

## Produtividade do milho sob efeito residual da aplicação de fontes de adubação fosfatada e plantas de cobertura de inverno

### CORN PRODUCTIVITY ON THE RESIDUAL EFFECT OF THE APPLICATION OF FOSPHATE FERTILIZER SOURCES AND WINTER COVERING PLANTS

#### RESUMO

**Bruno Acadio Jacoby Stuaný**  
[bruno\\_stuaný@hotmail.com](mailto:bruno_stuaný@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Laércio Ricardo Sartor**  
[laerciosartor@utfpr.edu.br](mailto:laerciosartor@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Paulo Servio Pavinato**  
[pavinato@usp.br](mailto:pavinato@usp.br)  
ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil

**Julio Henrique Spode**  
[juliohspode@gmail.com](mailto:juliohspode@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Matheus Ribeiro**  
[matheusribeiro27@gmail.com](mailto:matheusribeiro27@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Arlei Junior Soletti**  
[arleisoletti@hotmail.com](mailto:arleisoletti@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**André Vaz de Campos**  
[andrevazdecampos999@gmail.com](mailto:andrevazdecampos999@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Este trabalho avaliou o efeito residual do uso de fontes de adubação fosfatadas, associadas ao cultivo de plantas de cobertura de ciclo hibernar na produção de biomassa vegetal e rendimento de grãos de milho. Realizado na UTFPR, Campus Dois Vizinhos, implantado em 2009, este trabalho apresenta a safra 2018/19. Com 21 tratamentos em blocos ao acaso no modelo bifatorial (3 x 7), com três repetições. O fator A envolve fontes de fósforo que foram superfosfato triplo e fosfato natural da Argélia e uma testemunha com ausência de P, na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicados até 2015, quando foram cessadas a fim de avaliar o efeito residual. O fator B são as plantas de cobertura de inverno (PCI) que foram: aveia preta, nabo forrageiro, tremoço branco, azevém comum, ervilhaca peluda, centeio e a testemunha, em pousio no inverno. Para matéria seca das PCI, se destacaram as gramíneas, onde maiores acúmulos foram utilizando as fontes fosfatadas. Para o milho, a ausência de fósforo resultou redução em todas as variáveis, as duas fontes utilizadas apresentaram diferença entre si, onde as parcelas em pousio, ervilhaca, tremoço, nabo e azevém com FN obtiveram maior produtividade em relação ao STF.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rendimento. Adubação fosfatada. Plantas de cobertura.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Página | 2

## ABSTRACT

This work evaluated the residual effect of using phosphate fertilizer sources associated with the cultivation of hibernal cycle cover crops on plant biomass production and corn grain yield. Held at UTFPR, Campus Dois Vizinhos, implemented in 2009, this work presents the 2018/19 crop. With 21 randomized block treatments in the two-factor model (3 x 7), with three repetitions. Factor A involves sources of phosphorus that were triple superphosphate and natural phosphate from Algeria and a P-absence control at 100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, applied until 2015, when they were ceased to assess the residual effect. The factor B are the winter cover crops (PCI) which were black oats, forage turnip, white lupins, common ryegrass, hairy vetch, rye and the control, fallow in winter. For dry matter of CPI, we highlight the grasses, where the largest accumulations were using the phosphate sources. For maize, the absence of phosphorus resulted in reduction in all variables, the two sources used differed from each other, where plots fallow, vetch, lupins, turnip and ryegrass with higher yield than the FTS.

**KEYWORDS:** Yield. Phosphate fertilization. Coverage plants..

## INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um importante nutriente que sempre está ligado a altas produtividades, e deve ser manejado a fim de aumentar sua eficiência e consequentemente a produtividade. Dos solos brasileiros, 31,6% são Latossolos (LIMA, 2018), esses por sua vez possuem característica de serem bem drenados e profundos além da alta acidez e teor de fósforo disponível ser muito baixo, pois é imobilizado pelo ferro e alumínio. Assim fica comprometido o melhor desenvolvimento da cultura, impossibilitando de atingir o máximo potencial produtivo. Corretivos e fertilizantes quando aplicados de forma correta podem solucionar este problema (SOUSA; LOBATO, 2017).

