



ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO EM MILHO SAFRINHA NO MATO GROSSO E EM SÃO PAULO

Claudinei Kappes⁽¹⁾, **Aildson Pereira Duarte**⁽²⁾, **Táimon Diego Semler**⁽³⁾ e **Fábio Benedito Ono**⁽¹⁾

1. Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho, entretanto, o seu incorreto manejo é o que mais interfere na produtividade de grãos e mais onera no custo de produção da cultura. O manejo da adubação nitrogenada deve suprir a demanda de N da planta nos períodos críticos e minimizar o impacto no ambiente pela redução de perdas (Fernandes & Libardi, 2007).

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado tem grande influência no aproveitamento de N pela cultura do milho. Devido às suas transformações no solo, o N é um nutriente muito dinâmico, o que tem gerado muitas controvérsias e discussões com relação à época de aplicação no milho, notadamente sob sistema de semeadura direta. Alguns resultados de pesquisa têm demonstrado vantagens na aplicação de N no momento da semeadura do milho safrinha (Duarte & Kappes, 2015), pois nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, a demanda por nutrientes é grande e o sistema radicular ainda é pequeno, explorando poucos centímetros de solo ao redor das plântulas.

Entretanto, por questões operacionais, tem sido muito comum a aplicação de N somente em cobertura no milho, quando as plantas apresentam entre quatro e sete folhas expandidas (V4 a V7). Devido às perdas do N por lixiviação no perfil do solo, pode ser necessária a aplicação do N mais próxima dos estádios em que a planta define o potencial produtivo, particularmente em V5 (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de épocas de aplicação do N, em sistema de semeadura direta, sobre o desempenho produtivo do milho safrinha.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram instalados na safrinha de 2017, após o cultivo da soja na safra de verão, em três locais no estado do Mato Grosso (Sapezal, Itiquira e Nova Mutum) e três

⁽¹⁾Engenheiro(s) Agrônomo(s), Dr.(s), Pesquisador(es), Fundação MT, Rondonópolis - MT. E-mails: claudineikappes@fundacaomt.com.br; fabioono@fundacaomt.com.br

⁽²⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Instituto Agronômico, Campinas - SP. E-mail: aildson@apta.sp.gov.br

⁽³⁾Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Fundação MT, Nova Mutum - MT. E-mail: taimonsemler@fundacaomt.com.br





locais na região paulista do Médio Paranapanema (Cruzália, Maracaí e Palmital). No Mato Grosso, o clima predominante é, segundo classificação de Köppen, tipo Aw, e nesta região de São Paulo, transição Cwa/Cfa.

O híbrido de milho utilizado em todos os locais foi o Dow 2B587 PW. No Mato Grosso, logo após a semeadura, foram aplicados 83 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) a lanço e em superfície. Não houve aplicação de fósforo devido à dois aspectos: i) altos teores do nutriente no solo; e ii) simular o manejo regional, pois é sabido que muitas áreas de milho safrinha no estado não recebem adubação com fósforo. Em São Paulo, nos três locais, aplicou-se 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples no sulco de semeadura e 100 kg ha⁻¹ de KCl logo após a semeadura, a lanço e em superfície.

Foram aplicados inseticidas e fungicidas para o manejo fitossanitário e a cultura foi mantida no limpo com aplicações do herbicida glifosato. Foram obtidas as seguintes médias de populações finais, em plantas ha⁻¹: 72.597 (Sapezal), 72.942 (Itiquira), 61.496 (Nova Mutum), 54.435 (Cruzália), 54.732 (Maracaí) e 54.548 (Palmital). Na Tabela 1 há mais informações sobre os ambientes e as datas de semeadura, florescimento e colheita.

Tabela 1. Altitude, características de solo e datas de semeadura, florescimento e colheita do milho safrinha nos locais de condução dos experimentos, em 2017.

