

## **PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA EM RAZÃO DAS FORMAS DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM SOLOS COM GRADIENTE DE FERTILIDADE**

Fernando Henrique Zandonadi Di Raimo, Cristian Almerindo Freitas Jacques, Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup> e Tiago Aranda Catuchi

*Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, E-mail: tiago@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

A expansão da soja em solos arenosos sob condições de sequeiro representa um desafio para a sustentabilidade produtiva, principalmente devido à baixa capacidade de retenção de água e à dinâmica dos nutrientes neste tipo de ambiente (Cunha et al., 2011). Entre os elementos essenciais, o fósforo (P) apresenta dinâmica de alta concentração nas camadas superficiais, resultando em teores mais concentrados nos primeiros centímetros do solo (0–10 cm). A prática de aplicação de adubação fosfatada a lanço pode aumentar a concentração de P nas primeiras camadas do solo, em áreas em que os teores de P estejam acima do nível críticos na camada superficial (0-10 cm, mas baixos na camada subsuperficial (20 a 30 cm), assim, as culturas podem apresentar desenvolvimento radicular superficial, limitando o acesso à água em períodos críticos de veranico. Estudos conduzidos por Oliveira Júnior et al. (2019) demonstraram tendência de concentração superficial do P, com maior eficiência agrônômica em alguns ambientes quando o fertilizante é aplicado diretamente no sulco de semeadura.

Neste contexto, compreender a eficiência do uso do fósforo em diferentes modos de aplicação, seja via sulco de semeadura ou a lanço, torna-se fundamental para ajustar práticas de manejo que assegurem maior resiliência da soja em solos arenosos.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A soja é altamente dependente de um manejo adequado da fertilidade do solo, especialmente em áreas arenosas, que apresentam baixa retenção de água e nutrientes. O fósforo, essencial ao desenvolvimento das culturas, possui baixa mobilidade no perfil e tende a se concentrar na camada superficial, o que torna a forma de aplicação, a lanço ou no sulco de semeadura, determinante para a eficiência da adubação e o estabelecimento das plantas em condições de sequeiro (NOVAIS; SMYTH, 1999; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2019).

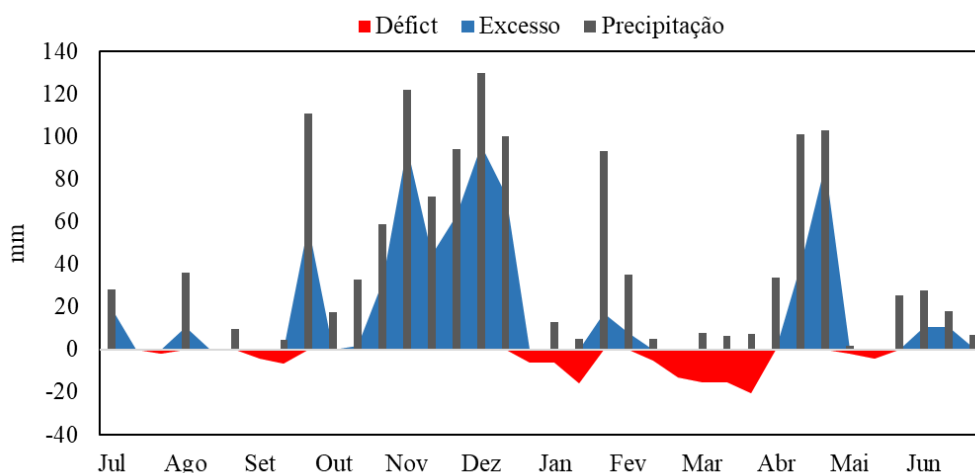
A aplicação de fósforo diretamente no sulco de semeadura pode favorecer a maior exploração radicular em profundidade, uma vez que estimula o crescimento das raízes para além da camada superficial. Esse comportamento radicular é estratégico em solos arenosos, pois amplia o volume de solo explorado e possibilita maior acesso da planta à água armazenada em camadas mais profundas, reduzindo os efeitos negativos de períodos de veranico (CUNHA et al., 2011; MÜLLERS et al., 2023). Dessa forma, a estratégia de aplicação do fósforo é determinante para garantir o bom desempenho da soja em solos arenosos.”

**DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Rita em Bataguassu-MS, durante a safra 2024/25. O solo da área é classificado como Latossolo de textura arenosa (EMBRAPA, 2018). As características químicas e físicas do solo estão descritas na Tabela 1. A região apresenta clima do tipo Aw, de inverno seco e verão chuvoso (Koppen). Os dados climáticos podem ser visualizados na Figura 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo nas profundidades de 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, determinadas antes da instalação dos experimentos.

