

DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO A CULTURA DA SOJA

Setor de Fertilidade do solo: Eng. Agr. Dr. Douglas de Castilho Gitti, Eng. Agr. Marcos Antonio S. Spak, Tec. Agr. Reinaldo P. do Nascimento

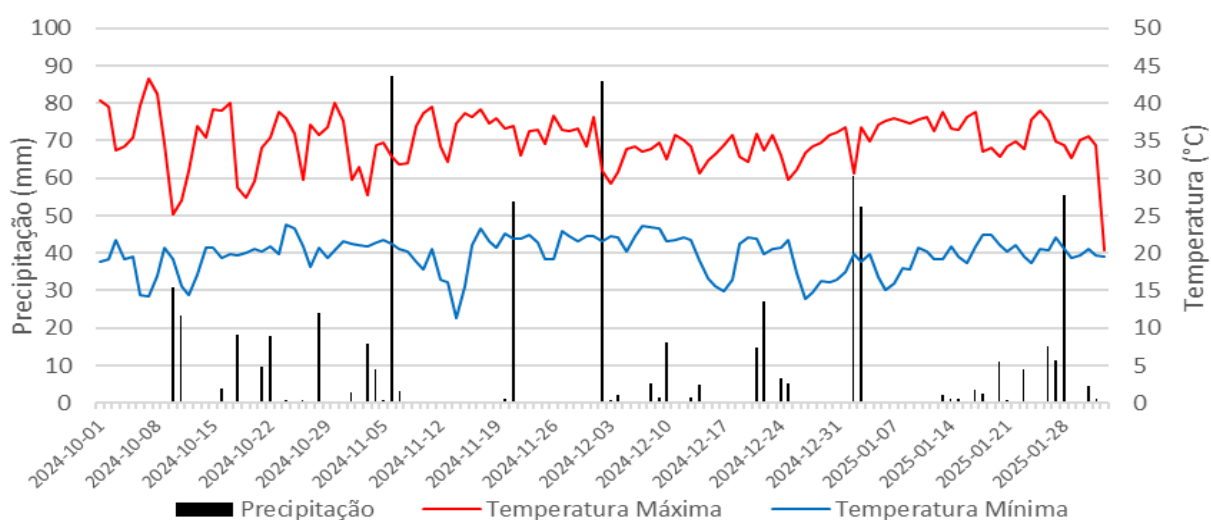
OBJETIVO

Avaliar a influência na produtividade das culturas em função de diferentes estratégias de adubação da aplicação de fósforo na cultura da soja em área com teores de adequados de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2024/2025, no município de Maracaju MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada na Fazenda Alegria, Talhão Arroz. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.500 a 1.750 mm, temperatura média anual de 27 °C.

Gráfico 1. Precipitação pluviométrica por decêndio e acumulado por mês no período de condução do experimento da safra verão. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa. A caracterização química e de textura do solo da área experimental foi

realizada com a coleta da análise de solo na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e de textura do solo da área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

Prof (cm)	---- pH ---- CaCl ₂	H ₂ O	MO gdm ⁻³	P Mehlich	K -----	Ca	Mg mmolc dm ⁻³	Al -----	H+Al	SB	T	V (%)	
0-20	5,4	6,1	33,4	13,9,0	5,5	52,9	14,2	0,0	44,3	72,7	117,1	62,1	
20-40	4,8	5,6	21,9	2,5	1,8	30,3	6,2	0,0	54,3	54,3	92,6	41,4	
Prof (cm)	S -----	Zn	B mg dm ⁻³	Cu -----	Mn -----	Fe -----	Relação Ca/Mg	K -----	Ca -----	Mg % da CTC	H -----	Al -----	Argila (%)
0-20	9,6	4,6	0,10	5,7	118,5	26,7	3,7	4,7	45,2	12,2	37,9	0,0	50,0
20-40	42,3	1,1	0,29	6,8	45,7	65,4	4,1	1,9	32,8	6,68	58,6	0,0	50,0

Análise realizada em 28/03/2020 – Maracaju, Talhão Arroz. Código FMS 10653 0-20 cm e 20-40 cm 10654.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco repetições e 8 tratamentos (Tabela 2). Os estádios de desenvolvimento da soja foram definidos segundo a escala fenológica proposta por Fehr & Caviness (1977).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos na cultura da soja. Fundação MS, 2024/2025.

