



Efeito residual de fontes de fósforo combinado com plantas de cobertura hibernais para a cultura do milho

Residual effect of phosphorus sources combined with winter cover crops for corn

Luiz Henrique Grando¹, Laércio Ricardo Sartori²

RESUMO

O experimento foi implantado em 2009 na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, situado a uma latitude de 25° 41' 34.05" S, longitude de 53° 5' 42.42" O e altitude de 526 metros. O delineamento experimental é bifatorial (3x8), com 3 tratamentos de fertilizantes fosfatados, solúvel (superfosfato simples), insolúvel (fosfato natural) e sem aplicação de fósforo (controle), associado a 7 espécies de plantas de cobertura no período do inverno: Ervilhaca (*Vicia sativa* L.), tremoço branco (*Lupinus albus* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam), aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), centeio (*Secale cereale* L.), um mix de plantas de cobertura composto por nabo, aveia e centeio além de uma parcela que permanece em pousio durante o inverno (controle). O experimento contém 24 tratamentos com 3 repetições em blocos ao acaso, totalizando 72 unidades amostrais com 25 m² cada (5 x 5 metros). A aplicação dos fertilizantes fosfatados foi realizada entre os anos de 2009 e 2015 com uma dosagem anual de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. De 2016 a 2022 não foi mais feita aplicação do nutriente, repondo apenas os níveis de potássio e nitrogênio exigidos pelas culturas. Foi verificado que na matéria seca o FN tem superioridade na produtividade, o tremoço o nabo e o azevém se diferem dos demais e são os principais em produtividade, na produtividade do milho no pousio, no tremoço no azevém e centeio a testemunha se difere do FN e SFS o que indica uma alta demanda de P na produção assim concluímos que mesmo em 6 anos sem aplicação de P ainda há disponibilidade desse nutriente.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação fosfatada; solubilidade; Fertilidade do solo

ABSTRACT

The experiment was implemented in 2009 in the experimental area of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, located at a latitude of 25° 41' 34.05" S, longitude of 53° 5' 42.42" W and altitude of 526 meters. The experimental design is bifactorial (3x8), with 3 treatments of phosphate fertilizers, soluble (simple superphosphate), insoluble (rock phosphate) and without application of phosphorus (control), associated with 7 species of cover crops in the winter period: Vetch (*Vicia sativa* L.), white lupine (*Lupinus albus* L.), forage turnip (*Raphanus sativus* L.), ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam), black oat (*Avena strigosa* Schreb), rye (*Secale cereale* L.), a mix of cover crops consisting of turnip, oats and rye in addition to a portion that remains fallow during the winter (control). The experiment contains 24 treatments with 3 replications in randomized blocks, totaling 72 sampling units of 25 m² each (5 x 5 meters). The application of phosphate fertilizers was carried out between 2009 and 2015 with an annual dosage of 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅. cultures. It was verified that in dry matter, FN has superior productivity, lupine, turnip and ryegrass are transferred from the others and are the main ones in productivity, in the productivity of corn in fallow, in lupine in ryegrass and rye, the control is different from FN. and SFS, which indicates a high demand for P in production, so we conclude that even in 6 years without application of P there is still availability of this nutrient.

KEYWORDS: Phosphate fertilizer; solubility; Soil fertility

Introdução

A região sudeste do Paraná tem sua economia influenciada pela agropecuária e se destaca na produção de grãos e proteína animal. Para milho e demais culturas, o fósforo é

¹ Bolsista do(a) UTFPR-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: luizgrando@alunos.utfpr.edu.br.

² Professor Dr. Laércio Ricardo Sartori. UTFPR -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.



um nutriente de alta demanda, a atividade altamente competitiva necessita de um manejo adequado para o aproveitamento desse nutriente, com a dificuldade de pragas e clima, o solo é substrato passível de controle e manejo.

No entanto, o desafio na adubação fosforada no Sudoeste do Paraná reside em garantir que o fósforo seja disponibilizado de forma eficaz para as plantas. O solo dessa região apresenta características que dificultam a absorção direta do fósforo pelas raízes das plantas, devido à sua tendência em se tornar insolúvel e indisponível às plantas.