Profundidade	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O.	P (resina)	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CTC	V
m		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%
0,0-0,10	5,8	16	15	0	15	2	22	9	48,0	69
0,10-0,20	5,5	13	8	0	20	1,5	19	8	48,5	59
0,20-0,40	5,1	11	5	0	18	1,1	16	5	40,0	55



**Figura 1.** Precipitação (mm), déficit e excesso de água no solo (mm) em decêndios de julho de 2024 a junho de 2025 de Bataguassu-MS.

Foi adotado delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 2 sistemas de adubação fosfatada na semeadura (distribuição à lanço e distribuição no sulco de semeadura). As subparcelas foram compostas por 4 doses de adubação fosfatada (T1: 0% (sem aplicação); T2: dose igual a aplicada na adubação de base; T3: dose igual a aplicada na adubação de base + 50%; T4: dose igual a aplicada na adubação de base + 100%). As doses aplicadas por tratamento foram: adubação de semeadura (parcelas) - foi aplicada a dose de 93 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; já para os tratamentos a lanço (subparcela) foram aplicadas as doses de 0; 93; 139 e 186 ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, T1; T2; T3; T4. Como fonte de adubação fosfatada foi utilizado o fosfato monoamônico (MAP).

Após o cultivo do milho a área foi dessecada com glifosato no dia da semeadura, que ocorreu no dia 01 de novembro de 2024, com emergência no dia 05 de novembro. Foi semeado o cultivar de soja AS 3640 i2x, com espaçamento entrelinha de 0,45 cm e densidade de semeadura de 12,8 plantas por metro linear. A produtividade de palhada foi de 3,0 t ha<sup>-1</sup>. Aos 20 dias após a emergência das plantas (DAE) estágio de desenvolvimento V4, foi aplicado 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte KCl).

A colheita foi realizada no dia 8 de março de 2025, aos 123 DAE. Por ocasião da colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: plantas por hectare; vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de solo evidenciou a presença de altos teores de fósforo na camada superficial (0–10 cm), com redução abrupta em profundidades a partir de 10 cm (Tabela 1). Essa condição de estratificação do nutriente é comum em áreas de cultivo sob sistema plantio direto e se torna ainda mais relevante em solos arenosos, onde a baixa capacidade de retenção de nutrientes e água intensifica as limitações para o desenvolvimento radicular em profundidade. Nesse contexto, a adubação no sulco de semeadura mostrou-se eficiente ao fornecer fósforo em uma posição mais acessível às raízes no início do ciclo (Tabela 2), o que pode favorecer maior crescimento radicular e permitindo à planta explorar camadas mais profundas do solo em busca de água e nutrientes.

Os resultados obtidos confirmam essa tendência, demonstrando que a adubação no sulco proporcionou maior número de vagens por planta, maior massa de grãos e aumento expressivo na produtividade em relação à ausência dessa prática (Tabela 2). Por outro lado, quando a aplicação foi realizada apenas a lanço, a eficiência agrônômica foi reduzida, sendo necessário o uso de doses mais elevadas de fósforo para compensar a baixa disponibilidade do nutriente nas camadas subsuperficiais. Isso indica que, em ambientes com forte estratificação do fósforo, a aplicação exclusivamente superficial pode limitar o desempenho da cultura, sobretudo em situações de déficit hídrico (Figura 1).

A interação significativa entre a forma de adubação fosfatada no sulco de semeadura (FAS) e a adubação a lanço em superfície (ALS) demonstra que os efeitos do manejo não foram independentes, mas complementares (Tabela 3). Para o número de vagens por planta, observa-se que a adubação no sulco resultou em valores consistentemente superiores em todas as doses avaliadas a lanço, variando de 45,0 a 59,5 vagens por planta. Em contrapartida, na ausência de fósforo no sulco, mesmo com incremento nas doses superficiais, os valores permaneceram baixos (30,1 a 35,5 vagens por planta), indicando que a aplicação exclusiva a lanço não foi suficiente para maximizar o potencial produtivo da soja.

Na produtividade de grãos, esse comportamento foi ainda mais evidente. Quando o fósforo foi aplicado no sulco, houve aumento progressivo da produtividade conforme o incremento das doses a lanço, partindo de 1.661,7 kg ha<sup>-1</sup> sem adubação em superfície até 2.001,8 kg ha<sup>-1</sup> com a dose da base + 100%. Já sem adubação no sulco, os valores permaneceram significativamente menores em todas as doses, variando de 1.056,2 a 1.517,3 kg ha<sup>-1</sup>. Isso demonstra que a presença de fósforo no sulco potencializa a eficiência da adubação a lanço, enquanto sua ausência limita a resposta produtiva, mesmo em doses elevadas.

**Tabela 2.** Componentes da produção e produtividade de soja em razão da forma de adubação fosfatada no sulco de semeadura em interação com manejo de adubação fosfatada a lanço em superfície (ALS). (Bataguassu, MS. Ano Agrícola 2024/25).

