

UTILIZACION DEL METODO DEL BALANCE DE NITROGENO PARA LA RECOMENDACION DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN MAIZ

Fernando Salvagioti, Hugo M. Pedrol y Julio Castellarín*

Introducción

Uno de los objetivos de toda empresa agrícola es el de maximizar la eficiencia de uso de los insumos. En el caso de la fertilización con nitrógeno (N), la premisa es obtener el máximo rendimiento con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Las aplicaciones excesivas de N no son deseables desde el punto de vista económico y ambiental, por lo tanto, las mismas deben adecuarse a las necesidades del cultivo en cada sistema en que este se desarrolla.

Una de las metodologías más aceptadas para cuantificar la dinámica del N en el sistema suelo-planta es la del balance que simula procesos de ganancias, pérdidas y transformaciones del elemento en el sistema. De esta forma se puede determinar la cantidad de fertilizante nitrogenado requerido por el cultivo, de acuerdo a la siguiente ecuación (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 N del cultivo (kg N absorbido por qq grano)
- N_{min} = N neto mineralizado durante el ciclo del cultivo
- N_{inic} = Nitrato (NO_3) disponible a la siembra (0-60 cm)
- E_1 = Eficiencia de uso del N mineralizado
- E_2 = Eficiencia de uso del N inorgánico inicial
- E_3 = Eficiencia de uso del N del fertilizante

El N_{cult} está influenciado por las condiciones climáticas y edáficas que tengan lugar en el 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 en parcelas sin fertilizar, según la metodología reportada por Schepers y Meisinger (1994):

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

$$E_2 = \text{Eficiencia de uso del N inorgánico inicial} = 0.5 \text{ (Meisinger, 1994)}$$

La eficiencia de 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_{min} 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 ejemplificará, con 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 N 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 (Departamento San Jerónimo, Provincia de Santa Fe). Las características del ensayo se describen en la Tabla 1.

Se aplicaron 55 kg de fosfato diamónico (DAP) a la siembra. El sistema de producción cuenta con riego por aspersión y se aplicaron 200 mm de agua durante el ciclo del cultivo. Se realizó una caracterización inicial

* Investigadores EEA INTA Oliveros. Ruta 11 Km 353 (2206) Oliveros, Santa Fe, Argentina. E-mail: Eoliver@inta.gov.ar

Tabla 1. Características del ensayo.

Cultivar	Tipo suelo	Serie	Sistema	Años agricultura	Antecesor
Pioneer 3457	Argudol típico	Maciel	Siembra directa	60	Trigo/Soya

Tabla 2. Parámetros edáficos.

Profundidad	NO ₃	P Bray	Materia orgánica	Nt.	pH actual
	(ppm)		(%)		Actual
0-20	100	42	1.94	0.111	5.62
20-40	27	15	1.25	0.09	6.07

Tabla 3. Precipitaciones registradas.

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

del lote antes de la siembra (Tabla 2). La densidad aparente utilizada para los cálculos fue de 1.2 g cm⁻³.

Se determinó la absorción de N en los diferentes tratamientos (fertilizados y sin fertilizar) a través del análisis de N total en tejido (grano y resto de planta) mediante la técnica micro-Kjeldhal, calculando la cantidad de N absorbido mediante la multiplicación de la concentración de este en tejido por la materia seca de cada estructura. De igual manera, se determinó la cantidad de NO₃ en suelo hasta los 60 cm de profundidad a la siembra y a la cosecha.

Resultados

La distribución de la precipitación en el lote se puede observar en la Tabla 3. El requerimiento de N según la disponibilidad inicial de NO₃ y los objetivos de rendimiento se presenta en la Figura 1. Los demás parámetros fueron los siguientes:

- u El requerimiento interno de N fue de 1.97 kg de nitrógeno por qq de grano producido.
- u La cantidad de N mineralizado estimada en este lote fue de 85 kg por hectárea.
- u La eficiencia de absorción del N mineralizado fue del orden del 72%.

- u Se partió de una dotación inicial de N a la siembra de 69 kg ha⁻¹.
- u La eficiencia de absorción del N inicial disponible se estableció en 50% (Meisinger, 1984).
- u Se utilizó una eficiencia en el uso del fertilizante del 65%.

A partir de la información brindada por la Figura 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 50 ppm de nitratos, se deberían aplicar 100-110 kg de N, para obtener rendimientos cercanos a los 80 qq.