Local	Altitude (m)	Solo ¹	Textura	Datas		
				Semeadura	Florescimento	Colheita
Mato Grosso						
Sapezal	530 m	LVA _d	Muito argilosa	17/02	14/04	10/07
Itiquira	490 m	LV _d	Muito argilosa	23/02	17/04	11/07
Nova Mutum	460 m	LVA _d	Muito argilosa	24/02	15/04	27/06
São Paulo						
Maracaí	360 m	LV _{df}	Muito argilosa	08/03	07/05	04/08
Cruzália	350 m	LV _{ef}	Muito argilosa	15/03	17/05	30/08
Palmital	490 m	LV _{df}	Muito argilosa	31/03	06/06	13/09

¹Embrapa (2006).

Foram avaliados sete tratamentos, dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro e seis repetições no Mato Grosso e em São Paulo, respectivamente. Os tratamentos constituíram-se por variações de doses e épocas de aplicação de N em cobertura, sendo: 1) controle (sem N); 2) 60 kg ha⁻¹ de N na semeadura; 3) 60 + 60 kg ha⁻¹ de N na semeadura + V5, respectivamente; 4) 60 kg ha⁻¹ de N em V1; 5) 60 kg ha⁻¹ de N em V3; 6) 60 kg ha⁻¹ de N em V5; e 7) 60 kg ha⁻¹ de N em V7. A fonte nitrogenada utilizada foi



nitrito de amônio (33% de N), sendo a aplicação a lanço em superfície no Mato Grosso e na forma de filete em superfície ao lado da linha de semeadura em São Paulo. As parcelas foram constituídas entre nove e onze linhas de 10,0 m de comprimento e espaçadas de 0,45 m no Mato Grosso, enquanto que em São Paulo foram constituídas por quatro linhas de 5,0 m de comprimento e espaçadas de 0,8 m.

No florescimento (R2), determinou-se o índice SPAD em 10 plantas aleatórias por parcela, considerando-se o terço central do limbo da folha da espiga. As medições foram realizadas com o medidor portátil de clorofila SPAD-502, modelo Minolta. Na colheita, determinou-se a altura média de 10 plantas por parcela e a produtividade de grãos em um e dois pontos amostrais por parcela, em São Paulo e no Mato Grosso, respectivamente, sendo cada ponto constituído por duas linhas adjacentes com 4,0 m de comprimento. A produtividade foi calculada com a massa de grãos corrigida para 13% de umidade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados de produtividade de grãos foram submetidos, também, ao contraste entre médias, usando o teste de Student a 5%, com a intenção de verificar o efeito da aplicação de N no momento da semeadura vs o N em cobertura (semeadura vs V1, V3, V5 e V7).

3. Resultados e Discussão

Tal como era esperado, as respostas do milho às aplicações de N ocorreram em todos os ambientes estudados (Tabela 2), fato que demonstra a importância desse nutriente para a cultura. Somente a altura de plantas em Itiquira, Cruzália e Palmital e o índice SPAD em Sapezal, Cruzália e Palmital não foram influenciados pela adição de N. Em Nova Mutum e Sapezal é claramente perceptível que a aplicação tardia de N, no caso em V7, propiciou plantas com menor porte, assim como o tratamento controle. Em Maracaí, a menor altura de plantas ficou restrita somente ao controle.

O índice SPAD em Nova Mutum teve comportamento semelhante ao da altura de plantas, ou seja, assim como o controle, a aplicação tardia de N resultou em um menor índice (Tabela 2). Em Itiquira e Maracaí, os menores índices SPADs foram observados apenas no controle. A ausência de resposta no índice SPAD em Sapezal, Cruzália e Palmital revela que os solos destes locais supriram a demanda de N da cultura, haja vista que esse índice tem correlação direta com o teor de clorofila (Silveira et al., 2003) e teor de N nas folhas. Obviamente, essa afirmativa somente é válida até o momento do florescimento, ocasião em que houve tal mensuração. Após esse período, certamente, o



solo por si só (sem adição de N) não teve condições de suprir a demanda de N pela cultura, o que é comprovado pelas repostas positivas da adição de N sobre as produtividades de grãos. Uma segunda hipótese a ser considerada, para melhor compreensão desses resultados, é a maior eficiência de aproveitamento do N oriundo do nitrato de amônio nos demais locais.

