

## RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO APLICADOS A LANÇO E NA LINHA EM FORRAGEIRAS NA SAFRINHA

KÁSSIA DE PAULA BARBOSA<sup>1\*</sup>; CARLOS RIBEIRO RODRIGUES<sup>2</sup>;  
POLYANNA RIBEIRO TRINDADE<sup>3</sup>; RAPHAELL LOPES DO COUTO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ma. em Ciências Agrárias-Agronomia, Prof.<sup>a</sup> da UEG, Santa Helena de Goiás-GO, kassiadepaula@gmail.com;

<sup>2</sup>Dr. Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Prof. do IF Goiano, Rio Verde-GO, carlosrodrigues@gmail.com;

<sup>3</sup>Ma. em Ciências Agrárias-Agronomia, Prof.<sup>a</sup> do IF Goiano, Rio Verde-GO, polyanna.trindade@hotmail.com;

<sup>4</sup>Me. Produção Vegetal, Prof. da Universidade de Rio Verde, Rio Verde-GO, racouto85@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito residual do fósforo em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 + 1 sendo, quatro fontes de fósforo (Fosfato Reativo Bayóvar – 29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (FR); Monoamônio Fosfato 52% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (MAP); Superfosfato Simples – 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (SS) e o Superfosfato Triplo 42% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (ST)) e duas formas de aplicação (a lanço e na linha), mais um tratamento adicional sem adubação fosfatada, com quatro blocos. O experimento foi realizado na safrinha em área cultivada com soja na safra 2014/2015. Os tratamentos das fontes e formas de aplicação foram aplicados na soja. O efeito residual da adubação fosfatada proporcionou incrementos no crescimento e na produção de biomassa do sorgo forrageiro, principalmente para as fontes aciduladas de fósforo (SS e ST) aplicadas a lanço. A aplicação com ST também favoreceu a produção de massa seca do capim-piatã. Na profundidade de 0 a 5 cm houve maior teor de P com aplicação de FR, porém a produção de biomassa foi baixa, fator que pode estar relacionado com a superestimação de P ligado ao Ca pelo extrator Mehlich I.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sorghum bicolor* cv. Chopper, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, adubação fosfatada.

### RESIDUE OF PHOSPHORUS SOURCES BROADCAST AND APPLIED ON ROWS IN FORAGES DURING OFF-SEASON CROPS

**ABSTRACT:** The, the aim of this study was to evaluate the residual effect of phosphorus on intercropping of forage in the off-season. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 4 x 2 + 1 and four sources of phosphorus (Reactive Phosphate Bayóvar - 29% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (FR), Monoammonium Phosphate 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (MAP), Single Superphosphate - 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (SS) and the Triple Superphosphate 42% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (ST)) and two application forms (broadcasted and line), plus an additional treatment without phosphorus fertilization with four blocks. The experiment was carried out in the off-season in área planted with soybean crop in 2014/2015. The source treatments and application forms were applied in soybeans. The residual effect of phosphate fertilizer provided increments in growth and biomass production of forage sorghum especially for phosphorus acidulous sources (SS and ST) applied at broadcast. The ST application also favored the dry matter production of piatã grass. In the depth of 0 to 5 cm was higher P content with FR application, but biomass production was low, a factor that may be related to the P

linked to Ca overestimation by extractor Mehlich I.

**KEYWORDS:** *Sorghum bicolor* cv. Chopper, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, phosphate fertilizer.

### INTRODUÇÃO

A sucessão de culturas anuais com forrageiras tem por finalidade fornecer forragem para a entressafra e palhada para o plantio direto. Consiste na semeadura de cultura forrageira (milho, milheto ou sorgo) em monocultivo ou em consórcio com uma forrageira perene (*Brachiaria*)

na safrinha, após a colheita da safra de verão, podendo a forragem produzida ser utilizada para pastejo direto e, ou produção de silagem (Kluthcouski et al., 2000).

Os solos brasileiros apresentam baixa fertilidade, sendo este um fator limitante para a produtividade e sustentabilidade da agropecuária, e a região do Cerrado não constitui exceção. A baixa disponibilidade de fósforo (P) nos solos tropicais brasileiros limita a produção de forragens, independente da espécie cultivada (Lima et al., 2007), uma vez que adubação fosfatada aumenta significativamente a produção de forragens (Benício et al., 2011). O P é essencial ao crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas com importante papel no processo de formação de sementes (Santos et al., 2016).

A melhoria da eficiência das adubações com P pode ser obtida segundo Goedert e Sousa (1986) com a minimização do poder de imobilização de P pelo solo, antes da adubação fosfatada; determinando a melhor dose, forma de aplicação e incorporação; uso de plantas mais eficientes na absorção e aproveitamento de P; desenvolvimento de tecnologias que aproveitem de forma eficiente as fontes de P disponíveis; maximização de práticas agrícolas e adubação fosfatada. A eficiência agrônômica dos fertilizantes fosfatados pode ser afetada pelas fontes de fósforo, propriedades do solo, modo de aplicação e espécie vegetal (Franceloso et al., 2010).

