



Evento: XXXIII Seminário de Iniciação Científica

EFETOS DA ESTRUVITA COMO FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NA CULTURA DA SOJA ¹

Márcoli Biasibetti Classmann², Natália Moreira Palermo³, Renan Saggin De Bortoli⁴,
Caio de Teves Inacio⁵, Gustavo Brunetto⁶; Lessandro De Conti ⁷

¹ Pesquisa desenvolvida no Instituto Federal Farroupilha campus Santo Augusto, em parceria com a Embrapa Agrobiologia e Universidade Federal de Santa Maria

² Bolsista CNPq; Acadêmico do curso de Agronomia do IFFar

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFSM

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia da UFSM

⁵ Pesquisador da Embrapa Agrobiologia

⁶ Docente do Departamento de Solos da UFSM

⁷ Docente do curso de Bacharelado em Agronomia do IFFar

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um elemento classificado como essencial ao crescimento das plantas, sendo absorvido na forma de fosfato (P_2O_5). O P é um dos três principais macronutrientes na nutrição das plantas, juntamente com o nitrogênio (N) e o potássio (K). O consumo global de fósforo na agricultura em 2020 foi de 49 mega toneladas (IFA & ARGUS, 2023).

Todavia, o mineral estruvita ($(NH_4)Mg(PO_4).6H_2O$) vem sendo estudado como uma alternativa, se tratando de um fertilizante de liberação lenta, fonte principalmente de P, mas também de N e de magnésio (Mg), dependendo o material utilizada na sua obtenção. A composição típica é aproximadamente de 5% de N, 12% de P e 10% de Mg (RAHMAN *et al.*, 2014).

A obtenção da estruvita através de resíduos orgânicos da atividade agropecuária, pode ser uma alternativa sustentável baseada na economia circular que influencia positivamente na reserva de recursos naturais usados para obtenção de fertilizantes convencionais. No solo, a estruvita tem sua solubilidade inicial afetada pelo pH e também pela ação de ácidos orgânicos liberados pelas raízes das plantas (TALBOYS *et al.*, 2015). Estudos do comportamento da estruvita em solos com alto potencial de fixação de P ainda são escassos, porém com possibilidade de melhorar a eficiência da adubação fosfata, devido a liberação gradual.



Diante deste cenário, objetivou-se mensurar a eficiência agrônômica da estruvita, associada ou não, a fonte solúvel de P na produtividade e seus componentes da soja.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha campus Santo Augusto, em Santo Augusto – RS (27° 51' 13" S e 53° 47' 32" W, 494 m). O solo do local é um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS *et al.*, 2013). No momento da implantação, foram definidas as linhas de semeadura com os discos da semeadora e, posteriormente, as parcelas foram delimitadas com estacas. Usando-se uma enxada de lâmina estreita, e seguindo-se a linha de semeadura, foi realizado um sulco de aproximadamente 10 cm de profundidade para distribuir manualmente o fertilizante. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de 6,25 metros de comprimento, com 0,45 m de espaçamento entre linhas, totalizando 14 m² / parcela.

A semeadura foi realizada na data de 05 de dezembro de 2024 e a cultivar de soja utilizada no estudo foi a Agroeste AS 3595 I2X, na densidade de 14 sementes por metro linear, semeada em sistema plantio direto.

No quesito adubação, não foi aplicado nitrogênio (N) na forma mineral, tendo em vista a capacidade da planta em realizar fixação biológica de nitrogênio (FBN), sendo realizado apenas inoculação via semente, momentos antes da semeadura, com as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum Brasilense*. Para potássio (K), foi aplicado 90 Kg ha⁻¹ de K₂O, através do cloreto de potássio (60% K₂O) em cobertura, quando a planta se encontrava no estágio V2; realizou-se apenas adubação de manutenção dos teores, tendo em vista, que o nível já estava alto. Para fósforo (P) foi aplicado no sulco, manualmente, a dosagem de 134 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, esta dose representa adubação de correção e manutenção.

