

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA DO MILHO SAFRINHA

*Setor de Fertilidade do solo: Eng. Agr. Dr. Douglas de Castilho Gitti, Eng. Agr. Marcos
Antonio S. Spak, Tec. Agr. Reinaldo P. do Nascimento*

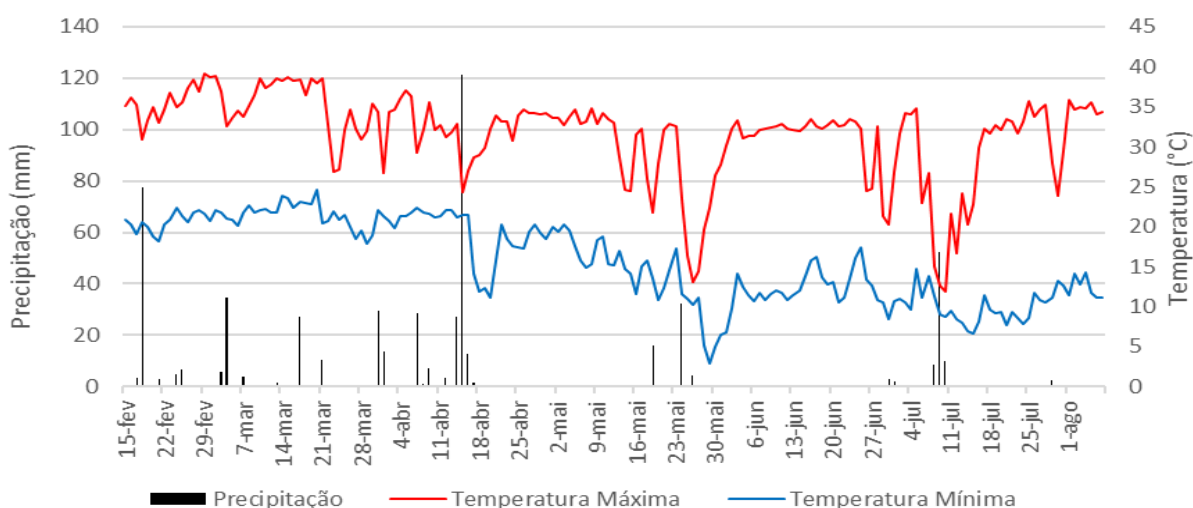
OBJETIVO

Avaliar a resposta produtiva do milho safrinha a épocas e modos de aplicação de nitrogênio em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safrinha 2024, no município de Maracaju MS, Brasil, em área experimental da Fundação MS localizada na Fazenda Alegria, Talhão Área 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 por decêndio e acumulado por mês no período de condução do experimento. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024. 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.

Prof (cm)	---- pH ---- CaCl ₂	MO H ₂ O	P gdm ⁻³	K Mehlich	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V		
					mmolc dm ⁻³						(%)		
0-20	5,3	6,0	40,2	15,2	5,79	65,84	18,43	0,0	56,04	90,05	146,09	61,64	
20-40	5,1	5,8	27,7	3,1	2,27	52,01	14,31	0,0	54,28	68,60	122,88	55,83	
Prof (cm)	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Relação	K	Ca	Mg	H	Al	Argila
				mg dm ⁻³			Ca/Mg		% da CTC				(%)
0-20	29,0	3,2	0,46	5,0	82,1	48	3,57	3,96	45,07	12,61	38,36	0,0	50,0
20-40	80,1	1,3	0,23	4,6	46,9	60	3,63	1,85	42,33	11,65	44,17	0,0	50,0

Análise realizada em 12/04/2022 – Maracaju, Talhão Área 10 A. Código FMS 15341 0-20 cm e 20-40 cm 15342

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco repetições e 12 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, Maracaju, MS, 2024.

