

DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA DO MILHO SAFRINHA EM ANAURILÂNDIA

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

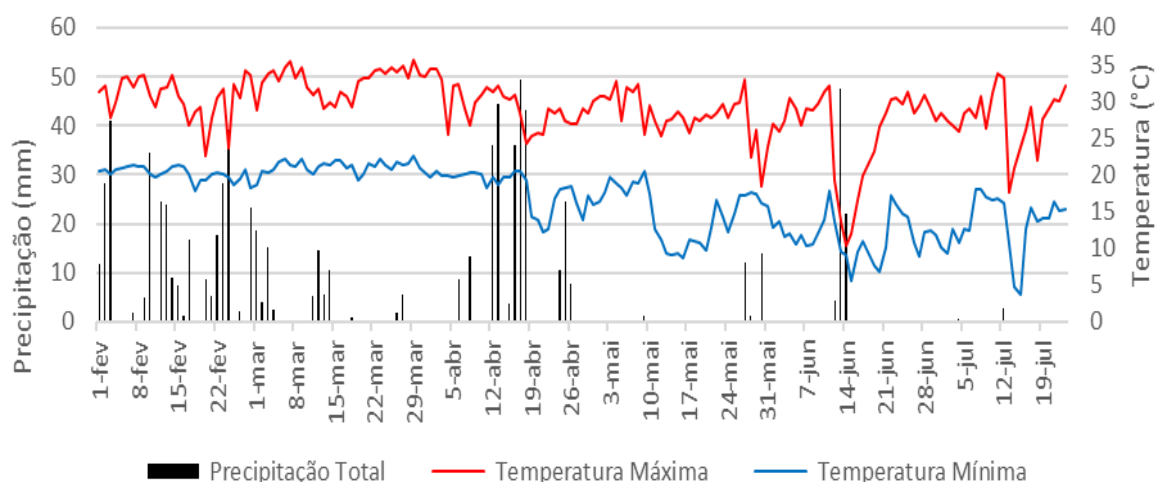
OBJETIVO

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

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2022/23, no município de Anaurilândia, MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada na Fazenda Estrela do Quiterói. 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, Anaurilândia, 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, Anaurilândia, MS, 2022.

Prof (cm)	--- pH --- CaCl ₂	H ₂ O	MO gdm ⁻³	P Mehlich	K -----	Ca	Mg mmolc dm ⁻³	Al -----	H+Al	SB	T	V (%)	
0-20	5,88	5,19	24,15	12,74	2,47	27,57	11,53	0,0	31,58	41,57	73,15	56,83	
20-40	5,24	4,46	19,65	3,47	1,75	13,30	5,59	2,70	41,62	20,65	62,27	33,16	
Prof (cm)	S -----	Zn	B mg dm ⁻³	Cu	Mn	Fe	Relação Ca/Mg	K -----	Ca	Mg % da CTC	H -----	Al	Argila (%)
0-20	5,23	1,18	0,29	1,78	15,76	23,99	2,39	3,38	37,69	15,76	53,3	0,0	29,8
20-40	22,58	0,79	0,28	0,40	12,18	28,79	2,38	2,82	21,36	8,98	55,2	11,56	29,8

Análise realizada em 20/03/2023 – Anaurilândia.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e 10 tratamentos (Tabela 2). Os estádios de desenvolvimento do milho foram definidos segundo a escala fenológica proposta por Ritchie (1989).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Anaurilândia, 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 milho com 5 m de comprimento e espaçamento de 0,5 metros, considerando-se como área útil as 2 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 23 de fevereiro de 2023 utilizando o Híbrido B2702VYHR, na densidade de semeadura de 3,5 sementes por metro, ocorrendo à emergência das plântulas sete dias após a semeadura.

Foi utilizado a dose de 250 kg ha⁻¹ do fertilizante 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 fósforo e potássio da cultura foram atendidas durante adubação na cultura anterior (soja).

A colheita foi realizada no dia 20 de julho de 2023 aos 141 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 das 2 linhas centrais das parcelas aos 141 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. Faixa de teores adequados de nutrientes em folhas de milho coletadas no florescimento feminino (terço médio da folha oposta e abaixo a espiga principal).

