

## RESPOSTA DO MILHO SAFRINHA À APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES E ADUBOS NITROGENADOS NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

André Natal Bertoli (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Tadeu Takeyoshi Inoue (Orientador),  
Marcelo Augusto Batista (Co-orientador), Celso Rafael Macon, Luís Fernando  
Cipriano Alves Pereira.  
e-mail: ttinoue@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

**Área e sub-área do conhecimento:** 5.01.00.00-9 Agronomia; 5.01.01.05-6  
Fertilidade do Solo e Adubação

**Palavras-chave:** Fertilidade do Solo; Nutrição de Plantas; Volatilização.

### RESUMO

O trabalho foi conduzido no município de Floresta - PR, na Unidade de Difusão de Tecnológica da Cocamar (UDT), na safra 2022/2023, sobre um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados no esquema fatorial 4 x 3 + 1 testemunha, sendo 4 fontes de N (Uréia comum 45% N; Super N (45%N); Sulfato de Amônio (20%N e 24%S); YARA Bela (27%N, 4% Ca e 2% Mg); 3 doses (60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> N) e a testemunha (0 kg ha<sup>-1</sup> N), com 6 repetições. As variáveis estudadas descritas no projeto de pesquisa foram o estande final, a massa seca da parte aérea e o índice SPAD no estádio VT, o peso de espigas sem palha, o número de fileiras e de grãos por espiga, a massa seca de 1000 grãos, a produtividade e a % de volatilização de amônia. Os dados coletados serão submetidos aos testes de homogeneidade de variância (Bartlett) e normalidade dos erros (shapiro wilk), a análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,10$ ). Os dados de volatilização foram desdobrados e submetidos a regressão não linear, utilizando-se o modelo logístico. As fontes apresentaram menores taxas de volatilização comparadas a UR, sendo o NAM mais eficiente, independente da dose aplicada.

### INTRODUÇÃO

O milho segunda safra ou safrinha como também é conhecido é a principal lavoura cultivada no período do inverno nas regiões oeste, norte e noroeste do estado do Paraná, sendo que o nível tecnológico empregado pela maior parte dos produtores destas regiões é baixo, tanto com relação ao manejo da fertilidade do solo e nutricional da cultura.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o mais demandado pela cultura do milho, sendo necessários em torno de 28 kg t<sup>-1</sup> de grãos produzidos, que são fornecidos na adubação de semeadura e em cobertura, realizada em pós-emergência pela aplicação principalmente da ureia (SILVA et al., 2005).

Além das quantidades aplicadas estarem abaixo da necessidade da cultura, a aplicação da ureia em cobertura, sem incorporação, tem demonstrado baixa

eficiência agronômica devido a perda do N contido em sua formulação por volatilização, onerando o custo de produção da cultura (CANTARELLA, H.; MONTEZANO, 2010).

Para contornar esse problema são necessários mais estudos que demonstrem a eficiência agronômica e viabilidade financeira do fornecimento do N através de diferentes fontes, tais como as nítricas e amoniacais, que apresentam menores perdas por volatilização, bem como os adubos de liberação lenta e controlada como as ureias aditivadas com inibidores da urease e os revestidos com polímeros (PRANDO et al., 2013).

Desta maneira o objetivo deste trabalho foi estudar a resposta do milho safrinha a aplicação de diferentes fontes e doses crescentes de fertilizantes nitrogenados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Floresta - PR, na Unidade de Difusão de Tecnológica da Cocamar (UDT), na safra 2022/2023, sobre um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados no esquema fatorial 4 x 3 + 1 testemunha, sendo 4 fontes de N (Uréia comum 45% N; Super N (45%N); Sulfato de Amônio (20%N e 24%S); YARA Bela (27%N, 4% Ca e 2% Mg); 3 doses (60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> N) e a testemunha (0 kg ha<sup>-1</sup> N), com 6 repetições. A semeadura foi realizada no dia 24/03/2023, utilizando o híbrido FS575 PWU e a adubação de base com 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 03-21-21.

As variáveis descritas no projeto de pesquisa foram o estande final, a massa seca da parte aérea e o índice SPAD no estádio VT, o peso de espigas sem palha, o número de fileiras e de grãos por espiga, a massa seca de 1000 grãos, a produtividade e a % de volatilização de amônia. Esses dados quando coletados serão submetidos aos testes de homogeneidade de variância (Bartlett) e normalidade dos erros (shapiro wilk), a análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,10$ ).

Os dados não paramétricos de volatilização de N-NH<sub>3</sub> foram submetidos à regressão não linear, utilizando o modelo logístico de três parâmetros  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  representado pela Equação 1 (SEBER e WILD, 2003). Em que Y é a quantidade de N volatilizado na forma de N-NH<sub>3</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) no tempo t;  $\alpha$  é a volatilização acumulada máxima;  $\beta$  é o momento em que ocorrem 50% das perdas, correspondendo ao ponto de inflexão da curva (dia em que ocorre a perda máxima diária de N- NH<sub>3</sub>); t é a hora (dias); e  $\gamma$  é um parâmetro do modelo utilizado para calcular a perda máxima diária (PMD) de N-NH<sub>3</sub>, conforme apresentado na Equação 2.

$$\hat{Y} = \frac{\alpha}{1 + \exp [-(\text{tempo}-\beta)/\gamma]} \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{PMD} = \frac{\alpha}{4\gamma} \quad \text{Equação 2}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a elevada precipitação ocorrida nos primeiros 20 dias de março/23 (Tabela 2) ocasionando atraso na colheita da soja e semeadura do milho safrinha, desta maneira até o momento (31/08/23) não foi possível realizar a colheita do ensaio devida a alta umidade dos grãos (27%), devendo ser realizada nos próximos 15 dias dependendo das condições climáticas que irão ocorrer, assim neste relatório serão apresentados somente os dados de volatilização que foram coletados após a aplicação dos tratamentos com os adubos nitrogenados.