Nº	SOJA			MILHO
	Doses de P (kg/ha) *	Doses de Super Tripla (46% P ₂ O ₅)	Modos de aplicação	Dose de N (kg/ha) ** - Sulco
1	0	0	Sulco	45
2	50	109	Sulco	45
3	100	217	Sulco	45
4	150	326	Sulco	45
5	0	0	Lanço	45
6	50	109	Lanço	45
7	100	217	Lanço	45
8	150	326	Lanço	45

KCl: 200 kg/ha todos os tratamentos. * SUPERTRIPLO (46%P₂O₅). ** UREIA (45%N)

As parcelas foram constituídas por 5 linhas com 10 m de comprimento, considerando-se como área útil as 3 linhas centrais com 10 m de comprimento.

As sementes de soja foram tratadas com Standak® Top TSI (2,5 mL kg⁻¹ de sementes). A inoculação foi realizada via sulco de semeadura utilizando os inoculantes Gelfix 5 (12 mL L⁻¹ de água) e Azo Inquima (3 mL L⁻¹ de água).

A semeadura da soja foi realizada no dia 15 de outubro de 2024 utilizando a cultivar BMX COMPACTA IPRO, na densidade de semeadura de 15 sementes por metro com 0,5 m entre linhas, ocorrendo à emergência das plântulas seis dias após a semeadura.

A adubação constituiu-se dos tratamentos, com diferentes doses de fosforo, onde foi aplicado Super Fosfato Triplo (46 % de P_2O_5) a lanço em pré semeadura e no sulco de semeadura. Nos tratamentos 2, 3 e 4, foi realizada aplicação via sulco de semeadura, nas doses de 109, 217 e 326 kg ha⁻¹, respectivamente. Já nos tratamentos 6, 7 e 8, foi realizada adubação a lanço em pré semeadura, nas doses de 109, 217 e 326 kg ha⁻¹, respectivamente. A lanço em pré semeadura foi realizada a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-60) em todos os tratamentos, afim de balancear os níveis de potássio da área. Os tratamentos 1 e 5 não receberam adubação fosfatada, sendo considerados tratamentos controle.

A colheita foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2025 aos 114 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Análise foliar: foi realizada a coleta de 15 folhas por tratamento no florescimento pleno - R2 (3ª folha completamente desenvolvida), posteriormente as amostras foram secas, identificadas e encaminhadas ao laboratório para determinação de macro e micronutrientes.

Número de vagens por planta: foi determinado o número de vagens por planta em 5 plantas por parcela no momento da colheita.

Número de grãos por planta: foi determinado o número de grãos por planta em 5 plantas por parcela no momento da colheita.

População final de plantas: foi determinado a quantidade de plantas em 20 metros lineares antes da colheita, logo após convertido em plantas por hectare.

Produtividade: foi realizada a colheita mecanizada das parcelas aos 114 DAE. As amostras foram pesadas e os dados transformados em kg ha⁻¹, corrigindo-se a produtividade para 13% de umidade (b.u.).

Massa de 100 grãos: foi retirada uma amostra de 100 grãos de cada parcela para a análise da massa dos grãos, corrigindo-se para 13% de umidade (b.u.).

Análise química do solo: foi realizada coleta de solo na profundidade 0-10 e 10-20 em 3 pontos por parcela após a colheita da soja, em 3 repetições por tratamento.

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância, as médias entre os fatores doses de fosforo (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e modo de aplicação de fosforo (Sulco e Lanço) foram submetidas a análise fatorial, e as médias foram analisadas pelo teste de Tukey

a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados.

RESULTADOS

Tabela 3. Teores foliares de macronutrientes no estágio R2 da soja obtidos em função de doses de fosforo e diferentes formas de aplicação (sulco e lanço) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Dose de P (kg ha⁻¹) (D)						
0	52,50	2,87	21,12	11,12	3,37	2,00
50	52,25	3,00	20,12	10,87	3,62	2,00
100	54,62	3,12	20,00	9,50	3,50	1,87
150	55,37	3,25	19,37	11,87	4,00	2,00
Modo de Aplicação (M)						
Sulco	52,56 b	2,81 b	20,06	10,68	3,37 b	2,00
Lanço	54,81 a	3,31 a	20,25	11,00	3,87 a	1,93
Teste F						
Dose - D	2,17 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,67 ^{ns}	2,66 ^{ns}	2,72 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Modo - M	4,57*	11,13**	0,04 ^{ns}	0,26 ^{ns}	9,33**	1,00 ^{ns}
D*M	5,30**	0,28 ^{ns}	2,24 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Regressão - D	-	-	-	-	-	-
DMS (5%) - M	2,18	0,31	1,83	1,26	0,34	0,12
CV (%)	5,54	14,03	12,41	15,83	12,77	8,98
Médias	53,68	3,06	20,15	10,84	3,62	1,96

**, * e ^{ns} – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre doses e modos de aplicação de fosforo no teor foliar de nitrogênio na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Modo de Aplicação	
	Sulco	Lanço
Dose	N (g kg ⁻¹)	
0	48,25 ¹ B	56,75 ² A
50	51,00	53,50

100	56,25	53,00
150	54,75	56,00
DMS (5%) – (Modo em dose)	4,49	
Regressão – (Dose em Modo)	RL	RQ

**, * e ns – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 48,85 + 0,0495x$ ($R^2 = 0,77$), (2) $Y = 56,7875 - 0,09925x + 0,0006252x^2$ ($R^2 = 0,99$).

