Jan 2025.
- CUNHA, M. K., MORENO, L. S. de B. & OLIVEIRA, H. J. B. (2022). Manejo da adubação fosfatada e nitrogenada em pastagens de capim Mombaça. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 8p. (Comunicado Técnico, 8). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141467>. Acesso em: 22 Jun 2025.
- DIAS, F. J., BRANCO, A. F., CECATO, U., SANTELLO, G. A. & JOBIM, C. C. (2007). Composição química do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com diferentes fontes de fósforo sob pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 29, 9-16. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i1.242>. Acesso em: 17 Mai 2025.
- DRECHSEL, P., HEFFER, P., MAGEN, H., MIKKELSEN, R. & Wichelns, D. (2015). Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. 270p. Disponível em: <https://www.iwmi.org/news/managing-water-and-fertilizer-for-sustainable-agricultural-intensification/>. Acesso em: 29 Abr 2025.
- FAGERIA, N. K. (1998). Otimização da deficiência nutricional na produção de culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2, 6-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n01p6-16>. Acesso em: 29 Jun 2025.
- FARIA, A. J. G., FREITAS, G. A., GEORGETTI, A. C. P., JÚNIOR, J. M. F., SILVA, M. C. A. & SILVA, R. R. (2015). Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 2, 98-106. Disponível em: <https://www.doi.org/10.18067/jbfs.v2i3.24>. Acesso em: 31 Mar 2025.
- FERREIRA, E. A., ABREU, J. G., SILVA, W. M., FERREIRA, D. P. & RAMOS, F. T. (2023). Liming and phosphorus sources on the yield of BRS 7 grass. *Semina: Ciências Agrárias*, 44, 1029-1046. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v44n3p1019>. Acesso em: 11 Mar .
- FERREIRA, E. M., SANTOS, A. C., ARAÚJO, L. C. & CUNHA, O. F. R. (2018). Características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça submetido a níveis crescentes de fósforo. *Ciência Rural*, 38, 484-491. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200030> Acesso

em: 11 Mar 2025.

- FLORENTINO, L. S., SANTOS, R. M., OLIVEIRA, A. A., LANDES, T. S. & PICAZEVICZ, A. A. C. (2019). Crescimento do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta a adubação fosfatada na Amazônia Ocidental. *Enciclopédia Biosfera*, 16, 153-162. Disponível em: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019B17. Acesso em: 12 Mar 2025.
- FRONTADO, N.E.V., DIFANTE, G. S., ARAÚJO, A. R., MONTAGNER, D. B., RODRIGUES, J. G., MONTEIRO, G. O. A., MACEDO, M.C.M., PEREIRA, M. G., MOURA, A.E.S. & ARZE, E. W. (2025). Phosphorus Use Efficiency: Morphogenetic and Productive Responses of *Brachiaria decumbens* Genotypes (Syn: *Urochloa decumbens*). *Grasses*, 4, 20-31. Disponível em: <http://doi.org/10.3390/grasses4020020>. Acesso em: 21 Abr 2025.
- GASTAL, F. & LEMAIRE, G. (2015). Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. *Agriculture*, 5, 1146-1171. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>. Acesso em: 21 Mai 2025.
- GHERI, E. O., CRUZ, M. C. P., FERREIRA, M. E. & PALMA, L. A. S. (2000). Nível crítico de fósforo no solo para *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, 1809-1816. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5962>. Acesso em: 15 Mar 2025.
- 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*, 47, 657-669. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2016.1141923>. Acesso em: 29 Abr 2025.
- 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500011>. Acesso em: 21 Jul 2025.
- KHAN, F., SIDDIQUE, A. B., SHABALA, S., ZHOU, M., ZHAO, C. (2023). Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants*, 12, p. 2861. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37571014/>. Acesso em: 17 Jun 2025.
- MIXQUITITLA-CASBIS, G.; VILLEGAS-TORRES, O. G. (2016). Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 2, 55-61. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2906>. Acesso em: 17 Jun 2025.
- NABINGER, C. & CARVALHO, P. C. F. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13, 18-27. Disponível em: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/150-ecofisiologia.pdf. Acesso em: 21 Jun 2025.
- OLIVEIRA, J. A. (2022). Desempenho de variedades forrageiras da espécie *Panicum maximum* Jacq. sob diferentes doses de adubação fosfatada em solo amazônico. Manaus: Universidade Federal do Amazonas. 32p. Disponível em: https://rii.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6159/2/TCC_JaiaraOliveira.pdf. Acesso em: 13 Mai 2025.
- OLIVEIRA, P. S. R., DEMINICIS, B. B., CASTAGNARA, D. D. & GOMES, F. C. N. (2012). Efeito da adubação com fósforo do capim Mombaça em solos com texturas arenosa e argilosa. *Archivos de Zootecnia*, 61, 397-406. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000300008>. Acesso em: 03 Abr 2025.
- PATÊS, N. M. S., PIRES, A. J. V., SILVA, L. C. S., CARVALHO, G. G. P. & FREIRE, M. L. A. (2007). Características morfológicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1736-1741. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800005>. Acesso em: 23 Fev 2025.
- PEREIRA, V. V. (2013). A importância das características morfológicas sobre o fluxo de tecidos no manejo de pastagens tropicais. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 6, 289-309. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2013v6n2p%25p>. Acesso em: 11 Mar 2025.
- QUADROS, F. L. F., BANDINELLI, D. G., PIGATTO, A. G. S. & ROCHA, M. G. (2005). Morfogenese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. *Ciência Rural*, 35, 181-186. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100029>. Acesso em: 25 Jun 2025.
- RODRIGUES, A. M., CECATO, U., FUKUMOTO, N. M., GALBEIRO, S., SANTOS, G. T. & BARBERO, L. M. (2008). Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 990-997. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600006>. Acesso em: 11 Abr 2025.
- SANTOS, M. R., FONSECA, D. M., GOMES, V. M., SILVA, S. P., SILVA, G. P. & REIS, M. (2012). Correlações entre características morfológica estruturais em pastos de capim-braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, 13, 49-56. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v13i1.13401>. Acesso em: 31 Jan 2025.

