



MOL2NET'22, Conference on Molecular, Biomedical & Computational Sciences and Engineering, 8th ed.

NATMODECO: Nat. Prod., Molec. Sci., Develop., Environ. Sust. and Economy Congress, Paris, France-Ohio, USA, 2022.



Strategies for Efficient use of Nitrogen in Agriculture

Estefania Ascencio Medina

IKERDATA S.L., University of Basque Country UPV/EHU, Rectorate Building, Leioa, 48940, Greater Bilbao

Abstract

Nitrogen (N) is one of the most important nutrients for plant growth and is therefore largely applied in agricultural systems through fertilization. However, nitrification leads to nitrate leaching and the production of gaseous nitrous oxide, which can result in a loss of up to 50% of nitrogen availability to the plant.

There are different strategies to prevent nitrification, such as the use of synthetic nitrification inhibitors (SNI), biological nitrification inhibitors (BNI), controlled slow-release fertilizers and keeping plants in continuous growth to assimilate nitrogen. However, when making a decision on which methodology to use to manage fertilization, the advantages and disadvantages of each must be known in order to achieve efficient nitrogen use (NUE). This mini-review will show some strategies used in agriculture.

Keywords: Nitrogen, Synthetic nitrification inhibitors, Biological nitrification inhibitors, Efficient nitrogen use

1. Introducción

Las actividades humanas han alterado drásticamente el ciclo global del nitrógeno (N) al aumentar la cantidad de N reactivo en la biosfera, los aportes antropogénicos de los fertilizantes de N producidos industrialmente y la fijación de N por parte de los cultivos ahora superan los aportes naturales de N a los sistemas terrestres. Sin embargo, el uso eficiente del nitrógeno (NUE) de nuestros fertilizantes en los sistemas agrícolas sigue siendo bastante baja; por lo general, el cultivo absorbe solo alrededor del 50 % o menos del fertilizante aplicado durante la temporada de crecimiento.

Una mejor comprensión del ciclo del N en los agroecosistemas es esencial para intensificar la producción sostenible de alimentos y reducir los impactos ambientales negativos. (Norton & Ouyang, 2019). Se han utilizado diferentes metodologías para lograr restringir las tasas de nitrificación como lo veremos a continuación.

2. Inhibidores sintéticos de la nitrificación

El uso de los inhibidores sintéticos como la diciandiamida (DCD), el 3,4-dimetilpirazol-fosfato (DMPP) y la 2-cloro-6-(triclorometil)-piridina (Nitrapirina) han sido desarrollados para su uso en agricultura con el fin de ayudar a ralentizar la nitrificación y reducir las pérdidas de N del suelo, los inhibidores sintéticos mejoran el (NUE) por lo tanto podrían mejorar la salud ambiental al reducir los gases de efecto invernadero (GEI), como también reducir la huella económica y ambiental de la producción de alimentos y en algunos casos mejorar el beneficio del rendimiento agronómico (Ma et al., 2021). Sin embargo, estos inhibidores podrían tener efectos positivos o negativos, según desde el punto de vista que se observe. En el caso de la DCD, se ha demostrado que la aplicación de dosis bajas en suelos de pastizales (10 a 50 mg kg⁻¹ suelo) reduce las emisiones de óxido nitroso (N₂O) entre un 26 y un 82 % y las de dióxido de carbono (CO₂) en un 7 % (Chadwick et al., 2018) sin embargo, a pesar de sus beneficios demostrados, los inhibidores sintéticos sufren una serie de desafíos que pueden limitar su adopción, estos incluyen: (a) falta de estabilidad química y respuestas variables en diferentes tipos de suelo y regímenes de humedad/temperatura, (b) falta de estrategias rentables y prácticas para dirigir espacialmente la aplicación de inhibidores sintéticos en el campo (Ma et al., 2021) y (c) los inhibidores sintéticos (por ejemplo, DCD) pueden contaminar el pastos y ser absorbidos por las plantas (Luo et al., 2015) encontrando su camino en la cadena alimentaria humana (Ma et al., 2021), lo que resulta en percepciones públicas negativas

