

**FONTES E DOSES DE ENXOFRE NA CULTURA DA SOJA E DO MILHO
SAFRINHA (Safrinha 2022/2023)**

Setor de Fertilidade do solo: Setor de Fertilidade do solo: Eng. Agr. Dr. Douglas de Castilho Gitti, Eng. Agr. Marcos Antonio S. Spak, Tec. Agr. Reinaldo P. do Nascimento, Tec. Agr. Rafael Bonfim de Souza e Nicolas Tiago Nunes

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

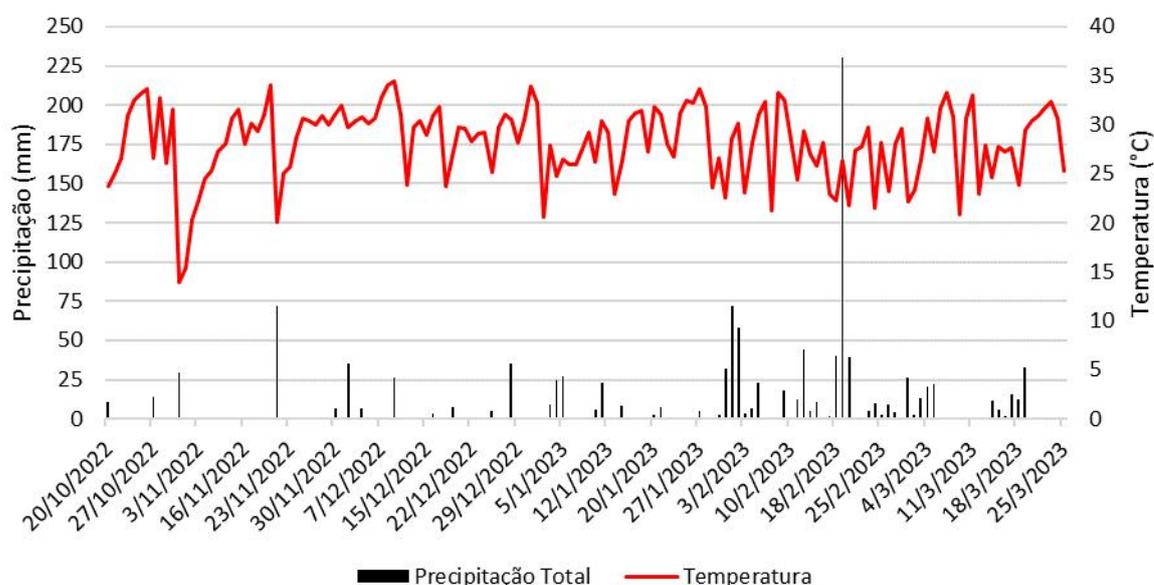
OBJETIVO

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, safra 2022/2023, no município de Ponta Porã, MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada no CIATEC. 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 semanal no período de condução do experimento. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2023.



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, Ponta Porã, MS, 2023.

Prof (cm)	pH		MO gdm ⁻³	P Mehlich	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V (%)
	CaCl ₂	H ₂ O										
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 (%)
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 da soja foram definidos segundo a escala fenológica proposta por Fehr & Caviness (1977).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos na cultura da soja e milho safrinha. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2022.

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

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de soja 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 (6 mL L⁻¹ de água) e Azo Inquima (2 mL L⁻¹ de água).

A semeadura da soja foi realizada no dia 25 de outubro de 2022 utilizando a cultivar FIBRA IPRO, na densidade de semeadura de 12 sementes por metro com 0,5 m entre linhas, ocorrendo à emergência das plântulas seis dias após a semeadura.

