

Influência da adubação fosfatada no desenvolvimento da BRS Capiaçú

Phosphate fertilization influences in BRS Capiaçú development

GUSTAVO DOMINGOS MOTA LIMA

Discente do curso de Agronomia – UNIPAM

E-mail: gdm1017@unipam.edu.br

CARLOS HENRIQUE EITERER DE SOUZA

Professor orientador – UNIPAM

E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br

Resumo: A BRS Capiaçú é uma cultivar de capim-elefante que se destaca pela alta produtividade e rusticidade quando empregada para silagem e picado verde. Diante disso, o uso de fertilizantes fosfatados na cultura tem se mostrado eficaz, mas poucos estudos foram realizados sobre a dosagem em mudas e plantas jovens em casas de vegetação. Nesse sentido, buscou-se estabelecer doses ideais do fertilizante fosfatado 04-30-10 para o uso correto na cultura. Foram avaliadas doses de 84 kg ha⁻¹, 96 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, 144 kg ha⁻¹ e uma testemunha, aplicadas em vasos, em casa de vegetação controlada. Para o crescimento vegetativo e aumento de produtividade na BRS Capiaçú, constatou-se que, nas devidas condições de solo, vaso e casa de vegetação, não houve diferença estatística entre as doses testadas, apenas na concentração de fósforo no tecido foliar, o que não afetou a produtividade.

Palavras-chave: fósforo; Embrapa; gramínea; regressão e eficiência agrônômica.

Abstract: BRS Capiaçú is an elephant grass cultivar known for its high productivity and resilience when used for silage and green chopping. Therefore, the use of phosphorus fertilizers in this crop has proven effective, but few studies have focused on dosages for seedlings and young plants in greenhouse conditions. This study aimed to establish optimal doses of the 04-30-10 phosphorus fertilizer for proper use in the crop. Doses of 84 kg ha⁻¹, 96 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, 144 kg ha⁻¹, and a control were evaluated in pots in a controlled greenhouse environment. For vegetative growth and productivity enhancement in BRS Capiaçú, under suitable soil, pot, and greenhouse conditions, there was no statistical difference observed among the tested doses, except in phosphorus concentration in leaf tissue, which did not affect productivity.

Keywords: phosphorus; Embrapa; grass; agronomic regression and efficiency.

1 INTRODUÇÃO

A BRS Capiaçú é uma cultivar de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher) que se destaca pela alta produtividade e rendimento, sendo ideal para suplementação volumosa na forma de silagem ou picado verde, especialmente na produção de bovinos. Disponibilizada pelo Banco Ativo de Germoplasma (BAGCE) na

última década, essa cultivar foi obtida por clonagem das melhores progênes, com 50 delas testadas pela Rede Nacional de Ensaio de Capim-elefante (RENACE) em 17 estados brasileiros, entre 1999 e 2008 (Pereira; Léo, 2008). Entre os estados, destacou-se o clone CNPGL 92-79-2, obtido pelo cruzamento entre os acessos Guaco IZ2 (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 47), submetido ao teste de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de 2009 a 2011. Após a conclusão dos testes, esse clone foi registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em 8 de janeiro de 2015, sob n° 33503, com certificado de proteção de cultivares emitido em 23 de janeiro de 2015, sob n° 20150124 (Pereira *et al.*, 2016).

Devido ao seu alto potencial de produção, atingindo 50 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca, a BRS Capiaçú também pode ser utilizada para a produção de biomassa energética. Com um porte alto de até 4,20 metros de altura, destaca-se pela alta produtividade e pelo valor nutritivo da forragem, comparada a outras cultivares de capim-elefante. A BRS Capiaçú apresenta maior produção de matéria seca a um custo mais acessível em relação ao milho e à cana-de-açúcar (Pereira *et al.*, 2016).