Tabela 5. Teores foliares de micronutrientes no estágio R2 da soja obtidos em função de doses de fosforo e diferentes formas de aplicação (sulco e lanço) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Dose de P (kg ha⁻¹) (D)					
0	315,25 ¹	121,00	50,75 ²	9,75 ³	55,12
50	280,62	121,75	51,25	11,50	56,25
100	226,75	129,00	44,75	12,12	55,87
150	227,37	118,87	43,87	12,12	58,25
Modo de Aplicação (M)					
Sulco	315,55 a	120,50	48,37	12,68 a	57,37
Lanço	209,50 b	124,81	46,93	10,06 b	55,37
Teste F					
Dose - D	3,89**	0,49 ^{ns}	6,72**	9,10**	0,74 ^{ns}
Modo – M	23,35**	0,47 ^{ns}	0,92 ^{ns}	49,79**	1,68 ^{ns}
D*M	1,28 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,69 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Regressão - D	RL	-	RL	RQ	-
DMS (5%) - M	45,61	12,96	3,11	0,77	3,20
CV (%)	23,63	14,41	8,88	9,25	7,74
Médias	262,50	122,65	47,65	11,37	56,37

**, * e ns – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 310,125 - 0,635x$ ($R^2 = 0,89$), (2) $Y = 51,725 - 0,05425x$ ($R^2 = 0,81$), (3) $Y = 9,775 + 0,04175x - 0,000175x^2$ ($R^2 = 0,99$).

Tabela 6. Número de vagens por planta, número de grãos por planta e população final de plantas obtidos em função de doses de fosforo e diferentes formas de aplicação (sulco e lanço), na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Número de vagens por plantas	Número de grãos por plantas	Pop. Final (plantas ha ⁻¹)
Dose de P (kg ha⁻¹) (D)			
0	42,32	84,86 ¹	274.666
50	41,48	80,88	259.000
100	48,40	88,54	270.333
150	45,14	97,14	258.666
Modo de Aplicação (M)			
Sulco	41,68 b	86,27	267.166
Lanço	46,99 a	89,44	264.166
Teste F			
Dose - D	1,52 ^{ns}	2,97*	2,31 ^{ns}
Modo – M	4,38*	0,62 ^{ns}	0,31 ^{ns}
D*M	1,75 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,81 ^{ns}
Regressão - D	-	RL	-
DMS (5%) - M	5,19	8,23	11.393
CV (%)	18,09	14,48	4,90
Médias	44,33	87,85	265.666

**, * e ^{ns} – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 81,18 + 0,089x$ ($R^2 = 0,68$).

Tabela 7. Massa de 100 grãos e produtividade obtidos em função de doses de fosforo e diferentes formas de aplicação (sulco e lanço) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Massa de 100 grãos (gramas)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
Dose de P (kg ha⁻¹) (D)		
0	18,56	92,55 ¹
50	18,77	100,81
100	18,62	99,24
150	18,92	104,06
Modo de Aplicação (M)		
Sulco	18,81	98,34
Lanço	18,62	99,98
Teste F		
Dose - D	0,55 ^{ns}	15,26 ^{**}
Modo – M	0,80 ^{ns}	1,74 ^{ns}
D*M	0,15 ^{ns}	1,83 ^{ns}
Regressão - D	-	RL
DMS (5%) - M	0,44	2,54
CV (%)	3,68	3,95
Médias	18,71	99,16

^{**}, ^{*} e ^{ns} – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 94,221 + 0,0659x$ ($R^2 = 0,77$).

CONCLUSÃO

Considerando as condições edafoclimáticas e para o período de 6 anos de condução do presente experimento, pode-se concluir que:

O aumento da dose de fósforo proporcionou incremento na produtividade de grãos da soja de aproximadamente 0,065 sacas por kg de P₂O₅, independente do modo de aplicação do fertilizante fosfatado (sulco e lanço) na cultura da soja, após 6 anos de condução do experimento (safras 2019/20, 2020/21, 2021/22, 2022/23, 2023/24 e 2024/25) avaliando no sistema de produção soja e milho safrinha em sucessão.

REFERÊNCIAS

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).