A adubação na semeadura foi realizada utilizando-se 200 kg ha⁻¹ de MAP (11-52-00) no sulco de semeadura em todos os tratamentos. A adubação de pré-semeadura foi realizada via lança com 150 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-60) em todos os tratamentos. Nos tratamentos 2, 3 e 4 foi aplicado respectivamente 33, 67 e 133 kg ha⁻¹ de enxofre elementar (90% S). Já nos tratamentos 5, 6 e 7 foi realizada a aplicação de 200, 400 e 800 kg ha⁻¹ de gesso agrícola (15% S), respectivamente. O tratamento 1 não recebeu adubação com enxofre, sendo considerado o tratamento controle.

A colheita foi realizada no dia 24 de março de 2023 aos 144 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 - R2 (3^o folha completamente desenvolvida), 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 144 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, as médias entre os fatores doses de enxofre (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) e fonte de enxofre (S elementar e gesso agrícola), 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 enxofre e diferentes fonte de S, em aplicação em pré-semeadura na cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2022.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)						
0	53,66	4,80 ¹	14,73	7,60	3,03	5,40 ²
30	46,90	4,40	15,30	6,73	2,86	5,70
60	49,53	4,01	14,85	7,53	2,90	5,80
120	53,66	3,83	14,13	7,25	2,73	6,05
Fonte de S (F)						
Enxofre elementar	49,70	4,24	14,91	7,22	2,83	5,76
Gesso agrícola	52,20	4,28	14,59	7,33	2,83	5,70
Teste F						
Dose - D	1,18 ^{ns}	4,54 [*]	2,32 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,64 ^{ns}	3,07 [*]
Fonte - F	0,67 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,06 ^{ns}	2,56 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,14 ^{ns}
D*F	0,27 ^{ns}	0,17 ^{ns}	2,47 ^{ns}	4,36 [*]	0,08 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Regressão - D	-	RL	-	-	-	RL
DMS (5%) - F	6,53	0,43	0,67	0,52	0,20	0,32
CV (%)	14,65	11,57	5,23	8,28	8,16	6,54
Médias	50,95	4,26	14,75	7,27	0,20	5,73

**,* 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) $Y = 4,67666 - 0,00788x$ ($R^2 = 0,88$), (2) $Y = 5,47 + 0,005095x$ ($R^2 = 0,94$).

Tabela 4. Desdobramento da interação entre doses e fontes de enxofre no teor foliar de cálcio na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2022.

TRATAMENTOS	Fonte de Enxofre	
	S Elementar	Gesso Agrícola
Dose	Teor foliar de Ca mg kg ⁻¹	
0	7,60 A	7,60 A
30	6,73 A	6,73 A
60	6,80 B	8,26 A
120	7,76 A	6,73 A
DMS (5%) – (Fonte em dose)	1,05	
Regressão – (Dose em Fonte)	-	-

** , * 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 5. Teores foliares de micronutrientes no estágio R2, da soja obtidos em função de doses de enxofre e diferentes fonte de S, em aplicação em pré-semeadura na cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2022.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg kg ⁻¹				
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)					
0	98,13	68,86	34,90	7,60	36,60
30	103,50	70,26	35,16	7,93	37,60
60	105,68	57,36	34,60	7,20	36,40
120	109,41	68,51	35,23	8,08	35,40
Fonte de S (F)					
Enxofre elementar	104,10	65,49	35,61	7,25	35,86
Gesso agrícola	404,25	67,01	34,35	8,15	37,13
Teste F					
Dose - D	1,43 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Fonte – F	0,00 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,71 ^{ns}	3,87 ^{ns}	2,27 ^{ns}
D*F	5,13*	0,89 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,67 ^{ns}	0,91 ^{ns}
Regressão – D	-	-	-	-	-
DMS (5%) - F	8,45	8,35	3,20	0,98	1,80
CV (%)	9,26	14,41	10,45	14,67	5,63
Médias	104,18	66,25	324,95	7,70	36,50

** , * 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 6. Desdobramento da interação entre doses e fontes de enxofre no teor foliar de Ferro na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2022.