Nº	Fertilizante	Épocas de aplicação à lanço	Dose fertilizante sulco (kg/ha)	Dose do fertilizante à lanço (kg/ha)
1	Sem nitrogênio	-	-	-
2	Ureia (46%)	-	100	-
3	Ureia (46%)	14 dias antes da semeadura – 29/02	100	150
4	Ureia (46%)	7 dias antes da semeadura – 07/03	100	150
5	Ureia (46%)	0 dias (pré-semeadura) – 14/03	100	150
6	Ureia (46%)	7 dias após semeadura – 21/03	100	150
7	Ureia (46%)	14 dias após a semeadura – 28/03	100	150
8	Ureia (46%)	14 dias antes da semeadura – 29/02	0	250
9	Ureia (46%)	7 dias antes da semeadura – 07/03	0	250
10	Ureia (46%)	0 dias (pré-semeadura) – 14/03	0	250
11	Ureia (46%)	7 dias após semeadura – 21/03	0	250
12	Ureia (46%)	14 dias após a semeadura – 28/03	0	250

As parcelas foram constituídas por 5 linhas com 10 m de comprimento, considerando-se como área útil as 3 linhas centrais com 6 m de comprimento.

As sementes de milho foram tratadas com Fortenza[®] TSI (2 mL kg⁻¹ de sementes), Cruiser[®] TSI (3 mL kg⁻¹ de sementes) e Poncho[®] TSI (4 mL kg⁻¹ de sementes).

A semeadura do milho foi realizada no dia 14 de março de 2024 utilizando o Híbrido FS700 PWU na densidade de semeadura de 3,5 sementes por metro com 0,5 m entre linhas, ocorrendo à emergência das plântulas seis dias após a semeadura.

A adubação nitrogenada foi realizada em aplicação total a lanço (100%) e parcelada no sulco e lanço (40 e 60%, respectivamente). A dose aplicada foi de 250 kg ha⁻¹ do fertilizante nitrogenado ureia (46% N). A aplicação em cobertura a lanço foi realizada em 5 épocas, consistindo em 7 e 14 dias antes e após a semeadura do milho, e no dia da semeadura do milho safrinha, sendo as datas de aplicação realizadas 29/02 (14 dias antes), 07/03 (7 dias antes), 14/03 (semeadura), 21/03 (7 dias após) e 28/03/2024 (14 dias após). Foram utilizados como tratamentos controle a ausência de aplicação de fertilizante nitrogenado (Tratamento 1) e a aplicação de nitrogênio apenas no sulco de semeadura de 100 kg ha⁻¹ (Tratamento 2). As adubações fosfatadas e potássicas para atender a demanda do milho safrinha foram realizadas juntamente a demanda nutricional para esses dois nutrientes na cultura da soja safra 2023/2024.

A colheita foi realizada no dia 12 de agosto de 2024 aos 144 dias após a emergência das plântulas (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

População inicial de plantas: foi determinado a quantidade de plantas em 10 metros lineares, aos 7 dias após a semeadura, logo após convertido em plantas por hectare.

Análise foliar: foi realizada a coleta de 15 folhas por tratamento no florescimento pleno - R2 (3ª folha completamente desenvolvida), 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: foi determinado a quantidade de plantas em 10 metros lineares antes de colheita, logo após convertido em plantas por hectare.

Produtividade: foi realizada a colheita mecanizada das parcelas aos 144 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 época de aplicação e modos de aplicação do nitrogênio foram submetidas a análise

fatorial, sendo as médias analisadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e para o fator época pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Foi utilizado o programa estatístico Sisvar para análise dos resultados.

