

FORMAS DE P (FÓSFORO) NO SOLO A PARTIR DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE ADUBOS

**BRUNA NICOLE SCHAEFER^{1*}, ABNER ALEXANDRO KUCZKOWSKY
PEREIRA², EMANUELE FENNER DALPIAZ², JORGE LUIS MATTIAS³**

1 Introdução

O fósforo (P) é um macronutriente essencial às plantas, participando de processos metabólicos fundamentais, como o metabolismo energético, a fotossíntese e a formação de ácidos nucleicos. No solo, o P encontra-se distribuído em diferentes formas químicas, com distintos graus de disponibilidade às plantas. Em solos altamente intemperizados, sua disponibilidade pode ser limitada pela interação com minerais e óxidos de ferro e alumínio, que favorecem sua retenção no solo (NOVAIS; SMYTH, 1999; FERNANDES *et al.*, 2019).

A aplicação contínua de fertilizantes pode promover o acúmulo de P no solo, especialmente em sistemas agrícolas de longa duração. Embora esse acúmulo possa representar uma reserva potencial do nutriente para as culturas, o excesso de P também pode aumentar o risco de perdas por escoamento e transporte para corpos hídricos, contribuindo para processos de eutrofização (CORDEIRO *et al.*, 2018; WITHERS *et al.*, 2001). Nesse contexto, o uso de fontes orgânicas, como o esterco líquido de suíno (ELS), e fontes minerais (NM) pode promover diferentes efeitos sobre a dinâmica e a distribuição do P no solo.

A utilização de métodos de fracionamento possibilita identificar formas de P com diferentes características de retenção, disponibilidade e mobilidade. Nesse contexto, Gatiboni e Condrón (2021) propuseram um método de fracionamento mais rápido para caracterizar diferentes formas de P. Neste estudo, foram avaliados o P total (PT) e o P solúvel (PSOL), visando caracterizar o comportamento do nutriente no solo submetido a diferentes fontes e doses de adubação.

A avaliação dessas formas em experimentos de longa duração pode contribuir para compreender o acúmulo, a retenção e a disponibilidade do P no solo, fornecendo subsídios para

1 Discente do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, contato: bruna.nicole@estudante.uffs.edu.br.

2 Discentes do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó.

3 Docente do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, orientador.

estratégias de manejo mais eficientes e ambientalmente adequadas.

2 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo avaliar os teores de PT e PSOL em solo submetido à aplicação de diferentes fontes e doses de adubação.

3 Metodologia

O estudo foi realizado com amostras de solo provenientes de um experimento de longa duração conduzido no Centro de Pesquisa de Agricultura Familiar (CEPAF), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizado no município de Chapecó, região Oeste de Santa Catarina. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, e o experimento é conduzido sob sistema de plantio direto. A região apresenta clima do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como subtropical úmido com verão quente.

O experimento avaliado neste estudo foi iniciado em 1996 e apresenta histórico de sucessão de culturas sob plantio direto. Entre 1996 e 1999, foi utilizada a sucessão milho/aveia-preta; entre 2000 e 2010, foram utilizadas as sucessões sorgo ou milheto/aveia-preta ou azevém, sendo realizados cortes nas culturas de cobertura, e a partir de 2011, foi utilizada a sucessão milho/aveia-preta.

O experimento foi constituído por tratamentos referentes à ausência de adubação nitrogenada e à aplicação de diferentes doses de nitrogênio utilizando NM ou ELS. Para o presente estudo, foram consideradas cinco condições de manejo: T0: testemunha, sem adubação nitrogenada; T120 NM: aplicação de 120 kg de N/ha em cada cultura; T120 ELS: aplicação de 120 kg de N/ha em cada cultura; T240 NM: aplicação de 240 kg de N/ha em cada cultura; e T240 ELS: aplicação de 240 kg de N/ha em cada cultura. Cada tratamento apresentou três parcelas, correspondentes, respectivamente, a T0: A1, A6 e 4; T120 NM: 12, 22 e 47; T120 ELS: 5, 26 e 48; T240 NM: 7, 33 e 49; e T240 ELS: 9, 36 e 50. Nos tratamentos com adubação nitrogenada, também foi realizada adubação mineral fosfatada. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, utilizando pá de corte, com três repetições analíticas por amostra, totalizando 90 determinações por procedimento.

Após coletadas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Química do Solo

da Universidade Federal da Fronteira Sul, onde foram secas em estufa de circulação forçada a 40–45 °C. Após a secagem, foram destorroadas, homogeneizadas e peneiradas em malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

Para a determinação do PT foram pesados 0,100 g de TFSA em tubo de digestão de vidro de 50 mL. Posteriormente, foram adicionados 2 mL de H₂SO₄ concentrado e 2 mL de H₂O₂ a 35%, com posterior digestão em bloco aquecido a 350°C, permanecendo 120 min após atingir essa temperatura. Após o resfriamento, o extrato foi completado para 50 mL com água destilada, sendo retirado 1 mL para a determinação do P.

