

**NUTRIÇÃO FOLIAR COMO PROMOTORA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO
NITROGÊNIO, REDUÇÃO DE ESTRESSES E TRANSPORTE DE
FOTOASSIMILADOS 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*

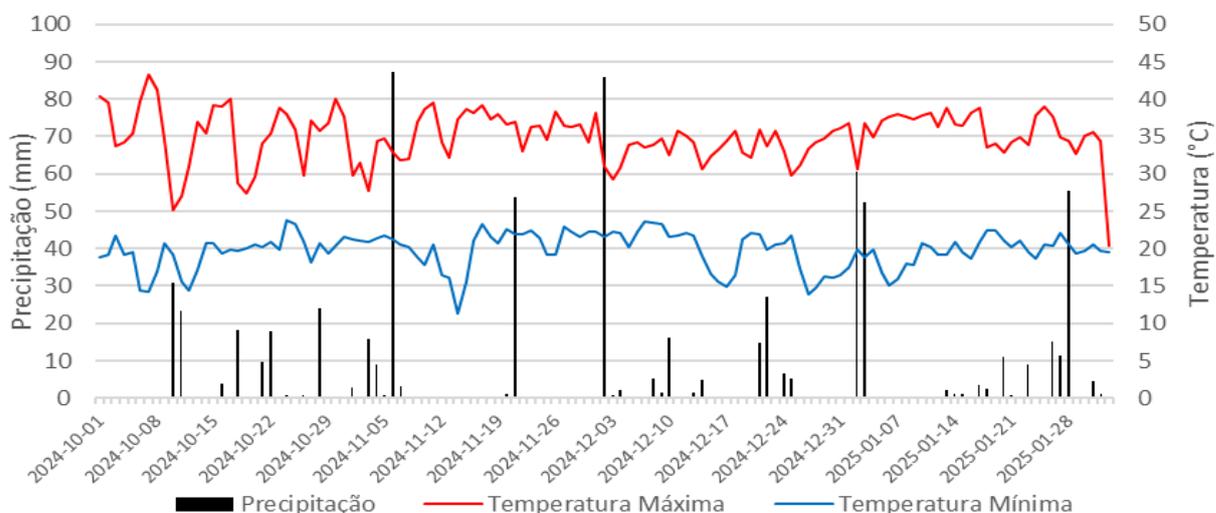
OBJETIVO

Avaliar a eficácia da aplicação foliar de programas nutricionais promotores da fixação biológica do nitrogênio (FBN), redução de estresses nas plantas e transporte de fotoassimilados e suas interações sobre o teor foliar de nutrientes, componentes de produção e produtividade de grãos da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) em Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2024/2025, 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 pluvial 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 da safra verão. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.



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, 2024/2025.

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	33,4	13,9,0	5,5	52,9	14,2	0,0	44,3	72,7	117,1	62,1
20-40	4,8	5,6	21,9	2,5	1,8	30,3	6,2	0,0	54,3	54,3	92,6	41,4

Prof (cm)	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Relação Ca/Mg	K	Ca	Mg	H	Al	Argila (%)
0-20	9,6	4,6	0,10	5,7	118,5	26,7	3,7	4,7	45,2	12,2	37,9	0,0	50,0
20-40	42,3	1,1	0,29	6,8	45,7	65,4	4,1	1,9	32,8	6,68	58,6	0,0	50,0

Análise realizada em 28/03/2020 – Maracaju, Talhão Arroz. Código FMS 10653 0-20 cm e 20-40 cm 10654.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco repetições e oito 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 o efeito do programa nutricional na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