SARMIENTO, G., SILVA, M. P., NARANJO, M. E. & PINILLOS, M. (2016). Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. *Journal of Tropical Ecology*, 22, 203-212. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0266467405003068>. Acesso em: 27 Jun 2025.

SILVA, F. C. (2009). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro. 370p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>. Acesso em: 14 Feb 2025.

SILVA, T. V. S., SOUSA, L. F., SANTOS, A. C., FERREIRA, A. C. H., CARDOSO, R. R., SOUSA, J. T. L. & JARDIM, W. C. (2017). Qualidade nutricional do capim massai adubado com fósforo e nitrogênio e sua influência no consumo e ganho de peso de ovinos em pastejo rotacionado em Neossolo Quartzarênico. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 14-27–1438. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1427>. Acesso em: 10 Jun 2025.

TORRES, F. E., TEODORO, P. E., RIBEIRO, L. P., OLIVEIRA, E. P. OLIVEIRA, M. V. M. & SILVA JÚNIOR, C. A. (2016). Doses of phosphorus on initial development and forage production of cultivars of *Panicum maximum*. *Bioscience Journal*, 32, 1537-1544. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/BJ-v32n6a2016-30196>. Acesso em: 03 Jun 2025.

VENEKLAAS, E.J., LAMBERS, H., BRAGG, J., FINNEGAN, P. M., LOVELOCK, C. E., PLAXTON, W. C. & PRICE, C. A. (2012). Opportunities for improving phosphorus-useefficiency in crop plants. *New Phytologist*, 195: 306–320. Disponível em: <http://doi:10.1111/j.1469-8137.2012.04190.x>. Acesso em: 13 Mai 2025.





Produtividade de forragem e respostas morfogênicas de *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia sob adubação fosfatada

Forage productivity and morphogenic responses of *Megathyrus maximus* cv. BRS Kenya under phosphate fertilization

Productividad de forraje y respuestas morfogénicas de *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia bajo fertilización con fosfato

DOI: 10.55905/revconv.18n.7-352

Originals received: 6/27/2025

Acceptance for publication: 7/21/2025

Newton de Lucena Costa

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Embrapa Roraima

Endereço: Boa Vista – Roraima, Brasil

E-mail: newton.lucena@yahoo.com.br

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

Liana Jank

Doutora em Melhoramento de Plantas

Instituição: Embrapa Gado de Corte

Endereço: Campo Grande – Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: liana-jank@embrapa.br

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

João Avelar Magalhães

Doutor em Zootecnia

Instituição: Embrapa Meio Norte

Endereço: Parnaíba – Piauí, Brasil

E-mail: joão-avelar@embrapa.br

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

Amaury Burlamaqui Bendahan

Doutor em Agronomia

Instituição: Embrapa Roraima

Endereço: Boa Vista – Roraima, Brasil

E-mail: amaury-bendahan@embrapa.br

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



Braz Henrique Nunes Rodrigues

Doutor em Irrigação e Drenagem

Instituição: Embrapa Meio Norte

Endereço: Parnaíba – Piauí, Brasil

E-mail: braz.rodrigues@embrapa.br

Orcid: <http://orcid.org/0000-000-0094-6333>

Francisco José de Seixas Santos

Doutor em Irrigação e Drenagem

Instituição: Embrapa Meio Norte

Endereço: Parnaíba – Piauí, Brasil

E-mail: francisco.seixas@embrapa.br

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

RESUMO

O efeito da adubação fosfatada (0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) sobre a produtividade de forragem e características morfogênicas e estruturais de pastagens de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia foi avaliado em condições naturais de campo nos cerrados de Roraima. A adubação fosfatada afetou positiva e quadraticamente ($P<0,05$) a disponibilidade de matéria seca verde (MSV), teores de P, densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFvP), tamanho médio de folhas (TMF), índice de área foliar (IAF) e taxas de aparecimento (TApF) e expansão foliar (TExF). Os máximos rendimentos de MSV, TApF, TExF, DPP, NFvP, IAF e TMF foram obtidos com a aplicação de 86,01; 114,66; 71,35; 88,51; 56,71; 67,61 e 85,82 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente. A eficiência de utilização de P foi inversamente proporcional às doses de P aplicadas, ocorrendo o inverso quanto a taxa de senescência foliar. A adubação fosfatada ao aumentar a disponibilidade de forragem possibilita maior eficiência de sua utilização, maior renovação de tecidos e estrutura do dossel mais favorável ao pastejo.

Palavras-chave: matéria seca verde, perfilhamento, senescência foliar.

ABSTRACT

The effect of phosphate fertilization (0, 40, 80 and 120 kg of P_2O_5 ha⁻¹) on forage productivity and morphogenic and structural characteristics of *Megathyrsus maximus* cv. BRS Kenya was evaluated under natural field conditions in the savannas of Roraima. Phosphate fertilization positively and quadratically affected ($P<0.05$) the availability of green dry matter (GDM), P content, tiller population density (TPD), number of leaves tiller⁻¹ (NLT), average leaf size (ALS), leaf area index (LAI) and rates of appearance (LAR) and leaf expansion (LER). The maximum yields of GDM, LAR, LER, TPD, NLT, LAI and ALS were obtained with the application of 86.01; 114.66; 71.35; 88.51; 56.71; 67.61 and 85.82 kg of P_2O_5 ha⁻¹, respectively. The efficiency of P use was inversely proportional to the doses of P applied, with the opposite occurring regarding the rate of leaf senescence. Phosphate fertilization, by increasing the availability of forage, allows for greater efficiency in its use, greater tissue renewal and a canopy structure more favorable to grazing.

Keywords: green dry matter, tillering, leaf senescence.



