

APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES DE COBRE 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

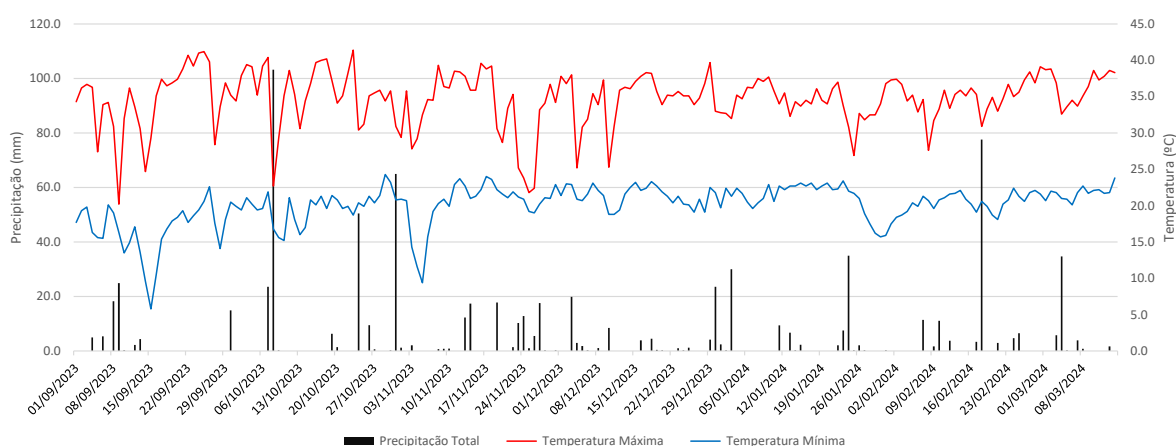
OBJETIVO

Avaliar a eficiência de doses de cobre 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									% 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 Cu (g/ha)	Dose fertilizante (g/ha)	Aplicação
1	Testemunha	0	0	-
2	EDTA Cu (14,5%) - Tradecorp	5 + 5	35 + 35	V4 + R1
3	EDTA Cu (14,5%) – Tradecorp	10 + 10	69 + 69	V4 + R1
4	EDTA Cu (14,5%) – Tradecorp	20 + 20	138 + 138	V4 + R1
5	EDTA Cu (14,5%) - Tradecorp	40 + 40	276 + 276	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. (%)
1º	V4	08/12/2023	07:40	24°	90%
2º	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 cobre nos estádios V4 e R1. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Dose de Cu (g ha ⁻¹)						
0	45,10 ¹	2,91	21,47 ²	20,20	7,10	2,06
5 + 5	45,30	3,00	21,08	19,39	7,35	2,04
10 + 10	44,46	3,04	19,76	18,50	7,15	2,18
20 + 20	41,85	2,83	21,85	20,07	7,29	2,05
40 + 40	43,83	2,86	22,35	19,00	7,12	2,10
Coleta de folhas						
V4	46,48 a	3,10 a	21,91 a	25,07 a	9,58 a	1,61 b
R1	44,81 a	2,82 b	22,96 a	18,25 b	7,50 b	1,76 b
R2	41,04 b	2,88 ab	19,14 b	14,98 c	4,53 c	2,89 a
Teste F						
Dose - D	3,20*	1,14 ^{ns}	3,09*	1,37 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Folha - F	21,53**	5,17**	20,69**	118,85**	454,43**	259,48**
D * F	1,70 ^{ns}	2,10 ^{ns}	3,09**	2,41*	1,72 ^{ns}	1,63 ^{ns}
Regressão – D	RQ	-	RL	-	-	-
DMS (5%) – F	2,06	0,22	1,48	1,62	0,40	0,14
CV (%)	6,09	9,88	9,05	10,86	7,40	9,31
Médias	44,11	2,93	21,30	19,43	7,20	2,09

**, * 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) $Y = 45,808077 - 0,129088x + 0,001281x^2$ ($R^2 = 0,71$), (2) $Y = 20,761875 + 0,018104x$ ($R^2 = 0,34$).

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

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Cu (g ha ⁻¹)	Teor foliar de K g kg ⁻¹		
0	19,10 ¹ B	25,07 A	20,25 B
5 + 5	21,60	21,85	19,80
10 + 10	20,65	20,82	17,82
20 + 20	22,67 A	23,90 A	18,97 B
40 + 40	25,02 A	23,17 A	18,85 B
DMS (5%) – (Época em dose)	3,31		
Regressão – (Dose em Época)	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) $Y = 19,81125 + 0,066625x$ ($R^2 = 0,89$).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre doses de cobre e épocas de coleta de folhas no teor foliar de cálcio na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Época de coleta		
	V4	R1	R2
Dose de Cu (g ha ⁻¹)	Teor foliar de Ca g kg ⁻¹		
0	26,05 A	19,75 ¹ B	14,82 ² C
5 + 5	24,85 A	19,35 B	13,97 C
10 + 10	23,32 A	19,00 B	13,20 C
20 + 20	26,92 A	17,27 B	16,02 B
40 + 40	24,22 A	15,90 B	16,90 B
DMS (5%) – (Época em dose)	3,62		
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) $Y = 19,768125 - 0,050438x$ ($R^2 = 0,96$), (2) $Y = 13,8675 + 0,03725x$ ($R^2 = 0,61$).

