

APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES DE MANGANÊS NA 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

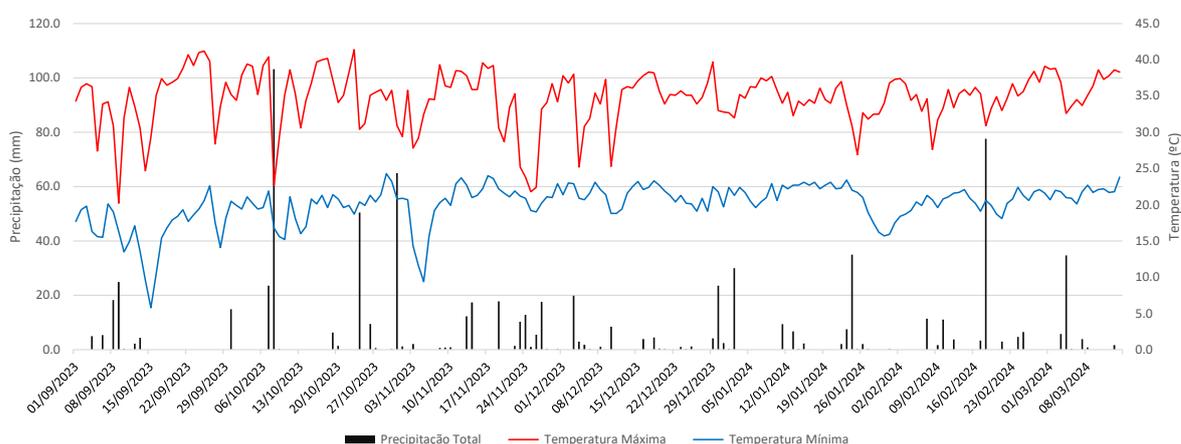
OBJETIVO

Avaliar a eficiência de doses de manganês em aplicação foliar nos estádios V4 e R1 no teor foliar de nutrientes e produtividade de grãos de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola, safra 2023/2024, no município de Maracaju MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada na Fazenda Alegria, Talhão Area 10. 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 diária no período de condução do experimento na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico 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, 2023/2024.

Prof (cm)	pH		MO	P Meh.	P Res.	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmol. dm ⁻³							(%)
0-20	6.0	6.6	32.2	21.2	72.6	9.3	76	26	0	28.7	111.5	140.2	79.5
20-40	5.3	6.0	18.9	2.8	12.3	1.9	45	13	0	40.7	59.5	100.3	59.3
Prof (cm)	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Relação Ca/Mg	K	Ca	Mg	H	Al	Argila
	mg dm ⁻³					Ca/Mg		% da CTC					(%)
0-20	8.6	1.4	0.28	4.2	129.5	23.6	2.93	6.6	54.3	18.5	20.4	0.0	50
20-40	42.5	0.7	0.19	4.2	45.3	24.8	3.51	1.9	44.7	12.7	40.5	0.0	50

Análise realizada em 28/11/2023. Maracaju, Talhão Área 10.1. Código FMS 23435 e 23436.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e 5 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 para avaliar na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

Nº	Fertilizante	Dose Mn (g/ha)	Dose fertilizante (g/ha)	Aplicação
1	Testemunha	0	0	-
2	EDTA Mn (13%) - Tradecorp	25 + 25	193 + 193	V4 + R1
3	EDTA Mn (13%) - Tradecorp	50 + 50	385 + 385	V4 + R1
4	EDTA Mn (13%) - Tradecorp	100 + 100	770 + 770	V4 + R1
5	EDTA Mn (13%) - Tradecorp	200 + 200	1.539 + 1.539	V4 + R1

TA35 – 80 mL/ha + P51 – 40 mL/ha.

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 07 de novembro de 2023 utilizando a cultivar BMX COMPACTA IPRO, na densidade de semeadura de 14 sementes por metro com 0,5 m entre linhas, ocorrendo à emergência das plântulas seis dias após a semeadura.

A adubação de pré-semeadura foi realizada com a aplicação via lanço na dose 150 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-60) e a adubação semeadura realizada com aplicação de 200 kg ha⁻¹ MAP (11-52-00) no sulco de semeadura.

Tabela 3. Aspecto técnico relacionado à aplicação foliar realizada na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

Aplicação	Estádios fenológicos	Data	Horário	T °C	U.R. (%)
1°	V4	08/12/2023	07:40	24°	90%
2°	R1	15/12/2023	16:46	35°	55%

A colheita foi realizada no dia 12 de março de 2024 aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Análise foliar: foi realizada a coleta de 10 folhas por tratamento nos estádios V4, R1 e R2, posteriormente as amostras foram secas, identificadas e encaminhadas ao laboratório para determinação de macro e micronutrientes.

População final de plantas: foi determinado a quantidade de plantas em 10 metros lineares antes da colheita, logo após convertido em plantas por hectare.

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.).

Produtividade: foi realizada a colheita mecanizada das parcelas aos 120 DAE. As amostras foram pesadas e os dados transformados em kg ha⁻¹, corrigindo-se a produtividade para 13% de umidade (b.u.).

