

Utilización del método del balance de nitrógeno para la recomendación de la fertilización nitrogenada en maíz

Fernando Salvagiotti, Hugo M. Pedrol y Julio M. Castellarin
EEA INTA Oliveros – Ruta 11 km 353 (2206) Oliveros, Santa Fe, Argentina
eoliver@inta.gov.ar

Introducción

El objetivo de todo planteo agrícola es el de maximizar la eficiencia de uso de los insumos. En el caso de la fertilización nitrogenada, la premisa es obtener el máximo ingreso por la aplicación de fertilizante, por lo que aplicaciones excesivas de este nutriente no son deseables desde el punto de vista económico y ambiental. Por lo tanto las mismas deberían adecuarse a las necesidades del cultivo en cada sistema en que este se desarrolla.

Una de las metodologías más aceptada para cuantificar la dinámica del nitrógeno en el sistema suelo-planta es la del balance de nitrógeno que simula procesos de ganancias, pérdidas y transformaciones de este elemento en el sistema pudiendo obtener la cantidad de fertilizante nitrogenado requerido por el cultivo, de acuerdo a la ecuación formulada por Meisinger (1984):

$$N_{\text{fert}} = \frac{N_{\text{cult}} - (N_{\text{min}} * E_1) - (N_{\text{inic}} * E_2)}{E_3}$$

donde

N_{fert} = Requerimiento de fertilizante nitrogenado

N_{cult} = Requerimiento de nitrógeno del cultivo (kg N absorbido por qq grano)

N_{min} = Nitrógeno mineralizado neto durante el ciclo del cultivo

N_{inic} = N-NO₃ disponible a la siembra (0-60 cm)

E_1 = Eficiencia de uso del nitrógeno mineralizado

E_2 = Eficiencia de uso del nitrógeno inorgánico inicial

E_3 = Eficiencia de uso del nitrógeno del fertilizante

El N_{cult} estará influido por las condiciones climáticas y edáficas que tengan lugar en cada sitio. Para el cálculo de esta variable se usan aquellos tratamientos en donde no se manifiesta consumo de lujo del N (Melchiori y Papparotti, 1996). El N_{inic} es la variable de más fácil cuantificación ya que se puede determinar por métodos convencionales de laboratorio previo a la implantación del cultivo, mientras que N_{min} puede ser calculado a partir de la absorción de nitrógeno por parte del cultivo en parcelas sin fertilizar, según la metodología reportada por Schepers y Meisinger (1994):

$$N_{\min} = N_{\text{cult}} + (N\text{-NO}_3 \text{ a cosecha}) - (N\text{-NO}_3 \text{ a la siembra} \times E_2)$$

donde

E_2 = Eficiencia de uso del nitrógeno inorgánico inicial = 0.5 (Meisinger, 1984)

Las eficiencias por las que se afecta a cada una de estas fracciones de N es diferente debido a la disponibilidad en el tiempo que tiene cada una de ellas. Así, la eficiencia en el uso del $N_{\text{in}}^{\text{ic}}$ puede variar entre 0.4 y 0.6 (Meisinger, 1984), mucho menor que la eficiencia de absorción de N_{min} que se encuentra en un rango que va desde 0.6 a 0.85 (Meisinger, 1984) ya que esta fracción del N del suelo es liberada gradualmente durante el ciclo del cultivo. En cuanto a la eficiencia de uso de N_{fert} esta variará de acuerdo al sistema de producción (Rice and Smith, 1982), la fuente nitrogenada (García y Fabrizzi, 1998) y la tecnología de aplicación (forma y momento) (Baumer, 1996; García y Fabrizzi, 1998).

En el presente trabajo se ejemplificara, en un caso real, la aplicación de esta metodología para orientar la recomendación de fertilización nitrogenada en maíz.

Materiales y Métodos

Se evaluó la dinámica del nitrógeno en una situación real en un lote de maíz en la campaña 1998/99 de un productor agrícola de la zona de influencia de la E.E.A. Oliveros, en la localidad de Monje (Dpto. San Jerónimo, Prov. de Santa Fe). Las características del ensayo se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1 – Características del ensayo

Cultivar	Tipo Suelo	Serie	Sistema	Años Agricultura	Antecesor
Pioneer 3457	Argiudol Típico	Maciel	Siembra Directa	60	Trigo/Soja

Se aplicaron 55 kg de fosfato diamónico (PDA) a la siembra. El sistema de producción esta bajo riego por aspersión y se aplicaron 200 mm de agua durante el ciclo del cultivo. Se realizó una caracterización inicial del lote previa a la siembra a través de diferentes parámetros químicos (Cuadro 2). La densidad aparente utilizada para los cálculos fue de 1.2 g cm⁻³.

