

ADUBAÇÃO FOSFATADA NAS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO SAFRINHA

Setor de Fertilidade do solo: Eng. Agr. Dr. Douglas de Castilho Gitti, Eng. Agr. Marcos

Antonio S. Spak, Tec. Agr. Reinaldo P. do Nascimento

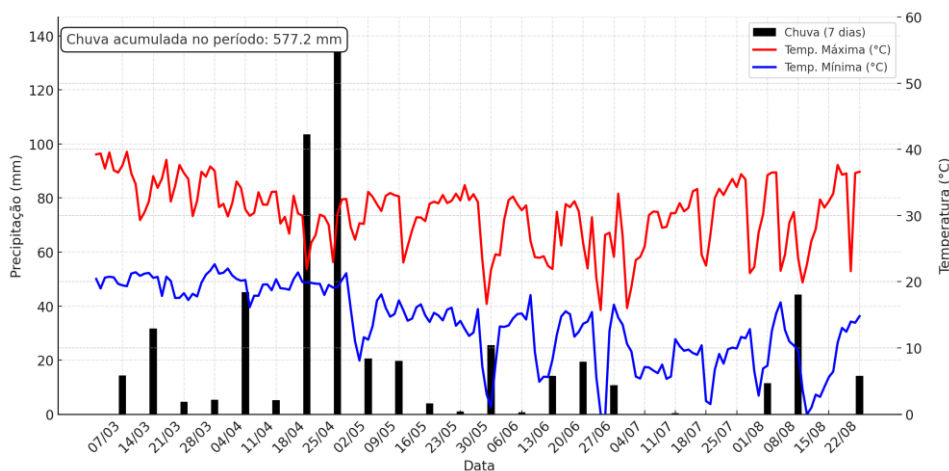
OBJETIVO

Avaliar a influência do fornecimento da adubação fosfatada nas culturas da soja e do milho safrinha com 100% da aplicação do fósforo na cultura da soja e 100% no milho safrinha, como também, o parcelamento em 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho safrinha nos componentes químicos do solo e na produtividade de grãos da soja e do milho safrinha em sucessão durante 4 anos de condução (safras 2021/22, 2022/23 e 2023/24 e 2024/25) em Maracaju, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas 2021/22, 2022/23 e 2023/24 e 2024/25, 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 pluviométrica média anual de 1.500 a 1.750 mm, temperatura média anual de 27 °C.

Gráfico 1. Precipitação pluviométrica no acumulado semanal no período de condução do experimento da segunda safra. Fundação MS, Maracaju, MS, 2025. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.



Fone/Fax: (67) 3454-2631

Estrada da Usina Velha, Km 2 • Caixa Postal 137 • CEP 79150-000 • Maracaju • Mato Grosso do Sul

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, 2022.

Prof (cm)	--- pH --- CaCl ₂	MO H ₂ O	P gdm ⁻³	K Mehlich	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V		
					mmolc dm ⁻³						(%)		
0-20	5,3	6,0	40,2	15,2	5,79	65,84	18,43	0,0	56,04	90,05	146,09	61,64	
20-40	5,1	5,8	27,7	3,1	2,27	52,01	14,31	0,0	54,28	68,60	122,88	55,83	
Prof (cm)	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Relação	K	Ca	Mg	H	Al	Argila
							Ca/Mg			% da CTC			(%)
0-20	29,0	3,2	0,46	5,0	82,1	48	3,57	3,96	45,07	12,61	38,36	0,0	50,0
20-40	80,1	1,3	0,23	4,6	46,9	60	3,63	1,85	42,33	11,65	44,17	0,0	50,0