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância e as medias obtidas para as doses dos nutrientes analisadas pela regressão (p>0,05). Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados.

RESULTADOS

Tabela 4. Teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja sem pecíolo para o Mato Grosso do Sul (Estádio R2).

Elemento	Baixo	Suficiente	Alto
		g kg ⁻¹	
N	<50,6	50,6 a 62,4	> 62,4
P	<2,8	2,8 a 3,9	>3,9
K	<14,4	14,4 a 20,3	>20,3
Ca	<6,2	6,2 a 11,6	>11,6
Mg	<3,0	3,0 a 4,9	>4,9
S	<2,4	2,4 a 3,3	>3,3
		mg kg ⁻¹	
B	<37	37 a 56	>56
Cu	<7	7 a 12	>12
Fe	<77	77 a 155	>155
Mn	<38	38 a 97	>97
Zn	<41	41 a 78	>78

Fonte: Kurihara et al. (2008).

Tabela 5. Teor foliar de macronutrientes obtidos em coletas realizadas nos estádios V4, R1 e R2 da cultura da soja em função da aplicação de doses de manganês nos estádios V4 e R1. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Dose de Mn (g ha⁻¹)						
0	44,80	3,09	20,82	20,34	7,12	2,23 ¹
25 + 25	44,75	3,11	21,22	20,44	7,67	2,05
50 + 50	43,57	3,01	23,02	18,79	7,25	1,93
100 + 100	43,25	2,90	23,11	20,75	7,62	1,87
200 + 200	43,95	3,08	23,27	18,99	7,25	2,15
Coleta e folhas						
V4	47,88 a	3,20 a	22,16 ab	26,06 a	9,69 a	1,86 b
R1	43,10 b	2,81 b	24,02 a	19,08 b	7,89 b	1,70 c
R2	41,21 b	3,11 a	20,69 b	14,44 c	4,57 c	2,58 a
Teste F						
Dose - D	0,60 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,67 ^{ns}	7,71 ^{**}
Folha - F	24,77 ^{**}	19,21 ^{**}	6,08 ^{**}	63,56 ^{**}	124,35 ^{**}	126,95 ^{**}
D * E	0,51 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,64 ^{ns}	5,58 ^{**}
Regressão - D	-	-	-	-	-	RQ
DMS (5%) - F	2,37	0,15	2,32	2,52	0,80	0,14
CV (%)	7,01	6,78	13,57	16,52	14,10	9,02
Médias	44,06	3,04	22,29	19,86	7,38	2,05

^{**}, * e ^{ns} – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa. (1) $Y = 2,219872 - 0,00348x + 0,000008x^2$ ($R^2 = 0,98$).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre doses de manganês e épocas de coleta de folhas no teor foliar de enxofre na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Mn (g ha⁻¹)			
Teor foliar de S g kg⁻¹			
0	2,32 ¹ B	1,67 C	2,70 ² A
25 + 25	1,82 B	1,85 B	2,50 A
50 + 50	1,72 B	1,67 B	2,40 A
100 + 100	1,72 B	1,62 B	2,27 A
200 + 200	1,72 B	1,70 B	3,02 A
DMS (5%) - (Época em dose)	0,31		
Regressão - (Dose em Época)	RQ	-	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) $Y = 2,711538 - 0,004884x + 0,000014x^2$ ($R^2 = 0,99$), (2) $Y = 2,195769 - 0,004849x$ ($R^2 = 0,77$).

Tabela 7. Teor foliar de micronutrientes obtidos em coletas realizadas nos estádios V4, R1 e R2 da cultura da soja em função da aplicação de doses de manganês nos estádios V4 e R1. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Dose de Mn (g ha⁻¹)					
0	218,08	115,55 ¹	30,05 ²	11,95 ³	32,39 ⁴
25 + 25	225,72	127,04	37,15	11,35	32,49
50 + 50	235,03	122,00	28,99	10,49	33,65
100 + 100	254,55	142,38	34,20	10,30	35,44
200 + 200	224,04	161,14	42,69	11,41	32,71
Coleta e folhas					
V4	295,24 a	118,65 c	29,16 b	11,29 b	32,10 b
R1	248,33 b	151,97 a	48,17 a	13,71 a	43,11 a
R2	150,88 c	130,25 b	26,52 b	8,31 c	24,80 c
Teste F					
Dose - D	1,37 ^{ns}	32,60 ^{**}	8,61 ^{**}	3,59 [*]	2,56 ^{na}
Folha - F	61,04 ^{**}	46,46 ^{**}	64,43 ^{**}	92,06 ^{**}	222,56 ^{**}
D * F	0,65 ^{ns}	17,49 ^{**}	4,63 ^{**}	4,23 ^{**}	4,65 ^{**}
Regressão – D	-	RL	RL	RQ	-
DMS (5%) – F	32,39	8,53	5,05	0,96	2,12
CV (%)	18,21	8,31	19,01	11,34	8,29
Médias	231,48	133,62	34,61	11,10	33,34

^{**}, ^{*} e ^{ns} – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa. (1) $Y = 116,725 + 0,1126x$ ($R^2 = 0,94$), (2) $Y = 30,5533 + 0,0271x$ ($R^2 = 0,59$), (3) $Y = 11,9571 - 0,0162x + 0,00004x^2$ ($R^2 = 0,96$).

