

Fósforo no solo em função de plantas de cobertura e fertilizantes fosfatados

Phosphorus in the soil as a function of cover crops and phosphate fertilizers

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de grãos de soja sob fontes de adubação fosfatada e uso de plantas de cobertura na safra 2019/2020. A pesquisa foi iniciada no ano de 2009 e entre 2009 a 2015, as fontes de fósforo (Superfosfato simples, fosfato natural e a testemunha sem aplicação de P) foram aplicadas durante a primeira quinzena de outubro de cada ano. Entre 2016 a 2020 não foram feitas as aplicações das fontes de P, sendo o cultivo feito sobre o residual da aplicação dos anos anteriores. No inverno de 2019 fez-se o cultivo de ervilhaca, tremoço branco, nabo, azevém comum, aveia preta, centeio, mix nabo/aveia preta/centeio e pousio, antecedendo a cultura de lavoura soja. Avaliou-se a produção de massa seca das plantas de cobertura e o rendimento de grãos da cultura da soja. Houve superioridade na produção de massa seca do mix de plantas de cobertura e do centeio com uso de fosfato natural. Já na produtividade da soja não houve diferença significativa entre as fontes de fósforo. No tratamento sem P o uso do azevém no inverno aumentou a produtividade da cultura no verão.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo. Produção vegetal. Produção sustentável.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate soybean grain yield under fertilization from phosphate fertilization sources and use of cover crops in the 2019/2020 crop. The research was started in 2009 and in the winter of 2019, the cultivation of vetch, white lupin, fodder radish, ryegrass, black oats, rye, mix fodder radish/black oat/rye and fallow was cultivated, preceding the soybean crop. Between 2009 and 2015, phosphorus sources (simple superphosphate, natural phosphate and the control without P application) were applied during the first half of October each year. Between 2016 and 2020, the applications of P sources were not made, and the cultivation was done on the residual application of previous years. Dry mass production of cover crops and soybean yield were evaluated. There was superiority in the dry mass production of the mix of cover plants and rye with the use of natural phosphate. On the other, in soybean yield, there was no significant difference between the sources of N. In the treatment without P, the use of azevém in winter increased the productivity of the crop in the summer.

KEYWORDS: Soil fertility. Vegetable production. Sustainable production.

Arlei Junior Soletti

arleisoletti@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Laércio Ricardo Sartor

laerciosartor@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

André Vaz de Campos

andrevazdecampos999@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Mariana Neres de Santiago

Favero

marianafavero99@outlook.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Matheus Ribeiro

matheusribeiro27@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

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



INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros são considerados em sua maioria altamente intemperizados, devido à ação física, química e biológica que estes estão expostos ao longo dos anos, fazendo com que os minerais primários sejam alterados, dando origem aos óxidos de ferro e alumínio e filossilicatos de camadas 1:1 como a caulinita (TIECHER, 2011). Estes minerais se tornam abundantes em solos com alto grau de intemperismo e podem ocasionar perdas na eficiência dos fertilizantes, principalmente fosfatados, devido à alta capacidade de retenção do ânion fosfato em suas ligações químicas.

Com base neste aspecto, o fósforo (P) é um dos nutrientes mais limitantes para a produção vegetal devido a sua baixa disponibilidade em solos intemperizados e com caráter ácido. A busca por soluções a este problema é crescente, seja através do uso de plantas de cobertura, alterações nas fontes fosfatadas, uso do plantio direto ou da alteração do pH do solo.

Os fosfatos solúveis são os mais utilizados na agricultura brasileira e tendem a ter resultados mais satisfatórios nas primeiras aplicações quando comparado aos fosfatos naturais, porém ao analisar a produção acumulada durante vários anos as fontes insolúveis tendem a desencadear resultados equivalentes as fontes solúveis, e possuem um custo mais baixo por unidade de P (RESENDE et al., 2006).