No tocante às produtividades de grãos dos experimentos no Mato Grosso, a maior média geral foi obtida em Sapezal (10.007 kg ha⁻¹), seguida de Itiquira (8.860 kg ha⁻¹) e Nova Mutum (8.224 kg ha⁻¹), em ordem decrescente com o atraso da época de semeadura. Em São Paulo, a maior produtividade média ocorreu em Maracaí (7.160 kg ha⁻¹), seguida de Cruzália (6.918 kg ha⁻¹) e Palmital (4.277 kg ha⁻¹). A baixa produtividade em Palmital se deve a semeadura tardia. Em todos os ambientes, a adição de N foi crucial no desempenho produtivo da cultura, sendo o tratamento controle inferior aos demais tratamentos.

Nos três locais no Mato Grosso e em Cruzália – SP, ficou evidente de que as produtividades de grãos foram comprometidas com as aplicações tardias de N, em V7, sendo que em Sapezal, essa menor produtividade foi detectada já com a aplicação em V5 (Tabela 2). Em Maracaí e Palmital a aplicação de N em V7 não limitou a produtividade de grãos quando comparada à aplicação nos demais estádios.

Em todos os locais, a aplicação de N no momento da semeadura foi determinante e contribuiu para que a cultura expressasse as maiores produtividades de grãos, em comparação aos tratamentos em que a aplicação do N foi realizada em cobertura (Figura 1), nos estádios V1 a V7, especialmente no Mato Grosso. A aplicação superficial, em vez do sulco, pode ser um dos fatores que contribuiu para a menor vantagem da aplicação no momento da semeadura em São Paulo, mesmo em filete, pois ocorreu período de estiagem logo após a semeadura. Essa constatação reforça as recomendações propostas por Duarte & Kappes (2015) para aplicação de N no momento da semeadura do milho safrinha visando o arranque inicial vigoroso e o melhor desenvolvimento das plantas.

A aplicação do N em duas vezes, dobrando a dose total para 120 kg ha⁻¹, aumentou a produtividade do milho safrinha em relação a aplicação de 60 kg ha⁻¹ na semeadura ou no estádio V5, apenas em Sapezal, onde se obteve a maior produtividade média. Possivelmente, a ausência de adubação com outros nutrientes na semeadura tenha sido um fator limitante nos demais locais no Mato Grosso. Por fim, é oportuno recordar que no presente caso, utilizou-se o nitrato de amônio, que é uma fonte nitrogenada com mínimas perdas de N por volatilização da amônia. Em casos de uso da ureia em cobertura sem enterrar, se faz necessário considerar as perdas por volatilização da amônia.





Tabela 2. Altura de plantas, índice SPAD e produtividade de grãos de milho safrinha em resposta à época de aplicação de N no Mato Grosso e em São Paulo, em 2017.