Macronutrientes (g kg^{-1})					
N	P	K	Ca	Mg	S
27,5-32,5	1,9-3,5	17,5-29,7	2,3-4,0	1,5-4,0	1,5-2,1
Macronutrientes (mg kg^{-1})					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
15-20	6-20	50-250	42-150	15-50	1,5-2,0

¹ Coleta no florescimento feminino do terzo médio da folha oposta e a abaixo da espiga. Fonte: Adaptado de Bull (1993).

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

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
----- g kg ⁻¹ -----						
Dose de N (kg ha ⁻¹) (D)						
0	20,76 ¹	2,63 ²	28,73 ³	3,33	2,10	1,46
40	21,62	3,32	28,15	3,16	2,20	1,47
80	22,40	3,20	26,08	3,20	2,28	1,45
160	23,80	3,35	27,17	3,25	2,25	1,54
Fonte de N (F)						
Ureia	21,87	2,95 b	28,58 a	3,58 a	2,35 a	1,50
Nitrato de Amônio	21,58	3,22 a	26,90 b	3,08 b	2,22 ab	1,46
Sulfato de Amônio	22,98	3,20 a	27,13 b	3,08 b	2,05 b	1,49
Teste F						
Dose - D	7,61 **	18,90 **	7,10 **	0,95 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Fonte – F	3,33 ^{ns}	5,29*	5,85**	21,48**	7,67**	0,05 ^{ns}
D*F	1,97 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,19 ^{ns}	3,03*	1,50 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Regressão– D	RL	RQ	RQ	-	-	-
DMS (5%) - F	1,43	0,23	1,33	0,22	0,19	0,26
CV (%)	6,32	7,42	4,74	6,89	8,74	17,44
Médias	22,14	3,12	27,53	3,23	2,21	1,48

**, * 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) $Y = 20,8288 + 0,018833x$ ($R^2 = 0,99$), (2) $Y = 2,7106 + 0,012229x - 0,000052x^2$ ($R^2 = 0,78$), (3) $Y = 28,99757 - 0,047581x + 0,000223x^2$ ($R^2 = 0,78$).

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

TRATAMENTOS	Fonte de Nitrogênio		
	Ureia	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)		
0	3,33 ¹	3,33 ²	3,33 ³
40	3,56 A	3,00 B	2,93 B
80	3,66 A	2,86 B	3,06 B
160	3,76 A	3,13 B	2,86 B
DMS (5%) – (Fonte em dose)	0,45		
Regressão – (Dose em Fonte)	RL	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) $Y = 3,40666 + 0,002524x$ ($R^2 = 0,86$), (2) $Y = 3,331515 - 0,010477x + 0,000058x^2$ ($R^2 = 0,99$), (3) $Y = 3,21333 - 0,002333x$ ($R^2 = 0,59$).

Tabela 6. Teores foliares de macronutrientes no estágio R1 do milho safrinha, obtidos em função de doses de nitrogênio e diferentes fontes de nitrogênio, em aplicação em cobertura no estágio V3 da cultura do milho safrinha. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	mg kg ⁻¹				
Dose de N (kg ha ⁻¹) (D)					
0	89,16	34,96 ¹	17,10 ²	4,06	11,00 ³
40	90,74	50,37	12,68	4,92	8,56
80	86,03	51,95	12,16	4,84	8,37
160	80,31	59,77	13,01	4,02	7,60
Fonte de N (F)					
Ureia	96,45	39,94 c	17,74 a	4,21	9,75
Nitrato de Amônio	77,50	49,86 b	11,21 b	4,70	8,62
Sulfato de Amônio	85,73	57,47 a	12,26 b	4,44	8,28
Teste F					
Dose - D	0,72 ^{ns}	36,76 ^{**}	11,22 ^{**}	1,54 ^{ns}	7,32 ^{**}
Fonte – F	4,11 ^{**}	36,78 ^{**}	35,79 ^{**}	0,50 ^{ns}	2,66 ^{ns}
D*F	1,11 ^{ns}	5,32 ^{**}	5,17 ^{**}	0,61 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Regressão– D	-	RL	RQ	-	RL
DMS (5%) - F	16,63	5,15	2,08	1,22	1,67
CV (%)	18,73	10,23	14,76	26,82	18,34
Médias	86,56	49,09	13,74	4,45	8,88

