

El Análisis de Potencial de Mineralización de Nitrógeno: Su Significado y Desarrollo de su Aplicación Agronómica

Adriana García Lamothe¹ y Andrés Quincke¹

Para mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada se pueden considerar varias prácticas o estrategias de manejo. Éstas pueden variar en importancia o impacto según las condiciones edafoclimáticas, pero se pueden distinguir dos tipos. En primer lugar figuran las medidas agronómicas generales referentes a seleccionar el cultivo y la variedad, aplicar las recomendaciones básicas de manejo del cultivo (época de siembra, densidad de siembra, control de malezas, plagas y enfermedades, etc.), y levantar otras posibles limitantes del suelo (P, K, compactación). En segundo lugar se reconocen las medidas específicas de manejo de la fertilización nitrogenada y que en su conjunto constituyen el plan de manejo de N. Comprenden por ejemplo la fuente de N, el fraccionamiento y forma de aplicación, y **utilizar la dosis apropiada de N**.

El ajuste de los requerimientos de N de los cultivos a través de análisis de suelo y/o planta ha ido evolucionando con el tiempo. Primero se utilizó la materia orgánica del suelo (MOS) y el N total, pero estos análisis dicen poco de cuál será la disponibilidad de N para el cultivo. Luego se incorporó el análisis de nitratos y más recientemente el estatus de N de las plantas (% de N). La concentración de nitrato tiene carácter transitorio por su movilidad en la solución del suelo, pero el dato tomado próximo a la siembra y considerando las precipitaciones es de utilidad. El % de N en plantas es buen indicador del historial de disponibilidad de N que tuvo el cultivo pero es poco práctico especialmente cuando se manejan áreas grandes. Para profundizar en la aplicación del método de monitoreo para la fertilización nitrogenada de trigo, se sugiere la publicación Serie Técnica N°144 "Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas"; artículo en Simposio LATU, y en Jornada Mercedes "Más de 25 años de investigación en manejo de la fertilización en trigo".

Cuánto N podrá aportar el suelo?

El ideal es saber cuánto N proveniente de la mineralización aportará un suelo al cultivo para complementar la información de otros análisis. Stanford y Smith (1972) midieron en diferentes suelos incubados aeróbicamente a 35 ° C la mineralización neta de N durante 30 semanas a intervalos incrementales y obtuvieron entre 20 y más 300 mg de N kg⁻¹ de suelo seco, a esos valores les llamaron: potencial de mineralización de N del suelo.

En la Estanzuela con el método de Stanford y Smith se midió el N potencialmente mineralizable en sistemas contrastantes del experimento de rotaciones (1963): i) con agricultura continua sin fertilizante, ii) idem anterior pero con fertilizante N-P; iii) rotación de cultivos y pasturas. Los valores más altos se asemejaron a los de Stanford y Smith, pero no se hallaron valores tan bajos pues en este caso se trataba del mismo tipo de suelo.

¹ Suelos, INIA La Estanzuela.

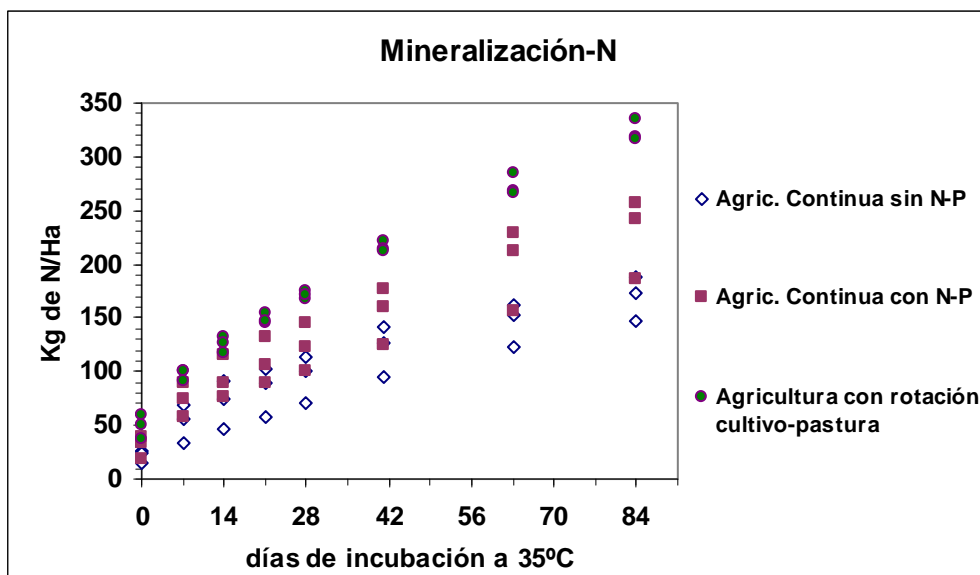


Figura 1. Evolución del N neto liberado siguiendo el método de Stanford y Smith en tres suelos del experimento de rotaciones (1963) de La Estanzuela.