RESUMEN

Se estudió el efecto de la fertilización fosfatada (0, 40, 80 y 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) sobre la productividad del forraje y las características morfogénicas y estructurales de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia en condiciones naturales de campo en las sabanas de Roraima. La fertilización con fosfato afectó positiva y cuadráticamente ($P < 0.05$) la disponibilidad de materia seca verde (MSV), el contenido de P, la densidad de población de macollas (DPM), el número de hojas de macolla⁻¹ (NFM), el tamaño promedio de las hojas (TPH), el índice de área foliar (IAF) y tasas de aparición (TAH) y expansión de las hojas (TEH). Los rendimientos máximos de MSV, TAH, TEH, DPM, NFM, IAF y TPH se obtuvieron con la aplicación de 86,01; 114,66; 71,35; 88,51; 56,71; 67,61 y 85,82 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente. La eficiencia del uso de P fue inversamente proporcional a las dosis de P aplicadas, ocurriendo lo contrario con respecto a la tasa de senescencia foliar. La fertilización fosfatada, al aumentar la disponibilidad de forraje, permite una mayor eficiencia en su uso, una mayor renovación de los tejidos y una estructura de dosel más favorable al pastoreo.

Palabras clave: matéria seca verde, macollamiento, senescencia foliar.

1 INTRODUÇÃO

Em Roraima, a pecuária bovina é uma atividade com alta relevância econômica e social, apesar de ambientalmente apresentar algumas restrições decorrentes da adoção de práticas de manejo inadequadas das pastagens cultivadas, as quais representam a fonte primária para a alimentação dos rebanhos. Fatores como pastejo contínuo, períodos mínimos de descanso, altas intensidades e frequências de desfolhação, além da ausência de reposição dos nutrientes extraídos via produtos animais, contribuem para disponibilidade e qualidade inadequadas da forragem, com reflexos negativos nos índices de desempenho zootécnico dos animais e, posteriormente, impacta a viabilidade econômica dos sistemas pecuários (Braga, 2016; Costa *et al.*, 2016, 2017).

A baixa fertilidade natural dos solos sob vegetação de cerrados de Roraima, caracterizada por elevada acidez, baixa capacidade de troca catiônica e altos teores de alumínio trocável, restringe a produtividade e longevidade das pastagens cultivadas, impactando negativamente sobre o desempenho zootécnico dos rebanhos (Braga, 2016; Costa *et al.*, 2018). O conhecimento das restrições nutricionais que impedem o crescimento satisfatório das gramíneas forrageiras tropicais torna-se muito relevante para a formulação de estratégias eficazes para a formação, manejo e adubação de pastagens cultivadas (Almeida *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2023). Ensaios exploratórios de fertilidade do solo em Roraima, demonstraram que o fósforo (P) foi um dos nutrientes mais limitante ao crescimento de diversas gramíneas forrageiras, notadamente para



Megathyrus maximus cvs. Centenário, Massai, BRS Quênia, Tanzânia-1, Vencedor e BRS Zuri, cuja deficiência induzia reduções significativas nos rendimentos e na qualidade da forragem (Costa *et al.*, 2017, 2018; Andrade *et al.*, 2022; Frontado *et al.*, 2025). Em solos tropicais, a limitação em produtividade de forragem decorrente da deficiência de P reflete o processo de sua fixação pelas frações minerais e orgânicas do solo, tornando-se indisponível para absorção pela gramínea (Torres *et al.*, 2016).

O P desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento das gramíneas, sendo essencial ao processo de fotossíntese, síntese e degradação dos carboidratos, além de atuar ativamente na respiração celular, condicionando o armazenamento, transporte e utilização da energia dos fotoassimilados, além de promover o crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, em maior absorção de água e nutrientes (Gastal; Lemaire, 2015; Khan *et al.*, 2023). O elevado investimento financeiro para a aquisição de fertilizantes fosfatados aliado a sua relevância na composição dos custos de produção dos sistemas pecuários, induz a necessidade de assegurar sua máxima eficiência, através da recomendação dos níveis mais adequados para o estabelecimento e manutenção das pastagens (Mixquititla-Casbis *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2018).

Em gramíneas forrageiras tropicais, durante seu crescimento vegetativo, a morfogênese - dinâmica da geração e expansão da forma da planta no tempo e no espaço - pode ser caracterizada por três variáveis: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas, as quais, apesar de relevante dependência genética, são fortemente afetadas por fatores ambientais (temperatura, luz, ventos, radiação solar, disponibilidade de água e fertilidade do solo) e práticas de manejo das pastagens e dos rebanhos. Estas variáveis quando inter-relacionadas determinam as características estruturais: número de folhas vivas perfilho⁻¹ (NFvP), tamanho médio de folhas (TMF) e densidade de perfilhos, as quais irão condicionar o índice de área foliar (IAF), aparato morfológico mais importante para a interceptação da radiação pelo dossel da pastagem (Pereira, 2013; Gastal; Lemaire, 2015; Costa *et al.*, 2018; Cruz *et al.*, 2024). O NFvP comumente constante para cada espécie representa critério objetivo para determinação dos sistemas de pastejo adotados no manejo das forrageiras, sendo decorrente da taxa de aparecimento e a duração de vida das folhas, enquanto que a taxa de alongamento foliar reflete no TMF (Nabinger; Carvalho, 2009; Cruz *et al.*, 2024). Neste contexto, o monitoramento da dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos torna-se relevante para a definição de estratégias



de manejo específicas para cada gramínea forrageira (Costa *et al.*, 2018).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação fosfatada sobre a produção de forragem e a morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia 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 a Setembro de 2021, correspondente a uma precipitação acumulada de 1.161 mm e temperatura média mensal de 23,44°C. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, fase cerrado, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,45$; $\text{P} = 9,01 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{++} = 0,76 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{++} = 0,24 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{K} = 42,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e Saturação por bases = 51%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de fósforo (0; 40; 80 e 120 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$), aplicados a lanço após a uniformização da pastagem e sob a forma de superfosfato triplo. A adubação de estabelecimento consistiu na aplicação de 80 kg de N ha^{-1} e 60 kg de $\text{K}_2\text{O} \text{ ha}^{-1}$, na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 após a uniformização da pastagem e 2/3 decorridos 35 dias. As parcelas mediam 3,0 x 2,5 m, com área útil de 3,0 m². Durante o período experimental foram realizados três cortes a intervalos de 42 dias e a 20 cm acima do solo.

