

DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA DO SORGO EM IVINHEMA

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, Nicolas Tiago Nunes e Guilherme Moreira Romani

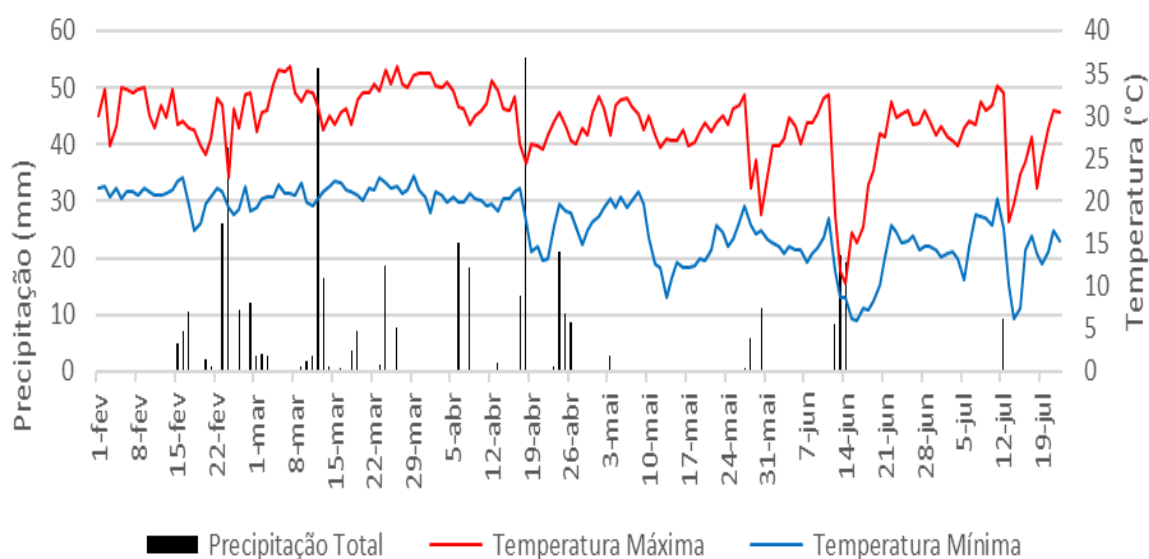
OBJETIVO

Avaliar a resposta do sorgo a doses e fontes de nitrogênio em cobertura no teor foliar de nutrientes, componentes de produção e produtividade de grãos em Ivinhema, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2023, no município de Ivinhema, MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada na Fazenda São Luiz. 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 safra de soja Fundação MS, Ivinhema, 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, Ivinhema, MS, 2022.

Prof (cm)	--- pH --- CaCl ₂ H ₂ O	MO gdm ⁻³	P Mehlich	K -----	Ca mmolc	Mg dm ⁻³	Al -----	H+Al	SB	T	V (%)		
0-20	5,64 4,92	24,15	27,37	2,82	26,52	10,58	0,00	37,03	39,93	76,97	51,88		
20-40	5,42 4,67	15,64	6,32	1,08	14,27	6,14	2,80	25,00	21,50	46,49	46,23		
Prof (cm)	S -----	Zn	B mg dm ⁻³	Cu	Mn	Fe -----	Relação Ca/Mg	K -----	Ca	Mg % da CTC	H	Al -----	Argila (%)
0-20	5,38	1,48	0,39	1,78	40,39	16,14	2,51	3,67	34,46	13,75	48,10	0,0	27,7
20-40	10,68	0,98	0,34	0,40	11,64	35,33	2,32	2,33	3,69	13,21	47,75	11,52	31,9

Análise realizada em 20/03/2023 – Ivinhema.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e 10 tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos na cultura do Sorgo. Fundação MS, Ivinhema, MS, 2022.

Nº	Fertilizantes à lanço	Dose de N V3 (kg/ha)	Dose Fertilizante V3 (kg/ha)
1	-	0	0
2	Ureia (46%)	40	87
3	Ureia (46%)	80	174
4	Ureia (46%)	160	348
5	Nitrato de amônio (30%)	40	133
6	Nitrato de amônio (30%)	80	266
7	Nitrato de amônio (30%)	160	532
8	Sulfato de amônio (21%)	40	190
9	Sulfato de amônio (21%)	80	380
10	Sulfato de amônio (21%)	160	760

As parcelas foram constituídas por 5 linhas de sorgo com 5 m de comprimento e espaçamento entrelinhas de 0,5 metros, considerando-se como área útil as 3 linhas centrais com 5 m de comprimento.

As sementes de milho foram tratadas com Dermacor[®] TSI (3 mL kg⁻¹ de sementes) e Poncho[®] TSI (4 mL kg⁻¹ de sementes).

