

PERDAS DE NITROGÊNIO POR VOLATILIZAÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO

HECTOR TAVARES FERREIRA¹; EDUARDA LEAL MARTINS²; THOMAZ DE SOUZA SOARES SCHRANCK³; EZEQUIEL HELBIG PASA⁴; FILIPE SELAU CARLOS⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – hectortavaresf@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – eduardalealmartins2015@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – thomaz3s@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – ezequielpasa@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – filipeselaukarlos@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem uma alta importância mundialmente, devido fornecer produtos para a alimentação humana e animal, bem como matéria prima para a indústria (ALVES et al., 2015). Sua produção no Brasil, na safra 2023/2024, foi cerca de 298,41 milhões de toneladas de grãos, colocando o país como terceiro maior produtor deste cereal no mundo, se posicionando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (CONAB, 2024). O milho é uma das culturas que mais depende de suplementação nitrogenada para o seu desenvolvimento, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica (PASA et al., 2025).

Dentre os fertilizantes nitrogenados, a ureia é amplamente utilizada devido ao seu baixo custo e elevada solubilidade, entretanto, apresenta elevadas perdas de nitrogênio (N) por volatilização de NH_3 , o que compromete a eficiência do uso do nutriente (SANTOS et al., 2023). Em contraste, o nitrato de amônio cálcico (CAN) mostra-se uma alternativa promissora, pois não sofre perdas expressivas por volatilização e pode suprir de forma mais eficiente a demanda de N pelas plantas (PASA et al., 2025). Esse fertilizante contém N tanto na forma nítrica (NO_3^-) quanto amoniacial (NH_4^+), o que evita as reações alcalinas típicas da ureia e, consequentemente, reduz as perdas de NH_3 para a atmosfera. Além disso, o fornecimento de N na forma de NO_3^- contribui para minimizar os efeitos das intensas reações de nitrificação que ocorrem no solo após a aplicação de ureia, as quais podem reduzir temporariamente o pH em até 0,7 unidades, afetando a disponibilidade de nutrientes e a atividade microbiana (WANG et al., 2016). Outro ponto relevante é que a aplicação conjunta de NH_4^+ e NO_3^- tem sido associada ao incremento da produção de biomassa da parte aérea, ao melhor desenvolvimento do sistema radicular e ao maior acúmulo de nutrientes nas plantas (HOLZSCHU et al., 2011).

Dentro deste contexto, nota-se uma grande lacuna de informações sobre as diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados e sua influência na produtividade de grãos de milho em solos de várzea. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar as perdas de N por volatilização de NH_3 e a produtividade de grãos de milho em Planossolo sob fertilização nitrogenada amoniacial e nítrica.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2024/25, no Centro Agropecuário da Palma, situado no município do Capão do Leão. O solo da área de implantação do estudo é classificado como Planossolo Háplico. Foi utilizado a cultivar de milho Pioneer 3016®, com densidade populacional de 88.000 plantas ha⁻¹ e adubação de base de 300 kg do adubo NPK 05-20-20. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições, com esquema fatorial 2X4, consistindo em 2 fontes de N (fator 1) e quatro doses de N (fator 2). Foram utilizadas as doses de 0, 80, 160 e 240 kg N ha⁻¹, com os fertilizantes nitrogenados ureia comum (45% de N na forma amídica) e nitrato de amônio cálcico (NAC) (27% de N na forma amoniacal e nítrica). As unidades experimentais foram constituídas de parcelas de 3,5 m de largura e 4 m de comprimento, totalizando 14 m². A aplicação dos fertilizantes foi realizada de forma fracionada em duas aplicações, nos estádios vegetativos de V4 e V8, sendo 50% da dose em cada aplicação.