Neste sentido, o adequado estudo da eficiência de uso do P de adubos fosfatados envolve a avaliação do balanço entre entradas e saídas de fósforo no sistema, em função da fonte e modo de aplicação do fertilizante e do sistema de manejo do solo (Anghinoni, 2004). Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito residual de diferentes fontes de fósforo e suas formas de aplicação em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido a campo no município de Rio Verde - GO, em um Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial  $4 \times 2 + 1$  sendo, quatro fontes de fósforo (Fosfato Reativo Bayóvar – 29% de  $P_2O_5$  total (FR); Monoamônio Fosfato 52% de  $P_2O_5$  (MAP); Superfosfato Simples – 18%  $P_2O_5$  (SS) e o Superfosfato Triplo 42%  $P_2O_5$  (ST)) e duas formas de aplicação (a lanço e na linha), mais um tratamento adicional sem adubação fosfatada, com quatro blocos. Aplicou-se  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ . As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas com quatro metros de comprimento, com espaçamento de meio metro entre as linhas.

O experimento foi realizado na safrinha em área cultivada com soja na safra 2014/2015. Os tratamentos das fontes e formas de aplicação foram aplicados na soja. Após a colheita da soja, realizou-se a amostragem do solo nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, perfazendo uma coluna de solo desde a linha de plantio até a entre linha da soja num total de seis pontos por parcela. As amostras foram secas ao ar e tamisadas em peneiras de 2 mm e destinadas a análise química do solo.

Noventa e cinco dias após a emergência coletou-se cinco plantas de cada espécie para determinação de matéria seca e produção de biomassa. Após a colheita das forrageiras foi amostrado o solo, sendo seis amostras simples por parcela em cada profundidade avaliada (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm). A amostra simples de cada profundidade avaliada foi composta por uma faixa de solo entre a linha e a entre linha de plantio (Cantarutti et al., 2007). As amostras foram secadas ao ar e peneiradas em peneira de 2 mm para análises químicas de P, segundo Embrapa (2009).

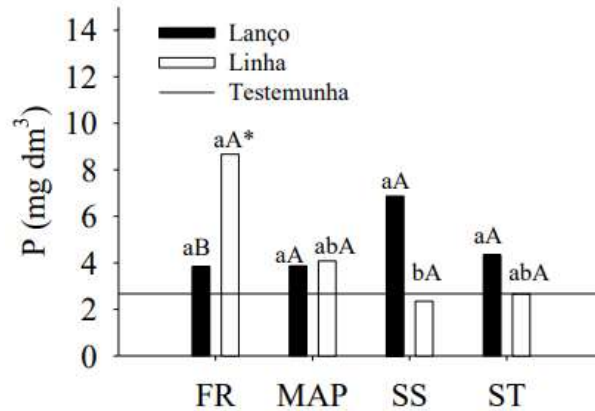
Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade com auxílio do software R. Utilizou-se o programa SISVAR para realizar os contrastes ortogonais entre os tratamentos e o tratamento adicional.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os teores de P disponível no solo só obtiveram variação na profundidade de 0 a 5 cm. A aplicação com FR na linha seguida do SS a lanço proporcionaram maior efeito residual e disponibilidade de P na profundidade de 0-5 cm (Figura 1). Houve maior efeito residual de P com aplicação de FR na linha para profundidade de amostragem de 0-5 cm (Figura 1) quando comparada à Testemunha. Para as profundidades de 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm não houve variação da disponibilidade de P no perfil

do solo em relação as fontes e formas de aplicação de P. Contudo os valores médios de P para as profundidades de 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm foram 2,72; 1,83; 1,73 e 1,49 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

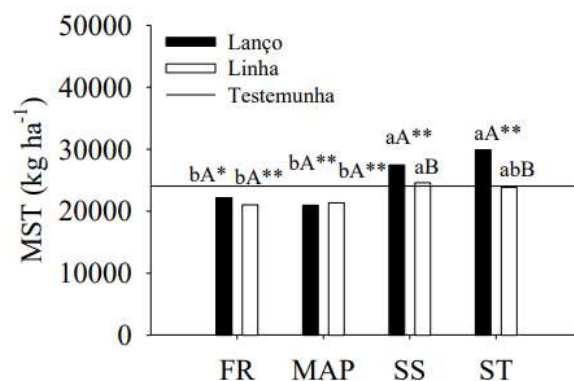
Figura 1. Teor de fósforo no solo (P) (mg dm<sup>-3</sup>) pela extração de Melich I após a colheita das forrageiras com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P na profundidade 0 a 5 cm.