3. Inhibidores biológicos de la nitrificación (BNI)

Debemos apostar a otras soluciones, como podrían ser los inhibidores biológicos de la nitrificación (BNI), este es un proceso de la rizosfera mediado por las plantas en el que se producen y liberan exudados desde las raíces que pueden suprimir la actividad nitrificante en el suelo (Wang et al., 2021). Aprovechar este potencial para promover un mayor NUE es altamente deseable y tiene varios beneficios sobre los inhibidores sintéticos, incluyendo: bajo costo, entrega a través de toda la zona radicular, producción continua, mayor aceptabilidad pública y menor huella de carbono (C) (Ma et al., 2021) Existen diferentes estudios donde se ha identificado cultivos con BNI como: sorgo, trigo, B. humicicola, arroz entre otros (Wang et al., 2021).

4. Fertilizantes de Liberación Lenta Controlada

Los fertilizantes de liberación lenta están diseñados para adaptarse mejor al momento de la liberación de nutrientes a la demanda de la planta. Debido a factores de costo, su uso en entornos agrícolas es limitado, aunque se usan ampliamente en aplicaciones hortícolas.

La urea es uno de los fertilizantes más utilizados en la agricultura. Se pueden aplicar recubrimientos de liberación lenta para limitar la solubilidad y retrasar la hidrólisis de la urea y la posterior nitrificación (Norton & Ouyang, 2019)

5. Mantener el crecimiento continuo de las plantas para asimilar el N

En los ecosistemas naturales se han desarrollado una serie de mecanismos de conservación del N que incluyen la absorción directa de N orgánico por las plantas y la supresión de la nitrificación. Estos mecanismos cierran esencialmente el ciclo del N y facilitan la acumulación de N orgánico en el suelo. El uso de cultivos de cobertera, mantillos vivos y cultivos intermedios mantiene las raíces vivas de las plantas en el suelo, añade materia orgánica al sistema y disminuye la acumulación de nitratos y la lixiviación potencial. Los cultivos de cobertera deben manejarse con cuidado, especialmente en climas más secos, para evitar disminuciones en la productividad del cultivo primario debido a la absorción de agua o nutrientes, al tiempo que se promueve el reciclaje de nitratos del suelo (Norton & Ouyang, 2019).

Conclusions

The application of nitrogen fertilizers is an important means of increasing crop yields and improving economic profitability. However, over-application of nitrogen fertilizers has led to a number of environmental pollution problems. Controlling soil nitrification is essential to reverse the current decline in NUE, maximizing food production and reducing the inappropriate exploitation of all natural resources.

References

- Chadwick, D. R., Cardenas, L. M., Dhanoa, M. S., Donovan, N., Misselbrook, T., Williams, J. R., Thorman, R. E., McGeough, K. L., Watson, C. J., Bell, M., Anthony, S. G., & Rees, R. M. (2018). The contribution of cattle urine and dung to nitrous oxide emissions: Quantification of country specific emission factors and implications for national inventories. *Science of the Total Environment*, 635, 607–617. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.152>
- Luo, J., Ledgard, S., Wise, B., Welten, B., Lindsey, S., Judge, A., & Sprosen, M. (2015). Effect of dicyandiamide (DCD) delivery method, application rate, and season on pasture urine patch nitrous oxide emissions. *Biology and Fertility of Soils*, 51(4), 453–464. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-0993-4>
- Ma, Y., Jones, D. L., Wang, J., Cardenas, L. M., & Chadwick, D. R. (2021). Relative efficacy and stability of biological and synthetic nitrification inhibitors in a highly nitrifying soil: Evidence of apparent nitrification inhibition by linoleic acid and linolenic acid. *European Journal of Soil Science*, 72(6), 2356–2371. <https://doi.org/10.1111/ejss.13096>
- Norton, J., & Ouyang, Y. (2019). Controls and adaptive management of nitrification in agricultural soils. *Frontiers in Microbiology*, 10(AUG), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01931>
- Wang, X., Bai, J., Xie, T., Wang, W., Zhang, G., Yin, S., & Wang, D. (2021). Effects of biological nitrification inhibitors on nitrogen use efficiency and greenhouse gas emissions in agricultural soils: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 220, 112338. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112338>