

**Doses de um fertilizante nitrogenado foliar nas características fisiológicas de plantas de milho**

Júlia Borges Vilela Carvalho<sup>1</sup>, Lucas Kotovski Ostroski<sup>2</sup>, Gilclésio Martins Pereira Filho<sup>3</sup>, João Pedro Azevedo Lettrari<sup>4</sup>, Samuel Mendonça Cabral<sup>5</sup>, Alessandro Guerra da Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica-CNPq, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.

<sup>2,3</sup>Bolsista de iniciação científica-UniRV, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.

<sup>4,5</sup>Graduando, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.

<sup>6</sup>Doutor, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, [silvaag@yahoo.com.br](mailto:silvaag@yahoo.com.br).

**Reitor:**

Prof. Dr. Alberto Barella Netto

**Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:**

Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

**Editor Geral:**

Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

**Editores de Seção:**

Profa. Dra. Ana Paula Fontana

Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva

Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob

Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza

Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

**Fomento:**

Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

**Resumo:** O nitrogênio é o nutriente mais essencial na produção de milho. A dinâmica do nitrogênio no solo é bastante complexa, e a ureia, a principal fonte nitrogenada utilizada no cultivo do milho, sofre perdas significativas por volatilização e lixiviação. Portanto há a necessidade de buscar alternativas para maior aproveitamento do elemento. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de um fertilizante nitrogenado composto com nanopartículas (MIST-N) em combinação com adubação ureia em cobertura. O experimento foi conduzido em uma área experimental localizada em Rio Verde-GO, utilizando um delineamento em blocos casualizados com seis repetições. Foram estabelecidos cinco tratamentos: T<sub>1</sub> (testemunha): 0,0 L ha<sup>-1</sup> de MIST-N; T<sub>2</sub>: 1,0 L ha<sup>-1</sup> de MIST-N; T<sub>3</sub>: 2,0 L ha<sup>-1</sup> de MIST-N; T<sub>4</sub>: 3,0 L ha<sup>-1</sup> de MIST-N; e T<sub>5</sub>: 4,0 L ha<sup>-1</sup> de MIST-N. Todos os tratamentos, incluindo a testemunha, receberam adubação de cobertura com 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia quando as plantas atingiram o estágio de quatro folhas desenvolvidas. Foram avaliadas as características fisiológicas índices de clorofila *a*, *b* e total, e a relação entre elas, área foliar e área foliar da espiga das plantas de milho. Os resultados permitiram verificar ausência de efeitos nas características analisadas.

**Palavras-Chave:** Adubação nitrogenada. Fisiologia. Nanopartículas. Sucessão. *Zea mays* L.

***Doses of a foliar nitrogen fertilizer on the physiological characteristics of corn plants.***

***Abstract: Nitrogen is the most essential nutrient in corn production. Nitrogen fertilization is one of the factors that most directly influences corn grain yield. The dynamics of nitrogen in the soil is quite complex, and urea, the main nitrogen source***

used in corn cultivation, suffers significant losses due to volatilization and leaching. Therefore, there is a need to seek alternatives for better use of the element. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of doses of a nitrogen foliar fertilizer composed of nanoparticles (MIST-N) in combination with urea topdressing. The experiment was conducted in an experimental area located in Rio Verde-GO, using a randomized block design with six replications. Five treatments were established:  $T_1$  (control):  $0.0 \text{ L ha}^{-1}$  of MIST-N;  $T_2$ :  $1.0 \text{ L ha}^{-1}$  of MIST-N;  $T_3$ :  $2.0 \text{ L ha}^{-1}$  of MIST-N;  $T_4$ :  $3.0 \text{ L ha}^{-1}$  of MIST-N; and  $T_5$ :  $4.0 \text{ L ha}^{-1}$  of MIST-N. All treatments, including the control, received topdressing with  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  of nitrogen in the form of urea when the plants reached the four-leaf stage. The physiological characteristics chlorophyll a, b and total indexes, and the relationship between them, leaf area and ear leaf area of corn plants were evaluated. The results showed the absence of effects on the analyzed characteristics.

*Keywords: Nitrogen fertilization. Physiology. Nanoparticles. Succession. Zea mays L.*

### Introdução

O nitrogênio é um elemento fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas de milho, desempenhando um papel crucial na fotossíntese e na divisão celular (Lira-Saldívar; Méndez-Argüello, 2018). No entanto, seu manejo inadequado pode levar a perdas significativas por volatilização e lixiviação (Mota et al., 2015), comprometendo a eficiência da adubação e a produtividade da cultura (Morris et al., 2018).

