

NITRÓGENO EN MAÍZ: ¿PODEMOS MEJORAR LA INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO?

COPETE I

La interpretación del análisis de suelo puede ser mejorada considerando el potencial de rendimiento, el aporte de nitrógeno por mineralización del suelo y el efecto del cultivo antecesor.

N. Reussi Calvo^{1,2,3}, N. Wyngaard^{2,3}, H. Sainz Rozas^{2,3}, F. Garcia⁴
¹FERTILAB, ²INTA-FCA Balcarce, ³CONICET, ⁴Asesor Privado
nreussicalvo@laboratoriofertilab.com.ar

El diagnóstico de la fertilidad de suelos y recomendación de fertilización de cultivos contemplan diferentes etapas entre las que se destacan: 1- el muestreo de suelo, 2- el análisis propiamente dicho y 3- la interpretación de los resultados. La primera de ellas es clave, dado que representa el primer paso dentro del proceso que lleva a la recomendación de fertilización. La etapa de interpretación puede ser definida como el proceso mediante el cual se trata de encontrar significado al dato que surge del análisis de suelo. Generalmente, para una mejor interpretación es necesario conocer el marco y/o contexto en el que se realiza la misma (ej: la zona, el ambiente, dinámica de nutrientes, etc.).

En la actualidad, se estima que a nivel nacional la reposición de N para las gramíneas (relación entre la cantidad de N aplicada como fertilizante y la cantidad de N extraída por el cultivo) es del 64%, siendo la dosis promedio 50 a 60 kg N ha⁻¹. Esto explica en parte la diferencia entre el rendimiento posible y el rendimiento realmente obtenido en los cultivos de la región, la cual varía entre 20 y 40%. Por lo tanto, es necesario contar con métodos que permitan realizar un correcto diagnóstico del requerimiento de N con el objetivo de maximizar el rendimiento, minimizar el costo económico y el potencial impacto ambiental negativo de la práctica de fertilización.

La metodología más difundida para el diagnóstico de N en maíz se basa en la determinación del contenido de nitrato (N-NO₃⁻) en suelo previo a la siembra del cultivo (profundidad de 0-60 cm). Trabajos recientes han informado, considerando toda la región pampeana, una disponibilidad de N crítica en pre-siembra (valor mínimo de N en suelo más N del fertilizante por debajo del cual el rendimiento del cultivo disminuye de manera significativa) de 293 kg N/ha para rendimientos de 11 tn/ha. No obstante, considerar solamente el contenido de N en pre-siembra es insuficiente para un buen diagnóstico, dado que solo explica el 18% de la variación del rendimiento (Figura 1). Para ejemplificar la falta de precisión de esta metodología, observe en la Figura 1 que una disponibilidad de 200 kg/ha de N en suelo más fertilizante puede resultar en rendimientos de maíz que van desde 2.000 a 18.000 tn/ha. Por lo tanto, identificar y estudiar las variables que condicionan la respuesta a N permitirían generar modelos de diagnóstico más precisos que los actuales y, por ende, maximizar la eficiencia de uso del fertilizante aplicado.

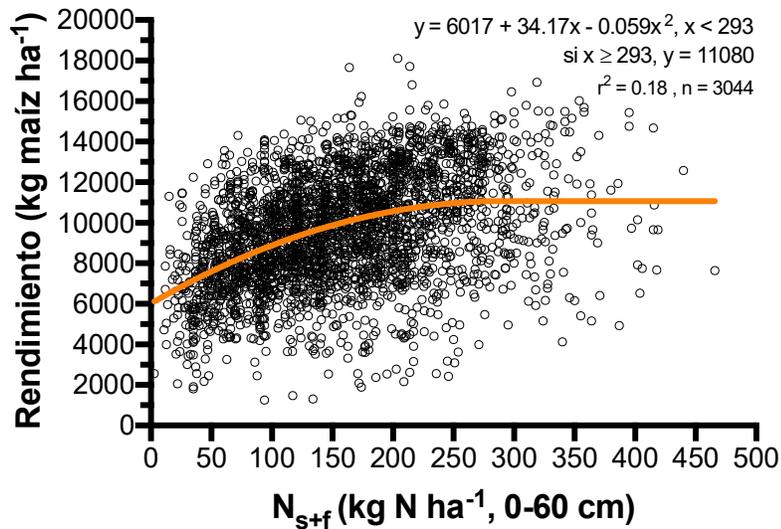


Figura 1. Rendimiento de maíz en función de la disponibilidad de N (suelo + fertilizante) previo a la siembra del cultivo para la Región Pampeana Argentina (Tesis Correndo, 2018).