A avaliação de perdas N por volatilização de NH₃ foram realizadas com o método de coletores semiaberto estático, conforme metodologia proposta por (VIERO et al., 2014; PASA et al., 2025). As amostragens foram realizadas nas parcelas dos tratamentos sem aplicação de N e nas parcelas com a dose de 160 Kg N ha⁻¹, nos dias 1, 3, 5, 9 e 15 dias após a adubação nitrogenada. Após a coleta, cada esponja foi extraída com 500 mL de solução KCl 1M, sendo retirada uma alíquota de 20 mL da amostra para realizar a quantificação de N volatilizado na forma de NH₃. A quantificação do N foi determinada por arraste de vapor, em aparelho semimicro *Kjeldahl* (TEDESCO et al., 1995).

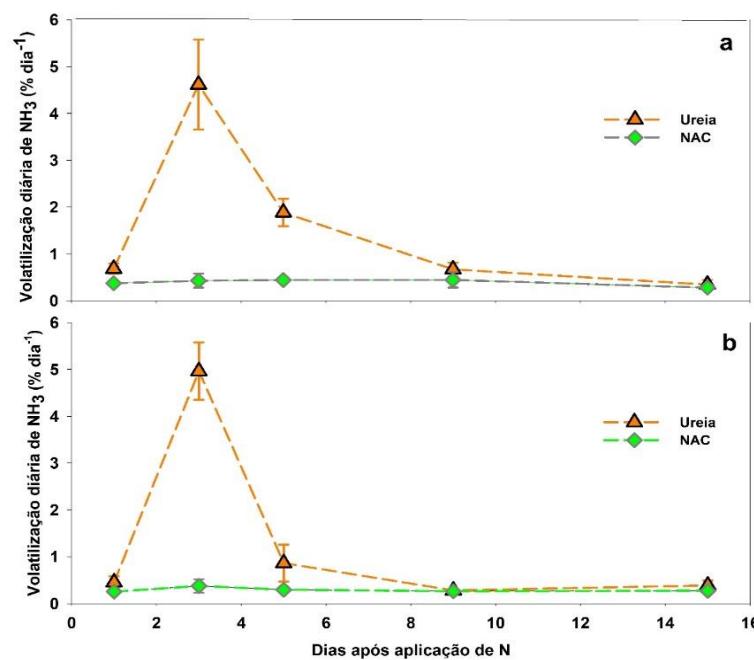
Para a determinar a produtividade de grãos, foram colhidas as 4 linhas centrais, desprezando-se a bordadura das parcelas, totalizando área útil de 3,6 m². Posteriormente foi realizada a trilha das amostras e a determinação da umidade, sendo realizada a correção do peso das amostras para 13% de umidade. Os resultados foram expressos em quilos de grãos por hectare (kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos ao teste de Tukey ($p<0,05$), com o auxílio do software R (R Core Team, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

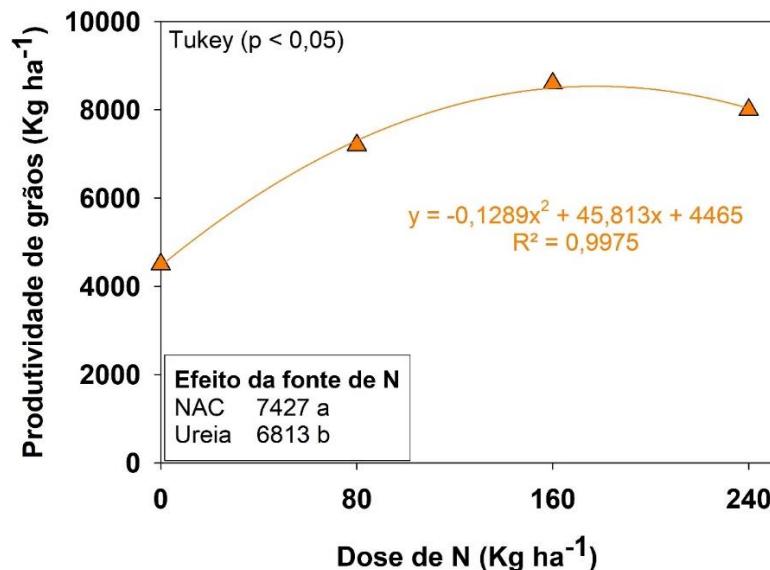
Na figura 1 podemos observar que a ureia apresentou pico de emissão de NH₃ no 3º dia após a aplicação de nitrogênio, em ambas as fertilizações, com valores entorno de 4,8 e 5%, respectivamente, para a primeira (Figura 1a) e segunda (Figura 1b) aplicação nitrogenada. Após o 9º dia, observou-se estabilização da emissão de NH₃ com o uso da ureia. Já o NAC apresentou baixa emissão de NH₃, com ausência de picos de emissão em ambas as aplicações. Esse resultado pode ser explicado devido fontes nítricas como o NAC minimizarem as reações que levam as perdas por volatilização, visto que não possuem reações intensas que ocorrem na hidrólise da ureia e resultam em menores perdas por emissão de NH₃ (PASA et al., 2025), assim, disponibilizam o N de forma mais equilibrada e por um período mais longo para a cultura (WANG et al., 2016).