O uso de fosfatos naturais que tem uma liberação lenta em relação aos fosfatos solúveis, o que pode permitir um melhor aproveitamento, visto que as fontes solúveis liberam rapidamente, sendo uma parte é absorvida pelas plantas e outra sendo retida no solo (SANZONOWICZ, GOEDERT, 1986). Os fosfatos naturais tem maior reatividade em solos ácidos como os Latossolos, comparando com solos mais básicos, onde o pH ácido influencia em sua solubilidade.

As plantas são muito importantes na solubilização do P, principalmente o P não-lábil, pois algumas espécies possuem capacidade de solubilizá-lo por meio exsudação de suas raízes, que contém ácidos orgânicos que conseguem agir na dissolução do coloide, alimentando o P na solução do solo. Objetivou-se avaliar o efeito residual do uso de fontes de adubação fosfatadas, associadas ao cultivo de plantas de cobertura de ciclo hibernal na produção de biomassa vegetal e rendimento de grãos de milho.

## METODOLOGIA

O presente experimento foi realizado na fazenda experimental da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, no Sudoeste do Paraná, com latitude 25°42' S, longitude 53°08' W e altitude média de 561m. O solo da área experimental é classificado

como Latossolo Vermelho Distroférico com textura argilosa (EMBRAPA, 2013). O experimento foi implantado em 2009, para esse trabalho foram utilizados dados da safra 2018/19. Nos anos anteriores cultivou-se no experimento milho, soja, e dois anos consecutivos de milho, e por últimos dois anos de soja, respectivamente.

Foram testados 21 tratamentos com blocos ao acaso em modelo bifatorial (3 x 7), com três repetições, o fator A fontes de fósforo e fator B diferentes plantas de cobertura de inverno (PCI). As fontes de P utilizadas foram superfosfato triplo (44% de  $P_2O_5$  solúvel em Citrato neutro de amônio + água) e fosfato natural da Argélia (24% de  $P_2O_5$  solúvel ácido cítrico) e uma testemunha com ausência de P. Já as PCI utilizadas foram aveia preta cv. IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb), nabo forrageiro IPR116 (*Raphanus sativus* L.), tremoço branco (*Lupinus albus*), azevém comum (*Lolium multiflorum*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), centeio (*Secale cereale* L.) e pousio no inverno. Estas espécies foram conduzidas até o dia 12 de agosto de 2018, quando foi realizado o corte, utilizando um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>, para avaliação da matéria seca produzida. As amostras foram secas em estufa á 55°C por 72 horas e pesadas em balança semi-analítica, permitindo estimar a produção de massa seca. Após o corte da unidade amostral, foi realizado manejo das coberturas com dessecação, 100 dias após a semeadura das mesmas, utilizando glyphosate 1440g. i.a. ha<sup>-1</sup>.

As fontes de P foram aplicadas a lanço para se obter distribuição mais uniforme, no período do inverno após implantação das PCI, na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ , até a safra de 2014/15. Através de análise de solo do ano de 2014/2015, constatando o alto teor de P nas parcelas as aplicações foram cessadas, de forma que a cultura e as coberturas utilizassem apenas o P residual, P orgânico e P disponibilizado pelas próprias PCI. No mês de setembro de 2018, antes da semeadura do milho, foi realizada calagem na dose de 3 t ha<sup>-1</sup>, exceto nas parcelas com fosfato natural.

No mês de setembro ocorreu a semeadura do milho, utilizando-se a cultivar PIONEER 30F53. Foi feito manejo das plantas daninhas utilizando mistura de atrazina + nicosulfurom nas doses de 2Kg. i.a ha<sup>-1</sup> e 40g. i.a. ha<sup>-1</sup> respectivamente, quando as plantas se apresentavam em estágio V3. Por apresentar tecnologia Leptra (contra lepdopteros), ciclo precoce com maior tolerância a doenças, junto a baixa incidência de pragas e doenças não foram realizadas aplicações de inseticidas e fungicidas. A aplicação de potássio foi realizada a lanço, utilizando cloreto de potássio (60% de  $K_2O$ ), e nitrogênio, na forma de ureia protegida (45% de N). As doses utilizadas foram de 80 Kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  e 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N quando as plantas se apresentavam em V4-V5, e posteriormente mais uma dose de 75 Kg ha<sup>-1</sup> de N em V8. No ponto de colheita do milho (R6), quando os grãos apresentavam em torno de 18-20% de umidade, foi realizada a amostragem de 30 plantas por parcela, utilizando a área de 4,5 m<sup>2</sup> no centro da parcela de 25 m<sup>2</sup> (5x5), respeitando 0,5m da borda da parcela. Foram utilizadas 5 espigas por parcela para avaliar os componentes de rendimento (número de fileiras, grãos por fileiras). A amostra total foi trilhada em seguida pesada em balança semi-analítica permitindo estimar a produtividade por ha, três sub amostras homogêneas de 100 grãos cada, totalizando 300 grãos por parcela, foram utilizadas para a determinação da massa de mil sementes em balança analítica. Para determinação da umidade dos grãos, foi utilizado medidor eletrônico do tipo caneco, a qual permitiu corrigir as variáveis a 13% de umidade. As análises