En los últimos años se han propuesto distintos umbrales de disponibilidad de N (suelo más fertilizante) los cuales varían en función de diferentes factores entre los que se destacan: 1- el potencial de rendimiento, 2- el potencial de mineralización del suelo y 3- el efecto del cultivo antecesor. Trabajos recientes, determinaron que el umbral crítico de disponibilidad de N es función del potencial de rendimiento del cultivo. Es decir, cuanto más vaya a rendir el cultivo, mayor será su demanda de N. A modo de ejemplo, para un rendimiento de 6.5 ton/ha es necesario una disponibilidad de N (N en suelo más N del fertilizante) de 133 kg N/ha mientras que para rendimientos máximos de 14.1 ton/ha es necesario hasta 304 kg N/ha (Figura 2). Por lo tanto, conocer el potencial de rendimiento del cultivo permite mejorar la precisión de la recomendación de fertilización.

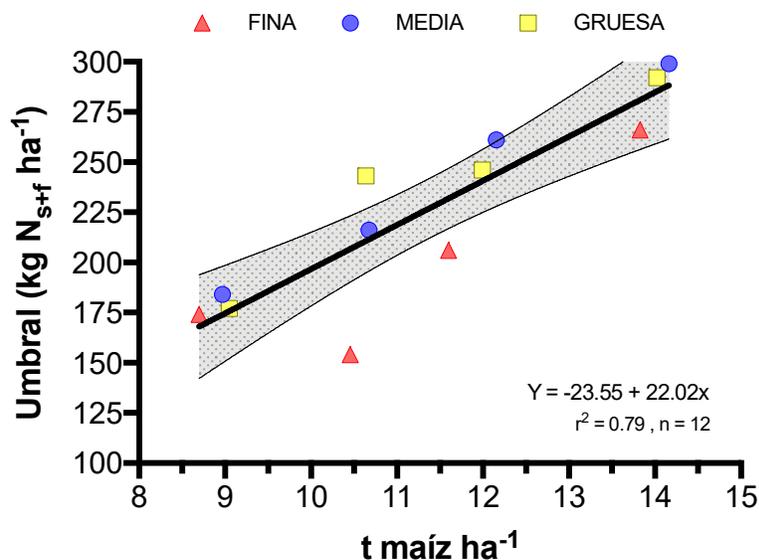


Figura 2. Relación entre el umbral de disponibilidad de N estimado (N en suelo más N del fertilizante) y el potencial de rendimiento de maíz (t ha⁻¹). La franja gris represente el intervalo de confianza (95%) de la curva de ajuste. (Tesis Correndo, 2018). Los puntos de colores indican diferentes clases texturales.

Como se mencionó, otro aspecto a considerar para mejorar la interpretación del análisis de suelo es considerar el aporte de N desde la fracción orgánica del suelo. En general, los métodos de diagnósticos basados en la determinación del contenido de N en pre-siembra no contemplan de manera directa el aporte de N por mineralización durante el ciclo del cultivo (pasaje de N en la materia orgánica a N disponible para el cultivo), el cual representa una fuente de N importante para los mismos. Trabajos recientes han demostrado que el aporte de N por mineralización durante el ciclo de un cultivo puede variar desde 22 hasta 232 kg N ha⁻¹ según zona, cultivo y fecha de siembra. De esta manera, si la liberación de N desde la fracción orgánica no es tenida en cuenta se podría subestimar o sobrestimar la cantidad de fertilizante nitrogenado a aplicar, elevando el costo económico y el riesgo ambiental de la fertilización. En los últimos años, trabajos realizados para trigo y maíz, han demostrado que la incorporación del Nan (N-amonio liberado durante la incubación anaeróbica de una muestra de suelo) a los modelos tradicionales de diagnóstico mejora la estimación de las necesidades de N. A modo de ejemplo, en la Figura 3 se presenta el cambio en la dosis de N según el nivel de Nan del lote para ambientes con rendimientos de 9000 y 12000 kg ha⁻¹. En la misma se observa que a medida que el valor de Nan aumenta se reduce la dosis de N a fertilizar para un determinado rendimiento objetivo. En general, para el sudeste bonaerense y maíces de siembra temprana, es esperable en condiciones normales de humedad y temperatura un aporte de N por mineralización en suelo de 2,6 a 3,2 kg N/ha por cada ppm de Nan. Este valor varía según zona, fecha de siembra y cultivo.