Como lo indica su nombre se trata de un *potencial* pues el suelo está incubado a 35 ° C, temperatura óptima para la mineralización y además se mantiene la humedad. De todas formas la información es valiosa para comparar situaciones y hasta puede ser otro criterio a considerar al ajustar la fertilización con N.

El indicador del Potencial de Mineralización de Nitrógeno PMN

Pero la determinación del potencial de mineralización del suelo tiene una gran limitante y es que no se adecua a las rutinas de laboratorio por el tiempo que insume. Por esa razón se ha trabajado en indicadores más aptos. En la década pasada el laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de INIA-La Estanzuela seleccionó uno de ellos: la determinación del N amoniacal (N-NH₄⁺) producido luego de la incubación anaeróbica de 7 días (Waring y Bremner, 1964). Debe tenerse presente que el amonio es el último producto de la descomposición de los residuos orgánicos.

El indicador permitió establecer 3 grandes categorías de suelos: (i) de baja capacidad de aporte (< 30 mg kg⁻¹ de N-NH₄⁺), (ii) de capacidad media (30 a 55 mg kg⁻¹ N-NH₄⁺), (iii) de alto capacidad de aporte de N (> a 55 mg kg⁻¹ de N-NH₄⁺).

Descripción del método

La muestra se toma con calador estando el suelo friable a una profundidad predefinida, para un análisis convencional es 0-15 cm. Requiere un mínimo de 15 tomas hacer una muestra compuesta representativa del sitio. Esta se debe enviar lo antes posible al laboratorio en bolsa de polietileno o ponerla en heladera (4-5°C) hasta el envío. En el laboratorio la muestra se desmenuza a mano lo más rápido posible, se pasa por un tamiz de 2 mm de malla. En otros 10 g de muestra se determina % de humedad y en base a ella se pesa el equivalente a 5 gramos de suelo seco. Esa cantidad se coloca en un tubo con tapa de rosca y agua destilada estéril, que se agita hasta homogeneizar el contenido y se coloca en estufa a 40° C durante 7 días. Transcurrida la incubación se determina amonio por colorimetría. Paralelamente se analiza la cantidad de amonio inicial en la muestra en 5 g de suelo seco. La diferencia entre el amonio inicial y final es el PMN y se expresa como mg kg⁻¹ N-NH₄⁺.

Durante la incubación anaeróbica los sustratos utilizados pueden diferir de los usados en la incubación aeróbica pues el que haya o no oxígeno condiciona la actividad microbiana. Si embargo cuando los valores de PMN (Stanford & Smith) se relacionan con este indicador la correlación es buena y casi lineal hasta 50 mg kg⁻¹ de N-NH₄⁺, (r=0.91*).

Cabe mencionar no obstante, que con la incubación anaeróbica se pueden obtener valores de PMN mucho mayores que con la aeróbica (Figura 2). Una hipótesis es que en la primera no se pierde N

por volatilización ni hay fluctuaciones en la humedad del suelo. También podría provenir más amonio de otras fracciones (minerales, microbianas, etc.).