Análise realizada em 12/04/2022 – Maracaju, Talhão Área 10 A. Código FMS 15341 0-20 cm e 20-40 cm 15342.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco repetições e 4 tratamentos (Tabela 2). Os estádios de desenvolvimento do milho foram definidos segundo a escala fenológica proposta por Ritchie (1989).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos nas culturas da soja e do milho safrinha aplicado nos 4 anos de condução do experimento. Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	Adubação Milho safrinha (kg/ha)	Adubação Soja (kg/ha)
1	Sem P	Sulco: Ausente	Pré-semeadura: KCl (200) + Sulco: Ausente
2	100% P Milho	Sulco: DAP (226) + Cobertura V3: Ureia (70)	Pré-semeadura: KCl (200) + Sulco: Ausente
3	100% P Soja	Sulco: Ureia (110)	Pré-semeadura: KCl (200) + Sulco: MAP (200)
4	50%P Milho + 50%P Soja	Sulco: DAP (113) + Cobertura V3: Ureia (90)	Pré-semeadura: KCl (200) + Sulco: MAP (100)

As adubações foram realizadas conforme a expectativa de produtividade da soja e do milho safrinha para 4,2 e 7,2 t/ha, considerando as informações da Embrapa Soja (2020) e Pauletti (2004), respectivamente.

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 milho foram tratadas com Fortenza[®] TSI (2 mL kg⁻¹ de sementes), Cruiser[®] TSI (3 mL kg⁻¹ de sementes) e Poncho[®] TSI (4 mL kg⁻¹ de sementes).

As sementes de soja e milho safrinha foram tratadas com inseticidas recomendados para aplicação nas sementes. A semeadura das culturas da soja e do milho foram realizadas dentro da janela recomendada utilizando os cultivares e híbridos adequados para região de condução do experimento.

Os tratamentos foram constituídos pela adubação de fosforo no sistema Soja/Milho safrinha, onde no sulco de semeadura da cultura da soja foi realizada a aplicação de 200 e 100 kg ha⁻¹ de MAP nos Tratamentos 3 e 4, respectivamente. Os Tratamentos 1 e 2 não receberam adubação fosfatada no sulco de semeadura da soja. No sulco de semeadura do milho safrinha foi realizada a aplicação de 226 e 113 kg ha⁻¹ de DAP nos Tratamentos 2 e 4, respectivamente. Para o Tratamento 3, adubação no sulco de semeadura foi realizada utilizando 110 kg ha⁻¹ de ureia (45-00-00). Nos Tratamentos 2 e 4 foi realizada adubação com ureia em cobertura no estágio V3, nas doses de 70 e 90 kg ha⁻¹, respectivamente. O Tratamento 1 não recebeu adubação fosfatada, sendo considerado o tratamento testemunha.

A demanda de potássio das culturas da soja e do milho safrinha foram atendidas na adubação de pré-semeadura da cultura da soja via à lança em superfície do solo na dose de 200 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-60) em todos os tratamentos.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Produtividade: foi realizada a colheita mecanizada das parcelas aos 165 DAE. As amostras foram pesadas e os dados transformados em kg ha⁻¹, corrigindo-se a produtividade para 13% de umidade (b.u.).

Análise química do solo: foi realizada coleta de solo na profundidade 0-20 cm em 3 pontos por parcela após a colheita do milho safrinha 2025 em 5 repetições por tratamento.

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05). Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados.

RESULTADOS

Tabela 3. Componentes químicos do solo obtidos em coleta após a colheita do milho em função do manejo da adubação fosfatada em 100% da aplicação do fósforo na cultura do milho (100%P milho) e 100% na soja (100%P soja) e o parcelamento em 50% na cultura do milho safrinha e 50% na cultura da soja (50%P milho safrinha + 50%P soja). Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	pH CaCl ₂	pH H ₂ O	MO g dm ⁻³	P Meh. mg dm ⁻³	P Meh. mg dm ⁻³
1	Sem P	5,28	5,96	30,20	9,42	24,80
2	100% P Milho	5,28	5,96	29,80	16,62	35,80
3	100% P Soja	5,30	5,96	29,60	12,32	31,00
4	50%P Milho + 50%P Soja	5,16	5,86	28,60	22,48	47,40
	Teste F	2,12 ^{ns}	1,76 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,69 ^{ns}	2,21 ^{ns}
	DMS (5%)	0,18	0,15	3,08	14,53	26,96
	CV (%)	1,87	1,42	5,55	50,86	41,31
	Média	5,25	5,93	29,55	15,21	34,75