Tabela 8. 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 cobre nos estádios V4 e R1. Fundação MS, Maracaju, MS, 2023/2024.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg kg ⁻¹				
Dose de Cu (g ha ⁻¹)					
0	223,65 ¹	123,52	32,65 ²	10,51 ³	32,47 ⁴
5 + 5	219,77	126,47	29,85	10,27	32,33
10 + 10	231,81	128,69	29,86	10,49	31,94
20 + 20	260,00	120,69	34,62	17,46	35,08
40 + 40	272,20	135,38	36,95	18,07	36,85
Coleta de folhas					
V4	299,50 a	123,98 ab	32,63 b	13,57 b	32,71 b
R1	260,39 b	122,49 b	39,53 a	16,46 a	41,70 a
R2	164,59 c	134,38 a	26,20 c	10,06 c	26,80 c
Teste F					
Dose - D	2,63*	1,85 ^{ns}	3,47*	13,83**	7,97**
Folha - F	38,99**	4,13**	27,16**	14,56**	163,70**
D * F	0,84 ^{ns}	2,68*	0,75 ^{ns}	3,44**	2,79*
Regressão – D	RL	-	RL	RL	RL
DMS (5%) – F	38,20	10,95	4,39	2,88	2,01
CV (%)	20,58	11,22	17,45	28,08	7,77
Médias	241,49	126,95	32,79	13,36	33,73

**, * 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) $Y = 220,590208 + 0,696771x$ ($R^2 = 0,89$), (2) $Y = 30,3975 + 0,07975x$ ($R^2 = 0,67$), (3) $Y = 9,97125 + 0,113125x$ ($R^2 = 0,78$), (4) $Y = 31,839167 + 0,06325x$ ($R^2 = 0,78$).

Tabela 9. Desdobramento da interação entre doses de cobre 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 Cu (g ha ⁻¹)	Teor foliar de Mn mg kg ⁻¹		
0	128,27	117,07	125,22 ¹
5 + 5	125,52	135,67	118,22
10 + 10	127,22	126,25	132,60
20 + 20	115,90 AB	110,00 B	136,17 A
40 + 40	123,00 B	123,45 B	159,70 A
DMS (5%) – (Época em dose)	24,48		
Regressão – (Dose em Época)	-	-	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) $Y = 120,13875 + 0,474875x$ ($R^2 = 0,90$).

Tabela 10. Desdobramento da interação entre doses de cobre 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 Cu (g ha ⁻¹)	Teor foliar de Cu mg kg ⁻¹		
0	9,35 ¹ AB	14,55 ² A	7,65 ³ B
5 + 5	8,17 B	15,02 A	7,62 B
10 + 10	7,95	13,55	9,97
20 + 20	24,47 A	17,30 B	10,62 C
40 + 40	17,90 AB	21,87 A	14,45 B
DMS (5%) – (Época em dose)	6,44		
Regressão – (Dose em Época)	RQ	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) $Y = 5,691154 + 0,500772x - 0,004203x^2$ ($R^2 = 0,60$), (2) $Y = 13,503125 + 0,098563x$ ($R^2 = 0,87$), (3) $Y = 7,4625 + 0,08675x$ ($R^2 = 0,96$).

Tabela 11. Desdobramento da interação entre doses de cobre 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 Cu (g ha ⁻¹)	Teor foliar de B mg kg ⁻¹		
0	31,67 B	42,10 ¹ A	23,65 ² C
5 + 5	34,05 A	38,02 A	24,92 B
10 + 10	32,20 B	38,45 A	25,17 C
20 + 20	31,37 B	44,80 A	29,07 B
40 + 40	34,25 B	45,12 A	31,17 B
DMS (5%) – (Época em dose)	4,50		
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) $Y = 39,478125 + 0,074063x$ ($R^2 = 0,48$), (2) $Y = 23,876875 + 0,097438x$ ($R^2 = 0,94$).

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

Nº	Dose de Cu (g/ha)	População Final de Plantas	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
1	0	-	-	52,50
2	5 + 5	-	-	56,12
3	10 + 10	-	-	44,00
4	20 + 20	-	-	45,60
5	40 + 40	-	-	50,40
	Teste F	-	-	1,17 ^{ns}
	Regressão	-	-	-
	CV (%)	-	-	18,49
	Média	-	-	49,72

^{**}, ^{*} 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.

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 cobre com o aumento das doses de cobre em aplicação foliar na cultura da soja nos estádios V4 e R1.

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

Não houve influência da aplicação foliar de cobre nas doses avaliadas na produtividade de grãos da cultura da soja.

REFERÊNCIAS

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

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).