estatísticas utilizaram o teste F (0,05), quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (0,05). Foi usado o programa estatístico Stathgraphic Plus 4.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a produção de matéria seca das plantas de cobertura de inverno no ano 2018 (Figura 1), verificou que os tratamentos analisados diferem estatisticamente, se destacando as Poaceae, independente da fonte de fósforo e o nabo com SFT. Para o fator fontes de fósforo, os tratamentos com ausência de P diferiram dos tratamentos com fontes do nutriente, que apresentaram maior produção de matéria seca onde foi utilizado fontes de P, e o nabo com uso de SFT apresentou maior rendimento, sendo a única PC que apresentou diferença entre a fonte solúvel e o FN. O SFT também apresentou media maior na produção de matéria seca do centeio, mas não diferiu estatisticamente, enquanto o fosfato natural teve melhor desempenho nas demais. Comparando as médias das plantas de cobertura, destaca-se a produção de matéria seca da aveia, do azevém e do centeio, não diferindo estatisticamente entre si, sendo superiores as demais, exceto para o nabo com STF, que não se diferiu estatisticamente, entretanto obteve valor médio menor que as gramíneas.

Figura 1 – Produção de matéria seca das plantas de cobertura de inverno em  $\text{kg ha}^{-1}$ , ano de 2018, submetidas efeito residual de diferentes fontes fosfatadas. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2018.

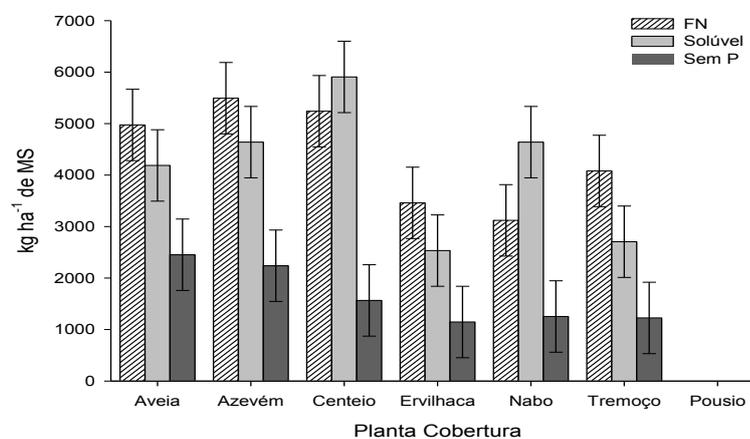


Figura 1 – Barras não coincidentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2019).

O fósforo se apresenta muito importante no crescimento do sistema radicular, e também no perfilhamento das gramíneas, que são fundamentais à maior produção de matéria seca das mesmas (SANTOS, et al 2002). Isso explica o fato de as gramíneas testadas apresentarem valores elevados em relações às demais, quando na presença de fosforo.

Houve diferença significativa entre as duas fontes de P somente para o nabo e tremoço para massa de mil grãos, em que o FN foi melhor que o SFT e a testemunha. Para o fator plantas de cobertura só houve diferença significativa para o nabo no tratamento com SFT e o azevém sem P, que não diferiram,

ficando abaixo das demais plantas de cobertura com adubação fosfatada, mas acima dos demais tratamentos sem P.

A figura 2 demonstra que, na produtividade de grãos do milho, houve interação entre as plantas de cobertura e tratamentos com fósforo. No tratamento com azevém o rendimento de grãos de milho se diferenciou das demais no tratamento sem fósforo, tendo melhor desempenho comparado ao uso das demais plantas de cobertura. Para as parcelas em pousio, ervilhaca, tremoço, nabo e azevém houve diferença significativa entre as fontes, tendo o fosfato natural com maior produtividade, alcançando um incremento de 27,5% em relação ao SFT no pousio, que por sua vez teve quase o dobro de produtividade que a testemunha, sem fósforo.