A semeadura da soja foi realizada no dia 20 de fevereiro de 2023 utilizando o sorgo JB1324 na densidade de semeadura de 10 sementes por metro, ocorrendo à emergência das plântulas sete dias após a semeadura.

A necessidade de fosforo e potássio da cultura foi atendida através de adubação na semeadura, onde foi realizada a aplicação de 250 kg ha⁻¹ do formulado 15-15-15 no sulco de semeadura em todos os tratamentos. Já a adubação em cobertura constitui-se dos tratamentos onde foram aplicados 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ de Nitrogênio, via Ureia (45-00-00), Nitrato de Amônio (30-00-00) e Sulfato de Amônio (21-00-00) no estágio V3 da cultura.

A Ureia foi aplicada nas doses de 87, 174 e 348 kg ha⁻¹ nos tratamentos 2, 3 e 4 respectivamente. Nos tratamentos 5, 6 e 7 foi realizada aplicação de 133, 266 e 532 kg ha⁻¹ de Nitrato de Amônio (30-00-00), respectivamente. Por fim, nos tratamentos 8, 9 e 10 foi realizada aplicação de Sulfato de Amônio (21-00-00), nas doses de 190, 266 e 532 kg ha⁻¹ respectivamente. O tratamento 1 não recebeu adubação nitrogenada em cobertura, sendo definido como o tratamento controle. As necessidades de fosforo e potássio da cultura foram atendidas durante adubação na cultura anterior (soja).

A colheita foi realizada no dia 04 de julho de 2023 aos 134 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

Teor foliar de nutrientes: foi realizada a coleta de 15 folhas (Terço médio da folha e abaixo da espiga) por parcela, no florescimento feminino (florescimento pleno) da cultura do milho, posteriormente as amostras foram secas, identificadas e encaminhadas ao laboratório para determinação de macro e micronutrientes.

Número de fileira por espiga e número de grãos por fileira: foi determinado o número de fileiras e grãos em 5 plantas por parcela no momento da colheita.

População final de plantas: foi determinado o número de plantas em duas linhas de 5 metros antes da colheita, logo após convertido em plantas por hectare.

Produtividade: foi realizada a colheita mecanizada de 3 linhas centrais das parcelas aos 134 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 nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1}) e fonte de nitrogênio (Ureia, Nitrato de Amônio e Sulfato de Amônio), foram submetidas a análise fatorial, as médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e a avaliação da curva de resposta a doses foi realizada através do teste de regressão. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados

RESULTADOS

Tabela 3. Faixas de teores adequados de nutrientes em folhas de sorgo coletadas no florescimento.

Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
N	P	K	Ca	Mg	S
25-35	2,0-4,0	10-25	2,5-8,0	1,5-4,0	1,0-2,5
Macronutrientes (mg kg ⁻¹)					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
4-15	2,-20	65-100	10-190	15-50	0,1-0,3

¹ Folha +4 ou quarta folha com a bainha visível, contada a partir do ápice, no florescimento. Fonte: Adaptado de Cantarella et al. (2022).

Tabela 4. Teores foliares de macronutrientes no estágio R1 do sorgo obtidos em função de doses e fontes de nitrogênio em aplicação em cobertura no estágio V3 da cultura do sorgo. Fundação MS, Ivinhema, MS, 2023.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Dose de N (kg ha⁻¹) (D)						
0	27,53	4,83	23,03	4,86	3,16	2,00
40	26,75	4,76	25,66	5,21	3,38	2,16
80	26,13	4,73	25,43	4,75	3,05	1,91
160	26,36	4,95	25,43	5,26	3,48	2,27
Fonte de N (F)						
Ureia	27,24	4,90	25,26	4,92	3,30	2,06
Nitrato de Amônio	27,00	4,75	24,32	4,89	3,18	1,98
Sulfato de Amônio	25,84	4,80	25,10	5,25	3,33	2,21
Teste F						
Dose - D	1,69 ^{ns}	0,78 ^{ns}	2,72 ^{ns}	2,34 ^{ns}	1,92 ^{ns}	3,87*
Fonte - F	3,37 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,61 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,41 ^{ns}	2,66 ^{ns}
D*F	4,84**	0,77 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,29 ^{ns}	3,00*
Regressão- D	-	-	-	-	-	-
DMS (5%) - F	1,45	0,34	2,28	0,50	0,44	0,25
CV (%)	5,30	6,87	8,96	9,82	13,13	12,01
Médias	26,69	4,82	24,90	5,02	3,27	2,08

