



## Produtividade de milho cultivado com fontes de nitrogênio de eficiência aumentada

### Yield of maize grown with increased efficiency nitrogen sources

Geovanna Eliza Kolze Rodrigues<sup>1</sup>, Maria Helena Fabricio Panas<sup>2</sup>, Thaís Luana Grzegozeski<sup>2</sup>, Jonatas Thiago Piva<sup>3</sup>

#### RESUMO

A ureia é a principal fertilizante nitrogenado utilizado na adubação de cobertura no milho; porém, apresenta elevada suscetibilidade às perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>). Para diminuir essas possíveis perdas e melhorar a eficiência no uso do nitrogênio pela cultura, alguns produtos comercializados no Brasil, apresentam diferentes tecnologias que, segundo as empresas produtoras, permitem reduzir tais perdas. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento dos diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura na cultura do milho e no seu desenvolvimento, sob sistema de plantio direto, identificando entre elas quais possibilitam menores perdas, melhorando o desempenho agrônomo da cultura do milho. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, sendo uma testemunha e quatro repetições. As parcelas tinham dimensões de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m). A dose de nitrogênio aplicada em todos os tratamentos, foi de 125 kg de N ha<sup>-1</sup>, de acordo com a análise do solo e a produção esperada (10 t de milho), em cobertura. As fontes utilizadas foram: Testemunha (sem N); Nitrato de amônio (27% N); Ureia com inibidor (45% N); Ureia comum (45% N) e Sulfato de amônio (20% N). As fontes ureia, sulfato e ureia+inibidor proporcionaram as maiores produtividade do milho sob sistema plantio direto, sendo a produtividade de todas as fontes superiores a testemunha. Contudo, a média do experimento foi afetada pelo ataque da cigarrinha e pela baixa precipitação pluviométrica no período de florescimento e enchimento de grãos da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fontes nitrogenadas; Volatilização de amônia; Zea mays;

#### ABSTRACT

Urea is the main nitrogen fertilizer used in corn top dressing; Prém, presents high susceptibility to nitrogen losses due to ammonia (NH<sub>3</sub>) volatilization. To reduce these possible losses and improve the efficiency in the use of nitrogen by the crop, some products sold in Brazil feature different technologies that, according to the producing companies, allow these losses to be reduced. In this context, the present work aimed to evaluate the behavior of different nitrogen fertilizers applied as top dressing in the corn crop and in its development, under a direct planting system, identifying among them which ones allow for lower losses, improving the agronomic performance of the corn crop. A randomized block experimental design was used, with five treatments, one control and four replications. The plots had dimensions of 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m). The dose of nitrogen applied in all treatments was 125 kg of N ha<sup>-1</sup>, according to the soil analysis and the expected production (10 t of maize), in coverage. The sources used were: Witness (without N); Ammonium nitrate (27% N); Urea with inhibitor (45% N); Common urea (45% N) and Ammonium sulfate (20% N). The sources urea, sulfate and urea+inhibitor provided the highest maize productivity under the direct planting system, with the productivity of all sources being higher than the control. However, the experiment average was affected by the leafhopper attack and the low rainfall during the flowering and grain filling period of the crop.

**KEYWORDS:** Nitrogenous sources; Ammonia volatilization; Zea mays;

<sup>1</sup> Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: geookolze@gmail.com. ID Lattes: **1194999055260000**.

<sup>2</sup> Voluntario. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná. E-mail: mariahelenapanas@outlook.com

<sup>3</sup> Docente no Curso de Agronomia/COAGR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: jonatas@utfpr.edu.br . ID Lattes: 2319175391833779.



## INTRODUÇÃO

Dentre os cereais cultivados no Brasil, a cultura do milho é de grande destaque no setor agropecuário Brasileiro, por ser utilizada tanto para alimentação humana quanto animal (Conab, 2022). Os dados da Conab. indicam que a cultura do milho tem alto potencial produtivo, uma vez que, alguns produtores e em algumas regiões do país possuem um nível de investimento alto. Os diferentes sistemas de produção de milho devem ser bastante aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar.