Além do uso de fontes de fósforo com melhor custo benefício, o agricultor deve se atentar ao uso de mecanismos que possam ser utilizados para solubilizar as frações de P menos lábeis e que minimize a adsorção de P. Segundo Calegari et al., (2013), uma das formas para melhorar a eficiência do uso de P no solo, é o cultivo de plantas de cobertura, que são utilizadas com intuito de proteção do solo contra a erosão, aumento da matéria orgânica e estruturação do solo, e atuam também na disponibilização de P para as culturas sucessoras graças aos padrões de enraizamento e liberação de exsudatos que proporcionam um aumento da área de solo explorada e diminuição da adsorção de P respectivamente.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da produção de soja após dez anos de implantação do experimento após o uso de fontes de adubação fosfatada e plantas de cobertura hibernais.

MATERIAL E METODOS

O trabalho teve início no ano de 2009 com a implantação do experimento na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, Paraná, situada na região sudoeste do estado com latitude 25°42'S, longitude 53°08'W e altitude média de 561 metros. O solo da área experimental é um Nitossolo Vermelho com textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

A área onde o experimento está situado era cultivada com soja, milho e trigo entre 2001 a 2009, em sistema de plantio direto. Em 2009 foi implantado esse protocolo experimental. O delineamento experimental é bifatorial com blocos ao acaso sendo o fator A o uso de plantas de cobertura e o fator B a aplicação de adubos fosfatados. Os tratamentos principais foram compostos de 7 espécies de plantas de cobertura sendo elas: Ervilhaca (*Vicia sativa*), tremoço branco (*Lupinus albus*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), azevém (*Lolium multiflorum*), Aveia

preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*) e um mix de plantas de cobertura composto por nabo, aveia e centeio. Um dos tratamentos ficou em pousio durante o inverno, sendo denominado de testemunha, totalizando 8 tratamentos com 3 repetições separadas em unidades experimentais de 25 m² (5x5m). O fator B é composto por duas fontes de adubo fosfatado e uma testemunha sem fósforo, sendo o superfosfato simples (18 % P₂O₅ solúvel), o fosfato natural (9% de P₂O₅ solúvel e 29% total) e a testemunha onde não houve aplicação de adubos fosfatados desde 2009. Em todos os blocos experimentais foi realizada a aplicação de Cloreto de potássio (KCl) que possui 60% de K₂O.

As fontes de fósforo foram aplicadas no período do inverno após a implantação das plantas de cobertura em uma dosagem de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ entre os anos de 2009 até o ano de 2015, onde em consulta ao Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), decidiu-se cessar as aplicações devido aos altos níveis de P presentes no solo. A partir desta safra vem-se explorando o efeito residual destes fertilizantes bem como o efeito que as diferentes espécies de plantas de cobertura tem sobre a disponibilização de P para as culturas de lavoura.

As plantas de cobertura foram semeadas no mês de maio nas densidades de sementes viáveis de 70 kg ha⁻¹ para ervilhaca, 100 kg ha⁻¹ para tremoço branco, 20 kg ha⁻¹ para nabo forrageiro, 25 kg ha⁻¹ para azevém, 60 kg ha⁻¹ para aveia preta, 60 kg ha⁻¹ para centeio, 50 kg ha⁻¹ para mix, e foram cultivadas até o florescimento, quando realizou-se uma amostragem para determinação da massa seca com um quadro de 0,24 m² (0,4x0,6 m). Após cortadas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificadas e secas em estufa a 55°C até que atingissem massa seca constante, então realizou-se a pesagem das amostras em uma balança semi-analítica, permitindo estimar a produção de matéria seca e posteriormente extrapolar para a produção por hectare.

A semeadura da soja ocorreu no mês de outubro, antecedida pela aplicação de herbicida de amplo espectro para manejar as plantas de cobertura. A cultivar de soja utilizada foi o TMG 7262 RR®, e a condução da lavoura foi realizada seguindo as orientações do Manejo integrado de pragas (MIP) e manejo integrado de doenças (MID).