Estádio	Mato Grosso			São Paulo		
	Sapezal	Itiquira	N. Mutum	Cruzália	Maracáí	Palmital
----- Altura de plantas (cm) -----						
Controle (sem N)	218 c	97	192 b	166	181 b	170
Semeadura	231 b	108	219 a	178	188 ab	188
Semeadura + V5	239 a	109	224 a	178	195 a	181
V1	232 ab	105	223 a	177	193 ab	173
V3	229 b	107	221 a	169	188 ab	174
V5	229 b	108	219 a	168	190 ab	170
V7	226 b	105	191 b	171	192 ab	166
P>F	**	ns	**	ns	*	ns
CV (%)	1,41	5,01	2,81	4,87	3,66	7,22
----- Índice SPAD -----						
Controle (sem N)	55,6	50,6 b	48,8 c	58,4	57,9 b	53,7
Semeadura	59,5	53,3 ab	58,6 a	59,7	60,8 a	55,8
Semeadura + V5	59,3	56,0 ab	57,6 ab	60,9	61,8 a	55,1
V1	57,9	55,8 ab	57,4 ab	59,0	62,1 a	55,7
V3	59,9	55,8 ab	58,7 a	58,5	61,9 a	46,5
V5	59,0	57,7 a	58,8 a	59,2	61,1 a	55,2
V7	57,9	53,4 ab	54,5 b	61,8	61,9 a	54,5
P>F	ns	*	**	ns	**	ns
CV (%)	3,25	4,96	2,95	3,54	2,46	16,09
----- Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) -----						
Controle (sem N)	7.943 c	7.902 d	7.087 b	6.424 c	6.507 b	3.608 b
Semeadura	10.480 ab	9.468 ab	8.805 a	7.294 ab	7.289 a	4.588 a
Semeadura + V5	11.050 a	9.895 a	8.742 a	7.508 a	7.675 a	4.565 a
V1	10.206 ab	8.547 bcd	8.599 a	7.209 abc	6.950 ab	4.305 ab
V3	10.255 ab	9.017 abc	8.530 a	6.647 bc	7.056 ab	4.133 ab
V5	10.102 b	9.021 abc	8.557 a	6.919 abc	7.035 ab	4.414 ab
V7	10.017 b	8.170 cd	7.247 b	6.427 c	7.610 a	4.326 ab
P>F	**	**	**	**	**	*
CV (%)	3,80	4,86	3,85	6,78	5,82	10,98

** , * e ns: significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente. CV: coeficiente de variação.



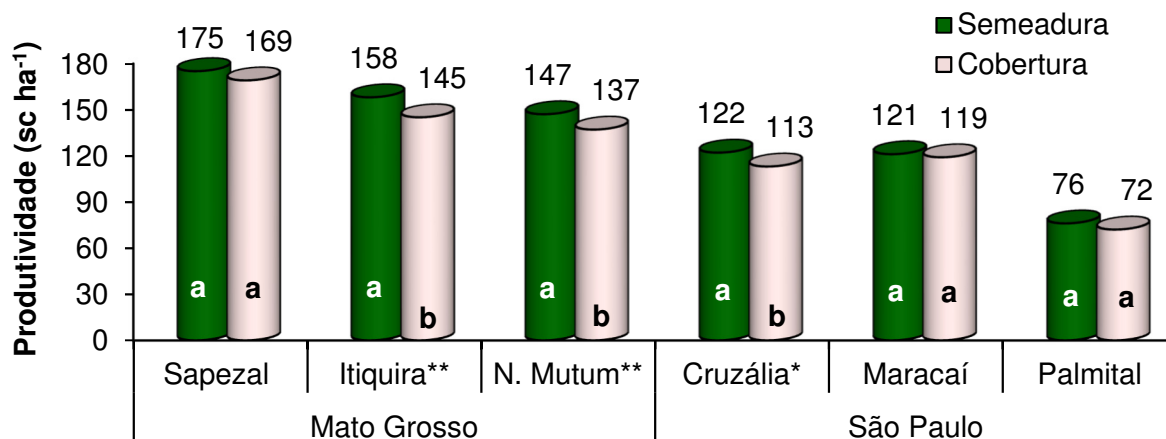


Figura 1. Produtividade de grãos de milho em resposta ao momento de aplicação do N no Mato Grosso e em São Paulo (safrinha 2017). Letras distintas, dentro de cada local, indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Student a 5%. ** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

4. Conclusões

A adubação nitrogenada não deve ser negligenciada no milho safrinha, pois sua ausência limitou o potencial produtivo da cultura em todos os locais. Uma única aplicação tardia de N, em V7, compromete o potencial produtivo, enquanto a aplicação no momento da sementeira é determinante e contribui para o incremento na produtividade de grãos.

Referências

DUARTE, A.P.; KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v.152, p.15-18, 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

FERNANDES, F.C.S.; LIBARDI, P.L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.3, p.285-296, 2007.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1083-1087, 2003.