Figura 1. Volatilização diária de NH₃ após a primeira (a) e segunda (b) aplicação de N na cultura do milho, com o uso de ureia e nitrato de amônio cálcico (NAC), na safra 2024/25, no Centro Agropecuário da Palma.



A produtividade de grãos (Figura 2) apresentou comportamento quadrático em relação às doses de N, com incremento da produtividade até a dose de 160 kg ha⁻¹. Quanto às fontes de N, a produtividade de grãos foi maior com o NAC (7427 kg ha⁻¹) em relação à ureia (6813 kg ha⁻¹). Esses resultados indicam maior eficiência do NAC em comparação à ureia, devido as menores perdas de NH₃ e em função do N ser disponibilizado de forma mais equilibrada ao longo do ciclo da cultura (WANG et al., 2016).

Figura 2. Produtividade da cultura do milho com diferentes doses de N, com o uso de ureia e nitrato de amônio cálcico (NAC), na safra 2024/25, no Centro Agropecuário da Palma.



4. CONCLUSÕES

O uso da ureia apresentou maiores perdas de NH₃ que o uso de nitrato de amônio cálcico, com emissões mais expressivas no 3º e 5º dia após a adubação nitrogenada.

A produtividade de grãos de milho foi maior com o uso de nitrato de amônio cálcico, mostrando que essa fonte de nitrogênio pode proporcionar melhor rendimento das culturas em solos com baixos teores de matéria orgânica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, B.M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, C.B.M.; SILVA, L.P. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.884-891, 2015.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2023/2024**. Décimo primeiro levantamento, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 30 ago. 2024.

HOLZSCHUH, M. J., BOHNEN, H., ANGHINONI, I., MEURER, E. J., CARMONA, F. C. Produção de matéria seca de milho e absorção de nutrientes afetadas por formas de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1457-1466, 2011.

PASA, E. H., FERREIRA, H. T., FERREIRA, J. P., VARGAS, V. L., MEIRELES, D. S., PASA, M. S., PEDÓ, T., SOUSA, R. O., CARLOS, F. S. Calcium Ammonium Nitrate Fertilization Reduces Ammonia Volatilization and Increases Yield in Corn-ryegrass Succession in Southern Brazil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-14, 2025.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SANTOS, H. P., ZANATTA, J. A., CECHIN, I., PELISSARI, F., BEUTLER, S. J., MORAES, M. P. Volatilização de amônia e eficiência agronômica de fertilizantes nitrogenados em milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, e0230021, 2023.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. e ampliada. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 1995, 174p.

VIERO, F.; BAYER, C.; COSTA BEBER VIEIRA, R.; CARNIEL, E. Management of irrigation and nitrogen fertilizers to reduce ammonia volatilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, 2015.

WANG, W., HUANG, Y., YU, Y., LI, T., WANG, H., HUANG, H. Effects of urea application on soil pH and microbial communities in a rice–wheat rotation system. **Journal of Soils and Sediments**, v. 16, p. 1749-1759, 2016.