^{**}, ^{*} 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) $Y = 39,70666 + 0,134111x$ ($R^2 = 0,81$), (2) $Y = 16,83333 - 0,10666x + 0,000521x^2$ ($R^2 = 0,94$), (3) $Y = 10,182222 - 0,018516x$ ($R^2 = 0,74$).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre doses e fontes de nitrogênio no teor foliar de Manganês na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fonte de Nitrogênio		
	Ureia	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio
Dose de K₂O (kg ha⁻¹)	Mn (g kg⁻¹)		
0	34,96 ¹	34,96 ²	34,96 ³
40	42,06 B	50,23 AB	58,83 A
80	37,53 B	56,26 A	60,06 A
160	45,20 C	58,00 B	74,03 A
DMS (5%) – (Fonte em dose)	10,30		
Regressão – (Dose em Fonte)	RL	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) $Y = 36,27333 + 0,05240x$ ($R^2 = 0,61$), (2) $Y = 35,4403 + 0,40433x - 0,001652x^2$ ($R^2 = 0,99$), (3) $Y = 42,12 + 0,219357x$ ($R^2 = 0,83$).

Tabela 8. Desdobramento da interação entre doses e fontes de nitrogênio no teor foliar de Zinco na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Fonte de Nitrogênio		
	Ureia	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Zn (g kg ⁻¹)		
0	17,10	17,10 ¹	17,10 ²
40	18,70 A	10,06 B	9,30 B
80	16,70 A	9,73 B	10,06 B
160	18,46 A	7,96 C	12,60 B
DMS (5%) – (Fonte em dose)	4,16		
Regressão – (Dose em Fonte)	-	RL	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) $Y = 14,64 - 0,048905x$ ($R^2 = 0,68$), (2) $Y = 16,426364 - 0,170163x + 0,000923x^2$ ($R^2 = 0,85$).

Tabela 9. População final de plantas, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga obtidos em função de doses e fontes de nitrogênio em aplicação em cobertura no estágio V3 da cultura do milho safrinha. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	População final (planta ha ⁻¹)	Numero de grãos por fileira	Número de fileira por espiga
Dose de N (kg ha⁻¹) (D)			
0	59.333	12,66	27,60 ¹
40	61.333	13,02	31,06
80	59.777	12,97	32,24
160	60.444	12,84	31,48
Fonte de N (F)			
Ureia	60.333	12,70	30,78
Nitrato de Amônio	59.666	12,90	30,96
Sulfato de Amônio	60.666	13,03	30,05
Teste F			
Dose - D	0,95 ^{ns}	0,77 ^{ns}	6,77 ^{**}
Fonte – F	0,43 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,50 ^{ns}
D*F	0,51 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,59 ^{ns}
Regressão– D	-	-	RQ
DMS (5%) - F	2741	0,55	2,43
CV (%)	4,44	14,24	7,75
Médias	60.222	12,87	30,60

**, * 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 Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa. (1) $Y = 27,702424 + 0,09522x - 0,000449x^2$ ($R^2 = 0,98$).

Tabela 10. Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha obtidos em função de doses e fontes de nitrogênio em aplicação em cobertura no estágio V3 da cultura do milho safrinha. Fundação MS, Anaurilândia, MS, 2023.

TRATAMENTOS	Massa de 100 grãos (gramas)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
Dose de N (kg ha⁻¹) (D)		
0	28,14	104,20 ¹
40	30,14	118,10
80	29,72	107,45
160	29,23	113,95
Fonte de N (F)		
Ureia	29,35	109,56
Nitrato de Amônio	29,25	109,60
Sulfato de Amônio	29,35	113,62
Teste F		
Dose - D	1,44 ^{ns}	4,30*
Fonte - F	0,00 ^{ns}	0,79 ^{ns}
D*F	0,57 ^{ns}	0,84 ^{ns}
Regressão- D	-	-
DMS (5%) - F	2,14	9,08
CV (%)	8,44	9,44
Médias	29,31	110,92

**, * 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) $Y = 106,967273 + 0,112763x - 0,000468x^2$ ($R^2 = 0,20$).

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 milho safrinha. A dose de 40 kg ha⁻¹ de N pode proporcionar incremento médio de aproximadamente 13% na produtividade, independente da fonte de nitrogênio utilizada.

REFERÊNCIAS

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology/ Cooperative Extension Service, 1989.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. (ed.) Cultura do milho; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.63-145.