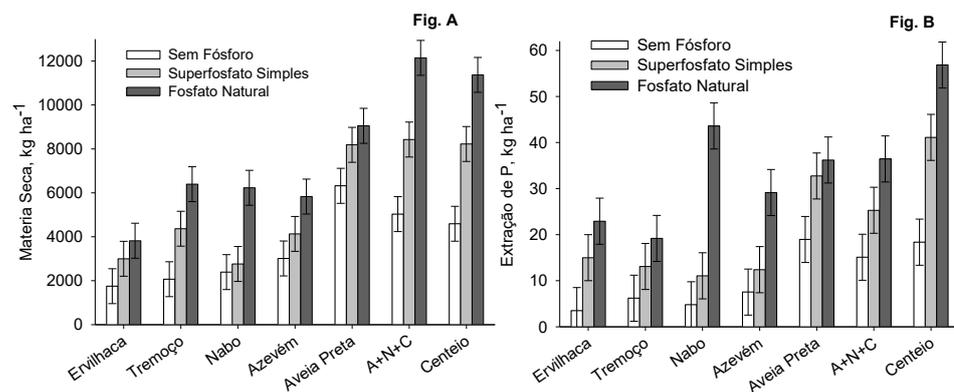
Quando a cultura se encontrava em ponto de colheita, com aproximadamente 13% de umidade nos grãos foi realizada a amostragem de cada parcela, utilizando uma área útil de 2,7 m² através do corte das plantas presentes em 6 metros lineares da cultura, sendo estes coletados em duas linhas do centro da parcela. Após a amostragem da parcela as plantas foram unidas e acondicionadas em feixes devidamente identificados. Dessa amostra foi determinado o rendimento de grãos por hectare.

Após realizada a pesagem em uma balança semi-analítica e aferição da umidade em um medidor eletrônico do tipo caneco, para que posteriormente a produtividade de cada parcela fosse ajustada para um teor de umidade de 13%. Os resultados das culturas de cobertura e produção de soja, foram avaliados por uma análise de variância utilizando Statgraphics® e as médias comparadas pelo teste T (LSD) com 5% de probabilidade de erro. Para os gráficos utilizou-se o programa Sgmaplot®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo do efeito residual do uso de fosfato natural sobre a produção de massa seca de plantas de cobertura (Figura 1A), com destaque o uso de mistura de espécies aveia+nabo+centeio e o centeio quando com uso de fosfato natural. Balbinot Junior et al., (2004) também verificaram superioridade no cultivo de misturas de plantas em relação às plantas solteiras devido a menor incidência de doenças e principalmente pela melhor eficiência no uso dos recursos do meio (água, luz e nutrientes), cada qual com sua especificidade e quando unidas geram um benefício maior ao sistema. Já o centeio caracteriza-se por ser uma planta rústica e com sistema radicular agressivo que pode explorar camadas de solo mais profundas e através da interceptação radicular absorver frações de P que cultivos comerciais não seriam capazes.

Figura 1 – Produção de massa seca (kg ha^{-1}) e extração de fósforo (kg ha^{-1}) de plantas de cobertura sob residual da adubação fosfatada realizada entre 2009 e 2015. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, 2020.



Fonte: Autoria própria (2020).

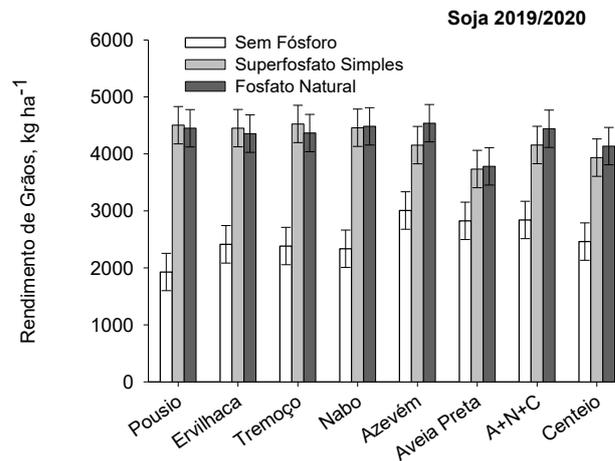
Não foram observadas diferenças significativas no rendimento de grãos de soja (Figura 2) entre as duas fontes de adubação fosfatada, sendo reflexo dos teores de P no solo, que apresentam suficiência para cultura em estudo (Soltangheisi et al., 2020). Resultados semelhantes foram obtidos por Fontoura et al., (2010) onde não houve diferença significativa na produção das culturas entre o uso das fontes de P devido ao elevado nível de fósforo presente no perfil do solo.