Nessa perspectiva, a BRS Capiaçú se destaca das demais cultivares de capim-elefante por apresentar resistência ao tombamento, facilidade para a colheita mecânica, ausência de pelos, e touceiras eretas e densas. Para seu cultivo, o solo deve ser preparado de forma convencional, conforme as necessidades do terreno.

Na maioria dos solos tropicais, as principais limitações estão relacionadas à acidez e aos baixos teores de fósforo (Monteiro, 1994), o que limita a produtividade em diversas culturas, incluindo a BRS Capiaçú. Essa limitação nutricional ocorre devido à precipitação do fósforo (P) com cálcio em solos alcalinos (Zhou *et al.*, 2016), fixação nos colóides e adsorção específica com ferro (Fe) e alumínio (Al) em solos ácidos, características dos solos do Cerrado Brasileiro (Peluco *et al.*, 2015).

O fósforo é um macronutriente essencial, presente em vários processos metabólicos, sendo um grande limitante na produção de biomassa vegetal (Malavolta, 2006). O nutriente é encontrado na forma de ortofosfato, derivado do ácido fosfórico, e disponibilizado às raízes por meio do processo de difusão, dependendo do volume radicular, da superfície de contato e da umidade do solo (Silva *et al.*, 2014). O fósforo é responsável por diversas funções na planta, incluindo a formação de ácidos nucleicos, adenosina trifosfato (ATP), proteínas, transferência de energia, regulação de processos enzimáticos, armazenamento, fotossíntese, material genético, formação de sementes e desenvolvimento radicular (Malavolta, 2006).

O uso de tecnologias de fertilizantes fosfatados visa contornar a deficiência desse nutriente, fornecendo-o às plantas e enriquecendo o solo, uma vez que o fósforo possui baixa mobilidade e eficiência no solo (Boaretto; Natale, 2016). A qualidade dos fertilizantes depende da classificação do solo, época de aplicação, modo de aplicação e uniformidade de distribuição do adubo. Esses fatores, associados à umidade do solo e à cultivar a ser implantada na lavoura, interferem diretamente na eficiência do fertilizante (Sousa; Lobato; Rein, 2004).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de BRS Capiaçú com a aplicação de doses de fósforo em solo de Cerrado, cultivado em vaso.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em estufa no campus principal do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no município de Patos de Minas, Minas Gerais. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (Aw), caracterizado por verões mais chuvosos em relação aos invernos e uma temperatura média de 21,8 °C (Köppen; Geiger, 1928). Antes da instalação do experimento, foi realizada a amostragem de solo na profundidade de 0-20 cm para análise química e física do solo (Silva, 2009). Após a caracterização química do solo, foi feita a correção do solo para todos os tratamentos.

A análise de solo foi realizada através dos métodos de análise química e física propostos pela Embrapa (Silva, 2009). Foram feitas análises químicas de pH, Ca, Mg, Al, H+Al, K, P-Meh, P-Rem e matéria orgânica (M.O.). Além disso, foram realizados dois testes de capacidade de campo e calculada uma média para controle de irrigação a 70% da capacidade de campo, conforme Embrapa (Silva, 2009).

Tabela 1 – Análise química do solo, CeFert, Patos de Minas, 2022.

pH	M.O.S.	P-rem	P-meh	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	K
	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³
6,95	5,06	29,07	85,53	10,10	0,60	0,01	0,90	11,53	324,70

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich⁻¹, P-remanescente, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial (H+Al) por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria, segundo metodologia da Embrapa (Silva, 2009).

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Tabela 2 – Análise física do solo, CeFert, Patos de Minas, 2022.

Areia	Silte	Argila
33,3%	33,3%	33,4%

Textura do solo: metodologia Embrapa (Teixeira *et al.*, 2017).

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados (DBC), com cinco doses de P₂O₅ e quatro repetições. A fonte utilizada foi o formulado convencional (04-30-10) em quatro doses: 84, 96, 120 e 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅, além de um tratamento controle sem adição de P₂O₅ (Tabela 3).

