

Juan Manuel Martínez
Matías Duval
Juan A. Galantini

El Ing. Agr. Dr. Juan Manuel Martínez es docente de la Universidad Nacional del Sur e Investigador Asistente de CONICET. El Ing. Agr. Dr. Matías Duval es docente de la Universidad Nacional del Sur. El Ing. Agr. Dr. Juan A. Galantini es Investigador Independiente de la Comisión de Investigaciones Científicas.
Contacto: jmmartinez@criba.edu.ar

¿Es el nitrógeno anaeróbico un indicador preciso para calcular la mineralización en los suelos del sudoeste bonaerense?

El nitrógeno anaeróbico podría ser un indicador promisorio de la mineralización real.

El nitrógeno (N) es un elemento indispensable para maximizar el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por su dinámica, susceptibilidad a las pérdidas y los altos requerimientos de las plantas, es uno de los nutrientes deficientes en forma generalizada. Para el manejo eficiente del N es necesario un correcto diagnóstico de las recomendaciones de fertilización con el objetivo de optimizar la nutrición nitrogenada de los cultivos. Dicha información es aún más importante para regiones como el sudoeste bonaerense (SOB), debido principalmente a la variabilidad en los rendimientos de cultivos por las condiciones climáticas imperantes. Esta situación obliga a un correcto diagnóstico de la fertilización para maximizar la relación costo-beneficio, evitando problemas económicos y ambientales. Por todo lo mencionado, el diagnóstico de la necesidad de fertilizante nitrogenado debe contemplar al N inorgánico al momento de la siembra del cultivo y al N que se mineralizaría durante el ciclo de crecimiento. Para conocer el N inorgánico o N disponible para las plantas, se puede recurrir a un análisis de laboratorio, mientras que para cuantificar la mineralización de N es necesario determinar el potencial de mineralización.

Es importante diferenciar al potencial de mineralización con la mineralización real o neta. La diferencia entre ambos enfoques es que el potencial refleja la cantidad de N orgánico que puede ser mineralizado (sin restricciones ambientales), mientras que el N mineralizable real es la fracción que realmente se mineraliza (dependiendo de las condiciones ambientales). Históricamente, el potencial de mineralización se estimó a partir del N potencialmente mineralizable (Npm), determinado a partir de incubaciones aeróbicas que oscilan entre 15 y 30 semanas. Si bien esta fracción es considerada como una estimación estandarizada, se desarrollaron metodologías alternativas para estimar de manera certera al Npm con plazos menores. Sin embargo, estos métodos de laboratorio de corto plazo -también denominados indicadores de mineralización- han tenido diversos niveles de éxito y sólo han sido efectivos para suelos y sitios con características específicas. En general, estos procedimientos no logran emular los factores ambientales responsables de regular la tasa de mineralización. Por ejemplo, los métodos biológicos en laboratorio miden la fracción de N mineralizable y pueden dar evidencia de la calidad del sustrato mediante el desarrollo de una constante de

velocidad. Por otro lado, existen las determinaciones a campo, las cuales tienen el potencial de incluir los efectos de los factores que regulan la tasa de mineralización, integrando a los factores ambientales e incluyendo la calidad del sustrato. Estos métodos también son esenciales para lograr calibraciones correctas de los métodos rápidos que estiman el Npm. Por lo tanto, el éxito de la predicción de las necesidades de N del cultivo depende en gran medida de la calibración de un indicador o estimación del N mineralizado medido en campo. La principal desventaja de los métodos a campo es que los resultados no pueden ser extrapolados a otras condiciones, siendo específicos para un determinado sistema de cultivo, sitio y condición climática. En los últimos años la determinación del N anaeróbico (Nan) se ha vuelto una metodología usual en los diagnósticos de la necesidad de fertilizante nitrogenado en sitios con buena disponibilidad hídrica, considerándose un valor certero como predictor de la mineralización de N. Sin embargo, no existe información de su potencialidad de uso como indicador de la mineralización de N en suelos de regiones con limitantes hídricas. Además, es sumamente importante aplicar las determinaciones a campo en estas regiones, donde muchas veces existe una escasa o nula respuesta a la fertilización nitrogenada por falta de información de la dinámica del N en el sistema suelo-planta. Una de las formas de estimar la mineralización real es mediante el balance de masa de N que se calcula a través de las entradas y salidas de N del sistema.