Para que ocorra o aprimoramento na produtividade, se faz necessário a adoção de uma série de fatores, entre os quais, o correto manejo e escolha da fonte de nitrogênio (N). O N e o K são os elementos absorvidos em maiores quantidades pela cultura do milho. Porém, o manejo da adubação nitrogenada exige mais cuidados devido às inúmeras reações e ao complexo ciclo desse nutriente no solo, aliado ao fato de ser, geralmente, o elemento mais caro no sistema de produção, podendo assim, ser também o nutriente mais limitante para a mesma (Amado, 2002). A cultura do milho é altamente responsiva ao N, apresentando incrementos significativos em várias características que influenciam a produtividade final Ohland *et al*,2005.

Com relação a dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera, este é muito instável e susceptível a transformações de natureza biológica e físico-químicas. Na atmosfera o nitrogênio é abundante, porém as gramíneas como o milho, possuem capacidade limitada de fixar este elemento através de simbiose com bactérias, por esse motivo sua necessidade à cultura deve ser suprida, dentre outras práticas, através de fertilizantes.

Contudo, os fertilizantes nitrogenados contribuem significativamente no custo de produção e estão sujeitos a perdas, principalmente por volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ), lixiviação de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e também pela emissão de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), principalmente em condições de solo e clima favoráveis, ao processo de desnitrificação Piva *et al*,2019.

Para diminuir essas possíveis perdas e melhorar a eficiência no uso do nitrogênio pelas culturas, alguns produtos comercializados no Brasil, apresentam diferentes tecnologias que, segundo as empresas produtoras, permitem reduzir tais perdas. Porém se faz necessário estudos a campo (regionalizados), que busquem aperfeiçoar as informações desses diferentes produtos, haja vista que além do custo, se manejados inadequadamente poderão causar impactos severos ao ambiente. O uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada e ainda aqueles contendo inibidores de urease, também conhecidos como fertilizantes com eficiência aumentada (FEA), visam evitar a transformação do N-fertilizante em formas menos instáveis, e surgem como alternativa para maximizar a eficiência de uso de N (Cantarella, 2007) .

A hipótese do nosso trabalho é de que o uso desses fertilizantes minimizam as perdas, possibilitando maiores produtividades da cultura do milho. Com base nesse pressuposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento dos diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura na cultura do milho e no seu desenvolvimento, sob sistema de plantio direto, identificando entre elas quais possibilitam menores perdas, melhorando o desempenho agrônômico da cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS



Experimento foi conduzido a campo, na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Santa Helena – PR. Situada a uma latitude 24°51'36" sul e a uma longitude de 54°19'58" oeste, estando a uma altitude média de 240 metros ao nível do mar. O clima segundo a classificação de Köppen é classificado como Cfa subtropical, tendo uma precipitação média anual de 1630 mm e temperatura média anual de 21°C, sendo os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento apresentados na figura 1. O solo na área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de textura muito argilosa Santos *et al* (2013).

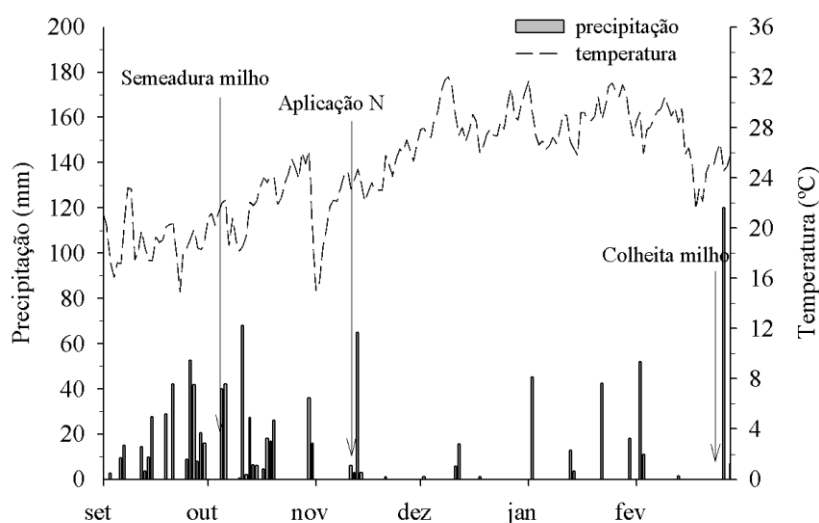


Figura 1. Precipitação e temperatura média do ar durante o período de desenvolvimento da cultura do milho a campo na safra agrícola 2022/2023. Santa Helena-PR. (Fonte: IAPAR/SIMEPAR/IAT).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, sendo uma testemunha e quatro repetições. As parcelas tinham dimensões de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m). A dose de nitrogênio aplicada em todos os tratamentos, foi de 125 kg de N ha<sup>-1</sup>, de acordo com a análise do solo e a produção esperada (10 t de milho), em cobertura quando a cultura se encontrava entre os estádios-V4 de desenvolvimento, no dia 10/11/2022.