A aplicação dos tratamentos foi realizada em vasos, localizados em estufa e irrigados periodicamente, conforme a capacidade de campo do solo (Teixeira *et al.*, 2017). A cultura utilizada foi a BRS Capiaçú (*Pennisetum purpureum Schumach*), a partir de mudas.

Tabela 3 — Descrição dos tratamentos do projeto “Influência da adubação fosfatada no desenvolvimento do BRS Capiaçú”, Patos de Minas, 2022.

Tratamento	Fonte	Doses kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅
T ₁	04-30-10	84
T ₂	04-30-10	96
T ₃	04-30-10	120
T ₄	04-30-10	144
T ₅	Controle	0

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Para a avaliação dos teores de N, P e K foliar, foram coletadas folhas das plantas por parcela e acondicionadas em sacos de papel identificados de acordo com o tratamento. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório Central de Análises e Fertilidade do Solo – CeFert, situado no campus do Unipam, na Rua Major Gote, bloco H, onde foram colocadas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até a secagem total das amostras. Em seguida, as folhas foram moídas em moinho de facas, submetidas à digestão seca e à determinação pela metodologia Amarelo de Vanadato (para P e K), via espectrofotômetro e fotômetro de chama, respectivamente. Para a determinação de N, foi utilizado o método elaborado por Kjeldahl e digestão úmida, via titulação (Silva, 2009).

Para as avaliações morfológicas, foram coletadas duas plantas de cada parcela. A altura da planta (AP) foi medida com o auxílio de uma fita métrica (em cm). A avaliação do volume radicular foi realizada a partir da coleta das raízes das plantas e medição utilizando uma proveta com água, de forma que as raízes preenchessem um volume maior que o volume inicial da água. Após essa etapa, as plantas foram fragmentadas, envelopadas em sacos de papel e colocadas na estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até a secagem completa. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca do sistema radicular (MSSR).

Após a dessecação do experimento, foi realizada a colheita para determinar a eficiência agrônômica. Para a avaliação, todas as plantas de cada parcela foram coletadas. O cálculo do índice de eficiência agrônômica do fósforo foi utilizado como base em caso de diferença significativa entre as doses testadas do fertilizante fosfatado para produtividade, segundo Fageria *et al.* (2003):

$$EA = \frac{PGcf - PGs}{QNa}$$

em que:

- EA - Eficiência agrônômica, kg kg⁻¹;
- PGcf - produtividade de massa fresca com fertilizante fosfatado;
- PGsf - produtividade de massa fresca sem fertilizante fosfatado;
- QNa - quantidade de P aplicado (em kg).

As médias observadas nas avaliações serão submetidas à análise de variância e, se significativas, serão comparadas pelo teste de Tukey, com ajuste de modelo de regressão a 5% de probabilidade para as doses e blocos, utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas, o número de perfilhos, a massa fresca da parte aérea (MFPA), a massa seca da parte aérea (MSPA), a massa fresca do sistema radicular (MFSR), a massa seca do sistema radicular (MSSR) e o volume radicular não apresentaram diferenças significativas estatisticamente entre as doses (Tabela 4). Isso se deve especialmente à alta disponibilidade de todos os nutrientes, mesmo no tratamento controle, conforme verificado pela análise de solo (Tabela 1) (Alvarez *et al.*, 1999).

Tabela 4 – Avaliações de altura (m), número de perfilhos, MFPA (g), MSPA (g), MFSR (g), MSSR (g), volume radicular (VR) (ml), submetidas à análise de variância.