Cuadro 2 – Parámetros edáficos

Profundidad	NO3 (ppm)	P Bray (ppm)	Mat. Org. (%)	Nt (%)	pH actual
0-20	100	42	1.94	0.111	5.62
20-40	27	15	1.25	0.09	6.07

Se analizó la absorción de nitrógeno en los diferentes tratamientos (fertilizados y sin fertilizar) a través del análisis de nitrógeno total en tejido (grano y resto de planta) mediante la técnica micro-Kjeldhal, calculando la cantidad de nitrógeno absorbido a través del producto de la concentración de este en tejido por la materia seca de cada estructura. Asimismo se determinó la cantidad de nitratos en suelo hasta los 60 cm de profundidad a la siembra y a cosecha.

Resultados

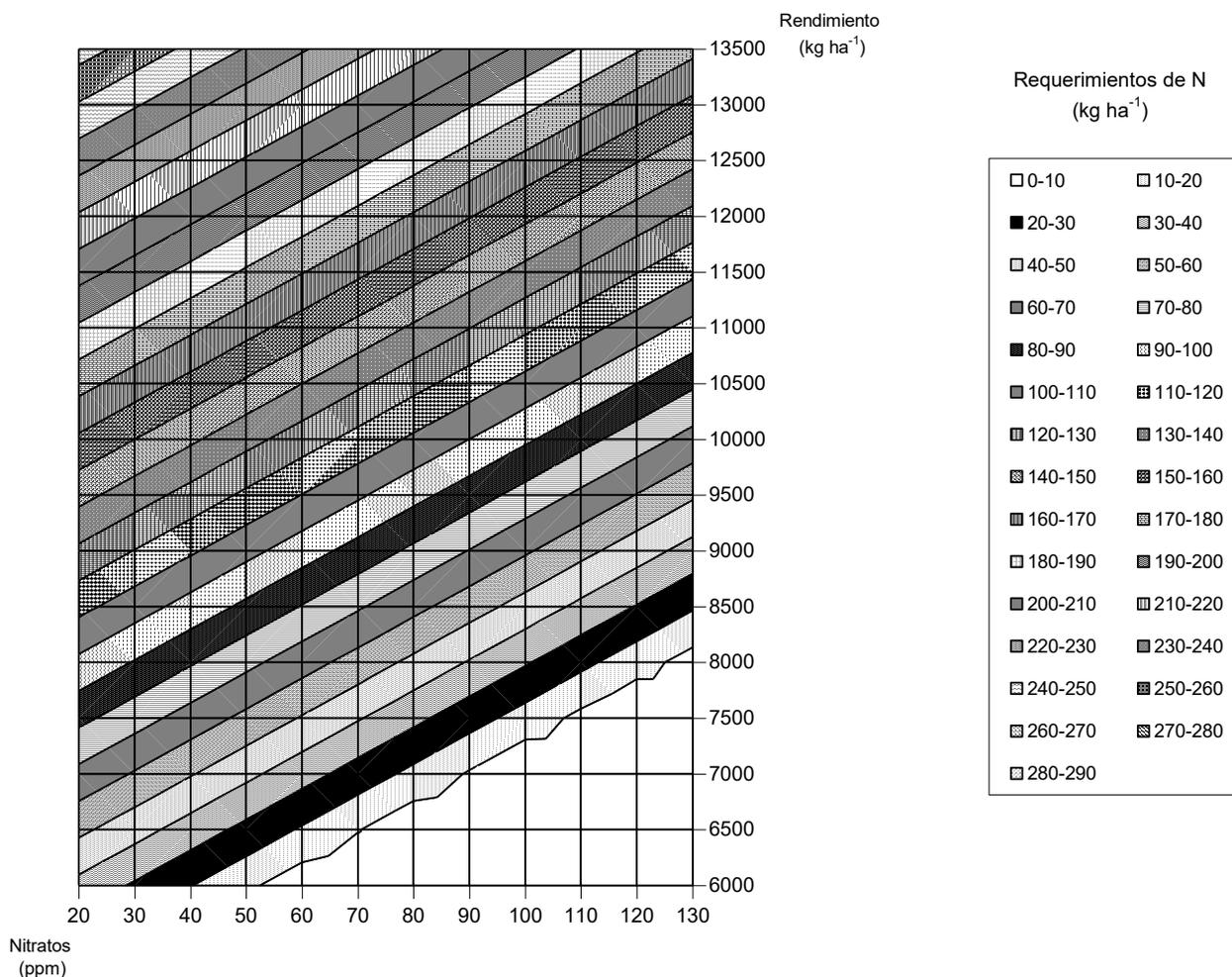
Las precipitaciones ocurridas en este lote se pueden observar en el cuadro 3.

