

USO EFICIENTE DEL NITROGENO DE LOS FERTILIZANTES CONVENCIONALES

A. Boaretto, T. Muraoka y P. Trevelin*

Los fertilizantes nitrogenados de uso convencional en la agricultura son la urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, MAP y DAP, destacándose la urea cuyo consumo supera a todos los demás juntos.

En el mundo, el arroz, trigo y maíz consumen al momento aproximadamente el 60% del N total empleado como fertilizante y representan cerca de un tercio de la proteína total consumida. Se estima que en el año 2050 la población mundial alcanzará los 9.3 billones de habitantes y que será necesario aumentar entre 50 y 70% la producción de estos cereales. De no existir un incremento en la eficiencia de la fertilización debería entonces haber un incremento de igual magnitud en el uso de fertilizantes nitrogenados. De allí la necesidad de aumentar la eficiencia del uso de nitrógeno (N).

En Brasil, el maíz, la caña de azúcar y el café consumen casi el 60% de todo el N empleado en agricultura. Por esta razón, los esfuerzos por incrementar la eficiencia de uso del N debe concentrarse principalmente en estos cultivos.

La eficiencia de uso del N, medida como la ganancia en producción de grano por unidad de nutriente aplicado, debe buscarse en los cultivos de alta productividad a través del uso de las buenas prácticas de manejo (BPM).

El concepto de eficiencia del N puede variar de acuerdo a la perspectiva de producción, pero no debe priorizarse la alta eficiencia en detrimento de la productividad. Se conoce la ley de los rendimientos decrecientes que indica que al incrementar las dosis de N los incrementos en producción se van reduciendo, y por la eficiencia se va haciendo menor (**Figura 1**).

La eficiencia del uso de N se puede expresar de diferentes maneras:

- EI = Eficiencia interna de utilización de N, kg de producción por kg de N absorbido.
- FPP = Factor parcial de productividad: kg de producto cosechado por kg de N aplicado.
- EF = Eficiencia fisiológica: kg de aumento de producción por kg de aumento en la absorción de N.
- EA = Eficiencia agronómica: kg de aumento en la producción por kg de N aplicado.
- ER = Eficiencia aparente de recuperación: kg de aumento de la absorción de N por kg de N aplicado.

La eficiencia de recuperación del N (ER) es el principal parámetro para evaluar el resultado de BPM empleadas. En la **Figura 2** se presenta la recuperación de N

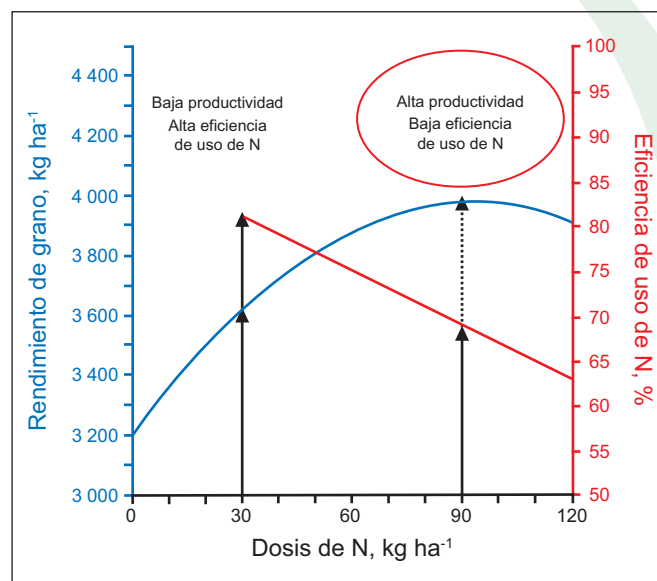


Figura 1. Respuesta del trigo en rendimiento en función del uso eficiente de N.

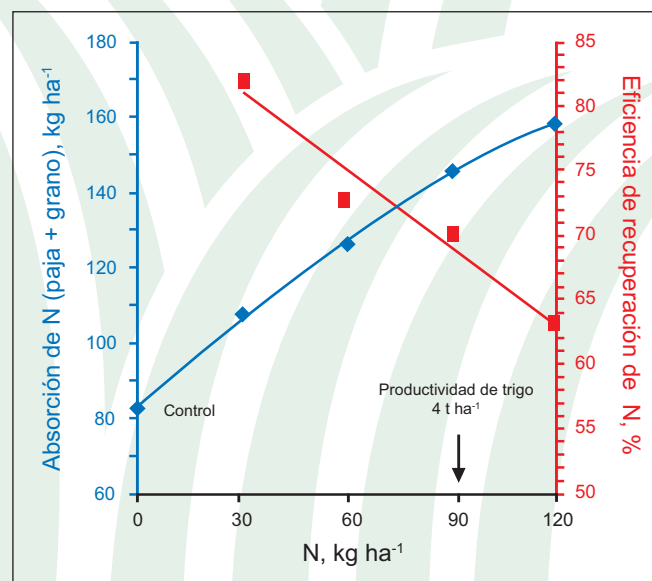


Figura 2. Recuperación del N aplicado en forma de urea en el cultivo de trigo bajo riego (Spolidorio, 1999).