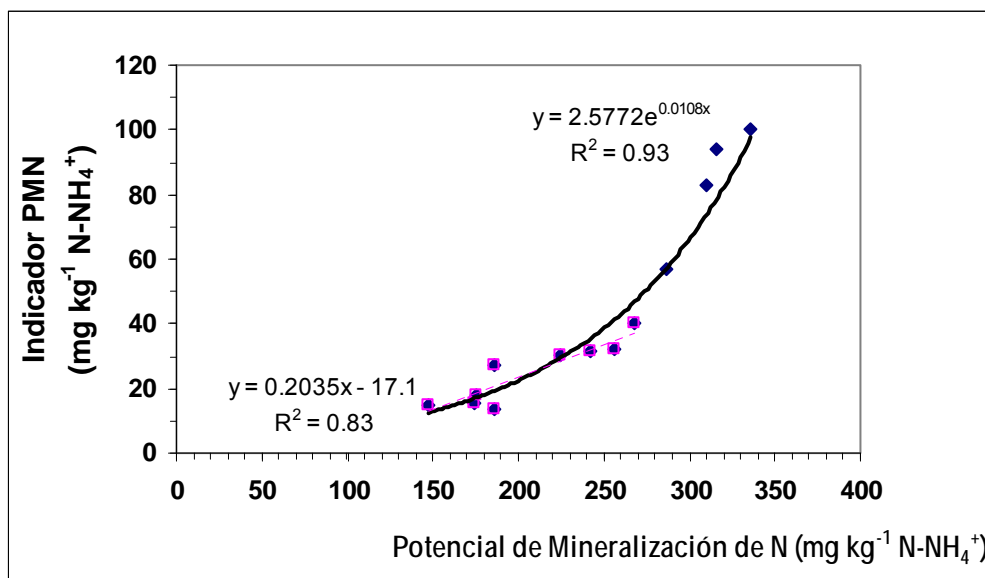


Figura 2. Relación entre el potencial de mineralización determinado en condiciones aeróbicas (método de Stanford y Smith) y el indicador del PMN (Waring y Bremner) incubación anaeróbica.

Ha sorprendido que el PMN usado como indicador del efecto del manejo previo sea mucho más sensible que el N total o la MOS. En otras palabras la caída del PMN es mucho mayor para este parámetro. En ese sentido una hipótesis que explicaría el hecho sería que el PMN representa no sólo a la fracción más mineralizable de N sino también la población microbiana de equilibrio asociada a ella y responsable del proceso. Esa biomasa microbiana no sólo tiene una composición diferente en el campo natural tomado como referencia, sino que es mucho mayor en diversidad y volumen (figura 3). Tanto con la incubación aeróbica y quizás más en la anaeróbica donde no hay volatilización, la mayor cantidad y diversidad de microorganismos tendría un rol importante en controlar la cantidad de N liberado por descomposición de los residuos orgánicos.

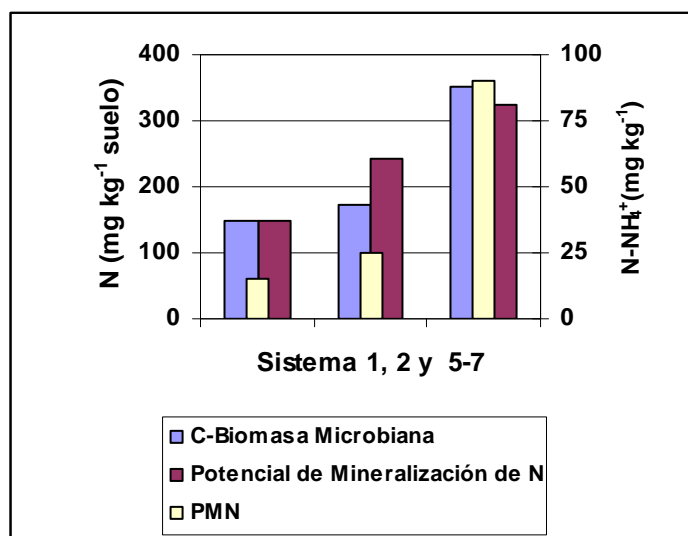


Figura 3. Población microbiana en los sistemas de rotaciones 1, 2 y con praderas y los respectivos de potencial de mineralización y de su indicador el PMN.

Actualmente interesa saber qué significa el PMN en términos de disponibilidad real de N para el trigo (Kg de N ha⁻¹) y en eso se está trabajando con datos de experimentos de fertilización-N con

testigos sin N. En base al rendimiento de los testigos, el índice de cosecha, % de N en el grano y datos de PMN y N residual inicial se determinó en el 2007 una relación lineal ($R^2= 0.85$) entre el N asimilado por el cultivo y el indicador de PMN. La relación de datos provenientes del 2001 al 2007 si se fijaba al 0 como origen ajustaba a la recta: $Y= 3.3 \times \text{PMN}$ ($R^2=0.88$) descartando al 2004. En ese año los valores se despegaban de la mayoría lo que se atribuyó a que las precipitaciones fueron 1/3 de las normales y elevado el PMN (post- pradera de lotus y alfalfa). El déficit hídrico a floración pudo haber afectado en algo la mineralización pero más aún la expresión del potencial del cultivo. La correlación se mantuvo relativamente estrecha hasta $50 \text{ mg de N-NH}_4^+ \text{ kg}^{-1}$, con mayor dispersión en los valores < 30 posiblemente por otras limitantes del suelo interactuando con el uso de N.