Nº	Fisiologia	Fertilizantes Foliare	Época de aplicação	Dose (Kg ou L/ha)
T1	Testemunha	-	-	-
T2	FBN	Profol CoMo	V4	0,10 L/ha
		Molibdato de sódio	R1 + R3 + R5	0,08 Kg/ha
T3	Estresse	EDTA Mn	V4 + R1	0,50 Kg/ha
		EDTA Cu	V4 + R1	0,07 Kg/ha
		Improver	R1	0,25 L/ha
		Profol Boro	V4 + R1 + R3	0,50 L/ha
T4	Transporte	Nutri Magnésio Kimberlit	R1 + R3 + R5	1,50 L/ha
		Profol CoMo	V4	0,10 L/ha
T5	FBN + Estresse	Molibdato de sódio	R1 + R3 + R5	0,08 Kg/ha
		EDTA Mn	V4 + R1	0,50 Kg/ha
		EDTA Cu	V4 + R1	0,07 Kg/ha
		Improver	R1	0,25 L/ha
		Profol CoMo	V4	0,10 L/ha
T6	FBN + Transporte	Molibdato de sódio	R1 + R3 + R5	0,08 Kg/ha
		Profol Boro	V4 + R1 + R3	0,50 L/ha
		Nutri Magnésio Kimberlit	R1 + R3 + R5	1,50 L/ha
		EDTA Mn	V4 + R1	0,50 Kg/ha
T7	Estresse + Transporte	EDTA Cu	V4 + R1	0,07 Kg/ha
		Improver	R1	0,25 L/ha
		Profol Boro	V4 + R1 + R3	0,50 L/ha
		Nutri Magnésio Kimberlit	R1 + R3 + R5	1,50 L/há
		Profol CoMo	V4	0,10 L/ha
T8	FBN + Estresse + Transporte	Molibdato de sódio	R1 + R3 + R5	0,08 Kg/há
		EDTA Mn	V4 + R1	0,50 Kg/ha
		EDTA Cu	V4 + R1	0,07 Kg/ha
		Improver	R1	0,25 L/ha
		Profol Boro	V4 + R1 + R3	0,50 L/ha
		Nutri Magnésio Kimberlit	R1 + R3 + R5	1,50 L/ha

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 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 (12 mL L⁻¹ de água) e Azo Inquima (3 mL L⁻¹ de água) em todos os tratamentos.

A semeadura da soja foi realizada no dia 17 de outubro de 2024 utilizando a cultivar BMX COMPACTA IPRO, na densidade de semeadura de 15 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 via lanço com 150 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-60). A adubação na semeadura foi realizada utilizando-se 150 kg ha⁻¹ de MAP (11-52-00) no sulco de semeadura em todos os tratamentos.

Tabela 3. Aspecto técnico relacionado à aplicação foliar realizada na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

Aplicação	Estádios fenológicos	Data	Horário	T °C	U.R. (%)	Tratamentos
1º aplicação	V4	14/11/2024	18:40	28°	52	2,3,4,5,6,7,8
2º aplicação	R1	27/11/2024	18:11	33°	65	2,3,4,5,6,7,8
3º aplicação	R3	11/12/2024	18:00	27°	79	2,4,5,6,7,8
4º aplicação	R5	27/12/2024	18:12	29°	62	2,4,5,6,7,8

A colheita foi realizada no dia 8 de fevereiro de 2025 aos 108 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Análise foliar: foi realizada a coleta de 15 folhas por tratamento no estágio R2, posteriormente as amostras foram secas, identificadas e encaminhadas ao laboratório para determinação de macro e micronutrientes.

Número de vagens e grãos por plantas: foi determinado o número de vagens e grãos por planta em 5 plantas por parcela no momento da colheita.

População final de plantas: foi determinado a quantidade de plantas em 20 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 108 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 comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (p<0,05). Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados.

RESULTADOS

Tabela 4. Teor foliar de macronutrientes (R2) obtidos em função da aplicação de fertilizantes direcionados para fixação biológica do nitrogênio (FBN), redução de estresses (Estresses) e transporte de fotoassimilados (Transporte) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Testemunha	55,80	4,00	20,80	13,00 a	3,20 b	2,20
FBN	52,00	3,80	21,20	12,00 a	3,80 a	2,00
Estresses	52,40	4,00	22,20	9,40 b	3,40 a	2,00
Transporte	54,00	3,80	22,20	10,80 b	3,60 a	2,00
FBN + Estresses	51,80	3,80	21,80	10,40 b	3,00 b	2,40
FBN + Transporte	52,40	4,20	23,20	13,40 a	3,00 b	2,20
Estresses + Transporte	53,00	3,40	23,00	12,80 a	3,40 a	2,00
FBN + Estresses + Transporte	52,00	3,40	22,20	14,00 a	3,20 b	2,00
Teste F	2,01 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,69 ^{ns}	11,61 ^{**}	2,41 [*]	1,30 ^{ns}
CV (%)	4,05	11,34	9,88	8,87	12,19	14,90
Média	52,92	3,80	22,07	11,97	3,32	2,10