Nos tratamentos com FR foram obtidos os maiores teores de P disponível no solo. Todavia, a produção de biomassa das plantas adubadas com o FR foi baixa. Essa correlação negativa entre os teores de P disponível no solo e produção de biomassa para as plantas adubadas com o FR está relacionado com a superestimação de P ligado ao Ca pelo extrator Mehlich I sendo, que essa forma de P não está disponível para as plantas. A extração de P ocorre pela dissolvência ácida dos compostos fosfatados de fraca energia, sendo maior para os fosfatos de cálcio, os ligados alumínio e por último ligados ao ferro, podendo ocorrer efeito secundário de troca iônica nos sítios de adsorção do íon de sulfato pelo fosfato (Santos et al., 2008). Segundo Gatiboni et al. (2003) ocorre a superestimação do teor de fósforo no solo da extração de P pelo extrator de Mehlich I em solos previamente adubados por fosfatos naturais.

As plantas do sorgo adubadas com SS e ST a lanço apresentaram maior massa seca total (folha + colmo + panícula) (MST) (kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 2). Uma planta submetida a condições ideais de nutrição, principalmente ao suprimento de fósforo e cálcio, apresenta maior desenvolvimento de raízes, terá maior produção de fotoassimilados (Guedes et al., 2009). Sendo assim, a presença de cálcio na composição do ST e SS, e sua maior solubilidade, contribuiu para obtenção de maior produção MST de sorgo.

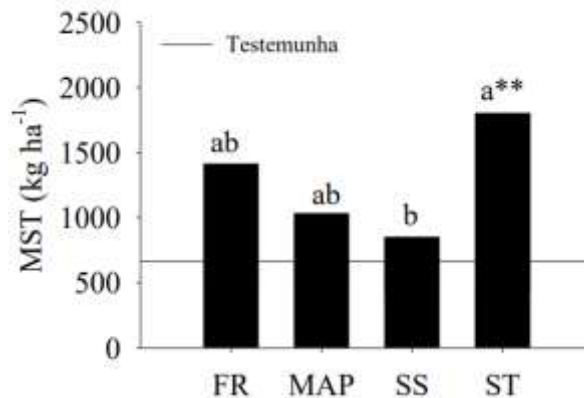
Figura 2. Produção do sorgo forrageiro com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P: massa seca total (colmo + folhas + panícula) (MST) (kg ha<sup>-1</sup>).



A MST do capim-piatã foi maior com aplicação de ST independente da forma de aplicação, obteve-se a MST de 1801, 87 kg ha<sup>-1</sup>, e este foi superior à Testemunha (Figura 3). Jeiri et al. (2010) em estudo com fontes (Superfosfato Triplo, Termofosfato Magnésiano e hiperfosfato de Gafsa), doses e modos de aplicação de fósforo em pastagem afirmam que, o ST promove maior incremento de massa seca em relação às outras fontes utilizadas, por causa da alta solubilidade em água, fornecendo maiores quantidades de fósforo à planta nos primeiros dias. Costa et al. (2008) onde foram testadas diferentes

fontes de fósforo, em capim-marandu, verificaram, a produção de massa seca e o acúmulo total de P, foram mais eficientes nos tratamentos com as fontes de maior solubilidade, como o ST, fosfato natural reativo e a mistura entre eles. Vale ressaltar que o teor de P na MST nem sempre apresenta relação direta com a produção de MST, assim, plantas que apresentam maior produção de MST podem apresentar menores teores de P e conseqüentemente menor acúmulo de P em seu tecido, como consequência do efeito diluição (Faquin et al., 1997).

Figura 3. Produção do capim-piatã com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P: massa seca total do capim-piatã (MST) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).



De maneira geral o efeito residual da adubação fosfatada proporcionou incrementos no crescimento e na produção de biomassa do sorgo forrageiro, principalmente para as fontes aciduladas de fósforo (SS e ST) aplicadas a lanço. Esta alta produção pode ser justificada pela alta disponibilidade de P no solo nesses Tratamentos (Figura 1). A alta solubilidade destes adubos fosfatados é responsável pela liberação de íons fosfatos no solo de forma mais rápida resultando em ganhos imediatos na produtividade das culturas em relação aos FR (Ramos et al., 2009). Contudo, ao longo de diversos anos o efeito dos FR pode ser similar (Resende et al., 2006) ou até superior (Braga et al., 1991) ao dos fosfatos solúveis, devido ao seu maior efeito residual. Neste trabalho o MAP por possuir reatividade rápida disponibilizou fósforo e nitrogênio para a cultura o que pode ter favorecido maior produção de grãos e massa seca na safra anterior a safrinha. Já o SS e o ST não apresentaram os mesmos resultados, efeito que pode ser relacionado à baixa reatividade destes, uma vez que os fosfatos de cálcio têm reação mais lenta.