Figura 2 – Rendimento do milho em  $\text{kg ha}^{-1}$ , safra 2018/2019, sob diferente plantas de cobertura de inverno e efeito residual de diferentes fontes fosfatadas. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2019.

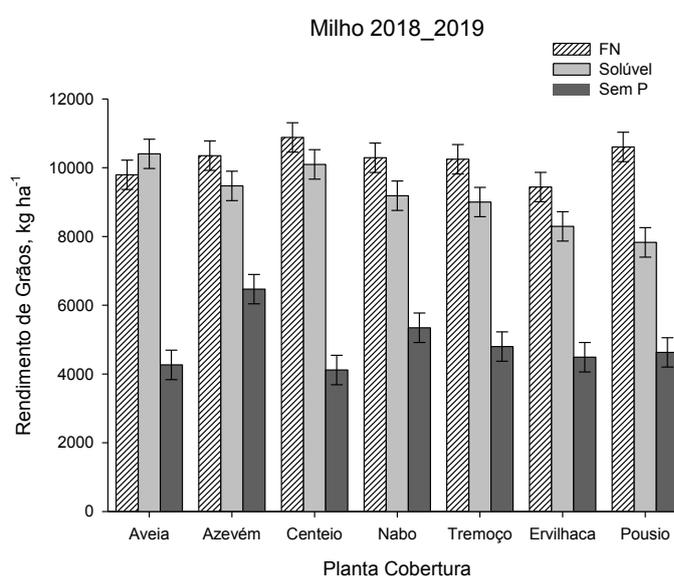


Figura 2 – Barras não coincidentes diferem estatisticamente entre si no teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2019).

Segundo GRANT et al (2001), a deficiência inicial de P no milho, reduz o crescimento da planta por estar relacionado com as restrições na obtenção de carbono. Tendo deficiência de P ocorre a redução da taxa de emissão e crescimento de folhas, principalmente das folhas baixas. Com área foliar reduzida, ocorre redução na captação da radiação solar e, conseqüentemente, menos carboidratos, afetando posteriormente a emergência de raízes nodais e diminuindo a capacidade da planta em absorver P. Reduzindo assim a produtividade final de grãos, como evidenciado na figura 2.

O tratamento ervilhaca+FN produziu menos que o tratamento pousio+FN, contrariando a hipótese esperada. Pode se explicar pelo fato de ao longo dos anos o pousio extrair menor quantidade de nutrientes do solo, por produzir menos que os demais tratamentos. Por se tratar do 4º ano de cultivo sem aplicação de P, os dados da figura 5 vão de encontro com a afirmação, mostrando o aumento da eficiência do fosfato natural ao longo do tempo, chegando a ser mais produtivo que a fonte solúvel.

## CONCLUSÕES

O milho e as plantas de cobertura, são afetadas diretamente pela falta do Fósforo. O P residual no solo a partir do uso de Fosfato Natural alcançou mesma eficiência técnica que o SFT ao longo do tempo. Entre as plantas de cobertura, as gramíneas apresentam superioridade tanto para acúmulo de biomassa e também na produtividade do milho, em comparação com as demais plantas cobertura.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária e UTFPR pela concessão da bolsa de iniciação científica. A UTFPR Campus Dois Vizinhos pela infraestrutura e insumos para realização do trabalho a campo.

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. – Brasília, DF : EMBRAPA-SPI, 2013. [Eds] SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C dos.; OLIVEIRA, V.A. de.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA. J.A de.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B de. In: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2013.

GRANT, Cal A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 95, 2001.

LIMA, Marcelo Ricardo de. Principais Classes De Solos Do Brasil, 2018. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Disponível em: <[http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/solos\\_brasil.pdf](http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/solos_brasil.pdf)> acesso em 06 jun. 2019.

SANTOS, Helder Quadros et al. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, n. 1, p. 173-182, 2002.

SANZONOWICZ, Claudio; GOEDERT, Wenceslau J.; Uso de fosfatos naturais em pastagens. Circular técnica EMBRAPA CERRADO, Planaltina, Abril 1986.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de; LOBATO, Edson. Latossolos. Agencia De Informação Embrapa, 2017. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_96\\_10112005101956.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html)> acesso em 06 jun. 2019.