^{**}, ^{*} 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 Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

Tabela 5. Teor foliar de micronutrientes (R2) obtidos em função da aplicação de fertilizantes direcionados para fixação biológica do nitrogênio (FBN), redução de estresses (Estresses) e transporte de fotoassimilados (Transporte) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	B	Cu
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Testemunha	80,40	79,40 a	29,60 b	46,40 c	14,80 b
FBN	87,20	88,20 a	29,80 b	47,40 c	14,80 b
Estresses	93,40	72,20 b	28,00 b	47,40 c	17,00 a
Transporte	108,40	66,80 b	38,00 a	55,40 a	13,80 b
FBN + Estresses	113,80	66,40 b	40,60 a	48,40 c	12,40 c
FBN + Transporte	101,80	66,00 b	40,00 a	50,60 b	11,20 d
Estresses + Transporte	103,40	80,60 a	39,80 a	50,00 b	12,40 c
FBN + Estresses + Transporte	100,60	69,20 b	40,60 a	47,00 c	12,40 c
Teste F	1,70 ^{ns}	4,05 ^{**}	7,81 ^{**}	6,98 ^{**}	19,30 ^{**}
CV (%)	19,19	12,41	12,52	5,08	7,01
Média	98,62	73,60	35,80	49,07	13,60

^{**}, ^{*} 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 Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

Tabela 6. População final de plantas, número de vagens e grãos por plantas obtidos em função da aplicação de fertilizantes direcionados para fixação biológica do nitrogênio (FBN), redução de estresses (Estresses) e transporte de fotoassimilados (Transporte) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Pop. Final (plantas ha ⁻¹)	Número de vagens por plantas	Número de grãos por plantas
Testemunha	286.000	44,00	107,88
FBN	292.666	40,12	97,00
Estresses	275.333	44,96	109,52
Transporte	290.000	47,16	116,36
FBN + Estresses	276.000	41,80	101,56
FBN + Transporte	278.666	43,36	105,48
Estresses + Transporte	294.000	41,68	99,72
FBN + Estresses + Transporte	288.666	40,68	100,76
Teste F	0,80 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,57 ^{ns}
CV (%)	5,06	16,29	17,73
Média	285.166	42,97	104,78

^{**}, * 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 Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

Tabela 7. Massa de 100 grãos e produtividade de grãos obtidos em função da aplicação de fertilizantes direcionados para fixação biológica do nitrogênio (FBN), redução de estresses (Estresses) e transporte de fotoassimilados (Transporte) na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

TRATAMENTOS	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
Testemunha	16,74	99,40
FBN	16,28	97,80
Estresses	16,56	95,86
Transporte	17,12	97,58
FBN + Estresses	15,76	98,18
FBN + Transporte	16,06	96,56
Estresses + Transporte	16,64	98,66
FBN + Estresses + Transporte	17,20	100,70
Teste F	1,06 ^{ns}	0,49 ^{ns}
CV (%)	4,91	4,98
Média	16,54	98,09

^{**}, * 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 Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV - Coeficiente de variação.

CONCLUSÃO

Fone/Fax: (67) 3454-2631

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

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

A aplicação dos fertilizantes atribuídos a fixação biológica do nitrogênio, a redução de estresses e ao transporte de fotoassimilados, como também a mistura Estresses + Transporte, podem proporcionar aumento no teor foliar de magnésio na cultura da soja.

A aplicação dos fertilizantes atribuídos ao transporte de fotoassimilados, como também suas interações, podem proporcionar aumento no teor foliar de zinco na cultura da soja.

A aplicação dos fertilizantes atribuídos ao transporte de fotoassimilados, como também suas interações, podem proporcionar aumento no teor foliar de boro na cultura da soja.

A aplicação dos fertilizantes atribuídos a fixação biológica do nitrogênio, redução de estresses e ao transporte de fotoassimilados, e suas interações, não proporcionaram influência nos componentes de produção, massa de 100 grãos e 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).