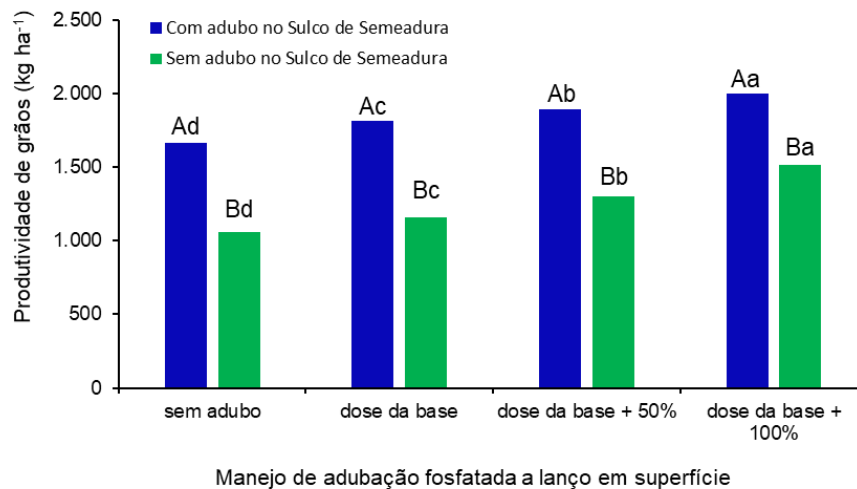
Tratamento	Peso de 100 grãos	Vagens planta <sup>-1</sup>	Plantas ha <sup>-1</sup>	Produtividade
	g			kg ha <sup>-1</sup>
Forma de Adubação no sulco (FAS)				
Com adubo no sulco de semeadura	17,31a	51,95a	223.678a	1.902,8
Sem adubo no sulco de semeadura	15,15b	33,49b	223.724a	1.257,0
Adubação a Lanço em Superfície (ALS)				
Sem adubo	15,8b	37,6b	222.220a	1.056,2d
Dose de adubo da base	15,6b	40,9b	222.266a	1.484,6c
Dose de adubo da base + 50%	15,9b	44,9a	223.145a	1.596,3b
Dose de adubo da base + 100%	17,7a	47,5a	227.173a	1.759,6a
Interação FAS x ALS	ns	*	ns	*
CVparcela (%)	6,8	6,1	15,5	7,7
CVsubparcela (%)	6,2	9,2	10,2	4,2

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% probabilidade. <sup>(ns)</sup>. Não significativo. \* e \*\* a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa entre forma de adubação fosfatada no sulco de semeadura (FAS) em interação com manejo de adubação fosfatada a lanço em superfície (ALS). (Bataguassu, MS. Ano Agrícola 2024/25).

Forma de Adubação no sulco (FAS)	Adubação a Lanço em Superfície (ALS)			
	Sem adubo	Dose de adubo da base	Dose de adubo da base + 50%	Dose de adubo da base + 100%
Vagens planta <sup>-1</sup>				
Com adubo no sulco de semeadura	45,0Aa	48,4Aa	54,9Ab	59,5Ab
Sem adubo no sulco de semeadura	30,1Bb	33,5Bb	34,9Bb	35,5Bb
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
Com adubo no sulco de semeadura	1661,7Ad	1812,3Ac	1894,4Ab	2001,8Aa
Sem adubo no sulco de semeadura	1056,2Bd	1156,8Bc	1298,1Bb	1517,3Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna para o fator formas de adubação no sulco, e mesma letra minúscula, na linha para o fator adubação a lanço em superfície, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Desdobramento da interação significativa entre forma de adubação fosfatada no sulco de semeadura (FAS) em interação com manejo de adubação fosfatada a lanço em superfície (ALS). (Bataguassu, MS. Ano Agrícola 2024/25). Médias seguidas de mesma letra maiúscula, para o fator formas de adubação no sulco, e mesma letra minúscula, para o fator adubação a lanço em superfície, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Em solos arenosos com forte estratificação de fósforo, a adubação apenas a lanço exige doses elevadas para ser eficiente. A aplicação no sulco de semeadura é fundamental para garantir melhor aproveitamento do nutriente e maior produtividade. A estratégia mais eficiente é a combinação entre adubação no sulco e suplementação a lanço, assegurando maior resiliência e retorno produtivo.

### LITERATURA CITADA

CUNHA, C. A. H.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B. Sistema radicular da soja sob diferentes preparos do solo, irrigação e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 12, p. 1255-1262, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

MEUNIER, F. et al. Deep-water uptake under drought improved due to locally increased root conductivity in maize, but not in faba bean. *Plant, Cell & Environment*, v. 46, n. 5, p. 1467–1481, 2023. DOI: 10.1111/pce.14520.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de; FURTINI NETO,

A. E. Formulações e formas de aplicação de fósforo: resultados sumarizados dos experimentos conduzidos pela Embrapa. *Anuário de Pesquisas COMIGO: agricultura - resultados 2019*, v. 2, p. 80-91, 2019.