Doses	Altura	Número de Perfilhos	MFPA	MSPA	MFSR	MSSR	VR
kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	cm	u	g	g	g	g	ml
0	76,50	6,50	81,70	16,13	192,30	51,01	230,00
84	77,50	8,50	81,40	16,81	209,83	76,83	227,50
96	82,25	7,50	84,84	16,88	221,60	75,46	215,00
120	76,50	7,25	83,26	16,91	215,83	62,85	195,00
144	77,50	7,00	87,22	18,06	193,78	59,57	187,50
CV (%)	8,15	25,33	8,96	13,58	32,30	50,85	19,02

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

A presença de nitrogênio (N) e potássio (K) nas folhas não apresentou diferenças entre as doses, devido ao equilíbrio na adubação, onde os tratamentos foram igualados quanto ao N e K para não interferir na ação do fósforo (Tabela 5). No entanto, o teor de fósforo foliar mostrou diferenças significativas, com um coeficiente de variação de 8,55% e um valor de 0,0007 para o modelo de regressão (Tabela 5). A absorção de fósforo foi maior nas doses de 84 kg ha⁻¹, 96 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, refletindo um fenômeno de luxo nutricional, no qual o excesso não se converte em aumento de massa seca (Tabela 4). Esse padrão pode ser explicado conforme Taiz e Zeiger (2013), que descreve que a absorção de nutrientes depende da concentração no meio, da capacidade de absorção da planta e das interações no solo e na planta. Voisin postula que existe um máximo teor de cada nutriente que a planta pode utilizar, indicando que mesmo com doses maiores e alta disponibilidade, há um limite de absorção. Isso foi observado na dose de 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅, devido ao elevado teor de fósforo no solo.

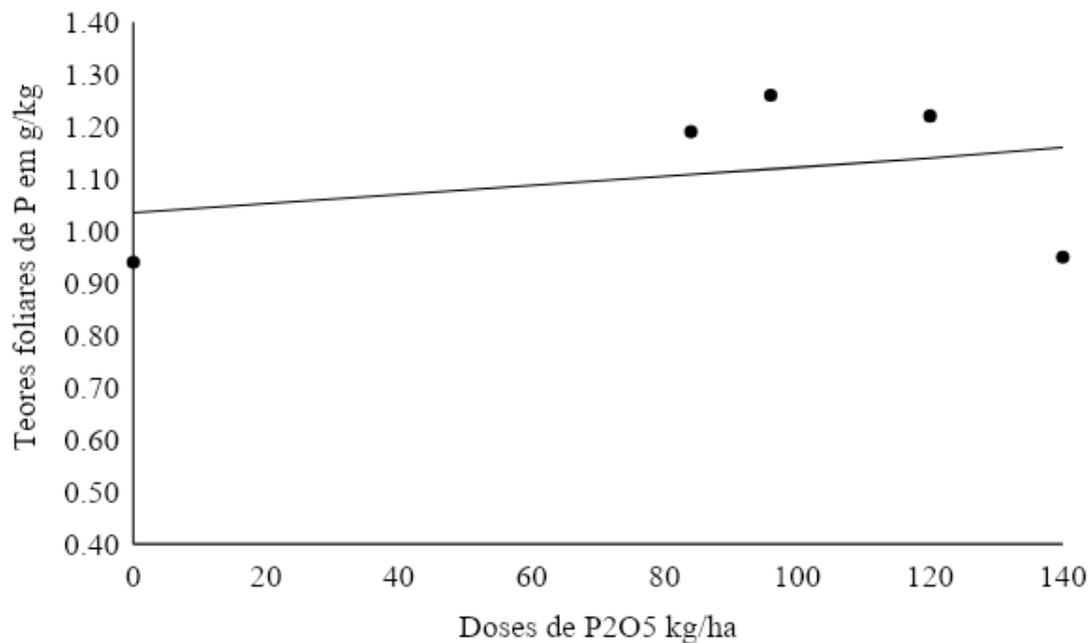
Tabela 5 – Avaliação dos índices de N foliar (g kg^{-1}), P foliar (g kg^{-1}) e K foliar (ppm), submetidas à análise de variância. Foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a análise de P foliar, uma vez que houve diferença significativa entre as doses.