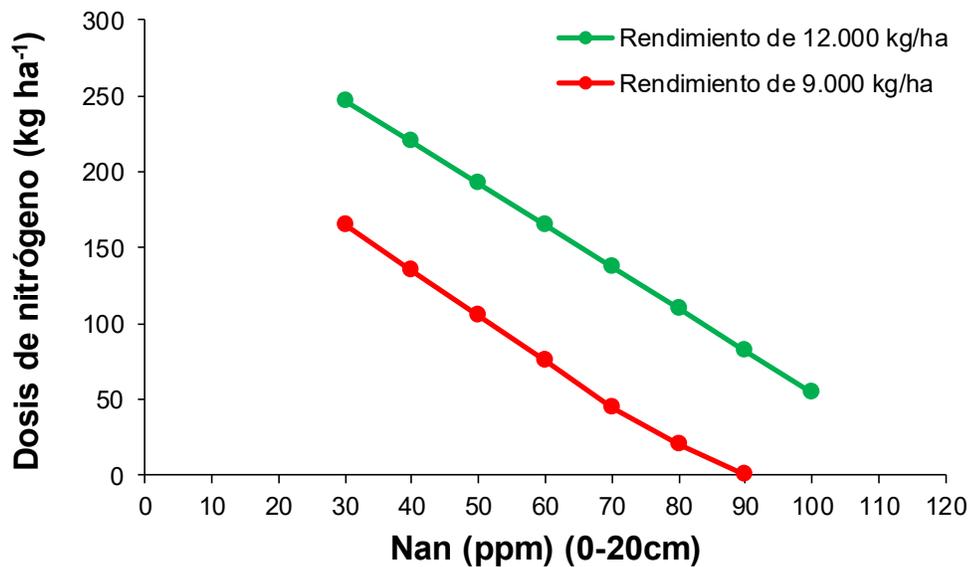


Figura 3. Relación entre la dosis de nitrógeno aplicada en maíz y el potencial de mineralización de nitrógeno del lote estimado con el Nan para ambientes con diferente rendimiento objetivo. **Disponibilidad inicial de N (60 cm) entre 60-70 kg ha⁻¹.**

Por último, el cultivo antecesor (sea cultivo puente o no) modifica la dinámica de N para el cultivo posterior en la rotación en función de la especie, calidad de los residuos, tipo de suelo, temperatura, agua disponible y momento y método de incorporación, entre otros. Trabajos realizados en los últimos años en maíz reportaron aportes de N por efecto del cultivo antecesor que varían desde -40 hasta 100 kg N ha⁻¹ según cultivo y momento de interrupción (Figura 4). Los modelos de diagnóstico citados (N disponible en pre-siembra + Nan) no contemplan el N que pudo haber sido liberado o inmovilizado

por los residuos del cultivo antecesor en estadios posteriores a seis hojas del maíz. *No obstante, trabajos recientes determinaron que la calidad del residuo (definida por su relación C/N), por un lado, y el N acumulado en materia seca, por otro, mejoró la estimación de la dosis de N del cultivo.* Estos resultados remarcan la importancia de considerar el efecto del cultivo antecesor en los actuales modelos de diagnóstico de nitrógeno para cultivos extensivos.

