

**FONTES E DOSES DE ENXOFRE NA CULTURA DA SOJA E DO MILHO
SAFRINHA (Safrinha 2023/2024)**

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

Palavras-chave: Macronutrientes, Enxofre, Cálcio, Gesso, Sulfurgran, Enxofre elementar

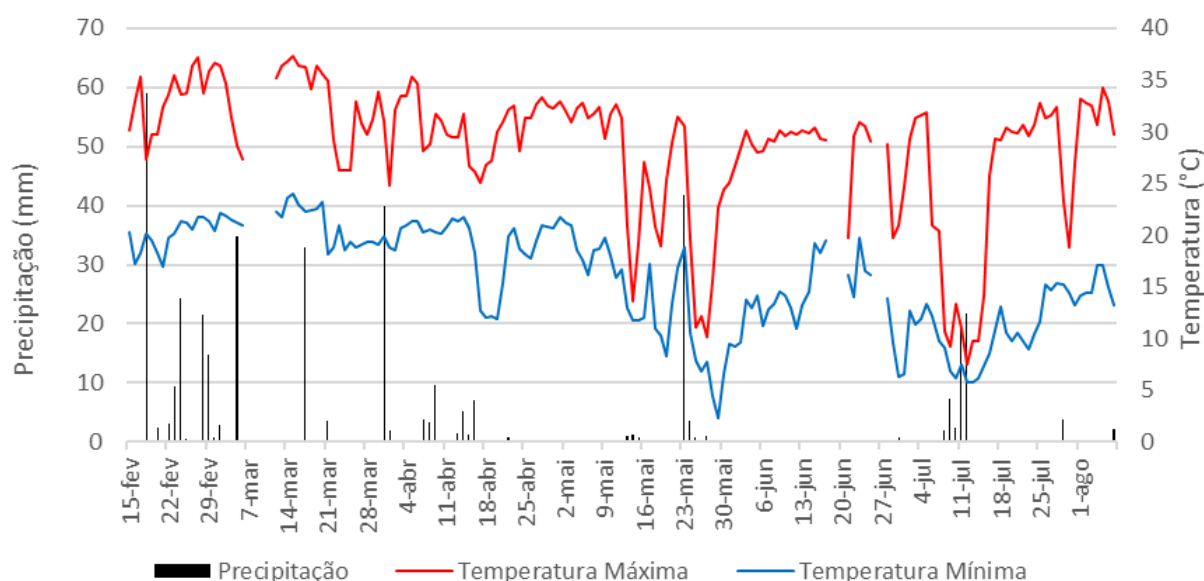
OBJETIVO

Avaliar a influência das fontes e doses de enxofre no teor de nutrientes no solo, foliar e na produtividade de grãos da cultura da soja e do milho safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2024, no município de Ponta Porã, MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada no CIACTEC. 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 por decêndio e acumulado por mês no período de condução do experimento. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura arenosa. 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, Ponta Porã, MS, 2024.

Prof (cm)	--- pH --- CaCl ₂	MO H ₂ O	P gdm ⁻³	K Mehlich	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V		
					mmol _c dm ⁻³						(%)		
0-20	5,4	6,1	25,9	6,5	3,13	39,44	16,40	0,0	44,36	58,98	103,34	57,07	
20-40	4,2	5,0	18,1	0,7	0,82	17,00	6,24	9,0	94,30	24,06	118,36	20,33	
Prof (cm)	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Relação Ca/Mg	K	Ca	Mg	H	Al	Argila
			mg dm ⁻³						% da CTC				(%)
0-20	13,8	1,9	0,28	1,9	19,3	55,4	2,40	3,03	38,17	15,87	42,92	0,0	26,0
20-40	36,0	0,1	0,32	1,6	4,3	61,3	2,73	0,69	14,36	5,27	79,67	7,60	28,1

Análise realizada em 10/09/2022 – Ponta Porã, Talhão 1. Código FMS 16740 0-20 cm e 16741 20-40 cm.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e 7 tratamentos (Tabela 2). Os estádios de desenvolvimento do milho foram definidos segundo a escala fenológica proposta por Ritchie (1989).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos avaliados nas culturas da soja e milho safrinha. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

Trat.	FERTILIZANTES	Dose de S (kg/ha)	Dose dos fertilizantes (kg/ha)
1	Controle	-	-
2	Sulfurgran (90% S)	30	33
3	Sulfurgran (90% S)	60	67
4	Sulfurgran (90% S)	120	133
5	Gesso agrícola (15% S)	30	200
6	Gesso agrícola (15% S)	60	400
7	Gesso agrícola (15% S)	120	800

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), Maxim® Quattro TSI (2 mL kg⁻¹ de sementes), Cruiser® TSI (4 mL kg⁻¹ de sementes) e Evipio® Vigor TSI (3 mL kg⁻¹ de sementes).

