AVALIAÇÃO DA 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

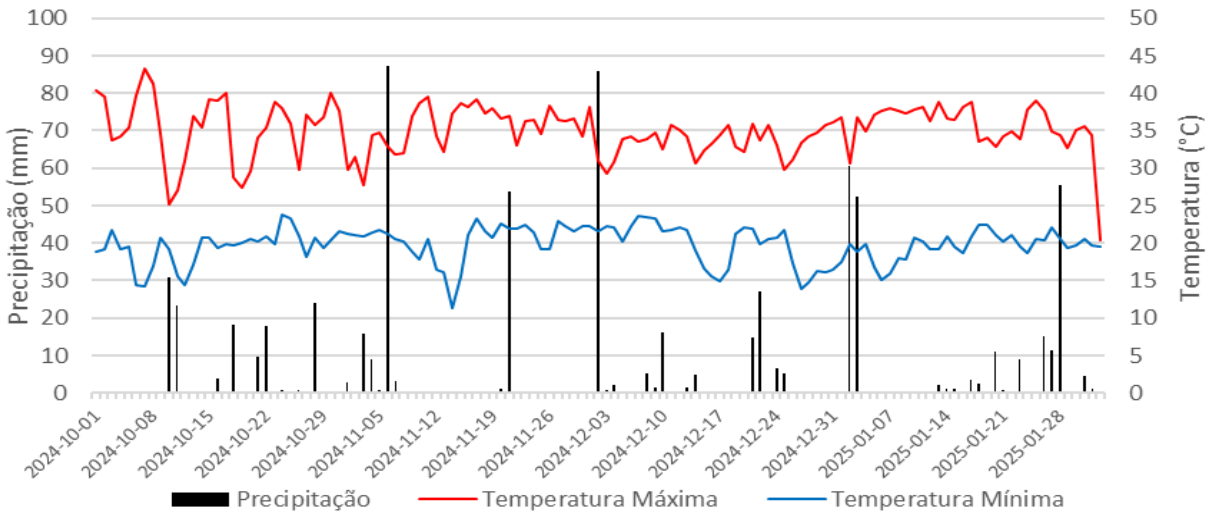
OBJETIVO

Avaliar a eficácia da aplicação de programas nutricionais da empresa Union Agro como 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 soja (*Glycine max* L. Merril).

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	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V
	$CaCl_2$	H_2O	gdm^{-3}	Mehlich	----------	$mmol_c\ dm^{-3}$	----------		----------			(%)
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
	----------		$mg\ dm^{-3}$	----------				----------	% da CTC	----------			(%)
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).

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. O produto NitroRaiz Premium foi aplicado via TS nos tratamentos 2, 5, 6, e 8 na dose de 50 mL por ha.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos para avaliar o efeito do programa nutricional na cultura da soja. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024/2025.

N°	Fisiologia	Fertilizantes Foliares	Época de aplicação	Dose (Kg ou L/ha)
T1	Testemunha	-	-	-
T2	FBN	NitroRaiz Premium	TS	50 mL/ha
		NiCoMo Mag	V4 + R1	0,10 Kg/ha
T3	Estresse	Biobooster	V4 + R1	0,50 L/ha
		Nutry Virtus	V4	1,00 L/ha
T4	Transporte	Produtividade Premium	R3	1,0 Kg/ha
		Nutry Mg8	R3 + R4 + R5	1,0 L/ha
		Nutry Boro L	R3 + R4 + R5	0,5 L/ha
		Multi K400 Premium	R4+ R5	1,0 Kg/ha
T5	FBN + Estresse	NitroRaiz Premium	TS	50 mL/ha
		NiCoMo Mag	V4 + R1	0,10 Kg/há
		Biobooster	V4 + R1	0,50 L/ha
		Nutry Virtus	V4	1,00 L/ha
T6	FBN + Transporte	NitroRaiz Premium	TS	50 mL/ha
		NiCoMo Mag	V4 + R1	0,10 Kg/há
		Produtividade Premium	R3	1,0 Kg/ha
		Nutry Mg8	R3 + R4 + R5	1,0 L/ha
		Nutry Boro L	R3 + R4 + R5	0,5 L/ha
		Multi K400 Premium	R4+ R5	1,0 Kg/ha
T7	Estresse + Transporte	Biobooster	V4 + R1	0,50 L/ha
		Nutry Virtus	V4	1,00 L/há
		Produtividade Premium	R3	1,0 Kg/ha
		Nutry Mg8	R3 + R4 + R5	1,0 L/ha
		Nutry Boro L	R3 + R4 + R5	0,5 L/ha
		Multi K400 Premium	R4+ R5	1,0 Kg/ha
T8	FBN + Estresse + Transporte	NitroRaiz Premium	TS	50 mL/ha
		NiCoMo Mag	V4 + R1	0,10 Kg/há
		Biobooster	V4 + R1	0,50 L/ha
		Nutry Virtus	V4	1,00 L/há
		Produtividade Premium	R3	1,0 Kg/ha
		Nutry Mg8	R3 + R4 + R5	1,0 L/ha
		Nutry Boro L	R3 + R4 + R5	0,5 L/ha
		Multi K400 Premium	R4+ R5	1,0 Kg/ha