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

Tabela 4. Componentes químicos do solo obtidos em coleta após a colheita do milho em função do manejo da adubação fosfatada em 100% da aplicação do fósforo na cultura do milho (100%P milho) e 100% na soja (100%P soja) e o parcelamento em 50% na cultura do milho safrinha e 50% na cultura da soja (50%P milho safrinha + 50%P soja). Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T
----- mmol _c dm ⁻³ -----							
1	Sem P	3,78	65,58	19,10	43,99	88,46	132,45
2	100% P Milho	3,78	62,82	19,38	44,58	85,98	130,56
3	100% P Soja	3,90	63,58	18,76	43,18	86,24	129,42
4	50%P Milho + 50%P Soja	3,40	60,62	17,80	46,19	81,82	128,01
	Teste F	0,83 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,29 ^{ns}
	DMS (5%)	1,00	9,64	2,49	6,63	12,31	14,58
	CV (%)	14,34	8,13	7,09	7,94	7,66	5,97
	Média	3,71	63,15	18,76	44,48	85,62	130,11

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

Tabela 5. Componentes químicos do solo obtidos em função do manejo da adubação fosfatada em 100% da aplicação do fósforo na cultura do milho (100%P milho) e 100% na soja (100%P soja) e o parcelamento em 50% na cultura do milho safrinha e 50% na cultura da soja (50%P milho safrinha + 50%P soja). Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	V	Ca	Mg	K	S
		----- (%) -----				mg dm ⁻³
1	Sem P	66,76	49,52	14,40	2,83	18,00
2	100% P Milho	65,81	48,08	14,82	2,90	19,20
3	100% P Soja	66,57	49,07	14,49	3,01	16,40
4	50%P Milho + 50%P Soja	63,83	47,32	13,88	2,65	15,20
	Teste F	1,46 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,89 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,70 ^{ns}
	DMS (5%)	4,59	3,45	1,18	0,79	5,66
	CV (%)	3,72	3,79	4,37	14,83	17,53
	Média	65,75	48,50	14,40	2,84	17,20

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

Tabela 6. Componentes químicos do solo obtidos em função do manejo da adubação fosfatada em 100% da aplicação do fósforo na cultura do milho (100%P milho) e 100% na soja (100%P soja) e o parcelamento em 50% na cultura do milho safrinha e 50% na cultura da soja (50%P milho safrinha + 50%P soja). Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		----- mg dm ⁻³ -----				
1	Sem P	0,51	4,64	20,72 ab	72,38	3,80
2	100% P Milho	0,50	4,46	20,80 b	67,68	3,66
3	100% P Soja	0,56	5,10	21,94 ab	73,68	2,94
4	50%P Milho + 50%P Soja	0,56	5,00	24,14 a	66,86	3,12
	Teste F	0,99 ^{ns}	3,55*	4,41*	1,42 ^{ns}	1,30 ^{ns}
	DMS (5%)	0,13	0,66	3,51	11,91	1,52
	CV (%)	13,08	7,42	8,61	9,04	23,98
	Média	0,53	4,80	21,74	70,15	3,38

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

Tabela 7. Produtividade de grãos da soja (4 anos) em função do manejo da adubação fosfatada em 100% da aplicação do fósforo na cultura do milho (100%P milho) e 100% na soja (100%P soja) e o parcelamento em 50% na cultura do milho safrinha e 50% na cultura da soja (50%P milho safrinha + 50%P soja). Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	Produtividade da soja (sc ha ⁻¹)				Média
		2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	
1	Sem P	37,72	49,38	42,20 b	70,14 b	49,86 b
2	100% P Milho	40,48	51,52	51,20 a	83,94 a	56,78 a
3	100% P Soja	40,86	54,46	54,00 a	89,56 a	59,72 a
4	50%P Milho + 50%P Soja	39,94	51,94	54,60 a	86,22 a	58,17 a
Teste F						
	Tratamento - T	-	-	-	-	16,19**
	Ano - A	-	-	-	-	288,42**
	T*A	-	-	-	-	2,58*
DMS (5%) - A						
	CV (%)	-	-	-	-	8,62
	Teste F	39,75	51,82	50,50	82,46	56,13