Fertilizantes solúveis em água são disponibilizados para as plantas a curto prazo contudo, fosfatos naturais demandam de maior tempo, contudo apresentam maior efeito residual

O objetivo desse trabalho é avaliar o efeito residual de fontes de fósforo de diferentes solubilidades e a influência de plantas de cobertura na disponibilização de fósforo para cultura do milho em experimento de longa duração.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi implantado em 2009 na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, situado a uma latitude de 25° 41' 34.05" S, longitude de 53° 5' 42.42" O e altitude de 526 metros. A pesquisa foi iniciada no ano de 2009 com cultivo de common vetch (*Vicia sativa* L.), white lupin (*Lupinus albus* L.), fodder radish (*Raphanus sativus* L.), ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam), black oat [*Avena strigosa* Schreb.], red clover [*Trifolium pratense* L.], rye (*Secale cereale* L.), mix fodder radish/oat/rye and fallow, entre os anos de 2009 a 2022, antecedendo a cultura de lavoura milho (*Zea mays* L.) ou soja (*Glycine max* L.). Para cada tratamento de planta de cobertura, entre 2009 a 2015, as fontes de fósforo (Superfosfato simples com 18% P₂O₅ solúveis, fosfato natural com 9% solúvel e total de 29% de P₂O₅ e a testemunha sem aplicação de P) foram aplicadas durante a primeira quinzena de outubro de cada ano. A aplicação dos fertilizantes fosfatados foi realizada entre os anos de 2009 e 2015 com uma dosagem anual de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Entre 2016 a 2022 não foram feitas as aplicações das fontes de P, sendo o cultivo feito sobre o residual da aplicação dos anos anteriores.

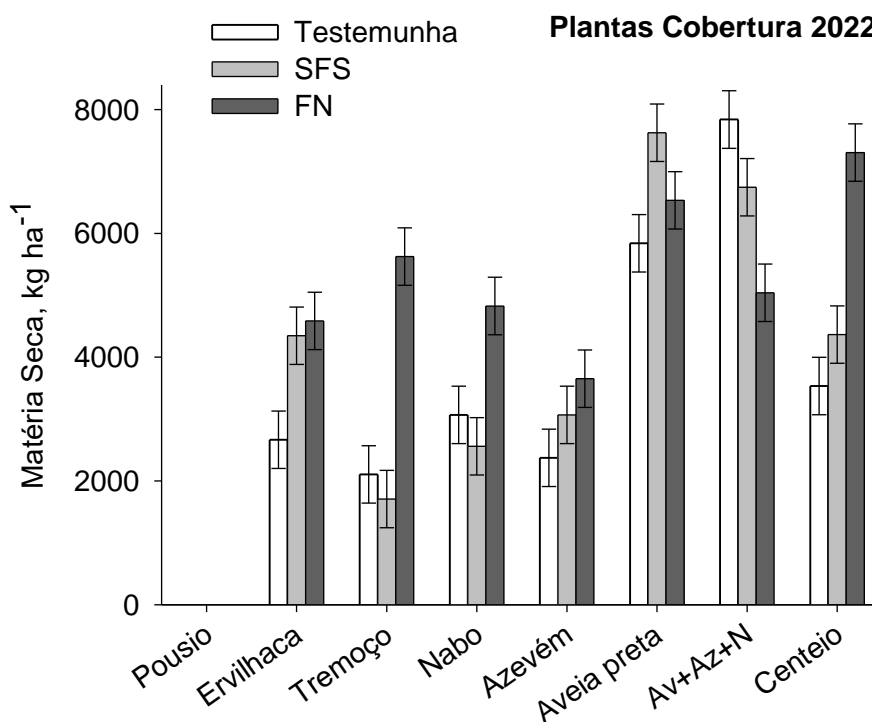
Avaliou-se a produção de matéria seca das plantas de cobertura e rendimento de grãos de milho na safra 2022/2023. Para avaliação do rendimento de grãos de milho foram amostrados 8 metros lineares de plantas por unidade experimental. As amostras foram debulhadas e então quantificada a massa da amostra para cálculo do rendimento de grãos por hectare, corrigindo a umidade do grão para 13%. Para avaliação de massa seca de plantas de cobertura foi feita a coleta de amostras de plantas em área 0,25m² por unidade experimental com posterior secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60°C até peso constante.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1 – Matéria seca (kg ha^{-1}) de plantas de cobertura no ciclo hibernal do ano de 2022 sob efeito residual da aplicação de superfosfato simples (SFS), Fosfato Natural (FN) e Sem Fósforo (Testemunha) feita entre 2009 e 2015. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR.



Fonte: Autoria própria (2023)