**, * 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= 4,12222 + 0,004841x (R² = 0,66), (2) Y= 30,40444 - 0,024468x (R² = 0,72), (3) Y= 3,53777 - 0,00177x (R² = 0,48), (4) Y= 2,61555 + 0,001405x (R² = 0,56), (5) Y= 2,2733 - 0,0045x + 0,000021x² (R² = 0,77).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre doses e fontes de nitrogênio no teor foliar de nitrogênio na cultura do sorgo. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fonte de Nitrogênio		
	Ureia	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio
Dose de N (kg ha ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)		
0	27,53 ¹	27,53	27,53 ²
40	27,53	25,66	27,06
80	28,70 A	26,83 A	22,86 B
160	25,20	28,00	25,90
DMS (5%) – (Fonte em dose)	2,90		
Regressão – (Dose em Fonte)	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) $Y = 27,27878 + 0,035265x - 0,000298x^2$ ($R^2 = 0,87$), (2) $Y = 28,150606 - 0,085883x + 0,000441x^2$ ($R^2 = 0,64$).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre doses e fontes de nitrogênio no teor foliar de enxofre na cultura do sorgo. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fonte de Nitrogênio		
	Ureia	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	S (g kg ⁻¹)		
0	2,00	2,00 ¹	2,00
40	2,26	1,93	2,30
80	1,96 AB	1,00 B	2,26 A
160	2,03	2,50	2,30
DMS (5%) – (Fonte em dose)	0,51		
Regressão – (Dose em Fonte)	-	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) $Y = 2,080909 - 0,012928x + 0,000096x^2$ ($R^2 = 0,84$).

Tabela 7. Teores foliares de macronutrientes no estágio R1 do sorgo obtidos em função de doses e fontes de nitrogênio em aplicação em cobertura no estágio V3 da cultura do sorgo. Fundação MS, Ivinhema, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg kg ⁻¹				
Dose de N (kg ha ⁻¹) (D)					
0	130,50	113,13	46,33	10,13	8,96
40	121,45	124,26	58,63	10,47	10,78
80	116,71	121,14	52,46	9,87	9,51
160	123,66	129,03	56,91	9,75	9,43
Fonte de N (F)					
Ureia	127,12	117,94	51,95	10,45	9,34
Nitrato de Amônio	115,80	117,65	49,25	9,90	10,64
Sulfato de Amônio	126,35	130,09	59,55	9,82	9,04
Teste F					
Dose - D	1,32 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,35 ^{ns}	2,02 ^{ns}
Fonte – F	2,15 ^{ns}	2,16 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,55 ^{ns}	3,21 ^{ns}
D*F	0,75 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,04 ^{ns}
Regressão – D	-	-	-	-	-
DMS (5%) - F	15,30	17,16	11,49	1,64	1,68
CV (%)	12,12	13,73	20,91	15,95	16,99
Médias	123,09	121,89	53,58	10,06	9,67

**, * 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 8. População final de plantas, massa de 100 grãos e produtividade do sorgo obtidos em função de doses e fontes de nitrogênio em aplicação em cobertura no estágio V3 da cultura do sorgo. Fundação MS, Ivinhema, MS, 2023.

TRATAMENTOS	População Final de Planta	Massa de 100 grãos (gramas)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
Dose de N (kg ha⁻¹) (D)			
0	142.666	3,33	66,00 ¹
40	131.777	3,21	68,53
80	131.111	3,23	69,81
160	134.222	3,15	68,75
Fonte de N (F)			
Ureia	100.666	3,24	67,71
Nitrato de Amônio	139.333	3,23	68,15
Sulfato de Amônio	134.833	3,22	68,96
Teste F			
Dose - D	1,36 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,60 ^{ns}
Fonte - F	1,20 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,33 ^{ns}
D*F	1,87 ^{ns}	0,77 ^{ns}	2,54*
Regressão - D	-	-	-
DMS (5%) - F	14.019	0,18	3,84
CV (%)	10,13	6,58	6,48
Médias	134.944	3,23	68,27

**, * 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 Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $y = 65,9977 + 0,0806x - 0,0004x^2$ ($R^2 = 0,99$).

Tabela 9. Desdobramento da interação entre doses e fontes de nitrogênio na produtividade da cultura do sorgo. Fundação MS, Ivinhema, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fonte de Nitrogênio		
	Ureia	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio
Dose de K₂O (kg ha⁻¹)	(sc ha⁻¹)		
0	66,00	66,00	66,00
40	63,12 B	70,87 A	71,60 A
80	74,05	68,12	67,27
160	67,67	70,87	67,72
DMS (5%) – (Fonte em dose)	7,68		
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.

CONCLUSÃO

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

O aumento das doses de nitrogênio em aplicação em cobertura (V3) pode incrementar a produtividade de grãos do sorgo. A dose de 40 kg ha⁻¹ de N pode proporcionar incremento médio de aproximadamente 3,8% na produtividade, independente da fonte de nitrogênio utilizada.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A., et al. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo. 2022. 489p. (Boletim Técnico, 100).

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