Após a obtenção do extrato, foi adicionado 2 mL de água destilada, 1 gota de p-nitrofenol e realizada a neutralização com KOH. A leitura foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 882 nm, após aproximadamente 30 minutos de reação. A quantificação foi realizada mediante curva analítica de P, preparada a partir de soluções padrão. Para a curva utilizada nas determinações, foram preparados padrões na faixa de 0 a 1,0 mg/L. A concentração de P das amostras foi obtida a partir da relação entre absorbância e concentração estabelecida pela curva analítica.

Para a determinação de PSOL foram pesados 0,500g de TFSA em tubo de centrifugação de 15mL, onde foram adicionados 10mL de CaCl₂ 0,01 mol/L. As amostras foram agitadas por 5 min e centrifugadas a 3.600g por 15 min. O sobrenadante foi coletado para determinação da concentração de P por método colorimétrico de Murphy e Riley (1962).

4 Resultados e Discussão

A análise de variância indicou efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de PT no solo ($p = 0,0116$), com média geral de 1.175,09 mg/kg e CV de 44,67%. Pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), T240 ELS apresentou o maior teor médio considerando as duas profundidades (1.813,68 mg/kg), diferindo de T120 NM (675,88 mg/kg), enquanto T0, T120 NM, T120 ELS e T240 NM apresentaram valores intermediários. Conforme apresentado na Tabela 1, O maior teor de PT observado no T240 ELS indica maior acúmulo de P no solo sob maior aporte de ELS.

Tabela 1. Teores de PT no solo em função dos tratamentos e profundidades.

Tratamento	0-10 cm	1-20 cm
T0	1.041,64 a	919,50 ab
T120 NM	774,29 a	577,50 a
T 120 ELS	1.340,22 a	1.392,30 ab
T240 NM	1.121,12 a	957,00 ab
T240 ELS	1.800,24 a	1.827,130 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autoria própria, 2026.

O comportamento observado é relevante do ponto de vista ambiental, pois o aumento do estoque de P no solo pode elevar o potencial de transferência do nutriente para outros compartimentos ambientais por causa do acúmulo. O próprio estudo de Gatiboni e Condrón (2021) demonstra que aplicações de dejetos suínos podem elevar os estoques de P no solo, sendo necessário considerar a distribuição do nutriente entre diferentes formas para avaliar sua disponibilidade e potencial de perda.

Para o PSOL, não houve diferença significativa entre os tratamentos na análise conjunta ($p = 0,0545$), embora tenha sido observada tendência de aumento dos valores com o maior aporte de nutrientes. As médias variaram de 10,37 mg/kg em T0 a 23,47 mg/kg em T240 ELS, com média geral de 17,82 mg/kg e CV de 43,87%.

Tabela 2. Teores de PSOL no solo em função dos tratamentos e profundidades.

Tratamento	0-10 cm	1-20 cm
T0	13,33 a	7,40 a
T120 NM	15,97 a	19,57 a
T 120 ELS	22,99 a	8,03 a
T240 NM	23,12 a	20,90 a
T240 ELS	26,01 a	20,93 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autoria própria, 2026.

De acordo com Gatiboni e Condrón (2021), o PSOL representa uma fração de P fracamente ligada ao solo, associada à solução do solo e ao P adsorvido com baixa energia de ligação, apresentando maior potencial de disponibilidade e transferência no ambiente.

Por representar uma fração mais móvel, o aumento do PSOL pode indicar maior potencial de transferência de P para o ambiente. Embora não tenha sido observada diferença estatística entre os tratamentos, a tendência de maiores teores nos tratamentos com maior aporte, associada ao acúmulo de PT, reforça a importância do monitoramento do P em aplicações continuadas de ELS.

5 Conclusão

A aplicação de ELS pode favorecer o acúmulo de P no solo, reforçando a necessidade de adequar sua aplicação não apenas à demanda de N, mas também ao balanço de P, visando reduzir seu acúmulo e sua transferência para os recursos hídricos.

Referências Bibliográficas

- CORDEIRO, J. C. *et al.* **Phosphorus loss by surface runoff in no-tillage system under different fertilization practices.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 267, p. 218-225, 2018.
- FERNANDES, D. M. *et al.* **Adsorption of phosphorus in soils with different mineralogy.** *Scientia Agricola*, v. 76, n. 4, p. 307-315, 2019.
- GATIBONI, L. C.; CONDRON, L. M. **A rapid fractionation method for assessing key soil phosphorus parameters in agroecosystems.** *Geoderma*, v. 385, 114893, 2021. DOI: 10.1016/j.geoderma.2020.114893.
- HEDLEY, M. J.; STEWART, J. W. B.; CHAUHAN, B. S. **Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 46, n. 5, p. 970-976, 1982. DOI: 10.2136/sssaj1982.03615995004600050017x.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.
- WITHERS, P. J. *et al.* **Phosphorus loss from soil to water in the UK: national and catchment scale management options.** *Soil Use and Management*, v. 17, p. 174-185, 2001.

Palavras-chave: Adsorção; Disponibilidade nutricional; Fertilização orgânica; Fertilização mineral; Sustentabilidade agrícola.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0423.

Financiamento

