

12 Y 13 DE MAYO DE 2009
Centro de Convenciones Metropolitano - Alto Rosario Shopping
Av. Intendente Lamas 610, (2000) Rosario



SIMPOSIO FERTILIDAD 2009

MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO PARA UNA
MAYOR EFICIENCIA EN LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS



ORGANIZACIÓN:

IPNI Cono Sur

FERTILIZAR
Asociación Civil



ATZ 74

IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE



FERTILIZAR
ASOCIACIÓN CIVIL

LO QUE A SU CAMPO LE FALTA, PARA QUE A USTED LE SOBRE

El indicador del Potencial de Mineralización de Nitrógeno (PMN): Posible uso para recomendación de fertilización en trigo por el método del balance

Adriana García Lamothe, Alejandro Morón, Andrés Quincke
INIA La Estanzuela - Colonia, Uruguay
aquincke@inia.org.uy

Introducción

El Método del Balance para ajustar la necesidad de fertilizante nitrogenado se basa en la estimación de la cantidad de nitrógeno (N) que requiere absorber un cultivo para lograr cierto rendimiento objetivo, y cuánto de ese N puede aportar el suelo, teniendo en consideración las pérdidas potenciales del nutriente, debidas a mecanismos naturales que ocurren en el ambiente.

En Uruguay, el cultivo de trigo se ha producido tradicionalmente en sistemas mixtos que rotan ciclos de cultivos con pasturas que contienen una o más especies leguminosas para aprovechar la residualidad de N que éstas dejan en el suelo. Luego de la pastura, el N disponible para los cultivos siguientes vía mineralización puede ser muy alto, pero también es muy variable, y difícil de cuantificar. Ni la concentración de C orgánico, ni la de N total han mostrado suficiente sensibilidad para detectar diferencias debidas al manejo que en el corto plazo pueden afectar significativamente la liberación de N mineral desde la materia orgánica.

El contenido de nitrato en el suelo ha contribuido a mejorar la recomendación de fertilización en trigo y otros cultivos. En general, el nivel de nitrato en un momento dado está relacionado con el poder de suministro de N del suelo. Sin embargo, luego de un período lluvioso es frecuente que un suelo fértil (con alto poder de suministro de N) tenga baja concentración de nitrato debido a pérdidas causadas por el exceso de agua. Por el contrario, un suelo pobre, sujeto a déficit hídrico prolongado puede tener alta concentración de nitrato (por una tasa de mineralización mayor que el consumo y las pérdidas).

El concepto de Potencial de Mineralización de N del suelo fue introducido por Stanford (Stanford y Smith, 1972). La capacidad de mineralización de N en suelos de la región y diferentes sistemas de producción ha sido medida por incubación aeróbica (Morón, 1995) y anaeróbica. La liberación de amonio luego de 7 días de incubación anaeróbica se seleccionó como el mejor indicador de esa propiedad (Carriquiry et. al., 1999). Ese análisis (PMN) es una rutina del laboratorio de Suelos de INIA-La Estanzuela desde el año 2000 y se ha usado para caracterizar el aporte de N del suelo en bajo (PMN < 30 ppm), medio (PMN entre 30 y 60 ppm) y alto (PMN > 60 ppm) (Morón y Sawchik, 1998), y utilizado para seleccionar chacras para cebada cervecera por el riesgo que implica para la calidad de su grano, tener muy alta disponibilidad de N.

Este trabajo pretende, contribuir al conocimiento de la dinámica del N en sistemas agrícolas a través de información generada en varios años de experimentos de campo en INIA La Estanzuela, y mejorar las recomendaciones de fertilización que usan el Método del Balance de N. El objetivo específico es cuantificar el aporte real de N (kg/ha) que significa para el cultivo de trigo un valor de PMN en nuestra condiciones.

El PMN como el término (N-min x Efic) del Balance de N

El método del Balance plantea la siguiente expresión:

$$N \text{ absorbido} = (N \text{ inicial} + N \text{ mineralizado} + N \text{ del fertilizante}) \times \text{Eficiencia}$$

Se asume una eficiencia promedio de 50% y de la ecuación se despeja la cantidad de N a aplicar como fertilizante:

$$N \text{ Absorbido}/0,50 - N \text{ inicial} - N \text{ mineralizado.}$$

El N absorbido depende del rendimiento, por tonelada de trigo el cultivo requiere en promedio absorber 30 kg de N (García Lamothe, 2004). Al usar un valor promedio de Eficiencia se puede sobreestimar la necesidad de N ya que el proveniente de la mineralización es una fuente de liberación más lenta que el del fertilizante sintético lo que reduce la pérdida potencial de N y puede ser más eficiente si su liberación está sincronizada con la demanda del cultivo.

Una expresión más precisa en este sentido sería:

$$N \text{ fertilizante} = N \text{ requerido para cierto rendimiento objetivo} - (N \text{ inicial} \times \text{Efic.}) - (N \text{ min.} \times \text{Efic.})$$

La dosis de fertilizante N necesaria también deberá ser corregida por el correspondiente factor de eficiencia.