A ureia, fertilizante nitrogenado amplamente utilizado no Brasil, apresenta alta susceptibilidade à volatilização, especialmente quando aplicada em superfície em sistemas de plantio direto (Weber et al., 2023). Nesse contexto, o uso de nanofertilizantes surge como uma alternativa promissora para reduzir as perdas de nitrogênio e otimizar a nutrição das plantas (Simão et al., 2020).

A alta área superficial e a capacidade de liberação controlada dos nanofertilizantes proporcionam uma maior eficiência na utilização do nutriente (Oliveira et al., 2016). Em comparação com os fertilizantes tradicionais, os nanofertilizantes apresentam um grande potencial para melhorar a nutrição das plantas, garantindo a disponibilidade do nitrogênio no momento em que ela mais necessita (Krishna; Chhabra, 2023). Consequentemente reduz a dependência de altas doses desse elemento (Bueno et al., 2020). No entanto, são necessários mais estudos para avaliar a eficácia dessa tecnologia em diferentes condições de cultivo.

### Material e Métodos

O trabalho foi realizado a campo, em área de plantio direto, no município de Rio Verde-GO, na safra de 2023. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com seis repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos consistiram em doses de MIST-N:  $T_1$ :  $0,0 \text{ L ha}^{-1}$  de MIST-N (Testemunha);  $T_2$ :  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  de MIST-N;  $T_3$ :  $2,0 \text{ L ha}^{-1}$  de MIST-N;  $T_4$ :  $3,0 \text{ L ha}^{-1}$  de MIST-N;  $T_5$ :  $4,0 \text{ L ha}^{-1}$  de MIST-N. Todas as parcelas receberam uma dose única de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio na forma de ureia quando as plantas possuíam quatro folhas totalmente desenvolvidas. A aplicação do MIST-N foi realizada com um pulverizador costal pressurizado por  $\text{CO}_2$ , equipado com barra de quatro pontas de pulverização tipo TT 110-02, utilizando um volume de calda de  $150 \text{ L ha}^{-1}$  e pressão de  $2,5 \text{ kgf cm}^{-2}$ .

As parcelas contiam quatro linhas com espaçamento de 0,5 m e comprimento de 8 m, sendo que a área útil foi levada em consideração as duas linhas centrais desconsiderando dois metros de cada lado. Foi utilizado um híbrido de milho simples, com alto potencial produtivo, semeado imediatamente após a colheita da soja. Foi realizado controle de insetos e doenças durante o desenvolvimento das plântulas, conforme a necessidade da cultura, as sementes foram tratadas com inseticida e fungicida.

A avaliação da taxa fotossintética das plantas foi realizada no estágio de florescimento, por meio da determinação da fluorescência transiente "OJIP" da clorofila na folha da inserção da espiga com o uso de fluorômetro portátil FluorPen FP100 (Photon Systems Instruments; Drasov, Czech Republic). Parte das folhas foi previamente adaptada ao escuro por 30 minutos por meio de clips para oxidação completa do sistema fotossintético de transporte de elétrons. Foram medidas a fluorescência mínima ( $F_0$ ), em  $50 \mu\text{s}$ , quando todos os centros de reação do FSII estavam abertos, definido como passo O; seguida pelo passo J (a 2 ms); passo I (a 30 ms); e passo P quando todos os centros de reação FSII

estavam fechados (fluorescência máxima - Fm). Estes valores foram utilizados para calcular os índices bioenergéticos do FSII.

Concomitantemente, foi determinado os índices de clorofila *a*, *b* e total, e a relação entre elas utilizando um clorofilômetro portátil ClorofiLOG1030®. As leituras foram realizadas nas mesmas folhas utilizadas para a avaliação da área foliar, no período entre 9 e 11h, a fim de minimizar os efeitos da variação diária na concentração de clorofila.

Para avaliar o efeito das doses de MIST-N sobre o crescimento foliar, foram realizadas medições da área foliar de duas plantas por parcela no estágio de florescimento. O comprimento e a largura de todas as folhas com pelo menos 50% de área verde foram medidos, e a área foliar individual foi calculada utilizando a fórmula  $A = C \times L \times 0,75$ . Em seguida, calculou-se a área foliar média por planta.

### Resultados e Discussão

Os resultados obtidos permitiram identificar ausência da contribuição de doses do MIST-N, nas taxas fotossintéticas, mesmo com maior disponibilidade de nitrogênio para a síntese de proteínas envolvidas nesse processo, no crescimento da área foliar e teor nutricional do elemento nas folhas e grãos, quando aplicado em conjunto com ureia em cobertura no milho cultivado em safrinha (Kappes, 2014).