Os parâmetros avaliados foram rendimento de matéria seca verde (MSV), teores e eficiência de utilização de fósforo, densidade populacional de perfilhos m⁻² (DPP), número de folhas vivas perfilho⁻¹ (NFvP), taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de expansão foliar (TExF), taxa de senescência foliar (TSeF), tamanho médio de folhas (TMF) e índice de área foliar (IAF). A TExF e a TApF foram calculadas dividindo-se o rendimento de MSV, o comprimento acumulado de folhas e o número total de folhas no perfilho, respectivamente, pelo período de rebrota. O TMF foi estimado através da divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo número de folhas. O cálculo da área foliar foi estimado após coleta de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter uma área entre 200 e 300 cm². As amostras foram digitalizadas e a área foliar estimada com o auxílio de planímetro ótico eletrônico (Li-Cor 3100C). A seguir, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso



constante, obtendo-se a MSV foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua MSV (m^2/g MSV foliar). O índice de área foliar (IAF) foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes (g de MSV/ m^2) pela AFE (m^2/g de MSV foliar). A TSeF foi obtida dividindo-se o comprimento da folha que se apresentava de coloração amarelada ou necrosada pela idade de rebrota.

Os teores de P foram quantificados após digestão nitroperclórica e determinados por colorimetria, conforme metodologia descrita por Silva (2009). A Eficiência Agronômica do P foi estimada através da fórmula: $\text{EAP} = \frac{\text{Matéria seca verde com adubação (kg)} - \text{Matéria seca verde sem adubação (kg)}}{\text{Dose do nutriente (kg)}}$, expressa em kg de matéria seca verde/kg de nutriente (Fageria, 1998).

Os dados foram analisados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Para a estimativa da resposta dos parâmetros avaliados aos níveis de fósforo, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo quadrático de regressão foi ajustado aos efeitos da adubação fosfatada sobre a DPP, NFvP, IAF e TMF e os máximos valores obtidos com a aplicação de 88,51; 56,71; 67,61 e 82,52 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Tabela 1). As correlações entre o rendimento de MSV e DPP ($r = 0,9154$; $P=0,0031$) e o NFvP ($r = 0,8539$; $P=0,0042$) foram positivas e significativas, as quais explicaram em 83,79 e 72,91%, respectivamente, os incrementos constatados nos rendimentos de forragem da gramínea, em função da adubação fosfatada. Neste trabalho, os valores estimados para o DPP, NFvP, TMF e IAF foram superiores aos reportados por Costa *et al.* (2017) para pastagens de *M. maximus* cv. Centenário, fertilizadas com 90 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e submetidas a intensidades de desfolhação de 30 cm acima do solo, que estimaram 411 perfilhos m^{-2} ; 4,99 folhas perfilho $^{-1}$; 38,97 cm folha $^{-1}$ e IAF de 3,15. Em pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia, Patês *et al.* (2007) constataram efeito positivo da adubação fosfatada sobre a DPP, sendo o máximo valor obtido com a aplicação de 120 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$; contudo para o NFvP a relação foi linear e negativa, enquanto que Florentino *et al.* (2019) detectaram efeito linear



positivo da adubação fosfatada sobre a DPP de *M. maximus* cv. Mombaça (3,5; 5,3; 6,0 e 6,6 perfilhos planta⁻¹, respectivamente para 0, 50, 100 e 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹).

Tabela 1. Densidade populacional de perfilhos m⁻² (DPP), número de folhas vivas perfilho⁻¹ (NFvP), tamanho médio de folhas (TMF - cm), índice de área foliar (IAF), taxa de aparecimento de folhas (TApF - folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), taxa de expansão foliar (TExF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e taxa de senescência foliar (TSeF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) de *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia, em função da adubação fosfatada.

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ ha ⁻¹				Equação de Regressão
	0	40	80	120	
DPP	457	604	844	711	Y = 443,7 + 7,775 X - 0,04381 X ² (R ² = 0,81)
NFvP	5,11	6,49	6,88	5,31	Y = 5,06 + 0,0578 X - 0,00051 X ² (R ² = 0,90)
TMF	31,56	45,11	53,79	43,08	Y = 31,08 + 0,5067 X - 0,000307 X ² (R ² = 0,93)
IAF	2,07	2,81	3,57	3,21	Y = 2,01 + 0,0311 X - 0,00023 X ² (R ² = 0,83)
TApF	0,121	0,154	0,163	0,126	Y = 0,121 + 0,001376 X - 0,000011 X ² (R ² =0,81)
TExF	3,83	6,97	8,81	6,07	Y = 3,67 + 0,13131 X - 0,00092 X ² (R ² =0,93)
TSeF	0,137	0,159	0,178	0,194	Y = 0,1385 + 0,000527 X (r ² = 0,82)