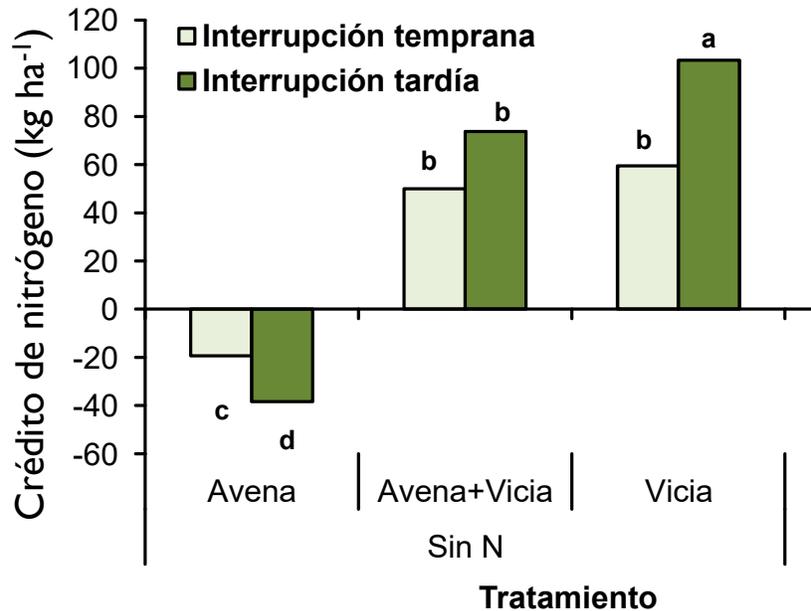
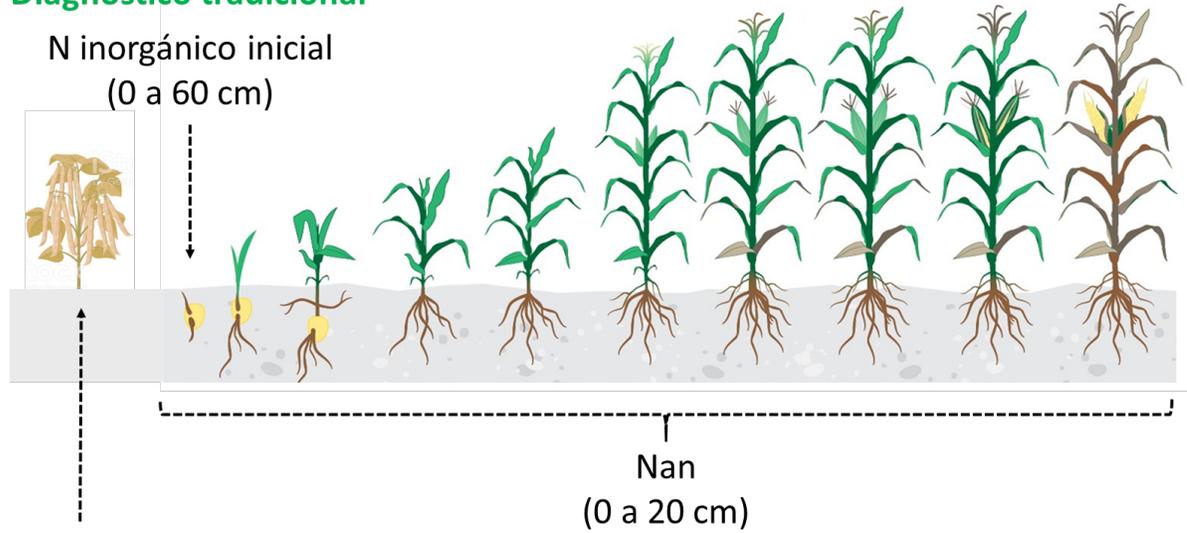


Figura 4. Crédito de nitrógeno por efecto del cultivo puente en materia seca aérea de maíz al estadio R6 en distintos momentos de interrupción (temprano: 1/10 y tardío: 30/10). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tesis Diez, 2017).

En síntesis, la interpretación de los análisis de suelo y, por lo tanto, el diagnóstico de la disponibilidad de N en maíz debería contemplar no solo la determinación de la disponibilidad de N en pre-siembra sino también el potencial de rendimiento, el aporte de mineralización del suelo y el efecto del cultivo antecesor (Figura 5). En la actualidad, el empleo de tecnologías de procesos y de conocimientos es el único camino hacia la mejora en la eficiencia de uso de los recursos en pos de una agricultura intensificada y sustentable.

Diagnóstico tradicional



Cultivo antecesor

Diagnóstico de mineralización

Figura 5. Resumen de las metodologías tradicionales y complementarias utilizadas en el diagnóstico de fertilización con N en maíz.