El desarrollo del cálculo sería el siguiente:

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

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

En el ensayo se partió con un contenido inicial de 69 kg de N lo que es equivalente a 64 ppm de NO₃ en los primeros 40 cm de profundidad (Tabla 2). Si se ingresa

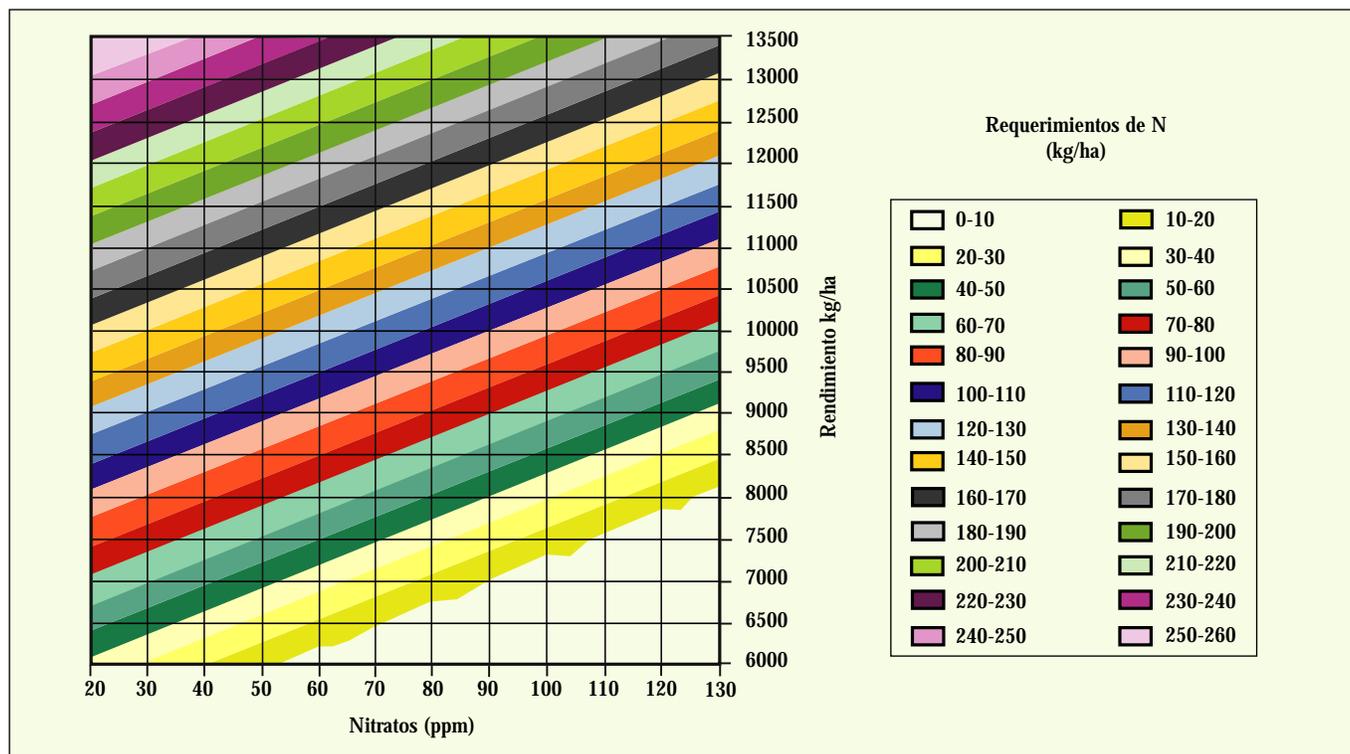


Figura 1. Requerimiento de N según la disponibilidad inicial de NO_3 y el rendimiento objetivo.

a la figura del balance con esta cantidad de NO_3 se observa que para llegar a los 80 qq de rendimiento hubiera sido necesario adicionar entre 80 y 90 kg de N.

El cálculo 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

- u El balance de N es un método bastante confiable para predecir las necesidades de fertilización de maíz o trigo, ya que integra en su cálculo las relaciones funcionales entre las variables del suelo y los requerimientos del cultivo.
- u Se debe continuar con estudios que afinen la determinación de las diferentes variables del cálculo del balance, especialmente el N mineralizado y el requerimiento interno de N del cultivo, en diferentes sistemas productivos.

Bibliografía

- 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 K. Fabrizzi. 1998. Fertilización de trigo y maíz bajo siembra directa en el SE de Buenos Aires. Boletín Técnico N 150. 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.
- Melchirori R. J. M. y O.F. Papparotti. 1996. Fertilización nitrogenada en maíz: Uso del método del balance. En producción intensiva de maíz. Serie de extensión N 11 INTA E. E. A. Paraná.
- Rice C. y M. Sith. 1982. Denitrification in no-till and plowed soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:295-297.
- Schepers, J. S. And J.J. Meisinger. 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.