A semeadura do milho foi realizada no dia 23 de fevereiro de 2024 utilizando o híbrido NK 501 VIP3 na densidade de semeadura de 3,5 sementes por metro com 0,5 m entre linhas, ocorrendo à emergência das plântulas seis dias após a semeadura.

A adubação no sulco de semeadura foi realizada com aplicação de 110 kg ha⁻¹ de Ureia (45-00-00). Em cobertura foi realizada a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de Ureia (45-00-00) no estágio V3 da cultura, afim de atender a demanda da cultura por nitrogênio. As necessidades de fosforo e potássio da cultura foram atendidas durante adubação na cultura anterior (soja).

A aplicação de doses de enxofre foi realizada em pré semeadura da soja safra 2022/2023. Foi utilizado como fonte os fertilizantes, enxofre elementar (90% S) – produto comercial Sulfurgran e o gesso agrícola (15% S). Foram avaliados nas doses de 33, 67 e 133 kg ha⁻¹ de enxofre elementar (90% S) e 200, 400 e 800 kg ha⁻¹ de gesso agrícola (15% S), ambos para o fornecimento de 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de S. O tratamento 1 não recebeu adubação com enxofre, sendo considerado o tratamento controle. Foi avaliado o residual da aplicação de doses e fontes de enxofre nas culturas da soja 2023/2024 e do milho safrinha 2024.

A colheita foi realizada no dia 01 de agosto de 2024 aos 155 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Análise química do solo: foi realizada coleta de solo na profundidade 0-10, 10-20 e 20-40 cm em 3 pontos por parcela antes da semeadura e após a colheita da soja, em 3 repetições.

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

Produtividade: foi realizada a colheita mecanizada das parcelas aos 155 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.).

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância e após verificado significância (p<0,05), as médias obtidas para as fontes foram analisadas pelo teste de Tukey

e as doses foram submetidas a análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados.

RESULTADOS

Tabela 3. Teores foliares de macronutrientes do milho safrinha em função de doses e fontes de enxofre aplicados em pré-semeadura da cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)						
0	25,63	2,26 ⁽¹⁾	24,03	3,86	2,93	1,10
30	25,88	2,36	22,66	3,43	2,75	1,03
60	26,05	2,55	23,91	3,46	2,96	1,13
120	25,70	2,43	22,95	3,73	2,96	1,08
Fonte de S (F)						
Enxofre elementar	25,78	2,37	23,15	3,39 b	2,92	1,04
Gesso agrícola	25,85	2,43	23,63	3,85 a	2,88	1,13
Teste F						
Dose – D	0,11 ^{ns}	6,63 ^{**}	1,22 ^{ns}	1,67 ^{ns}	1,69 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Fonte – F	0,01 ^{ns}	1,59 ^{ns}	0,60 ^{ns}	8,30 ^{**}	0,27 ^{ns}	3,76 ^{ns}
D*F	0,08 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,83 ^{ns}	1,02 ^{ns}	2,10 ^{ns}
Regressão - D	-	RQ	-	-	-	-
DMS (5%) - F	1,19	0,09	1,32	0,34	0,17	0,10
CV (%)	5,28	4,71	6,49	10,94	6,74	10,64
Médias	25,81	2,40	23,39	3,62	2,90	1,08

^{**}, * 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) $Y = 2,246667 + 0,007167x - 0,000046x^2$ ($R^2 = 0,88$).