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

Tabela 8. Produtividade de grãos do milho safrinha (4 anos) em função do manejo da adubação fosfatada em 100% da aplicação do fósforo na cultura do milho (100%P milho) e 100% na soja (100%P soja) e o parcelamento em 50% na cultura do milho safrinha e 50% na cultura da soja (50%P milho safrinha + 50%P soja). Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	Produtividade do Milho Safrinha (sc ha ⁻¹)				Média
		2022	2023	2024	2025	
1	Sem P	45,94 b	151,32 c	121,54	76,62 b	98,85 c
2	100% P Milho	64,18 a	184,68 a	130,32	100,24 a	119,85 a
3	100% P Soja	54,58 b	169,72 b	128,48	95,56 a	112,08 b
4	50%P Milho + 50%P Soja	60,96 a	162,18 c	125,58	97,60 a	111,58 b
Teste F						
	Tratamento - T	-	-	-	-	14,36**
	Ano - A	-	-	-	-	424,13**
	T*A	-	-	-	-	1,41 ^{ns}
DMS (5%) - A						
	CV (%)	-	-	-	-	9,27
	Teste F	56,41	166,97	126,48	92,50	110,59

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

Tabela 9. . Produtividade de grãos acumulada do sistema soja-milho safrinha (4 anos) em função de tratamentos com diferentes recomendações de adubação realizadas via Software para o sistema de produção com soja e milho safrinha. Fundação MS, Maracaju, MS, 2025.

Nº	TRATAMENTOS	Produtividade do sistema Soja-Milho (sc ha ⁻¹)				
		2022	2023	2024	2025	Média
1	Sem P	83,62 b	200,70 b	163,60 b	146,78 b	148,67 b
2	100% P Milho	104,66 a	236,20 a	181,62 a	184,18 a	176,66 a
3	100% P Soja	95,44 a	224,18 a	182,32 a	185,12 a	171,76 a
4	50%P Milho + 50%P Soja	100,88 a	214,12 b	180,24 a	183,82 a	169,76 a
Teste F						
	Tratamento - T	-	-	-	-	27,54**
	Ano - A	-	-	-	-	471,78**
	T*A	-	-	-	-	1,98*
	DMS (5%) - A	-	-	-	-	8,81
	CV (%)	-	-	-	-	6,32
	Teste F	96,15	218,80	176,94	174,97	166,71

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos ao longo de quatro anos evidenciam que a adubação fosfatada exerceu efeito positivo tanto na soja quanto no milho safrinha, refletindo também no acúmulo produtivo do sistema.

Na soja, a ausência de fósforo resultou em menores produtividades médias (49,86 sc ha⁻¹), enquanto os manejos com aplicação de P proporcionaram ganhos significativos, especialmente quando o nutriente foi destinado 100% para a cultura da soja (59,72 sc ha⁻¹) ou dividido entre milho e soja (58,17 sc ha⁻¹). Isso indica que o suprimento direto na soja ou o parcelamento favorecem a resposta da leguminosa, garantindo melhor aproveitamento do fósforo.

No milho safrinha, a resposta foi mais consistente quando o P foi aplicado 100% no milho, com média de 119,85 sc ha⁻¹, significativamente superior aos demais manejos. Já a estratégia de aplicar 100% na soja ou parcelar entre as culturas apresentou ganhos intermediários, mas abaixo da máxima eficiência observada com a alocação total no milho.

Na análise do sistema soja-milho, observa-se clara superioridade dos manejos com adubação fosfatada em relação à ausência de P. A aplicação total no milho ($176,66 \text{ sc ha}^{-1}$) destacou-se como a estratégia mais produtiva, embora o manejo com 100% na soja ($171,76 \text{ sc ha}^{-1}$) e o parcelamento ($169,76 \text{ sc ha}^{-1}$) também tenham assegurado altos rendimentos e não diferiram estatisticamente em diversos cenários.

REFERÊNCIAS

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology/ Cooperative Extension Service, 1989.