Materiales y métodos

En INIA-La Estanzuela se conducen anualmente ensayos de respuesta a N para caracterizar la respuesta al nutriente de cultivares de trigo liberados por el programa de mejoramiento de INIA (García Lamothe, 1999). De los experimentos realizados entre los años 2001 y 2006 se tomaron aquellos que tenían datos de

PMN y concentración inicial de nitrato en el suelo. Con la información disponible se estimó el N recuperado por el cultivo de trigo en los tratamientos sin N (testigos absolutos), mediante la expresión:

$$\text{N absorbido (kg/ha)} = \text{Rendimiento en grano (kg/ha)} \times \% \text{ de N del grano} \\ + \text{rendimiento en paja (kg/ha)} \times \% \text{ N en la paja de trigo}$$

Se usó el rendimiento promedio (3 repeticiones), el índice de cosecha, % de N en el grano, y un % fijo de N en la paja de 0.65% y se asumió insignificante el N contenido en raíces.

Como esos experimentos se manejan para que el N sea la única variable agronómica limitante y los cultivos evaluados son de buena calidad y alto potencial de rendimiento, las diferencias entre años son atribuibles a condiciones ambientales no controlables que afectan la eficiencia de uso de N y la mineralización. La fecha de siembra varió según la recomendada para el cultivar entre fin de mayo y mediados de julio. La Tabla 1 resume los registros de precipitaciones para los años de estudio.

Resultados

Los valores de N absorbido por el cultivo (kg/ha) se correlacionaron con los indicadores del PMN del suelo (7 días de incubación anaeróbica). La Figura 1 ilustra la relación determinada para esos parámetros.

La correlación fue significativa ($r=0.93$) y los únicos valores que se alejaron de la recta ajustada fueron del año 2004. Ese año, los altos PMN en el campo experimental si bien eran consistentes con la historia agrícola reciente (alfalfa), no se tradujeron en alta absorción de N por el cultivo. Ese hecho pudo al menos en parte, deberse a la sequía que se implantó al macollaje y hasta poco antes de floración, período de máxima utilización de N. Las precipitaciones en ese lapso fueron 35% del promedio, pudiendo afectar en particular la capacidad de absorción de N del cultivo. Apoya esa hipótesis, la escasa respuesta a la fertilización nitrogenada a fin del macollaje que se verificó en el experimento y el hecho que en otro experimento con riego la absorción de N no mostró tal desvío.

La línea entrecortada es la regresión lineal ajustada para PMN y N absorbido que provino de la mineralización y explica el 86% de la variación observada. Para la estimación se restó el N mineral inicial determinado en los 0-20 cm de profundidad, donde crece el 100% de la masa radical del trigo, y se asumió un valor de densidad aparente para esa capa de 1.25 Kg/dm³ y una eficiencia para ese N de 50%. La correlación fue significativa y aún más estrecha ($r= 0.94$) cuando los datos del 2004 del campo experimental no se consideraron.

Para valores de PMN en el rango de 25 a 50 la asociación entre el PMN y el N absorbido fue relativamente buena, pero con valores menores a 25 tendía a aumentar la diferencia entre lo observado y lo estimado. Un bajo PMN puede estar asociado a una peor condición física del suelo, por ejemplo, más compactación, menor capacidad del cultivo para afrontar un estrés biótico o abiótico, estos y otros factores podrían explicar la mayor dispersión de los valores. Igualmente la regresión explica buena parte de la variación observada.

Discusión

La disponibilidad de un nutriente depende de la cantidad de éste presente en el suelo y de la capacidad de la planta de absorberlo, el trigo como cualquier otro cultivo puede usar sólo parte del N mineral presente en el suelo. La eficiencia de uso de N está controlada por el ambiente en que crece el cultivo, y el genotipo.

El carbono orgánico fresco del suelo es el factor que controla la inmovilización de N (Hart et al., 1994a). La relación positiva entre la inmovilización y el contenido de C en pasturas fue citada por Barrett y Burke (2000) entre otros investigadores. La cantidad de C fresco es por lo común la mayor limitante para el crecimiento de la biomasa microbiana del suelo, pero deja de serlo ante la acumulación de residuos orgánicos frescos y entonces el N suele ser limitante y es entonces inmovilizado en las células microbianas, lo que disminuye su disponibilidad para el cultivo. Ese N inmovilizado será liberado cuando la población de microorganismos comiencen a decaer ya sea por escasez de C fresco, de agua u otro factor, pero es probable que para entonces el cultivo ya no tendrá capacidad para absorberlo.

Tabla 1. Precipitaciones mensuales durante el ciclo del cultivo de trigo en los años del estudio.