Experiencias zonales

Durante 2010 y 2011 se seleccionaron 54 lotes agrícolas destinados al cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.). Los mismos están ubicados en el SOB, dentro de lo que comprende la región Semiárida y Subhúmeda. Los lotes seleccionados son pertenecientes a productores de la región bajo siembra directa desde hace más de 10 años. En cada uno de ellos se muestrearon los suelos al momento de la siembra y cosecha del trigo en las profundidades 0-20 cm y 20-60 cm, determinando el N inorgánico. En madurez fisiológica del trigo se determinó biomasa aérea total y rendimiento en grano, y se cuantificó el N en el grano y en la paja. Luego de esto, se logró realizar el balance de masa de N, a través de la siguiente ecuación:

$$N_{min} = N_{if} - N_{ii} + N_{abs} - (N_f + N_l + N_g + N_e)$$

N_{min} = N mineralizado
 N_{if} = N inorgánico final
 N_{ii} = N inorgánico inicial

N_{abs} = N absorbido por el cultivo
 N_f = N aportado por el fertilizante aplicado
 N_l = N perdido por lixiviación
 N_g = N perdido en forma gaseosa
 N_e = N perdido por la erosión

La cantidad de N agregado a la siembra como fertilizantes (N_f) en cada lote, se asumió como una entrada, mientras que las pérdidas (N_l+N_g+N_e) fueron consideradas como insignificantes debido a las condiciones climáticas y edáficas de la región. Se realizó una metodología biológica y rápida en laboratorio para estimar el potencial de mineralización de N de estos suelos. Se basó en una incubación anaeróbica del suelo (tomado en 0-20 cm) con agua durante 7 días a 40°C. Luego, se convirtieron los datos de concentración a masa, utilizando una densidad aparente de 1,3 Mg m⁻³. Los resultados se analizaron anualmente, en forma conjunta y también separando los sitios de acuerdo a la región climática (Semiárida y Subhúmeda). Esto es debido a la variabilidad interanual en las precipitaciones que ocurren dentro del SOB, característica distintiva de la región en estudio.

Resultados obtenidos

Los valores medios de N_{min} y N_{an} fueron de 59,8-131 kg ha⁻¹ y 71,1-116 kg ha⁻¹ para 2010 y 2011, respectivamente (Tabla 1). Cuando se analizaron los datos de N_{min} y N_{an} según regiones y años, se hallaron resultados contrastantes. En 2010, los valores de N_{min} y N_{an} fueron similares en ambas regiones, mientras que en 2011 se encontraron diferencias significativas con mayores valores de N_{min} y N_{an} en la región subhúmeda. Esto demuestra un comportamiento netamente temporal de dichas determinaciones según el año climático bajo estas condiciones.

La relación entre N_{min} y N_{an} considerando todos los lotes de manera conjunta, demostró un coeficiente de determinación medio (R²=0,55). Sin embargo, al evaluar esta relación según cada región y año individualmente, se observó que los coeficientes de determinación aumentaron significativamente para la mayoría de los casos (Figura 1). Para ambos años, en los suelos de la región Semiárida los coeficientes de determinación (R²=0,67) indicarían que el N_{an} sería un potencial indicador de la mineralización real. En cambio, para los suelos de la región subhúmeda se halló una variación anual en dicha relación, por lo que, en este caso el N_{an} podría no ser una metodología adecuada como indicador de la mineralización en forma generalizada y habría que cuantificarlo anualmente.

Tabla 1. Mineralización real estimada a partir del balance de masa y nitrógeno potencialmente mineralizable (valores medios± desvíos estándar) cuantificado a través del Nan por año, según región climática y en forma conjunta.