Tabela 4. Teores foliares de micronutrientes do milho safrinha em função de doses e fontes de enxofre aplicados em pré-semeadura da cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Dose de S (kg ha ⁻¹) (D)					
0	156,00	60,16	21,10	10,93	10,30
30	143,33	53,36	21,63	7,51	11,51
60	143,18	48,93	19,71	7,28	12,05
120	142,70	56,01	21,88	9,95	11,71
Fonte de S (F)					
Enxofre elementar	143,13	51,43	21,12	9,38	12,15
Gesso agrícola	149,47	57,80	21,04	8,45	10,64
Teste F					
Dose – D	0,94 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,80 ^{ns}
Fonte – F	0,90 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,30 ^{ns}	3,13 ^{ns}
D*F	0,37 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,95 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,11 ^{ns}
Regressão – D	-	-	-	-	-
DMS (5%) - F	14,26	10,45	1,55	3,62	1,82
CV (%)	11,14	21,87	8,42	46,40	18,32
Médias	146,30	54,62	21,08	8,92	11,39

**, * 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= 10,83 - 0,002397x (R² = 0,94).

Tabela 5. Massa de 100 grãos e produtividade de grãos do milho safrinha em função de doses e fontes de enxofre aplicados em pré-semeadura da cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)		
0	28,11	100,05
30	28,01	96,08
60	28,57	104,11
120	30,19	93,18
Fonte de S (F)		
Enxofre elementar	29,01	99,45
Gesso agrícola	28,43	97,26
Teste F		
Dose - D	2,21 ^{ns}	2,94 ^{ns}
Fonte - F	0,72 ^{ns}	0,62 ^{ns}
D*F	3,20*	0,42 ^{ns}
Regressão - D	-	-
DMS (5%) - F	1,41	5,76
CV (%)	6,69	7,97
Médias	28,72	98,36

**, * 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) $Y = 98,336534 + 0,116183x - 0,001286x^2$ ($R^2 = 0,46$).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre doses e fontes de enxofre na massa de 100 grãos no milho safrinha. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Fonte de Enxofre	
	Gesso agrícola	Enxofre Elementar
Dose S (kg/ha)	Massa de 100 grãos (g)	
0	28,11	28,11 ⁽¹⁾
30	29,32	26,70
60	27,42	29,72
120	28,87	31,52
DMS (5%) – (Fonte)	2,82	
Regressão – (Dose)	-	RL

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 27,193 + 0,034729x$ ($R^2 = 0,73$).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre doses e fontes de enxofre na produtividade de grãos no milho safrinha. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Fonte de Enxofre	
	Gesso agrícola	Enxofre Elementar
Dose S (kg/ha)	sc ha ⁻¹	
0	100,05 ⁽¹⁾	100,05 ⁽²⁾
30	94,93	97,24
60	100,49	107,73
120	93,57	92,80
DMS (5%) – (Fonte)	11,53	
Regressão – (Dose)	RQ	RQ

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 98,687023 + 0,007916x - 0,00039x^2$ ($R^2 = 0,38$), (2) $Y = 97,986045 + 0,224449x - 0,002182x^2$ ($R^2 = 0,55$).

Tabela 8. Teor de enxofre no solo obtidos em coleta estratificada do solo após a colheita do milho safrinha em função de doses e fontes de enxofre aplicados em pré-semeadura da cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2024.

TRATAMENTOS	S mg dm ⁻³
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)	
0	9,88 ⁽¹⁾
30	11,33
60	11,44
120	13,55
Fonte de S (F)	
Enxofre elementar	11,19
Gesso agrícola	11,91
Profundidade de Coleta (P)	
0-10 cm	8,08 b
10-20 cm	9,45 b
20-40 cm	17,12 a
Teste F	
Dose - D	1,93*
Fonte - F	0,44 ^{ns}
Profundidade - P	26,81**
D*F	0,33 ^{ns}
D*P	0,98 ^{ns}
F*P	0,31 ^{ns}
D*F*P	0,37 ^{ns}

Regressão – D	-
DMS (5%) – F	2,18
DMS (5%) - P	3,22
CV (%)	39,88
Médias	11,55

^{**}, * e ^{ns} – significativo a 1 e 10% 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) $y = 10,0444 + 0,0288x$ ($R^2 = 0,95$).

CONCLUSÃO

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

O aumento das doses de enxofre em aplicação em pré-semeadura da soja na safra 2022/2023, incrementou a produtividade de grãos do milho safrinha (107,73 sacas/h) em sucessão até a dose máxima de 60 kg ha⁻¹ de S, ou seja, aumento de 7,7% na produtividade de grãos do milho safrinha em relação a ausência da aplicação de enxofre no sistema de produção, independente da fonte de enxofre avaliada (Sulfurgran e gesso agrícola)

Para o cultivo após 2 safras (soja e milho safrinha) observa-se incremento linear dos teores de enxofre no solo (0-40 cm) em função do aumento das doses de enxofre em aplicação em pré-emergência da cultura da soja, independente da fonte de enxofre avaliadas (Sulfurgran e gesso agrícola).

REFERÊNCIAS

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