TRATAMENTOS	Fonte de Enxofre	
	S Elementar	Gesso Agrícola
Dose	Teor foliar de Fe mg kg ⁻¹	
0	98,13 ¹ A	98,13 ² A
30	103,56 A	103,43 A
60	94,56 B	116,80 A
120	120,16 A	98,66 B
DMS (5%) – (Fonte em dose)	16,90	
Regressão – (Dose em Fonte)	-	

** , * 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) $Y = 95,18666 + 0,169937x$ ($R^2 = 0,59$), (2) $Y = 96,249697 + 0,5340x + 0,004239x^2$ ($R^2 = 0,80$).

Tabela 7. Massa de 100 grãos e produtividade obtidos em função de doses de enxofre e diferentes fonte de S, em aplicação em pré-semeadura na cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2022.

TRATAMENTOS	Massa de 100 grãos	Produtividade
	(gramas)	(sc ha ⁻¹)
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)		
0	14,25	60,10 ⁽¹⁾
30	15,00	62,75
60	15,25	62,16
120	14,87	59,78
Fonte de S (F)		
Enxofre elementar	14,87	61,93
Gesso agrícola	14,81	60,46
Teste F		
Dose - D	2,35 ^{ns}	1,17 ^{ns}
Fonte - F	0,05 ^{ns}	1,17 ^{ns}
D*F	0,32 ^{ns}	0,29 ^{ns}
DMS (5%) - D	-	-
DMS (5%) - F	0,57	2,83
CV (%)	5,28	6,29
Médias	14,84	61,20

** , * 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 e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $y = 60,3321 + 0,0816x - 0,0007x^2$ (R² = 0,89).

Tabela 8. Componentes químicos do solo obtidos em coleta após a colheita da soja, em função de doses de enxofre e diferentes fonte de S, em aplicação em pré-semeadura na cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2022. *ANALISE EM PROCESSAMENTO*.

TRATAMENTOS	pH	MO	P Meh.	P Res.	K	Ca	Mg	Al
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)								
0	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-
Fonte de S (F)								
Enxofre elementar	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesso agrícola	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F								
Dose - D	-	-	-	-	-	-	-	-
Fonte - F	-	-	-	-	-	-	-	-
D*F	-	-	-	-	-	-	-	-
DMS (5%) - D	-	-	-	-	-	-	-	-
DMS (5%) - F	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	-	-	-	-	-	-	-
Médias	-	-	-	-	-	-	-	-

**, * 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 9. Componentes químicos do solo obtidos coleta após a colheita da soja, em função de doses de enxofre e diferentes fonte de S, em aplicação em pré-semeadura na cultura da soja. Fundação MS, Ponta Porã, MS, 2022. *ANALISE EM PROCESSAMENTO.*

TRATAMENTOS	H+Al ----- mmolc dm ⁻³ -----	T	V (%)	S Mg dm ⁻³	Ca ----- (%)-----	Mg ----- (%)-----	K
Dose de S (kg ha⁻¹) (D)							
0	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-
Fonte de S (F)							
Enxofre elementar	-	-	-	-	-	-	-
Gesso agrícola	-	-	-	-	-	-	-
Teste F							
Dose - D	-	-	-	-	-	-	-
Fonte - F	-	-	-	-	-	-	-
D*F	-	-	-	-	-	-	-
DMS (5%) - D	-	-	-	-	-	-	-
DMS (5%) - F	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	-	-	-	-	-	-
Médias	-	-	-	-	-	-	-

**, * 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.

CONCLUSÃO

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

Maior produtividade de grãos da cultura da soja pode ser obtida até a dose estimada em 58 kg/ha de enxofre com aplicação em superfície e em pré-semeadura da cultura em solo com teor adequado desse nutriente (13,6 mg dm⁻³), independente da fonte de enxofre utilizada.

REFERÊNCIAS

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



FUNDAÇÃO MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias

www.fundacaoms.org.br • fundacaoms@fundacaoms.org.br

Fone/Fax: (67) 3454-2631

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