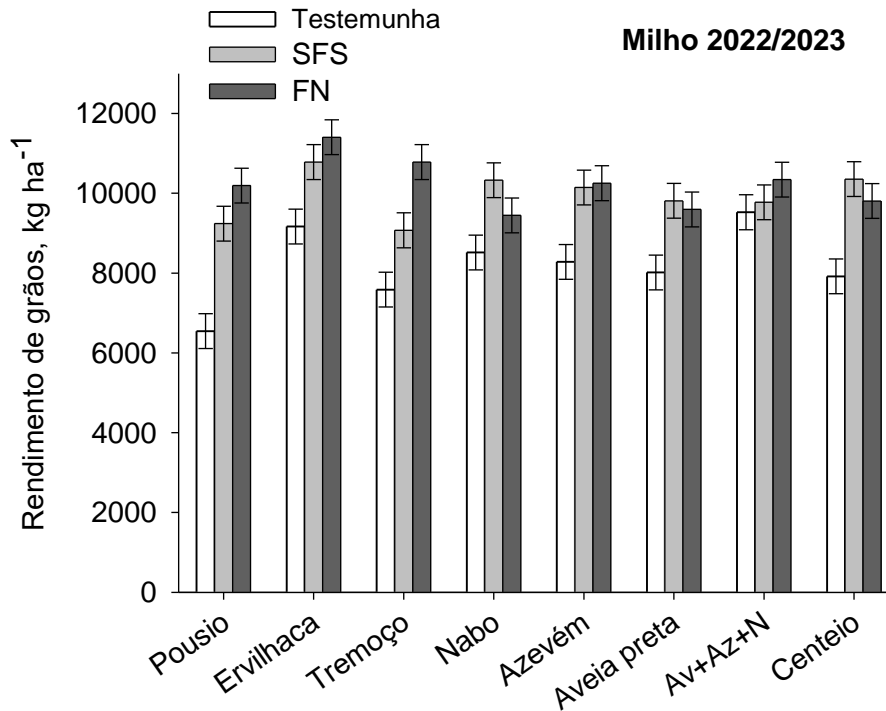
O pousio não teve produção de massa seca devido a manutenção da área sem plantas no período hibernal. Nas áreas sem aplicação de P à 12 destaca-se produção de massa seca de aveia, aveia+nabo+centeio e centeio, especialmente para aveia, que mesmo em restrição de P foi tratamento que não difere das áreas com uso de SFS e FN. Após seis anos sem aplicação de SFS e FN, observa-se que em cinco (aveia, tremoço, nabo, aveia+nabo+centeio e centeio) das sete espécies hibernais o FN determina maior produção de biomassa das plantas de cobertura, o que caracteriza efeito residual dessa fonte de P.

Em solos com alta capacidade de fixação de P e ácidos, o uso de fontes solúveis de P pode apresentar baixa eficiência, pois a rápida disponibilização do nutriente faz com que a planta não o absorva nas mesmas proporções e ele acabe sendo retido nos colóides do solo (Garcia, 2014). Portanto acredita-se que as diferenças obtidas entre as fontes fosfatadas estejam relacionadas e este fator, pois apesar de ter acidez corrigida, o solo do experimento



possui altos teores de argila e óxidos e acaba sendo propício à fixação do P aplicado. Da mesma forma, o maior efeito residual de fontes naturais caracterizam liberação de P mais lenta e a longo prazo.

Figura 2 – Rendimento de grãos de milho (kg ha^{-1}) no ciclo estival do ano safra de 2022/2023 sob efeito residual da aplicação de superfosfato simples (SFS), Fosfato Natural (FN) e Sem Fósforo (Testemunha) feita entre 2009 e 2015 e plantas de cobertura. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR.



Fonte: Autoria própria (2023)

O rendimento de grãos foi menor em todas os tratamentos que não recebem P por 12 anos e, com relevância, onde existe alguma planta de cobertura antecedendo o milho respondeu em produtividade se comparado ao pousio. Entre as fontes de P apenas para tremoço e pousio o tratamento com FN apresentou maior rendimento de grãos de milho. O efeito residual das fontes de P ainda representa interessante resposta após seis anos sem aplicação de P, o que indica que temos possibilidade de maior eficiência produtiva se considerarmos uso de plantas de cobertura como ferramentas recicladoras de P e que se o solo estiver em pousio o P pode ficar retido no solo, especialmente solos com alta capacidade de adsorção. Grant et al., (2001) verificou que a deficiência de P nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura do milho reduz o crescimento da planta, pois este nutriente está relacionado a obtenção de carbono. Sendo assim com a restrição de P ocorre redução na emissão e crescimento foliar, principalmente das folhas baixas. Com essa redução de área foliar ocorre menos captação de energia luminosa para fotossíntese, e conseqüentemente menos carboidratos produzidos pela planta o que restringe a emergência de raízes nodais, que comprometem a capacidade de absorção de P pela planta.



Para concluir verificamos que após 6 anos de aplicação de P ainda há disponibilidade de P para as plantas apesar de que em produtos mais solúveis a disponibilidade esteja menor ainda ocorre a mesma, o que torna interessante a utilização desse resíduo em períodos que o preço esteja elevado ou até mesmo para reduzir o custo de produção de uma safra.

Agradecimentos

Agradecer a UTFPR Campus dois vizinhos por disponibilizar a área de pesquisa e ao (CNPQ) Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por apoiar o desenvolvimento do projeto

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse

REFERÊNCIAS

GRANT, C.A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C.; **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial ad planta.** Potafos. Informações agronômicas. N° 95. Piracicaba – SP, Set. 2001. Acesso em 31 out. 2021. Disponível em [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)