

CONTRIBUCIÓN DE LA MINERALIZACIÓN AL DIAGNÓSTICO DE NITRÓGENO EN LOS CULTIVOS

Presentado en el XXIV Congreso Argentino de Ciencias del Suelo – Bahía Blanca – Mayo 2014

Reussi Calvo, N.^{1,2*}; Echeverría, H.E.²; Sainz Rozas, H.²; Berardo, A.¹ and Diovisalvi, N.¹

¹Laboratorio de suelos FERTILAB, ²Unidad Integrada Balcarce

* Autor de contacto: nreussicalvo@laboratoriofertilab.com.ar; Moreno 4524, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; 0223-4724184.

INTRODUCCIÓN

El aporte de nitrógeno (N) por mineralización es una de las principales fuentes de N para los cultivos, particularmente en suelos con altos contenidos de materia orgánica (MO) (Echeverría & Ferrari, 1993). En general, el mismo representa el 30% de la demanda de N del trigo (Gonzalez Montaner et al., 1997) y 60% del maíz (Steinbach et al., 2004). La determinación del contenido de $N-NH_4^+$ durante 7 días a 40°C producido en incubación anaeróbica (Nan) de muestras de suelo (0-20 cm), sería un indicador confiable para estimar el aporte de N por mineralización (Foto 1). El Nan se correlaciona estrechamente con el N potencialmente mineralizable (Soon et al., 2007; Echeverría et al., 2000), siendo además un indicador relativamente simple y sensible a los cambios producidos por las prácticas de manejo y sistemas de labranza (Genovese et al., 2009). Es válido mencionar que el relativamente corto periodo de incubación de las muestras de suelo respecto a otras metodologías representa una gran ventaja y facilita su utilización como método de rutina en laboratorios de análisis de suelo.