En los últimos años se sumaron puntos a esa relación (figura 4) y se viene confirmando que el indicador de PMN se relaciona bien con el N mineralizado en invierno hasta $50 \text{ mg de N-NH}_4^+ \text{ kg}^{-1}$. El límite de 50 mg kg^{-1} puede explicarse porque la respuesta del trigo tiene un tope que depende de otros factores además del N (el clima por ejemplo, u otra limitante) y del potencial del cultivar.

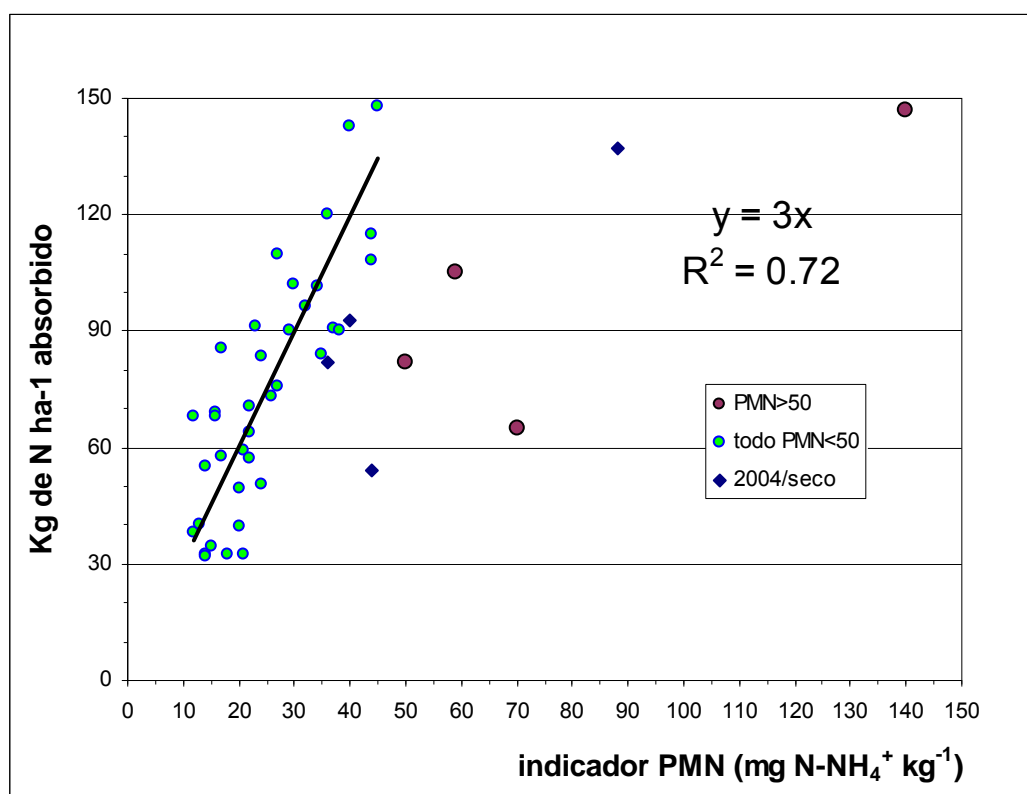


Figura 4. Relación entre el PMN (indicador) y el N absorbido por un cultivo de trigo aparentemente proveniente de la mineralización de N orgánico.

Bibliografía

- García Lamothe A., Morón A., Quincke A. El indicador del Potencial de Mineralización de Nitrógeno (PMN): Posible uso para recomendación de fertilización en trigo por el método del balance. Seminario SUCS-ISTRO, 12-14 de Julio 2010, Colonia, Uruguay.
- García, A. y Morón, A. 1993. Studies on soil microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorus in three crop rotation systems. Proceedings of the XVII International Grassland Congress (New Zealand). p. 1443-1444. García y Morón.
- Morón, A. y Sawchik, J. 2002. Soil quality indicators in a long- term crop-pasture rotation experiment in Uruguay. In: Symposium N° 32 Paper 1327. 17th World Congress of Soil Science, Thailand. CD Morón y Sawchik.
- Stanford, G. and Smith, S.J. 1972. Nitrogen Mineralization potential of soils Soil Science Soc. Am. Proc. 36:465-472.
- Waring S.A. and Bremner, J.M.1964. Ammonium production in soil under water logged conditions as an index of nitrogen availability. Natura (Landon) 201:951-952.