Os tratamentos utilizados foram diferentes fontes comerciais de N disponíveis na região, sendo que os tratamentos ficaram assim definidos: i: Testemunha (sem N); ii: Nitrato de amônio (27% N); iii: Ureia com inibidor (45% N); iv: Ureia comum (45% N) e v: Sulfato de amônio (20% N).

A sementeira do milho ocorreu no dia 03/10/2022, de acordo com o zoneamento de risco climático, sendo utilizado o híbrido Pioneer P3282 VYH adaptado para região, num espaçamento de 0,50 m, com uma densidade aproximada de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de fósforo e potássio, ocorreu no momento da sementeira. Os tratos culturais, tais como manejo de plantas daninhas e controle de pragas, foram realizados seguindo as recomendações técnicas para a região.

Para determinação de produtividade foi colhida uma área útil de 6,2 m<sup>2</sup>, no dia 23/02/2023, corrigindo-se a umidade para 14% e extrapolando a sua produtividade para kg ha<sup>-1</sup>.



Os resultados das avaliações foram submetidos à análise da variância, a fim de verificar possíveis diferenças entre os tratamentos. Quando significativo as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,10$ ), através do programa estatístico SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de produtividade apresentou diferença significativa entre as fontes, onde o tratamento nitrato de amônio foi inferior as demais fontes de nitrogênio testadas (Figura 2). A média desse tratamento foi de  $3788 \text{ kg ha}^{-1}$  de milho e as demais fontes apresentam  $4750$ ,  $5001$  e  $5843 \text{ kg ha}^{-1}$  de milho, para ureia+inibidor, sulfato de amônio e ureia, respectivamente (Figura 2). Esses resultados foram um pouco inferiores ao obtido na safra anterior na mesma área com os mesmos tratamentos.

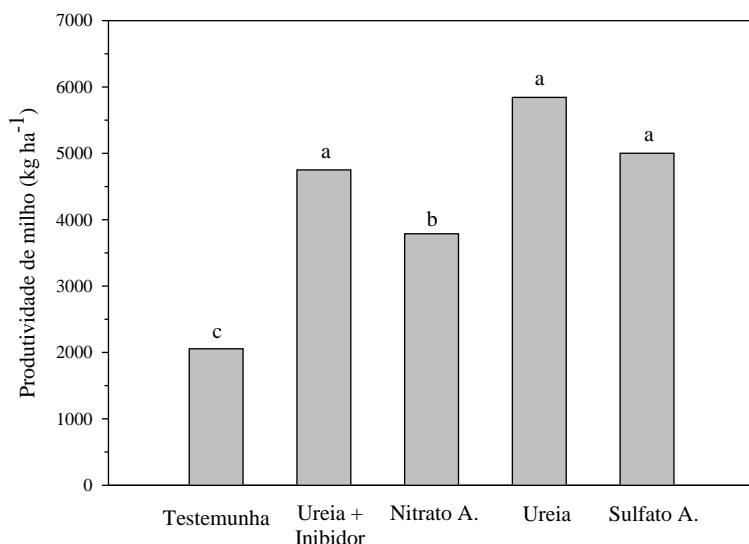


Figura 2. Produtividade de milho cultivado com diferentes fontes de nitrogênio na safra agrícola 2022/2023. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,10$  de probabilidade. Santa Helena-PR.