Sem uso de P, destaque-se o maior rendimento de soja após cultivo do azevém comum, com também é observado o pousio como pior tratamento na resposta da soja. Esse efeito é atribuído a ciclagem de P que as plantas de cobertura proporcionam, onde chegam a extrair até 50 kg ha^{-1} de P como centeio e 45 kg ha^{-1} como o nabo (Figura 1B). Sendo assim, foi maior o efeito residual do uso do fosfato natural, uma vez que maior foi a extração de P pelas plantas de cobertura nas áreas com uso desse fertilizante fosfatado.

Observa-se ainda que o menor rendimento de soja sob efeito residual das fontes fosfatadas foi sobre a cultura da aveia preta (Figura 1), que pode ter ocorrido devido a alta absorção do P lábil pela planta e por se tratar de uma gramínea, apresenta baixa taxa de decomposição gerando uma baixa disponibilidade de P para a cultura da soja nos primeiros estádios de

desenvolvimento. Teles et al., (2017) citam a aveia preta e o nabo como duas plantas de cobertura com alta capacidade de extração de P lábil das camadas mais superficiais do solo.

Figura 2 – Rendimento de grãos de soja (kg ha⁻¹) sob efeito de plantas de cobertura e residual da adubação fosfatada realizada entre 2009 e 2015. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, 2020



Fonte: Autoria própria (2020).

CONCLUSÃO

A aplicação de fosfato natural caracteriza maior efeito residual quando comparados aos fosfatos solúveis. Não é diferente a produção de soja sob efeito residual do uso de fosfato natural e superfosfato simples. O uso de plantas de cobertura quando sem fósforo caracteriza maior produção de soja e uso do P do solo é mais eficiente.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos pela infraestrutura disponibilizada para realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L.; TÔRRES, A. N. L. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.3, n.1, p.38-42, 2004. Disponível em <http://periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5477/3676>. acesso em 01 de setembro de 2020.

CALEGARI, A. et al. Long-term effect of different soil management systems and winter crops on soil acidity and vertical distribution of nutrients in a Brazilian Oxisol. *Soil and Tillage Research*, [s. l.], v. 133, p. 32-39, october 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198713000974>. Acesso em: 25 ago. 2020.

FONTOURA, S. M. V. et al. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em latossolo sob plantio direto. **Revista brasileira de ciência do solo**, [s. l.], v. 34, n. 6, p. 1907-1914, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832010000600015&script=sci_abstract&tIng=pt. Acesso em: 1 set. 2020.

RESENDE, A. V. et al. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. 2006, v. 30, n.3, p. 453-466. ISSN 1806-9657. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000300007>. Acesso em: 31 ago. 2020.

SOLTANGHEISI, A. et al. Cover Cropping May Alter Legacy Phosphorus Dynamics Under Long-Term Fertilizer Addition. **Front. Environ. Sci.** v.8, n.13. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00013>. Acesso em 03 de setembro de 2020.

TELES, A. P. B. et al. Do cover crops change the lability of phosphorus in a clayey subtropical soil under different phosphate fertilizers?. **British Society of Soil Science**, [s. l.], v. 33, p. 34-44, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sum.12327>. Acesso em: 1 set. 2020.

TIECHER, T. **Dinâmica do fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno**. Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5533/TIECHER%2c%20TALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 ago. 2020.