* Tomado de: Boaretto, A.E., T. Muraoka e P. Trevelin. 2007. Uso eficiente de nitrogênio nos fertilizantes convencionais. *Informações Agrônomicas* 120:13-14.

aplicado en forma de urea en el cultivo de trigo bajo riego. Se observa que los valores de recuperación son bastante elevados cuando se comparan con la media de datos encontrado en otros estudios e indican que se pueden obtener altas productividades con alta recuperación del N aplicado cuando las BPM son cuidadosamente adoptadas, entre ellas el uso adecuado del riego.

En el estudio del aprovechamiento de N por las plantas se pueden usar tres métodos: directo o isotópico, indirecto o diferencia y regresión lineal. El primer método es bastante útil para estudiar el destino del N (^{15}N) del fertilizante en el sistema suelo - planta.

Los resultados de un estudio de balance de N en el cultivo de trigo con uso de la técnica isotópica demostraron que de los 90 kg de N aplicados como urea, 57 kg se acumularon en el grano (65%) y éstos fueron exportados del campo; 15 kg quedaron en el suelo; 15 kg permanecieron en la paja del trigo pudiendo permanecer en el sistema si la paja se queda en el campo; 1 kg se encontró en las raíces; y 1 kg se lixivió debajo de los 50 cm del perfil.

Muchos datos de investigación han demostrado que existe una gran variación entre los valores de recuperación del N aplicado como fertilizante en diferentes cultivos. Esto se debe a la variabilidad de manejo y a las condiciones como dosis, época de aplicación y clima donde fueron obtenidos. Además, son valores que en gran parte provienen de parcelas experimentales que solamente reportan el contenido de N de la parte aérea de las plantas y generalmente en apenas un solo ciclo de cultivo. Una parte del N que no se contabiliza es la que queda en las raíces en el suelo y que eventualmente puede enriquecer el sistema con N para ser aprovechado por los cultivos subsecuentes.

En este contexto, existe la necesidad de conducir investigación que considere el sistema agrícola en forma holística y por más de un ciclo de cultivo. Con un estudio de balance de entradas y salidas de N en el

sistema, evaluado por un periodo de tiempo mayor, se puede comprender mejor el destino del N de los fertilizantes aplicados y su impacto en el suelo y en el ambiente. Los factores considerados para la optimización del uso de los fertilizantes nitrogenados como dosis correcta, época correcta, forma de localización y equilibrio con otros nutrientes deben ser evaluados localmente.

En Brasil, las recomendaciones de fertilización para los cultivos anuales se calculan en base al análisis de suelos y a la expectativa de producción, cuando mayor es la expectativa de producción, mayor es la dosis de N a ser aplicada. Por otro lado, la historia del sitio indica la posibilidad de la respuesta a la fertilización y sirve como apoyo para la recomendación. En el caso de los cultivos perennes de alta exigencia de N como café, la recomendación se calcula de acuerdo al estado nutricional de las plantas y el rendimiento esperado, o sea, cuando menor es el contenido de N en la hoja, mayor es la dosis de N a ser aplicada y cuando mayor es la productividad esperada, mayor es la dosis de N a ser recomendada.

Existe un desfase entre la liberación del N aplicado y la absorción del elemento por el cultivo. Normalmente, la disponibilidad del N aplicado al suelo disminuye con el transcurso del tiempo, pero se incrementa la necesidad del cultivo. Por esta razón, la fertilización aplicada en el momento correcto maximiza el efecto del N y minimiza una posible contaminación del ambiente.

El balance adecuado de nutrientes es de fundamental importancia para obtener la mayor eficiencia de uso de N. Los nutrientes raramente actúan aisladamente y casi siempre interactúan influenciándose mutuamente.

Se debe recordar también que el N entra en contacto con las raíces de las plantas por flujo de masa, lo que indica que el agua es fundamental para que el nutriente sea adecuadamente absorbido y exista eficiente respuesta a la aplicación de N. □