Año	Región	n	Nmin		Nan	
			(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)	
2010	Semiárida	14	61,4±10,6	ns	64,2±11,4	ns
	Subhúmeda	9	57,4±19,7		81,9±33,4	
	Ambas	23	59,8±14,5		71,1±23,8	
2011	Semiárida	17	122±31,4	*	93,8±36,9	**
	Subhúmeda	10	145±18,4		153±48,9	
	Ambas	27	131±29,2		116±50,2	

*, ** indican diferencias significativas con $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente. ns: no significativo.

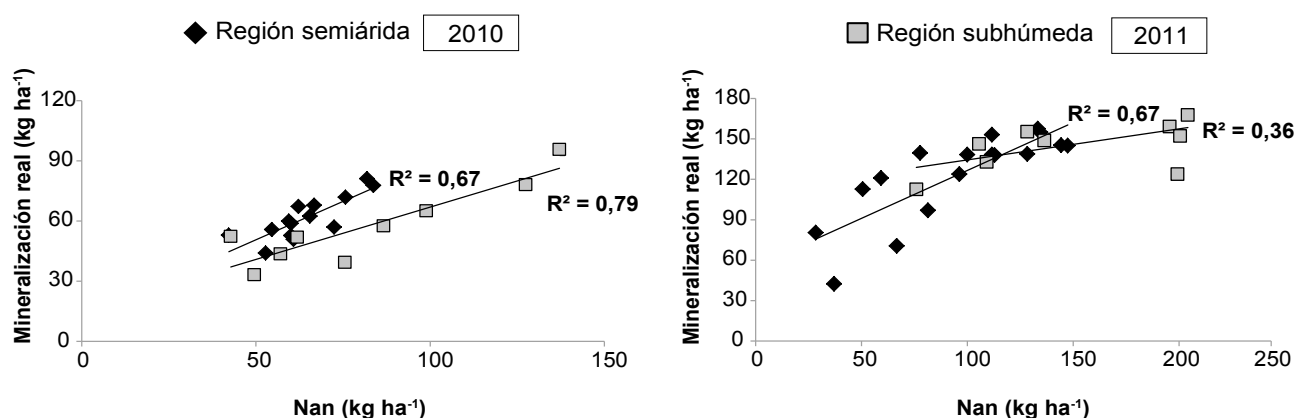


Figura 1. Relaciones entre la mineralización real y el nitrógeno potencialmente mineralizable medido a través del Nan.

Conclusiones y perspectivas futuras

El Nan sería un indicador preciso de la mineralización real en suelos bajo condiciones semiáridas, sin embargo, en la región subhúmeda los factores edafoclimáticos influyen de manera diferencial en dicha estimación. Para las condiciones particulares de los sitios evaluados, es importante conocer todos los factores que pueden afectar la mineralización de N de la materia orgánica.

Bibliografía

Bushong, J.T., Norman, R.J., Ross, W.J., Slaton, N.A., Wilson, C.E. & Gburr, E.E. (2007) Evaluation of several indices of potentially mineralizable soil nitrogen. *Communications of Soil Science and Plant Analysis* 38, 2799-2813. doi: 10.1080/00103620701663040.

Echeverría, H.E.; Strada, R.A. & Studdert, G. A. (2000) Métodos rápidos de análisis de plantas para evaluar la nutrición nitrogenada del cultivo de trigo. *Ciencia del Suelo* 18, 105-114.

Martínez, J. M.; Galantini, J. A. & López, F. M. (2015) Mineralización de nitrógeno en suelos del Sudoeste bonaerense. *AgroUNS* 24, 13-17.

Meisinger, J.J. (1984). Evaluating plant-available nitrogen in soil crops system. En: Hauck, R.D. (ed) *Nitrogen in Crop Production* (pp. 391-416). Madison, Wisconsin: ASA-CSSA-SSSA.

Salvagiotti, F., Pedrol, H. & Castellarín, J. (2008). Utilización del método del balance de nitrógeno para la recomendación de la fertilización nitrogenada en maíz. *Informaciones Agronómicas* 38, 11-13.

Stanford, G. & Smith, S. (1972). Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Science Society of American Proceedings* 36, 465-472. doi:10.2136/sssaj1972.03615995003600030029x