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 ºC	U.R. (%)	Tratamentos
1º aplicação	V4	14/11/2024	17:30	30º	49	2,3,5,6,7,8
2º aplicação	R1	28/11/2024	19:12	30º	72	2,3,5,6,7,8
3º aplicação	R3	10/12/2024	18:31	27º	72	4,6,7,8
4º aplicação	R4	19/12/2024	18:29	27º	74	4,6,7,8
5º aplicação	R5	27/12/2024	17:42	39º	56	4,6,7,8

A colheita foi realizada no dia 09 de fevereiro de 2025 aos 107 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

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

Número de nós por planta na colheita: foi determinado o número de nós por plantas em 5 plantas coletadas na área útil da parcela;

Número de ramos secundários na haste principal: foi determinado o número de ramos secundários por plantas em 5 plantas coletadas na área útil da parcela;

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 107 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 da empresa Union Agro 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	59,48	4,39	20,85	13,80 b	3,54	2,43 a
FBN	59,09	4,44	17,60	12,45 b	3,23	2,14 b
Estresses	59,24	4,46	20,33	13,17 b	3,47	2,25 b
Transporte	57,52	4,49	18,86	12,59 b	3,50	2,57 a
FBN + Estresses	58,74	4,52	19,00	12,56 b	3,41	2,71 a
FBN + Transporte	60,78	4,35	21,62	16,68 a	3,57	2,48 a
Estresses + Transporte	59,31	4,42	20,40	14,78 a	3,45	2,18 b
FBN + Estresses + Transporte	57,38	4,14	21,54	11,89 b	3,65	2,22 b
Teste F	1,54^{ns}	0,58^{ns}	1,78^{ns}	4,48**	0,69^{ns}	4,56**
CV (%)	3,35	7,83	11,83	12,33	9,77	9,11
Média	58,94	4,40	20,02	13,48	3,47	2,37

**, * 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 da empresa Union Agro 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	132,18 b	64,20	49,31	47,96 a	11,51
FBN	120,48 b	67,79	49,37	45,89 b	10,78
Estresses	118,08 b	66,05	49,94	50,75 a	10,00
Transporte	144,50 a	66,62	52,87	52,26 a	11,62
FBN + Estresses	131,66 b	58,41	53,29	51,90 a	10,09
FBN + Transporte	161,02 a	59,73	49,15	49,25 a	11,34
Estresses + Transporte	142,64 a	60,28	45,91	46,90 b	10,31
FBN + Estresses + Transporte	110,52 b	76,97	52,93	40,97 b	12,29
Teste F	3,51**	2,27^{ns}	1,40^{ns}	3,37**	0,84^{ns}
CV (%)	14,81	13,61	9,49	9,40	18,34
Média	132,63	65,00	50,34	48,23	10,99

**, * 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. Número de nós e ramos reprodutivos por plantas obtidos em função da aplicação de fertilizantes da empresa Union Agro 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	Número de nós reprodutivos por plantas	Número ramos reprodutivos na haste principal por plantas
Testemunha	13,40	1,60
FBN	13,00	1,40
Estresses	12,60	1,00
Transporte	12,60	1,00
FBN + Estresses	13,00	1,40
FBN + Transporte	12,60	1,20
Estresses + Transporte	12,60	1,20
FBN + Estresses + Transporte	13,20	1,60
Teste F	0,60^{ns}	1,45^{ns}
CV (%)	7,16	34,09
Média	12,87	1,30

**, * 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. População final de plantas, número de vagens e grãos por plantas obtidos em função da aplicação de fertilizantes da empresa Union Agro 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	252.000	46,20	109,40
FBN	259.333	48,40	116,80
Estresses	264.000	44,40	108,20
Transporte	267.333	45,60	109,40
FBN + Estresses	252.000	39,40	95,40
FBN + Transporte	254.666	45,80	113,40
Estresses + Transporte	260.666	49,80	121,40
FBN + Estresses + Transporte	247.333	50,40	124,20
Teste F	1,58^{ns}	0,73^{ns}	0,80^{ns}
CV (%)	3,64	19,65	19,98
Média	257.166	46,25	112,27

**, * 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 8. Massa de 100 grãos e produtividade de grãos obtidos em função da aplicação de fertilizantes da empresa Union Agro 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	15,40	85,20
FBN	14,80	86,40
Estresses	15,20	83,80
Transporte	14,80	86,20
FBN + Estresses	15,20	85,80
FBN + Transporte	14,60	85,20
Estresses + Transporte	15,40	81,80
FBN + Estresses + Transporte	15,00	86,40
Teste F	$0,98^{ns}$	$0,62^{ns}$
CV (%)	4,47	5,29
Média	15,05	85,10

**, * 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.

CONCLUSÃO

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

A aplicação dos fertilizantes da empresa Union Agro atribuídos a fixação biológica do nitrogênio + transporte de fotoassimilados, como também a redução de estresses + transporte de fotoassimilados, podem proporcionar aumento no teor foliar de cálcio na cultura da soja.

A aplicação dos fertilizantes da empresa Union Agro atribuídos ao transporte de fotoassimilados, e suas interações, proporcionar aumento no teor foliar de ferro na cultura da soja.

A aplicação dos fertilizantes da empresa Union Agro atribuídos a fixação biológica do nitrogênio, a 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).