Tabela 8. Desdobramento da interação entre doses de manganês e épocas de coleta de folhas no teor foliar de manganês na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Mn (g ha ⁻¹)	Teor foliar de Mn mg kg ⁻¹		
0	114,35	118,17 ¹	114,15 ²
25 + 25	128,00	128,75	124,37
50 + 50	112,15	131,15	122,70
100 + 100	127,22 B	158,52 A	141,40 AB
200 + 200	111,52 C	223,27 A	148,62 B
DMS (5%) – (Época em dose)	19,07		
Regressão – (Dose em Época)	-	RL	RL

** 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) $Y = 112,095625 + 0,265863x$ ($R^2 = 0,97$), (2) $Y = 117,453125 + 0,085312x$ ($R^2 = 0,89$).

Tabela 9. Desdobramento da interação entre doses de manganês e épocas de coleta de folhas no teor foliar de zinco na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Zn (g ha ⁻¹)	Teor foliar de Zn mg kg ⁻¹		
0	33,27 ²	33,95 ¹	22,92
25 + 25	28,07 B	53,87 A	29,52 B
50 + 50	23,92 B	37,70 A	25,35 B
100 + 100	26,45 B	49,07 A	27,07 B
200 + 200	34,07 B	66,25 A	27,75 B
DMS (5%) – (Época em dose)	11,30		
Regressão – (Dose em Época)	RQ	RL	-

** 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) $Y = 38,193125 + 0,066513x$ ($R^2 = 0,65$), (2) $Y = 32,103846 - 0,081238x + 0,000217x^2$ ($R^2 = 0,86$).

Tabela 10. Desdobramento da interação entre doses de manganês e épocas de coleta de folhas no teor foliar de cobre na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Mn (g ha ⁻¹)	Teor foliar de Cu mg kg ⁻¹		
0	14,62 ¹ A	12,70 A	8,55 B
25 + 25	11,50 B	14,32 A	8,25 C
50 + 50	9,77 B	13,47 A	8,22 B
100 + 100	9,57 B	13,47 A	7,87 B
200 + 200	11,00 B	14,57 A	8,67 C
DMS (5%) – (Época em dose)	2,16		
Regressão – (Dose em Época)	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) $Y = 14,021538 - 0,044805x + 0,000094x^2$ ($R^2 = 0,89$).

Tabela 11. Desdobramento da interação entre doses de manganês e épocas de coleta de folhas no teor foliar de boro na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Mn (g ha ⁻¹)	Teor foliar de B mg kg ⁻¹		
0	32,20 B	40,30 ¹ A	24,67 C
25 + 25	32,85 B	39,70 A	24,92 C
50 + 50	31,17 B	43,45 A	26,35 C
100 + 100	31,80 B	50,95 A	23,57 C
200 + 200	32,50 B	41,15 A	24,50 C
DMS (5%) – (Época em dose)	4,74		
Regressão – (Dose em Época)	-	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) $Y = 37,950769 + 0,095638x - 0,000216x^2$ ($R^2 = 0,74$).

Tabela 12. População final de plantas, massa de 100 grãos e produtividade obtidos em função da aplicação de doses de manganês nos estádios V4 e R1 da cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

Nº	Dose de Mn (g/ha)	População Final de Plantas	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
1	0	-	-	46,87 ¹
2	25 + 25	-	-	49,77
3	50 + 50	-	-	49,17
4	100 + 100	-	-	52,80
5	200 + 200	-	-	47,70
	Teste F	-	-	0,82 ^{ns}
	Regressão	-	-	RQ*
	CV (%)	-	-	10,20
	Média	-	-	49,26

** , * e ^{ns} – significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste de F, respectivamente. CV - Coeficiente de variação. DMS - diferença mínima significativa. ¹ $y = 4,8288 + 0,0497x - 0,0001x^2$ ($R^2 = 0,84$).

CONCLUSÃO

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

Houve incremento linear no teor foliar de manganês com o aumento das doses de manganês em aplicação foliar na cultura da soja nos estádios V4 e R1.

A aplicação foliar de doses crescentes de manganês nos estádios V4 e R1 incrementou linearmente os teores foliares de zinco e boro na cultura da soja.

Maior produtividade de grãos da cultura da soja foi obtida com a aplicação foliar de manganês na dose de 100 g/ha nos estádios V4 e R1.

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

KURIHARA, C.H.; STAUT, L.A.; MAEDA, S. Faixas de suficiência de nutrientes em folhas de soja, em Mato Grosso do Sul Mato Grosso, definidas pelo uso do método DRIS de diagnose do estado nutricional. In.: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2008. (Embrapa Soja. Documentos, 304).

Fone/Fax: (67) 3454-2631

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