RESULTADOS

Tabela 3. Teor foliar de macronutrientes obtido em função de épocas e modos de aplicação do fertilizante nitrogenado (aplicação única à lanço - 250 kg ha⁻¹ ou parcela no sulco e à lanço 100 e 150 kg ha⁻¹ de ureia) na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Controle						
Sem nitrogênio	22,90	2,16	23,00	2,00 b	1,76	1,33
100 kg ha ⁻¹ de ureia (sulco)	22,70	2,20	20,50	2,80 a	1,63	1,36
Épocas de aplicação à lanço (E)						
14 dias antes da semeadura	23,26	2,23	22,98	3,00 a	1,91	1,36
7 dias antes da semeadura	23,35	2,28	23,35	3,00 a	1,85	1,33
Semeadura	23,05	2,33	23,03	2,80 a	1,78	1,26
7 dias após da semeadura	24,68	2,41	21,86	3,05 a	1,93	1,26
14 dias após da semeadura	22,75	2,33	22,46	3,05 a	2,01	1,25
Modos de aplicação (M)						
Sulco + Lanço (100 + 150 kg ha ⁻¹ de ureia)	23,56	2,25	21,08 b	2,94 a	1,86	1,32
Lanço (250 kg ha ⁻¹ de ureia)	22,92	2,30	23,82 a	2,68 b	1,82	1,29
Teste F						
Época - E	1,29 ^{ns}	1,86 ^{ns}	1,03 ^{ns}	5,77 ^{**}	1,47 ^{ns}	0,79 ^{ns}
Modo - M	1,99 ^{ns}	1,39 ^{ns}	13,86 ^{**}	4,75 ^{**}	0,23 ^{ns}	0,62 ^{ns}
E*M	0,45 ^{ns}	2,50 [*]	2,23 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,92 ^{ns}
DMS (5%) - M	0,77	0,08	1,25	0,20	0,13	0,07
CV (%)	6,30	6,87	10,63	13,58	13,91	10,43
Médias	23,24	2,28	22,45	2,81	1,84	1,31

^{**}, ^{*} 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 4. Desdobramento da interação entre épocas e modos de aplicação de nitrogênio no teor foliar de fosforo na cultura do milho. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024.

TRATAMENTOS	----- Modo de aplicação (M) -----	
	Sulco + Lanço (100 + 150 kg ha ⁻¹ de ureia)	Lanço (250 kg ha ⁻¹ de ureia)
	----- Teor foliar de P g kg ⁻¹ -----	
Controle		
Sem nitrogênio	2,16	2,16 b
40 kg de N	2,20	2,20 b
Época de aplicação (E)		
14 dias antes	2,26	2,20 b
7 dias antes	2,26	2,30 b
Dia da semeadura	2,10 B	2,56 aA
7 dias após	2,50	2,33 b
14 dias após	2,26	2,40 a
DMS (5%) – (M * E)	0,21	
DMS (5%) – (E * M)	-	-

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa.

Tabela 5. Teores foliares de micronutrientes obtido em função de épocas e modos de aplicação do fertilizante nitrogenado (aplicação única à lanço - 250 kg ha⁻¹ ou parcela no sulco e à lanço 100 e 150 kg ha⁻¹ de ureia) na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Época de aplicação (E)					
Sem nitrogênio	195,13	52,43	12,43	8,00	20,83
100 kg ha ⁻¹ de ureia (sulco)	177,13	56,80	10,90	7,66	18,63
Épocas de aplicação à lanço (E)					
14 dias antes da semeadura	168,80	54,66	12,08	7,50	17,60
7 dias antes da semeadura	171,70	54,56	11,88	7,90	17,66
Semeadura	168,93	55,03	11,81	7,90	17,91
7 dias após da semeadura	156,01	52,60	13,31	7,73	18,25
14 dias após da semeadura	167,76	53,25	12,11	7,38	17,96
Modos de aplicação (M)					
Sulco + Lanço (100 + 150 kg ha ⁻¹ de ureia)	172,54	56,82 a	11,90	7,83	18,53
Lanço (250 kg ha ⁻¹ de ureia)	171,88	51,55 b	12,25	7,61	18,28
Teste F					
Época - E	1,15 ^{ns}	1,09 ^{ns}	2,91*	0,35 ^{ns}	1,55 ^{ns}
Modo - M	0,00 ^{ns}	22,21**	1,23 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,14 ^{ns}
E*M	0,71 ^{ns}	1,90 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,36 ^{ns}
DMS (5%) - M	14,31	1,90	0,54	0,49	1,16
CV (%)	15,79	6,69	8,62	12,05	11,99
Médias	172,21	54,19	12,07	7,72	18,40