Doses $\text{kg ha}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$	N foliar g kg^{-1}	P foliar g kg^{-1}	K foliar ppm
0	9,03	0,094 b	88,75
84	8,23	0,119 a	94,75
96	9,17	0,127 a	96,00
120	8,09	0,123 a	94,25
144	5,92	0,096 b	91,75
CV (%)	27,4	8,55	5,99
DMS	-	0,0108	-

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Figura 1 – Níveis de fósforo no tecido foliar a partir de diferentes doses de fertilizante fosfatado. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Assim os dados apresentados podem ser atribuídos ao manejo adotado no experimento, à fertilidade do solo, ao tempo de exposição, ao tamanho dos vasos, à qualidade do material utilizado, à incidência de luz, ao ambiente, à data de plantio e ao local de instalação. O solo utilizado demonstrou alta fertilidade, com doses elevadas de nitrogênio (evidenciadas pela matéria orgânica), fósforo, cálcio, magnésio, potássio, além de pH neutro e baixa acidez potencial, estando altamente saturado por bases. Esses

altos níveis de nutrientes podem potencialmente levar à toxicidade devido à concentração excessiva, conforme descrito na lei do Máximo por Voisin (1973).

A visualização dos resultados permite discernir o que é estatisticamente significativo ou não. Nesse sentido, é crucial analisar os dados com relação à produtividade, pois essa representa o resultado final da interação entre as variáveis avaliadas. Embora tenha havido diferenças estatísticas entre os tratamentos para o teor de fósforo foliar, essa variação não resultou em aumento da produtividade, pois não influenciou positiva ou negativamente o desenvolvimento da planta. Outras variáveis que permitem observar os efeitos da adubação fosfatada não foram significativamente afetadas por essa diferença. Assim, uma maior concentração de fósforo via folha não impactou o desenvolvimento da cultivar quando o solo estava equilibrado em termos de nutrição e irrigação.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de diferentes doses do fertilizante fosfatado não influenciou na produtividade das plantas em vaso, especialmente devido à alta fertilidade do solo. Portanto, conclui-se que não houve diferença significativa entre as doses testadas do fertilizante fosfatado para o desenvolvimento da cultivar BRS Capiáçu.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V.H. *et al.* Uso de gesso agrícola. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.67-78.
- BOARETTO, A.E.; NATALE, W. IA. Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. (ed.). **Nutrição e Adubação de Hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016. p. 45-74.
- FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, v.80, p.63-152, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/CSS-120000394>.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Lavras - MG; UFLA, 2010.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ed. 1. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.

MONTEIRO, F. A. Adubação para o estabelecimento e manutenção de capim-elefante. In: CARVALHO, L. A.; CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VILELA, D. (Ed.). **Capim-elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1994. p. 49-79.

PELUCO, R. G. *et al.* Mapeamento do fósforo adsorvido por meio da cor e da suscetibilidade magnética do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 50, n. 3, p. 259-266, mar. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2015000300010>.

PEREIRA, A. V. *et al.* **BRS Capiaçú**: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 6 p. (Comunicado Técnico 79). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1056288/brs-capiacu-cultivar-de-capim-elefante-de-alto-rendimento-para-producao-de-silagem>.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S. Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. (eds.) **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p. 89 - 116, 2008.

SILVA, F. C. da (ed. tec.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 634 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>

SILVA, J. A. *et al.* Efeito residual da adubação fosfatada em três cultivos sucessivos com feijão-caupi. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 27, p. 31-38, dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2864>.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap. 6. p. 147-168. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/555355>.

STAUFFER, E. **Fertilizante de eficiência aumentada: adsorção e fluxo difusivo de fósforo**. Universidade Federal do Espírito Santo. Fevereiro de 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TEIXEIRA, Paulo César *et al* (ed. tec.). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 577 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>

VOISIN, A. **Adubos** - Novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo: Mestre Jou, 1973. 130 p.

ZHOU, Tao *et al.* Genotypic Differences in Phosphorus Efficiency and the Performance of Physiological Characteristics in Response to Low Phosphorus Stress of Soybean in Southwest of China. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 7, 24 nov. 2016. Frontiers Media SA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.01776>.