Mes	Años						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Abril	24	72	40	276	122	23	148
Mayo	79	202	75	55	63	15	105
Junio	88	19	29	14	92	266	41
Julio	44	99	39	42	57	39	7
Agosto	149	44	67	62	120	40	84
mm acumulados Mayo-Agosto	359	363	209	173	331	360	237
Septiembre	41	65	175	26	78	25	99
Octubre	290	50	57	124	51	171	186
Noviembre	136	113	149	85	29	50	36

La posibilidad de usar al PMN en el Método del Balance radica en que el PMN está relacionado con la cantidad de N que absorbe el cultivo de trigo (Fig. 1) y es el resultado de la combinación de dos procesos: el aporte real de N mineral de parte del suelo, y la absorción real de N por el cultivo.

La expresión (N mineralizable x Efic.) puede estimarse con la ecuación lineal:

$$Y = 4x - 19; \text{ (Figura 1), donde } x \text{ es el indicador de PMN.}$$

Por cada unidad de PMN el trigo absorbe 4 kg de N/ha promedio. Por ejemplo, un suelo con un PMN de 18 ppm, frecuente en chacras de trigo de uso agrícola intensivo, la absorción estimada de N sería $(4 \times 18) - 19 = 53$ Kg de N; que sumado a la mitad del N presente inicialmente como nitrato (por ejemplo el 50 % de 14 ppm de N-NO₃) le permitiría producir 1800 kg/Ha de grano.

Una limitante de los datos presentados es el mayor desvío de los valores bajos de PMN (< a 30 ppm). Puede observarse en el gráfico que para un mismo valor de PMN la diferencia en N absorbido llega casi al 100%. También se observó el efecto que la escasez de agua en el suelo tiene sobre el N absorbido afectando probablemente más a la utilización de ese N que a la mineralización y liberación de N inorgánico.

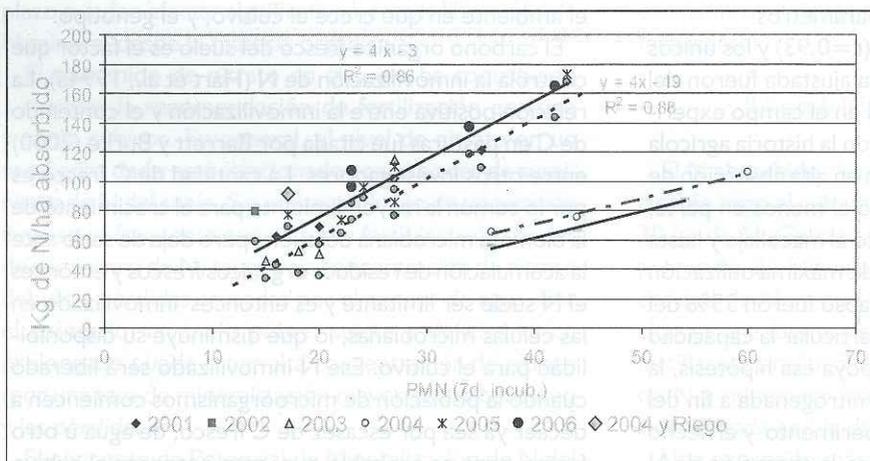


Figura 1. Cantidad de N (kg N/ha) absorbido por el cultivo de trigo en parcelas que no recibieron fertilización N y su relación con el valor de PMN a la siembra. Datos del año 2004 se presentan en forma separada de los otros años del estudio. La línea llena corresponde al aporte del suelo incluyendo el N mineral inicial; la línea punteada corresponde al aporte del suelo proveniente de la mineralización (se sustrajo el aporte del N mineral inicial).

Referencias bibliográficas

Barrett J.E. y I.C. Burke. 2000. Potential nitrogen immobilization in grasslands across a soil organic matter gradient, *Soil Biology & Biochemistry* 32, pp.

Carriquiry M., A. Morón y J. Sawchik. 1999. Potencial de Mineralización de Nitrógeno de Suelos del Área Agrícola del Uruguay. In: Comisión V Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. 14 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelos. Chile, Nov. 1999. CD-ROOM.

García Lamothe A. 1999. Seminario Internacional. INIA – La Estanzuela. Explorando altos rendimientos en trigo. Ed. D. Martino.

García Lamothe A. 2004. Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. INIA- Uruguay Serie tecnica N° 144.

Morón A. 1995. Carbon and nitrogen mineralization in four crop-pasture rotation. In: Ljunggren, H.; Faveluckes, G.; Dankert, M.A., organizers. SAREC Conference Swedish-Argentinian-Uruguayan Cooperation for Science and Technology 1986-1995. Buenos Aires. 5-7 Diciembre 1995.

Hart S.C., G.E. Nason, D.D. Myrold y D.A. Perry. 1994. Dynamics of gross nitrogen transformations in an old-growth forest: the carbon connection, *Ecology* 75 (1994), pp. 880-891.

Morón A. y J. Sawchik. 1998. Indicadores de calidad del suelo Serie de actividades de difusión no 159. pp 1-3.

Stanford G. y S.J. Smith. 1972. Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Science Society of America Journal* 36: 465-472.