**Tabela 2** – Precipitação pluviométrica ocorrida entre 01 a 20/03/23. Floresta – PR.

Dias	Prec.(mm)	Dias	Prec.(mm)	Dias	Prec.(mm)	Dias	Prec.(mm)
1	65,8	6	0,2	11	31,2	16	9,8
2	0,4	7	0,0	12	1,4	17	7,0
3	47,4	8	2,0	13	12,8	18	0,0
4	0,0	9	0,0	14	12,8	19	4,4
5	13,6	10	0,8	15	1,0	20	29,4
<b>Total</b>	<b>127,2</b>	<b>Total</b>	<b>3,0</b>	<b>Total</b>	<b>59,2</b>	<b>Total</b>	<b>50,6</b>

Fonte: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhc>.

Nas Tabelas 3, 4 e 5 estão apresentados os parâmetros relacionados as taxas e quantidades de N perdidos por volatilização comparando a Uréia com as demais fontes. Independente da dose aplicada a UR foi o fertilizante que apresentou as maiores perdas e o NAM as menores. Minato et al. (2020) observou a mesma tendência de resultado trabalhando com as mesmas fontes, porém nas condições experimentais de seu trabalho as perdas foram menores no SAM do que no NAM, comparadas a UR.

**Tabela 3** - Parâmetros da regressão não linear (modelo logístico) para as perdas acumuladas de N-NH<sub>3</sub> para as diferentes fontes de N aplicadas na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>.

TRATAMENTOS	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	R <sup>2</sup>	PMD (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	RP (%)
Test.	1,09	7,9	15,33	0,99	0,03	74,94
UR	4,51	1,54	3,95	0,97	0,73	-
UR-NBPT	1,65	6,64	10,04	0,96	0,06	63,56
SAM	1,86	7,81	7,53	0,96	0,06	58,76
NAM	1,69	5,99	7,38	0,96	0,07	62,53

Obs.: Test: Testemunha; UR: Uréia; UR-NBPT: Uréia NBPT; SAM: Sulfato de amônio; NAM: Nitrato de Amônio; RP: Redução das perdas de N-NH<sub>3</sub> em relação à ureia.

**Tabela 4** - Parâmetros da regressão não linear (modelo logístico) para as perdas acumuladas de N-NH<sub>3</sub> para as diferentes fontes de N aplicadas na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>.

TRATAMENTOS	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	R <sup>2</sup>	PMD (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	RP (%)
Test.	1,09	7,81	14,84	0,99	0,03	88,23
UR	9,26	1,43	4,52	0,98	1,62	-
UR-NBPT	3,87	4,13	8,00	0,97	0,23	58,21
SAM	2,87	4,76	7,78	0,97	0,15	69,01
NAM	2,12	5,55	8,24	0,98	0,10	77,11

Obs.: Test: Testemunha; UR: Uréia; UR-NBPT: Uréia NBPT; SAM: Sulfato de amônio; NAM: Nitrato de Amônio; RP: Redução das perdas de N-NH<sub>3</sub> em relação à ureia.

**Tabela 5** - Parâmetros da regressão não linear (modelo logístico) para as perdas acumuladas de N-NH<sub>3</sub> para as diferentes fontes de N aplicadas na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>.

TRATAMENTOS	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	R <sup>2</sup>	PMD (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	RP (%)
Test.	1,09	7,81	14,84	0,97	0,03	90,00
UR	10,9	1,88	4,77	0,98	1,45	-
UR-NBPT	3,97	1,99	4,35	0,96	0,50	63,58
SAM	4,38	5,55	9,18	0,97	0,20	59,82
NAM	2,8	6,24	8,06	0,97	0,11	74,31

Obs.: Test: Testemunha; UR: Uréia; UR-NBPT: Uréia NBPT; SAM: Sulfato de amônio; NAM: Nitrato de Amônio; RP: Redução das perdas de N-NH<sub>3</sub> em relação à ureia.

## CONCLUSÕES

As fontes apresentaram menores taxas de volatilização comparadas a UR, sendo o NAM mais eficiente, independente da dose aplicada.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro, UEM/Gesso - Grupo de Estudo em Solos.

## REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2010. cap.1, p. 5-46.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; DE OLIVEIRA, F, A.; JÚNIOR, A, O. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 34-41, 2013.

MINATO, E. A. et al. Controlled-release nitrogen fertilizers : characterization , ammonia volatilization , and effects on second-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, p. e0190108, 2020.

SEBER, G. A. F.; WILD, C. J. **Nonlinear Regression**. New Jersey: Wiley-interscience, 2003.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.