Fonte: Dados da pesquisa

O potencial de perfilhamento da gramínea é fortemente afetado pela taxa de emissão das folhas, processo que impacta o desenvolvimento de gemas que possuem a capacidade de gerar novos perfilhos. Esse processo é fortemente influenciado por Diversos fatores ambientais e as estratégias adotadas para o manejo da pastagem influenciam fortemente o processo de perfilhamento (Gastal; Lemaire, 2015; Oliveira, 2022). O ambiente luminoso afeta a competição entre plantas, em pastagens com alta disponibilidade de forragem, por meio da quantidade e qualidade de luz incidente e da razão vermelho:vermelho extremo. Quando a luz penetra no dossel, atenua-se a luz vermelha e a que alcança os estratos inferiores da planta é predominantemente vermelha extrema, caracterizada como fotossinteticamente de baixa eficiência, promovendo redução na produção de perfilhos, notadamente os de ordem elevada (Benício *et al.*, 2011; Gastal; Lemaire, 2015). Quando o suprimento de fotoassimilados for inferior ao demandado pela gramínea, o número de meristemas ativos é limitado, reduzindo a DPP de modo a assegurar satisfatoriamente o potencial de crescimento das folhas no perfilho principal (Gastal; Lemaire, 2015). Na ausência de competição intraespecífica entre os perfilhos sua densidade será incrementada até que a competição se estabilize, momento em que para cada novo perfilho que surja, ocorrerá a senescência de outro, primordiamente os mais velhos. O IAF expressa a síntese das características morfogênicas e estruturais da gramínea, descrevendo o equilíbrio dos processos que determinam a oferta (fotossíntese) e a demanda (respiração, acúmulo de reservas, síntese e senescência de tecidos) de fotoassimilados que condicionam o



ritmo de crescimento da pastagem (Nabinger; Carvalho, 2009; Carneiro *et al.*, 2011; Pereira, 2013). O P ao estimular o desenvolvimento do sistema radicular, otimiza a exploração do solo por nutrientes e água, o que favorece a emissão de novos perfilhos, em decorrência de sua participação no metabolismo energético (ATP, NADPH), essencial para a divisão e alongamento celular, processos fundamentais para a formação de novos perfilhos. Em geral, pastagens com bons níveis de P tendem a apresentar perfilhamento mais intenso e vigoroso, o que contribui para uma maior densidade do pasto e maior capacidade de rebrota após cortes ou pastejo (Veneklaas *et al.* 2012; Carneiro *et al.*, 2017). Com maior disponibilidade de energia (ATP) e melhor nutrição, as folhas mantêm sua função fotossintética ativa por mais tempo, resultando em maior NFvP e, conseqüentemente, o acúmulo de biomassa de alto valor nutritivo (Drechsel *et al.* 2015).

Os efeitos da adubação fosfatada sobre a TApF e TExF foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores estimados com a aplicação de 114,66 e 71,35 kg de P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente (Tabela 1). Pereira (2013) em pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia, constatou efeito linear e positivo da adubação fosfatada sobre sua TApF, enquanto que para a TExF os maiores valores foram observados com a aplicação de 90 (2,35 cm perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$) ou 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} (3,11 cm perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$). A TApF e a TExF, geralmente, apresentam tendência de correlação negativa, evidenciando que quanto maior a TApF, menor será o tempo disponível para o alongamento das novas folhas (Dias *et al.*, 2007; Cecato *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2016, 2018). Neste trabalho, a correlação entre as duas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,8531$; $P = 0,0075$), provavelmente em decorrência da maior fertilidade do solo, o que contribuiu positivamente para otimizar os efeitos sobre as características morfogênicas da gramínea, além das avaliações que foram realizadas a frequências e intensidades de desfolhação constantes. Maiores TApF e TExF em pastagens de *Paspalum urvillei* foram estimadas com a aplicação conjunta de 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 100 kg de K_2O ha^{-1} (0,106 folhas perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$ e 0,376 mm lâmina foliar $^{-1}$ dia $^{-1}$), comparativamente a aplicação de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 50 kg de K_2O ha^{-1} (0,082 folhas perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$ e 0,279 mm lâmina foliar $^{-1}$ dia $^{-1}$) (Quadros *et al.*, 2005). A TExF e a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação, apresentam correlação positiva, pois o tamanho do perfilho é o responsável pela longa duração da TExF (Gastal; Lemaire, 2015; Abreu *et al.*, 2020). Neste trabalho, a correlação foi positiva e significativa ($r = 0,9107$; $P=0,0064$), o que demonstra a sincronia entre as duas variáveis. Em decorrência da alta correlação com a produção de MSV, a TExF pode ser recomendada como



critério prático e confiável para a seleção de gramíneas em trabalhos de melhoramento genético (Nabinger; Carvalho, 2009); enquanto que a TApF é a característica morfogênica com maior destaque, pois influencia diretamente as três características estruturais do dossel da pastagem: tamanho da folha, densidade de perfilhos e número de folhas perfilho⁻¹ (Cecato *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2012).

A TSeF foi diretamente proporcional às doses de fósforo e ajustada ao modelo linear de regressão, evidenciando a aceleração do processo de renovação de tecidos como consequência da maior produtividade de forragem (Tabela 1). Os valores observados foram inferiores aos reportados por Costa *et al.* (2016) para *M. maximus* cv. Tobiatã que estimaram TSeF de 0,291 e 0,305 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, para plantas avaliadas aos 42 e 49 dias de rebrota, respectivamente. Avaliando genótipos de *Megathyrsus*, Costa *et al.* (2017) constataram maiores TSeF com a aplicação de 60 (0,182 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) ou 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (0,217 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), comparativamente a 40 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (0,103 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A senescência é iniciada após a completa expansão da folha, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento da área foliar, como consequência do sombreamento das folhas inseridas na porção inferior do colmo e representa a última fase de desenvolvimento da folha (Gastal; Lemaire, 2015). A senescência representa importante processo fisiológico no fluxo de tecidos da gramínea, mormente seu efeito negativo sobre a qualidade da forragem, considerando-se que cerca de 35; 68; 86 e 42% do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, respectivamente, podem ser reciclados das folhas senescentes e utilizados para a produção de novos tecidos foliares (Sarmiento *et al.*, 2016; Heinrichs *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2018).