## CONCLUSÃO

A aplicação com ST promoveu acréscimo na produção de massa seca do capim piatã.

As fontes de fósforo SS e ST, ambas a lanço proporcionaram maior efeito residual e com isso maior produção de biomassa e crescimento do sorgo forrageiro. Desta forma, são necessárias a replicação das pesquisas por um período de tempo prolongado para consolidação dos resultados.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado durante o todo período do experimento.

## REFERÊNCIAS

- Anghinoni, I. Fatores que interferem na eficiência da adubação fosfatada. In: Yamada, T.; Abdalla, S. R. S. (Eds.) Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 537-562.
- Benício, L. P. F.; Oliveira, V. A.; Silva, L. L.; Rosanova, C.; Oliveira, S. L. Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v.5, p.55- 60, 2011.
- Braga, N. R.; Mascarenhas, H. A. A.; Bulisani, E. A.; Raij, B. van; Feitosa, C. T.; Hiroce, R. Eficiência agrônômica de nove fosfatos em quatro cultivos consecutivos de soja. R. Bras. Ci. Solo, v.15, p.315-319, 1991.

- Cantarutti, R. B.; Barros, N. F.; Martinez, H. E. P.; Novais, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: Novais, R. F.; Alvaez V.V. H.; Barros, N.F. de; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Fertilidade do Solo. Viçosa-MG: SBCS, 2007. p.769-850.
- Costa, S. E. V. G. A.; Furtini Neto, A. E.; Resende, A. V.; Silva, T. O.; Silva, T. R. Crescimento e nutrição da Braquiária em função de fontes de fósforo. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.5, p.1419- 1427, 2008.
- EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2013. 353p.
- Faquin, V.; Rossi, C.; Curi, N.; Evangelista, A. R. Nutrição mineral em fósforo, cálcio e magnésio do Braquiara em amostras de Latossolo dos Campos das Vertentes sob influência de calagem e fontes de fósforo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.26, n.6, p.1074-1082, 1997.
- Franceloso, J. F.; Lana, M. C.; Fontaniva, S.; Czycza, R. V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. Revista Ceres, v.57, n.5, p.686-694, 2010.
- Gatiboni, L. C.; Kaminski, D. S.; Rheinheimer, D. S.; Brunetto, G. Superphosphate and rock phosphates as phosphorus sources for grass-clover pasture on a limed acid soil in southern Brazil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v.34, n.17-18, p.2503-2514, 2003.
- Goedert, W. J.; Sousa, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: Seminário de Fósforo, Cálcio, Enxofre e Micronutrientes, Situação Atual e Perspectivas na Agricultura, 1986, São Paulo. Anais...São Paulo: MANAH, 1986. p.21-53.
- Guedes, E. M. S.; Fernandes, A. R.; Lima, E. V.; Gama, M. A. P.; Silva, A. L. P. Fosfato natural de arad e calagem e o crescimento da Brachiária brizantha em Latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. Revista de Ciências Agrárias, n.52, p.117-129, 2009.
- Ieiri, A. Y.; Lana, R.M.Q.; Korndorfer, G.H.; Pereira, H.S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. Ciênc. agrotec., Lavras, v.34, n.5, p.1154-1160, 2010.
- Kluthcouski, J.; Oliveira, I. P.; Yokoyama, L. P.; Silva, A. E.; Cobucci, T.; Aidar, H.; Costa, J. L. S.; Silva, J. G.; Vilela, L.; Barcellos, A. O.; Magnabosco, C. U. Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2000. (Circular Técnica, 38).
- Lima, S. O.; Fidelis, R. R.; Costa, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *brachiaria brizanta* cv. Marandú no sul do Tocantins. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.37, n.2, p.100-105, 2007.
- Ramos, S. J.; Faquin, V.; Rodrigues, C. R.; Silva, C. A.; Boldrin, P. F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. R. Bras. Ci. Solo, v.33, p.335-343, 2009.
- Resende, A. V.; Furtini Neto, A. E.; Alves, V. M. C.; Muniz, J. A.; Curi, N.; Faquin, V.; Kimpara, D. I.; Santos, J. Z. L.; Carneiro, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. R. Bras. Ci. Solo, v.30, p.453-466, 2006.
- Santos, D. R. dos; Gatiboni, L. C.; Kaminski, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. Ciência Rural, v.38, n.2, p.576-586, 2008.
- Santos, M. P.; Castro, Y. O.; Marques, R. C.; Pereira, D. R. M.; Godoy, M. M.; Reges, N. P. R. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. PUBVET, v.10, n.1, p.1-12, 2016.