**, * 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 6. População inicial de plantas, número de fileiras por espiga e número grãos por fileira obtidos em função de épocas e modos de aplicação do fertilizante nitrogenado (aplicação única à lanço - 250 kg ha⁻¹ ou parcela no sulco e à lanço 100 e 150 kg ha⁻¹ de ureia) na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Pop. Inicial (plantas ha ⁻¹)	Número de fileiras por espiga	Número de grãos por fileira
Época de aplicação (E)			
Sem nitrogênio	63.666	17,28	29,52 c
100 kg ha ⁻¹ de ureia (sulco)	62.000	17,76	34,44 a
Épocas de aplicação à lanço (E)			
14 dias antes da semeadura	59.833	17,56	34,56 a
7 dias antes da semeadura	61.000	17,64	32,60 b
Semeadura	59.500	17,64	31,40 b
7 dias após da semeadura	61.333	17,60	31,82 b
14 dias após da semeadura	63.000	17,88	31,84 b
Modos de aplicação (M)			
Sulco + Lanço (100 + 150 kg ha ⁻¹ de ureia)	61.000	17,63	32,42
Lanço (250 kg ha ⁻¹ de ureia)	61.952	17,61	32,20
Teste F			
Época - E	0,79 ^{ns}	0,75 ^{ns}	4,93**
Modo - M	0,52 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}
E*M	0,66 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,93 ^{ns}
DMS (5%) - M	2,691	0,27	1,00
CV (%)	6,90	3,85	7,79
Médias	61.476	17,62	32,31

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de variação. DMS – diferença mínima significativa.

Tabela 7. População final de plantas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos obtidos em função de épocas e modos de aplicação do fertilizante nitrogenado (aplicação única à lanço - 250 kg ha⁻¹ ou parcela no sulco e à lanço 100 e 150 kg ha⁻¹ de ureia) na cultura do milho safrinha. Fundação MS, Maracaju, MS, 2024.

TRATAMENTOS	Pop. Final (plantas ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
Época de aplicação (E)			
Sem nitrogênio	60.333	25,00	101,50 b
100 kg ha ⁻¹ de ureia (sulco)	57.333	24,80	106,50 b
Épocas de aplicação à lanço (E)			
14 dias antes da semeadura	60.166	25,80	113,62 a
7 dias antes da semeadura	57.500	25,10	114,61 a
Semeadura	57.833	24,60	113,60 a
7 dias após da semeadura	59.500	24,40	114,33 a
14 dias após da semeadura	58.333	24,70	105,77 b
Modos de aplicação (M)			
Sulco + Lanço (100 + 150 kg ha ⁻¹ de ureia)	58.619	25,57 a	111,78
Lanço (250 kg ha ⁻¹ de ureia)	58.809	24,25 b	108,20
Teste F			
Época - E	1,42	1,05 ^{ns}	2,84*
Modo - M	0,05	15,29**	2,27 ^{ns}
E*M	1,08	1,21 ^{ns}	0,49 ^{ns}
DMS (5%) - M	1.652	0,56	3,99
CV (%)	4,44	5,64	8,07
Médias	58.714	24,91	109,99

**, * 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 diferem entre si pelo teste de Tukey. 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:

A aplicação de nitrogênio na dose de 250 kg ha⁻¹ de ureia, antecipada em 7 e 14 dias em relação a semeadura, no dia da semeadura, e aos 7 dias após a semeadura do milho safrinha, proporcionaram aumentos semelhantes entre si na produtividade de grãos e superiores em 7% em relação a aplicação de única de 100 kg ha⁻¹ de ureia no sulco de semeadura e de 12% em relação a ausência da aplicação de fertilizante nitrogenado.



FUNDAÇÃO MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias

www.fundacaoms.org.br • fundacaoms@fundacaoms.org.br

REFERÊNCIAS

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

Fone/Fax: (67) 3454-2631

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