Os rendimentos de MSV foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e o máximo valor estimado com a aplicação de 86,01 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (4.243 kg ha⁻¹) (Tabela 2), o qual foi inferior aos reportados por Costa *et al.* (2017) para *M. maximus* cv. Vencedor (119,2 kg de P₂O₅ ha⁻¹) e por Ferreira *et al.* (2018) para *M. maximus* cv. Mombaça (101,3 kg de P₂O₅ ha⁻¹). Os rendimentos de MSV registrados foram superiores aos estimados por Costa *et al.* (2018) em pastagens de *M. maximus* cv. Centenário fertilizadas com 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e submetidas a diferentes frequências de pastejo (2.134; 2.977 e 3.498 kg de MSV ha⁻¹, respectivamente para frequências de desfolhação de 28, 35 e 42 dias). No Nordeste do Pará, Almeida *et al.* (2013) reportaram efeito linear e positivo da adubação fosfatada sobre os rendimentos de MSV de *M. maximus* cv. Mombaça (89,7; 126,1; 169,0; 153,5 e 219,9 ton ha⁻¹, respectivamente para 0, 40,



80, 120 e 150 kg de P_2O_5 ha⁻¹). No entanto, Cunha *et al.* (2022) não constatarem efeitos da adubação fosfatada sobre a produtividade de forragem de *M. maximus* cv. Mombaça (10.513; 10.019 e 10.702 kg ha⁻¹, respectivamente para a aplicação de 80, 120 e 180 kg de P_2O_5 ha⁻¹), apesar da disponibilidade de fósforo no solo extremamente baixa (0,95 mg dm⁻³). Por outro lado, Braga *et al.* (2014), em pastagens de *M. maximus* cv. Massai, apenas detectaram efeito significativo da adubação fosfatada quando a saturação de bases do solo foi de 50% (4.494 vs. 5.177 kg de MS ha⁻¹, respectivamente para a aplicação de 25 e 175 kg de P ha⁻¹), comparativamente a saturação de bases de 35% (4.382 e 4.710 kg de MS ha⁻¹, respectivamente para a aplicação de 25 e 175 kg de P ha⁻¹)

Tabela 2. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha⁻¹), eficiência de utilização do fósforo (EUP - kg de MSV/kg de P_2O_5 ha⁻¹) e teor de fósforo (g kg⁻¹) de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia, em função da adubação fosfatada.

Variáveis	Doses de P_2O_5 ha ⁻¹				Equação de Regressão
	0	40	80	120	
MSV	2.735	3.817	4.233	4.011	$Y = 2.736 + 35,0612 X - 0,20782 X^2$ ($R^2 = 0,93$)
EUP	---	27,05	18,72	10,63	$Y = 35,219 - 0,2052 X$ ($r^2 = 0,94$)
Teor de P	1,53	1,87	2,33	1,98	$Y = 1,482 + 0,01762 X - 0,00013 X^2$ ($R^2 = 0,92$)

Fonte: Dados da pesquisa

A eficiência de utilização do fósforo foi ajustada ao modelo linear de regressão e inversamente proporcional às doses de fósforo (Tabela 2), contudo a gramínea apresentou maior responsividade que a reportada por Costa *et al.* (2017) em pastagens de *M. maximus* cv. Vencedor (19,1; 14,5 e 10,4 kg de MSV/kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente para doses de 40, 60 e 80 kg de P_2O_5 ha⁻¹). Para pastagens de *M. maximus* cv. Centenário submetidas a níveis de adubação fosfatada (0, 30, 60 e 80 kg de P_2O_5 ha⁻¹), a máxima produção de MSV foi estimada com a aplicação de 78,34 kg de P_2O_5 ha⁻¹, contudo, as maiores taxas de eficiência de utilização do fósforo foram constatadas sob níveis de fertilização entre 30 e 60 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (Costa *et al.* 2018).

Em pastagens de *M. maximus* cv. Mombaça recebendo adubação de manutenção (45 kg de N ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹), Faria *et al.* (2015) observaram efeito linear da adubação fosfatada (0, 35, 70, 140 e 280 kg de P_2O_5 ha⁻¹), enquanto que na ausência de adubação de manutenção o máximo rendimento de MSV foi obtido com a aplicação de 218 kg de P_2O_5 ha⁻¹. Oliveira *et al.* (2012) e Carneiro *et al.* (2017), avaliando a mesma gramínea, reportaram 215,1 e 273,2 kg de P_2O_5 ha⁻¹, respectivamente, como as doses de máxima eficiência técnica para a produtividade de



MSV, enquanto que Florentino *et al.* (2019) registraram efeito linear positivo, independentemente do nível de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150 kg de P_2O_5 ha⁻¹).

Os efeitos da adubação fosfatada sobre os teores de P foram ajustados ao modelo quadrático de regressão, em decorrência da diluição de suas concentrações, em função do maior acúmulo de forragem estimado com a maior disponibilidade do nutriente no solo (Tabela 2). O máximo teor foi obtido com a aplicação de 67,76 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (2,07 g kg⁻¹) que superou os reportados por Costa *et al.* (2017) para pastagens de *M. maximus* cvs. Massai (1,95 g kg⁻¹) e Tobiata (1,82 g kg⁻¹) fertilizadas com 80 kg de P_2O_5 ha⁻¹. Ieiri *et al.* (2010), em pastagens de *Brachiaria decumbens*, constataram que os teores de P da gramínea foram diretamente correlacionados 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). No entanto, Gheri *et al.* (2000), em pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia, demonstraram que as concentrações de P na forragem foram inversamente proporcionais aos níveis de adubação fosfatada (1,18; 1,02 e 0,80 g kg⁻¹, respectivamente para 0; 35 e 70 mg de P dm⁻³). Em pastagens de *M. maximus* cv. Massai, Silva *et al.* (2017) obtiveram maior teor de P com a aplicação de 100 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (0,96 g kg⁻¹), o que representou acréscimo de 11,16%, comparativamente ao verificado com a pastagem não fertilizada (0,86 g kg⁻¹), contudo Rodrigues *et al.* (2008) estimaram acréscimo de 109,8% no teor de P de pastagens de *M. maximus* cv. Mombaça fertilizadas com 140 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (2,14 vs. 1,02 g kg⁻¹).

4 CONCLUSÕES

A avaliação de pastagens de *M. maximus* cv. BRS Quênia sob diferentes níveis de adubação fosfatada possibilita a identificação e recomendação dos mais adequados para o eficiente manejo de suas pastagens.