Desta forma, o delineamento experimental aplicado foi blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos, sendo eles: Controle = 0 kg de adubação fosfatada, 50EST+50SPT = 50% da adubação fosfatada oriunda da estruvita (17% de P₂O₅) e 50% do superfosfato triplo (36% de P₂O₅), 100EST = 100% estruvita e 100SPT = 100% superfosfato triplo. Tais doses foram calculadas conforme a recomendação do Manual de adubação e de



calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS-RS/SC (2016). Os demais manejos fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e o desenvolvimento da cultura no campo.

A colheita da soja foi feita manualmente na data de 11 de abril de 2025, sendo que as linhas externas de cada parcela, uma de cada lado, foram utilizadas como bordadura da parcela, totalizando uma área útil de colheita de 8,43 m². Todos os tratamentos foram colhidos no mesmo dia e, posteriormente, foram determinados a produtividade de grãos e seus componentes (peso de mil sementes, número de legumes por planta e número de grãos por planta), em cinco plantas escolhidas aleatoriamente dentro da área útil. Procedeu-se então à análise da produtividade, por aferição da massa das sementes colhidas em cada parcela, para cada tratamento, transformando-se o resultado obtido da área útil colhida para kg ha⁻¹. A umidade das amostras foi determinada com o auxílio de um medidor portátil Modelo Agrológic AL-101® (Agrológic, São Leopoldo, Brasil).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os efeitos dos tratamentos utilizados foram comparados pelo teste de *Tukey* ($p < 0,05$), utilizando o programa SASM-AGRI (CANTERI *et al.*, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos não foi significativamente afetado pela adubação fosfatada (Figura 1). Todavia, no tratamento onde se realizou a utilização de 100% estruvita a produtividade foi numericamente superior ao controle.

A ausência de resposta à aplicação de fertilizante fosfatado pode ser atribuída a capacidade de cada espécie em liberar ácidos orgânicos pelas raízes os quais tem forte efeito sobre a solubilidade da estruvita.

Por outro lado, há a expectativa da estruvita apresentar um efeito residual maior para a cultura subsequente, já que os estudos reportam uma dissolução parcial de grânulos de estruvita em experimentos com solo (RECH *et al.*, 2018; TALBOYS *et al.*, 2015; EVERAERT, *et al.*, 2017), característica desejável e pouco estudada em experimentos de campo com estruvita.