Cuadro 3 – Precipitaciones registradas.

Mes	Setiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero		
Década	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Precipitaciones (mm)	-	-	-	5	0	20	10	30	-	23	60	30	10	10	37	35	11	-

- ☒ El requerimiento interno de nitrógeno fue de 1.97 kg. de nitrógeno por qq de grano producido en aquella situación donde se registro el máximo rendimiento con el mínimo consumo (Este oscilo entre 1.73 y 2.03 kg N por qq en los diferentes tratamientos analizados).
- ☒ La cantidad de nitrógeno mineralizado en este lote fue de 90 kg por hectárea
- ☒ La eficiencia de absorción del N mineralizado fue del orden del 93%.
- ☒ Se partió de una dotación inicial de nitrógeno a la siembra de 69 kg ha⁻¹.
- ☒ La eficiencia de absorción del nitrógeno inicial disponible se supuso que fue 50% (Meisinger, 1984).
- ☒ Se utilizó una eficiencia en el uso del fertilizante del 65%.

Gráfico 1 - Requerimientos de nitrógeno según la disponibilidad inicial de nitratos y el rendimiento objetivo



A partir de la información brindada en el Gráfico 1 se puede concluir que en la situación analizada, es necesaria la aplicación de fertilizante nitrogenado para la obtención de altos rendimientos, por ejemplo, si se hubiera partido de una situación inicial de 100 ppm de nitratos hasta los 40 cm de profundidad (equivalen a 108 kg de N por ha), se deberían aplicar entre 30 y 40 kg de N, para obtener rendimientos cercanos a los 80 qq.

El desarrollo del cálculo sería:

$$N_{\text{fertilizante}} = \frac{(1.97 \times 80) - ((90 \times 0.93) + (108 \times 0.5))}{0.65}$$

$$N_{\text{fertilizante}} = 30.6 \text{ kg de N / ha}$$

En el ensayo analizado se partió con 69 kg de nitrógeno al inicio que equivalente a 64 ppm de NO₃ en los primeros 40 cm de profundidad (Cuadro 2). Si se ingresa al gráfico del balance con esta cantidad de nitratos se observa que para llegar a los 80 qq de rendimiento hubiera sido necesario adicionar entre 80 y 90 kg de N.

El cálculo desarrollado sería:

$$N_{\text{fertilizante}} = \frac{(1.97 \times 80) - ((90 \times 0.93) + (69 \times 0.5))}{0.65}$$

$$N_{\text{fertilizante}} = 60.6 \text{ kg de N / ha}$$

Conclusiones

- ✎ El balance de nitrógeno es un método bastante confiable para predecir las necesidades de fertilización de maíz o trigo, ya que integra en su cálculo relaciones funcionales entre las variables del suelo y de los requerimientos del cultivo.
- ✎ Se debería seguir profundizando en el cálculo de las diferentes variables que lo componen especialmente el nitrógeno mineralizado y el requerimiento interno de N del cultivo, en diferentes sistemas productivos para poder elaborar un diagnóstico más acertado mediante esta metodología.

Referencias

- Baumer R. 1996. Fertilización y sistemas de laboreo e implantación. Tercer seminario de actualización técnica. Fertilización en cultivos extensivos y forrajeras. Buenos Aires. CPIA-SRA.
- García F. y Fabrizzi, K. 1998. Fertilización de trigo y maíz bajo siembra directa en el SE de Buenos Aires. Boletín técnico nº150. INTA E.E.A. Balcarce.
- Meisinger, J.J. 1984. Evaluating plant-available nitrogen in soil crops system. *In* R.D. Hauck (ed) Nitrogen in Crop Production. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wisconsin USA
- Melchiorri R.J.M. y Papparotti, O.F. 1996. Fertilización nitrogenada en maíz: Uso del método del balance. *En* Producción intensiva de maíz. Serie de extensión nº 11. INTA E.E.A. Paraná.
- Rice C. y M Smith. 1982. Denitrification in no-till and plowed soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:295-297.
- Schepers, J.S. and Meisinger, J.J. 1994. Field indicators of nitrogen mineralization. *In* J. Havlin y J. Jacobsen (ed.). Soil testing: Prospects for improving nutrient recommendations. SSSA Spec. Pub. No. 40. SSSA-ASA. Madison, Wisconsin USA.