A produtividade de forragem e as características morfogênicas e estruturais da gramínea são positiva e quadraticamente afetadas pela adubação fosfatada.

Os processos de renovação de tecidos e a estrutura do dossel mais favorável ao pastejo são otimizados com o aumento das doses de fósforo.

A eficiência agrônômica de utilização do fósforo é inversamente proporcional às doses aplicadas, ocorrendo o inverso quanto a senescência foliar.



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 *Megathyrsus maximus* BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada. **Boletim de Indústria Animal**, 77, 1-17. Disponível em: <https://www.doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>. Acesso em: 15 Abr 2025.
- ALMEIDA, J. N., COUTINHO, P. W. R., SILVA, D. M. S., OKUMURA, R. S. & SALDANHA, E. C. M. (2013). Produção de matéria fresca e seca do capim *Panicum maximum* cv. “Mombaça” em resposta a adubação fosfatada no Nordeste Paraense. **Enciclopédia Biosfera**, 9, 1776-1782. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/producao%20de%20matéria.pdf>. Acesso em: 10 Abr 2025.
- ANDRADE, R. A., BRITO, R. S., CARVALHO, C. A., SILVA, S. B., SILVA, M. A. D. & MORAES, K. N. O. (2022). Acúmulo de nutrientes nas folhas e produção do capim Tamani inoculado com *Azospirillum brasilense*. **Revista Verde**, 17, 77-85. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v17i2.9152>. Acesso em: 15 Abr 2025.
- BENÍCIO, L. P. F., OLIVEIRA, V. A., SILVA, L. L. S., ROSANOVA, C. & LIMA, S. O. L. (2011). Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, 5, 55-60. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275889926_Producao_de_Panicum_maximum_consorciado_com_sorgo_sob_diferentes_fontes_de_fosforo. Acesso em: 19 Abr 2025.
- BRAGA, R. M. (2016). **A agricultura e a pecuária na história de Roraima**. Boa Vista: Polo Books. 494p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316438086>. Acesso em: 05 Abr 2025.
- BRAGA, G. J., MACIEL, G. A., RAMOS, A. K. B., CARVALHO, M.A., FERNANDES, F. D. & JANK, L. (2014). Dry matter yield of promising *Panicum maximum* genotypes in response to phosphorus and liming on Brazilian savannah. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, 1, 1556-1557. Disponível em: <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/TGFT%282%2918-20>. Acesso em: 29 Jun 2025.
- 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. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400034>. Acesso em: 18 Abr 2025.
- CARNEIRO, J. S. S., SILVA, P. S. S., SANTOS, A. C. M., FREITAS, G. A. & SILVA, R. R. (2017). Response of grass Mombasa under the effect of sources and doses of phosphorus in the fertilization formation. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 4, 12-25. Disponível em: <https://doi.org/10.18067/jbfs.v4i1.117>. Acesso em: 17 Abr 2025.
- CECATO, U., SKROBO, V. D., FAKIR, G. M., JOBIM, C. C., BRANCO, A. F., GALBEIRO, S. & JANEIRO, V. (2007). Características morfológicas do capim mombaça (*Panicum*



maximum Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 1699-1706. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800001>. Acesso em: 31 Jan 2025.

CECATO, U., SKROBOT, V. D., FAKIR, G. R., BRANCO, A. F., GALBEIRO, S. & GOMES, J. A. N. (2008). Perfilamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 30, 1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i1.3593>. Acesso em: 21 Fev 2024.

COSTA, N. L., DESCHAMPS, C. & MORAES, A. (2016). Estrutura da pastagem, fotossíntese e produtividade de gramíneas forrageiras. **Pubvet**, 6, 21-45. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v6n21.1387>. Acesso em: 18 Abr 2025.

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. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/manejo-de-pastagens-na-amazonia-ocidentalw283qwxw2o6>. Acesso em: 28 Jan 2025.

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. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/31776546/Morfogenese-de-Gramineas-Forrageiras>. Acesso em: 23 Fev 2025.

CRUZ, P. J. R., ANÉSIO, A. H. C., SANTOS, M. V. & DUMONT, M. A. (2024). Grazing management of *Megathyrus maximus* BRS Tamani under shading: Effects of morphogenetic, physiological, and herbage characteristics. **Agroforestry Systems**, 98, 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00991-y>. Acesso em: 31 Jan 2025.

CUNHA, M. K., MORENO, L. S. de B. & OLIVEIRA, H. J. B. (2022). **Manejo da adubação fosfatada e nitrogenada em pastagens de capim Mombaça**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 8p. (Comunicado Técnico, 8). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141467>. Acesso em: 22 Jun 2025.

DIAS, F. J., BRANCO, A. F., CECATO, U., SANTELLO, G. A. & JOBIM, C. C. (2007). Composição química do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com diferentes fontes de fósforo sob pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 29, 9-16. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i1.242>. Acesso em: 17 Mai 2025.

DRECHSEL, P., HEFFER, P., MAGEN, H., MIKKELSEN, R. & Wichelns, D. (2015). **Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification**. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. 270p. Disponível em: <https://www.iwmi.org/news/managing-water-and-fertilizer-for-sustainable-agricultural-intensification/>. Acesso em: 29 Abr 2025.

FAGERIA, N. K. (1998). Otimização da deficiência nutricional na produção de culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2, 6-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n01p6-16>. Acesso em: 29 Jun 2025.



FARIA, A. J. G., FREITAS, G. A., GEORGETTI, A. C. P., JÚNIOR, J. M. F., SILVA, M. C. A. & SILVA, R. R. (2015). Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 2, 98-106. Disponível em: <https://www.doi.org/10.18067/jbfs.v2i3.24>. Acesso em: 31 Mar 2025.

FERREIRA, E. A., ABREU, J. G., SILVA, W. M., FERREIRA, D. P. & RAMOS, F. T. (2023). Liming and phosphorus sources on the yield of BRS Zuri grass. **Semina: Ciências Agrárias**, 44, 1029-1046. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v44n3p1019>. Acesso em: 11 Mar 2025.