Tabela 1- Resumo da análise de variância e valores médios dos índices clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*), clorofila total (*Chl total*), relação entre clorofila *a* e clorofila *b* (*Chla Chlb<sup>-1</sup>*), área foliar (AF), e área foliar da espiga (AFE) do ensaio de doses de MIST-N na cultura do milho safrinha 2023.

Doses de MIST-N (L ha <sup>-1</sup> )	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl total</i>	<i>Chla Chlb<sup>-1</sup></i>	AF	AFE
					cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
0,0	43,2	16,1	59,4	2,8	6453	943
1,0	43,1	15,0	58,2	2,9	6346	989
2,0	43,2	16,6	59,8	2,6	6385	974
3,0	42,6	15,4	58,0	2,8	6553	979
4,0	43,3	14,5	57,8	2,1	6612	943
Média	43,1	15,5	58,6	2,9	6470	966
Tratamentos	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV%	4,8	18,0	7,8	16,9	6,0	10,5

\*\*,\* e ns: significativo a 1; 5% e não significativo, pelo teste de Tukey, respectivamente.

Os resultados obtidos pelo teste não foram significativos para todas as características avaliadas. Com isso é possível observar que as doses de MIST-N não proporcionaram aumento significativo nas clorofilas *a*, *b*, relação entre as duas, área foliar total e da espiga, sugerindo que o MIST-N não contribuiu para o incremento dessas características.

A pesquisa realizada contribuiu para o desenvolvimento de estratégias mais sustentáveis e eficientes na produção agrícola. Ao avaliar o potencial do MIST-N em melhorar a fisiologia de plantas de milho, este estudo sugere ações para futuras pesquisas que visam explorar diferentes combinações de fertilizantes visando maior eficiência dos insumos. Os resultados obtidos, embora não tenham confirmado a hipótese inicial, ressaltam a importância de estudos para a avaliação de novas tecnologias de adubação na agricultura.

### Conclusão

As doses de MIST-N não influenciaram as características fisiológicas da cultura do milho.

### Agradecimentos

À UniRV-PIBIC pela bolsa oferecida para a realização do projeto, ao Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária-INTA da Argentina, e à Família Buchli e aos funcionários da Fazenda Rio Verdinho pelo apoio na implantação e condução do experimento.

### Referências Bibliográficas

BUENO, D. S.; LIMA, S. F.; BLANCO, M.; CORADI, P. C. Management of nitrogen fertilization on agronomic and nutritional characteristics in second crop corn. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, p. 439-448, 2020.

KAPPES, C.; ARF, O.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R.; Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 201-217, 2014.

KRISHNA, M.; CHHABRA, V. Nano nitrogen for increasing yield of maize (*Zea mays L.*). **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 13, n. 8, p. 1511-1515, 2023.

LIRA-SALDÍVAR, R. H.; MÉNDEZ-ARGÜELLO, B. Nanotecnología: Un nuevo paradigma científico en la producción agropecuaria del siglo. **Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, v. 5, n. 13, p. 1-2, 2018.

MORRIS, T. F.; MURRELL, T. S.; BEEGLE, D. B.; CAMBERATO, J. J.; FERGUSON, R. B.; GROVE, J.; KETTERINGS, Q.; KYVERYGA, P. M.; LABOSKI, C. A. M.; MCGRATH, J. M.; MEISINGER, J. J.; MELKONIAN, J.; MOEBIUS-CLUNE, B. N.; NAFZIGER, E. D.; OSMOND, D.; SAWYER, J. E.; SCHARF, P. C.; SMITH, W.; SPARGO, J. T.; VAN ES, H. M.; YANG, H. Strengths and limitations of nitrogen rate recommendations for corn and opportunities for improvement. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 1, p. 1-37, 2018.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n.2, p. 512-522, 2015.

OLIVEIRA, F. C.; SOUSA NETTO, M. S.; ARAUJO, L. S.; ALMEIDA, A. C. S.; SILVEIRA, P. M.; CUNHA, P. C. R. Corn development and production in function of sources of nitrogen fertilizers and doses. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 812 – 821, 2016.

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, A. F.; GODINHO, V. P. C.; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A. C.; GIEHL, J. Nitrogen fertilization in off-season corn crop in different Brazilian Cerrado environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e 01551, 2020.

WEBER, W. C.; SCHMELING, J. B.; SOUZA, E. L.; LANZANOVA, M. E.; SILVA, D. M.; REDIN, M. Corn productivity and topdressing application cost of nitrogen fertilizers. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 22, n. 2, p. 186-193, 2023.