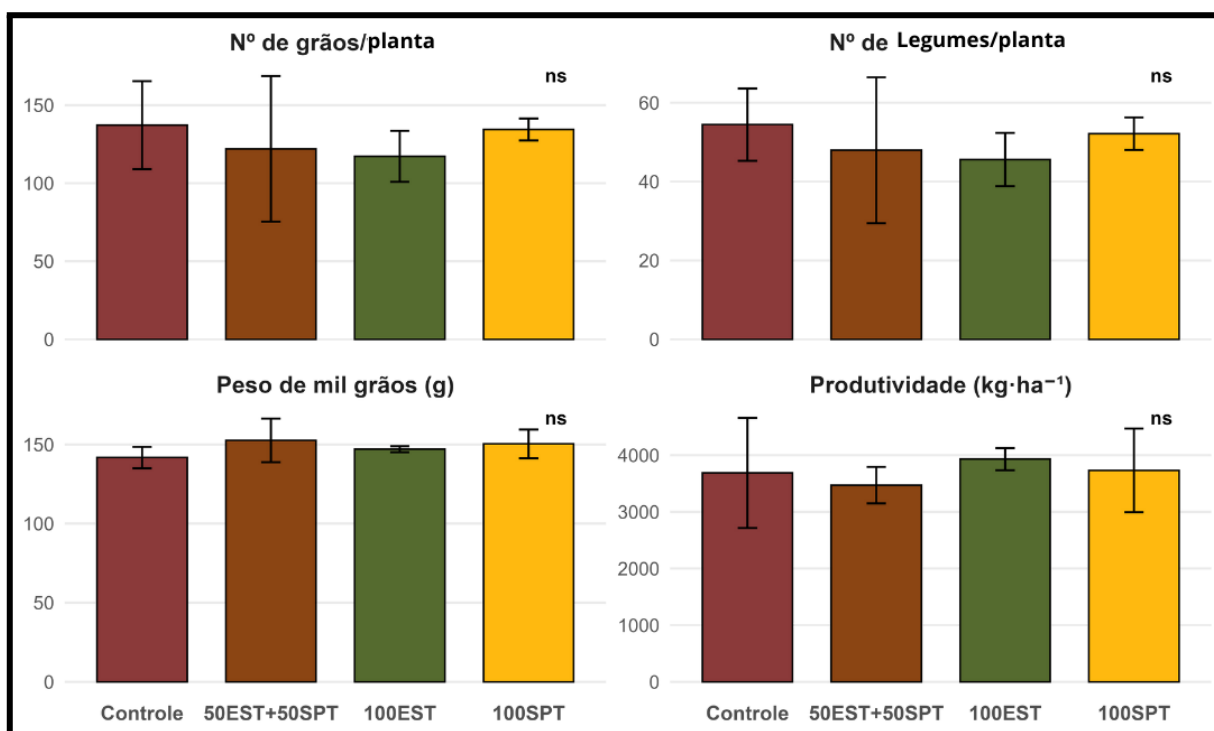


Figura 01: ns indica não haver diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). utilizadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A ausência de diferença significativa sobre o número médio de grãos por legumes, legumes por planta e peso de mil grãos (Figura 1). Isso pode ser associada ao fato da liberação gradual, a qual pode não ter solubilizado ao longo do ciclo da cultura, permitindo esses nutrientes serem utilizados nos cultivos subsequente, desta forma, reduzindo a necessidade de aplicação na cultura subsequente (MARTENS, *et al.*, 2023, WANG, *et al.*, 2023). Por outro lado, a sincronização da liberação de nutrientes com a demanda da planta aumenta a eficiência do uso de nutrientes, levando a melhores rendimentos das colheitas e gera menores impactos ambientais (HALL, *et al.*, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estruvita como fonte de adubação fosfatada alternativa, mostrou efeito semelhante a adubação com superfosfato triplo, indicando potencial para substituição total ou parcial da fonte solúvel na cultura da soja.

Como a estruvita apresenta solubilidade baixa, alguns efeitos poderão ocorrer nas safras seguintes, evidenciando a necessidade de prosseguir com o estudo para obtenção de resultados mais consistentes.



Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merr., fósforo, estruvita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTERI, M.G. *et al.* SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos *Scott-Knott*, *Tukey* e *Duncan*. Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1., n.2., p.18-24, 2001.

CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.

EVERAERT, M. *et al.* Agronomic Effectiveness of Granulated and Powdered P-Exchanged Mg–Al LDH Relative to Struvite and MAP. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 65, n. 32, p. 6736–6744, 3 ago. 2017.

HALL, R. L. *et al.* Phosphorus speciation and fertiliser performance characteristics: A comparison of waste recovered struvites from global sources. Geoderma, v. 362, p. 114096, mar. 2020.

IFA; Argus Media. Phosphate Rock Resources & Reserves. 2023. Disponível em: https://www.fertilizer.org/wp-content/uploads/2023/04/2023_Argus_IFA_Phosphate_Rock_Resources_and_Reserves_Final.pdf. Acesso: 20 de agosto de 2025.

MARIN, R. DA S. F. *et al.* Efeito da adubação fosfatada na produção de sementes de soja. Revista Ceres, v. 62, n. 3, p. 265–274, jun. 2015.

MARTIN, T. N. *et al.* Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024. 43º Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1152019>>.

RAHMAN, M. *et al.*, Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through struvite crystallization – A review. Arabian Journal of Chemistry, v. 7, n. 1, p. 139–155, 1 jan. 2014.

RECH, I. *et al.* Solubility, Diffusion and Crop Uptake of Phosphorus in Three Different Struvites. Sustainability, v. 11, n. 1, p. 134, 27 dez. 2018.

SANTOS, H.G. *et al.* Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

TALBOYS, P. J. *et al.* Struvite: a slow-release fertiliser for sustainable phosphorus management? Plant and Soil, v. 401, n. 1-2, p. 109–123, 11 dez. 2015.

WANG, J. *et al.* Struvite as P Fertilizer on Yield, Nutrient Uptake and Soil Nutrient Status in the Rice–Wheat Rotation System: A Two-Year Field Observation. Agronomy, v. 13, n. 12, p. 2948–2948, 29 nov. 2023.