FERREIRA, E. M., SANTOS, A. C., ARAÚJO, L. C. & CUNHA, O. F. R. (2018). Características agronômicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça submetido a níveis crescentes de fósforo. **Ciência Rural**, 38, 484-491. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200030> Acesso em: 11 Mar 2025.

FLORENTINO, L. S., SANTOS, R. M., OLIVEIRA, A. A., LANDES, T. S. & PICAZEVICZ, A. A. C. (2019). Crescimento do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta a adubação fosfatada na Amazônia Ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, 16, 153-162. Disponível em: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019B17. Acesso em: 12 Mar 2025.

FRONTADO, N.E.V., DIFANTE, G. S., ARAÚJO, A. R., MONTAGNER, D. B., RODRIGUES, J. G., MONTEIRO, G. O. A., MACEDO, M.C.M., PEREIRA, M. G., MOURA, A.E.S. & ARZE, E. W. (2025). Phosphorus Use Efficiency: Morphogenetic and Productive Responses of *Brachiaria decumbens* Genotypes (Syn: *Urochloa decumbens*). **Grasses**, 4, 20-31. Disponível em: <http://doi.org/10.3390/grasses4020020>. Acesso em: 21 Abr 2025.

GASTAL, F. & LEMAIRE, G. (2015). Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, 5, 1146-1171. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>. Acesso em: 21 Mai 2025.

GHERI, E. O., CRUZ, M. C. P., FERREIRA, M. E. & PALMA, L. A. S. (2000). Nível crítico de fósforo no solo para *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35, 1809-1816. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5962>. Acesso em: 15 Mar 2025.

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**, 47, 657-669. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2016.1141923>. Acesso em: 29 Abr 2025.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500011>. Acesso em: 21 Jul 2025.



KHAN, F.; SIDDIQUE, A. B.; SHABALA, S.; ZHOU, M.; ZHAO, C. (2023). Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. **Plants**, 12, p. 2861. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37571014/>. Acesso em: 17 Jun 2025.

MIXQUITITLA-CASBIS, G.; VILLEGAS-TORRES, O. G. (2016). Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. **Acta Agrícola y Pecuaria**, 2, 55-61. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2906>. Acesso em: 17 Jun 2025.

NABINGER, C. & CARVALHO, P. C. F. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, 13, 18-27. Disponível em: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/150-ecofisiologia.pdf. Acesso em: 21 Jun 2025.

OLIVEIRA, J. A. (2022). **Desempenho de variedades forrageiras da espécie *Panicum maximum* Jacq. sob diferentes doses de adubação fosfatada em solo amazônico**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas. 32p. Disponível em: https://rii.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6159/2/TCC_JaiaraOliveira.pdf. Acesso em: 13 Mai 2025.

OLIVEIRA, P. S. R., DEMINICIS, B. B., CASTAGNARA, D. D. & GOMES, F. C. N. (2012). Efeito da adubação com fósforo do capim Mombaça em solos com texturas arenosa e argilosa. **Archivos de Zootecnia**, 61, 397-406. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000300008>. Acesso em: 03 Abr 2025.

PATÊS, N. M. S., PIRES, A. J. V., SILVA, L. C. S., CARVALHO, G. G. P. & FREIRE, M. L. A. (2007). Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 1736-1741. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800005>. Acesso em: 23 Feb 2025.

PEREIRA, V. V. (2013). A importância das características morfogênicas sobre o fluxo de tecidos no manejo de pastagens tropicais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, 6, 289-309. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2013v6n2p%25p>. Acesso em: 11 Mar 2025.

QUADROS, F. L. F., BANDINELLI, D. G., PIGATTO, A. G. S. & ROCHA, M. G. (2005). Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. **Ciência Rural**, 35, 181-186. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100029>. Acesso em: 25 Jun 2025.

RODRIGUES, A. M., CECATO, U., FUKUMOTO, N. M., GALBEIRO, S., SANTOS, G. T. & BARBERO, L. M. (2008). Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37, 990-997. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600006>. Acesso em: 11 Abr 2025.

SANTOS, M. R., FONSECA, D. M., GOMES, V. M., SILVA, S. P., SILVA, G. P. & REIS, M. (2012). Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, 13, 49-56. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v13i1.13401>. Acesso em: 31 Jan 2025.



SARMIENTO, G., SILVA, M. P., NARANJO, M. E. & PINILLOS, M. (2016). Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. **Journal of Tropical Ecology**, 22, 203-212. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0266467405003068>. Acesso em: 27 Jun 2025.

SILVA, F. C. (2009). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro. 370p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>. Acesso em: 14 Fev 2025.

SILVA, T. V. S., SOUSA, L. F., SANTOS, A. C., FERREIRA, A. C. H., CARDOSO, R. R., SOUSA, J. T. L. & JARDIM, W. C. (2017). Qualidade nutricional do capim massai adubado com fósforo e nitrogênio e sua influência no consumo e ganho de peso de ovinos em pastejo rotacionado em Neossolo Quartzarênico. **Semina: Ciências Agrárias**, 38, 14-27-1438. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1427>. Acesso em: 10 Jun 2025.

TORRES, F. E., TEODORO, P. E., RIBEIRO, L. P., OLIVEIRA, E. P. OLIVEIRA, M. V. M. & SILVA JÚNIOR, C. A. (2016). Doses of phosphorus on initial development and forage production of cultivars of *Panicum maximum*. **Bioscience Journal**, 32, 1537-1544. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/BJ-v32n6a2016-30196>. Acesso em: 03 Jun 2025.

VENEKLAAS, E.J., LAMBERS, H., BRAGG, J., FINNEGAN, P. M., LOVELOCK, C. E., PLAXTON, W. C. & PRICE, C. A. (2012). Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants. **New Phytologist**, 195: 306-320. Disponível em: <http://doi:10.1111/j.1469-8137.2012.04190.x>. Acesso em: 13 Mai 2025.