Essa menor produtividade da cultura do milho para todas as fontes pode ser o reflexo da baixa precipitação no momento do enchimento de grãos (Figura 1), o que possivelmente afetou a produtividade potencial da cultura que ficou abaixo de  $7000 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 2). Outra possível causa é o enfezamento de cigarrinha, onde na cultura do milho, a cigarrinha, *Dalbulius maidis* foi considerada como uma das principais espécies vetoras de patógenos em milho, causando dano direto pela sucção da seiva Bushing *et al* (1974), podendo variar de nove a 90% de prejuízos causados, dependendo da susceptibilidade das cultivares e dos patógenos envolvidos Gordon *et al* (1981).

Contudo, ambas as fontes de N avaliadas foram superiores a testemunha com ausência da aplicação de N, que obteve  $2055 \text{ kg ha}^{-1}$  de produtividade de milho. A não diferença entre as fontes de N (ureia, sulfato e ureia+inibidor) para a produtividade, pode ser atribuída ao fato de que a aplicação do N ocorreu em condições adequadas de umidade do solo, onde três dias antes da adubação de cobertura nitrogenada, registraram-se  $36 \text{ mm}$  de precipitação, o que contribuiu para a manutenção da umidade na palhada, facilitando a



dissolução rápida das fontes, o que promoveu menores perdas entre estas. Já para o nitrato de amônio essa maior umidade pode ter favorecido processo de lixiviação e maiores perdas de N no solo, além da maior desnitrificação que pode ter gerado maiores quantidades de N na forma de gases, como  $N_2O$  e  $N_2$ , o que pode ter refletido num menor aproveitamento de N pela cultura gerando menor produtividade que as demais fontes.

Outro fator a ser destacado é de que o solo possuía teores médios de matéria orgânica e que podem ter favorecido a nutrição da cultura do milho, através da mineralização dos resíduos da matéria orgânica, diminuindo os efeitos das fontes aplicadas.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que as fontes de N ureia, sulfato e ureia+inibidor proporcionaram as maiores produtividade do milho sob sistema plantio direto, sendo a produtividade de todas as fontes superiores a testemunha.

## Agradecimentos

A fundação Araucária pela concessão da bolsa PIBIC.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de Adubação Nitrogenada para o Milho no RS e SC adaptada ao uso de Culturas de Cobertura do Solo, sob Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.

BUSHING, Richard W.; BURTON, Vernon E. Leafhopper damage to silage corn in California. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, n. 5, p. 656-658, 1974.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAERZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.F.L.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. 1st ed. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. p. 375-470. 2007.

CIVARDI, E.A.; NETO, A.N.S.; RAGAGNIN, V.A.; GODOY, E.R.; BROD, E. Ureia de Liberação Lenta Aplicada Superficialmente e Ureia Comum Incorporada ao Solo No Rendimento do Milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, p. 52-59, 2011.



CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, Acompanhamento da safra brasileira: disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>, acesso em 01 de setembro de 2022.

GORDON, D. T., J. K. Knobe & G. E. Scott, 1981. Introduction: history, geographical distribution, pathogen characteristics, and economic importance, p. 1-12. In Gordon, D. T. (ed), Virus and viruslike diseases of maize in the United States. Southern Cooperative Series Bulletin 247. Ohio Agric. Res. and Dev. Center, Wooster, Ohio, USA, 210p.

OHLAND, R.A.A.; SOUZA, L.C.F.; HERNANI, L.C.; MARCHETTI, M.E.; GONÇALVES, M.C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. Ciência e Agrotecnologia, v.29, p.538-544, 2005.

PIVA, J.T.; SARTOR, L.R.; SANDINI, I.E.; MORAES, A.; DIECKOW, J.; BAYER, C.; ROSA, C.M. Emissions of nitrous oxide and methane in a subtropical Ferralsol subjected to nitrogen fertilization and sheep grazing in integrated croplivestock system. Rev Bras Cienc Solo. v.43. p:e0180140, 2019.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBREARAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F. & OLIVEIRA, J.B. de (2013) - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa, p. 353.

SILVA, A.A.; SILVA, T.S.; VASCONCELOS, A.C.P.; LANA, R.M.Q. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. Bioscience Journal, v.28,p.104-111, 2012.

TASCA, F.A.; ERNANI, P.C.; ROGERI, D.A.; GATIBONI, L.C.; CASSOL, P.C. Volatilização de amônia do solo após aplicação de ureia convencional ou com inibidor de uréase. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p. 493-502, 2011.