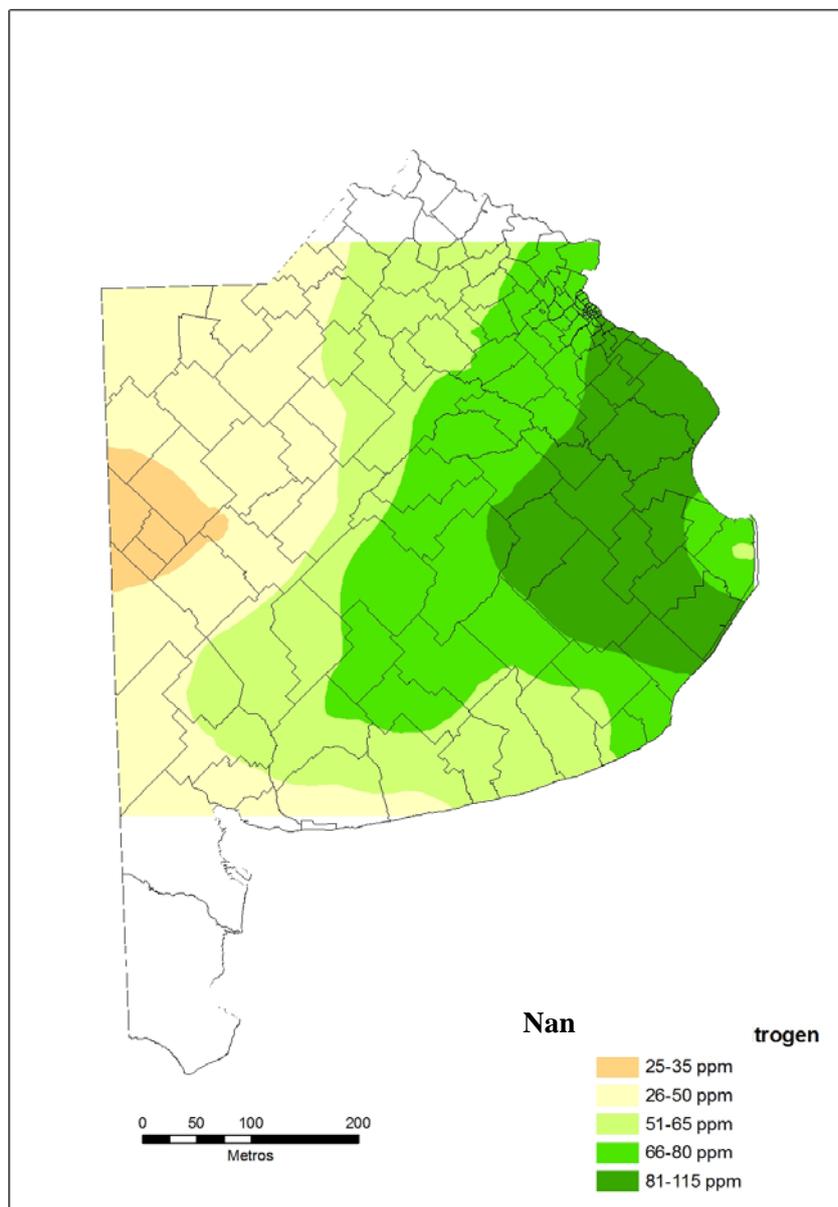


Foto 1. Tubos con muestras de suelo para la incubación en anaerobiosis.

En un relevamiento de suelo realizado en la provincia de Buenos Aires (Argentina), Reussi Calvo et al. (2011) determinaron niveles promedio de Nan desde 25 hasta 115 mg kg⁻¹ según la zona, siendo mayores los valores en el Este y menores en el Oeste (Figura 1). Esto constituye una evidencia de los diferentes potenciales de mineralización de N que poseen los suelos, los cuales deberían ser considerados al momento de ajustar la dosis de N para los cultivos (Sainz Rozas et al., 2008 y Reussi Calvo et al., 2013a). Es válido recordar que el potencial de mineralización de N de los suelos se ve afectado, entre otros factores, por la

historia agrícola (Genovese et al., 2009), las prácticas de manejo (Studdert & Echeverría, 2006) y las condiciones climáticas (Alvarez & Steinbach, 2011).

En la actualidad, la metodología más difundida para el diagnóstico de N en trigo y maíz en Argentina se basa principalmente en la determinación del contenido de N-NO_3^- en el suelo (0-60 cm) al momento de la siembra (Sainz Rozas et al., 2008; Barbieri et al., 2009). Para su empleo, se han propuestos distintos umbrales de disponibilidad de N (suelo+fertilizante), los cuales varían según la zona, sistema de labranza y el rendimiento objetivo del cultivo (Barbieri et al., 2009). No obstante, este tipo de modelos simplificados no contemplan en forma directa el aporte de N por mineralización. Por lo tanto, solo del 38 al 54% de la variación en el rendimiento de los cultivos es explicada por la disponibilidad de N-NO_3^- (0-60 cm) al momento de la siembra (Sainz Rozas et al., 2008; Barbieri et al., 2009).



Prohibida su reproducción total o parcial sin el consentimiento previo escrito del autor.

Figura 1. Niveles promedio de nitrógeno anaeróbico (Nan) en el estrato superficial (0-20 cm) de suelos agrícolas de la Provincia de Buenos Aires-Argentina. n = 3,240.

Lo mencionado plantea la necesidad de contar con herramientas que permitan cuantificar el aporte de N por mineralización durante el ciclo del cultivo, lo que mejoraría la estimación del N disponible y de la dosis de N a aplicar, aumentando de esta manera la eficiencia de uso del N y minimizando el potencial impacto ambiental negativo de la práctica de fertilización.

EXPERIENCIAS DE Nan EN TRIGO

En el sur de la provincia de Buenos Aires-Argentina durante 5 años (n: 28 sitios), se evaluó la contribución del Nan al diagnóstico de N en trigo (Figura 2). El contenido de MO vario desde 44 hasta 68 g kg⁻¹, mientras que la concentración de Nan y la disponibilidad de N-NO₃⁻ oscilaron entre 34 y 94 mg kg⁻¹ y entre 39 y 130 kg N ha⁻¹, respectivamente, lo que representan situaciones con diferente potencial de mineralización de N (Reussi Calvo et al., 2013a).

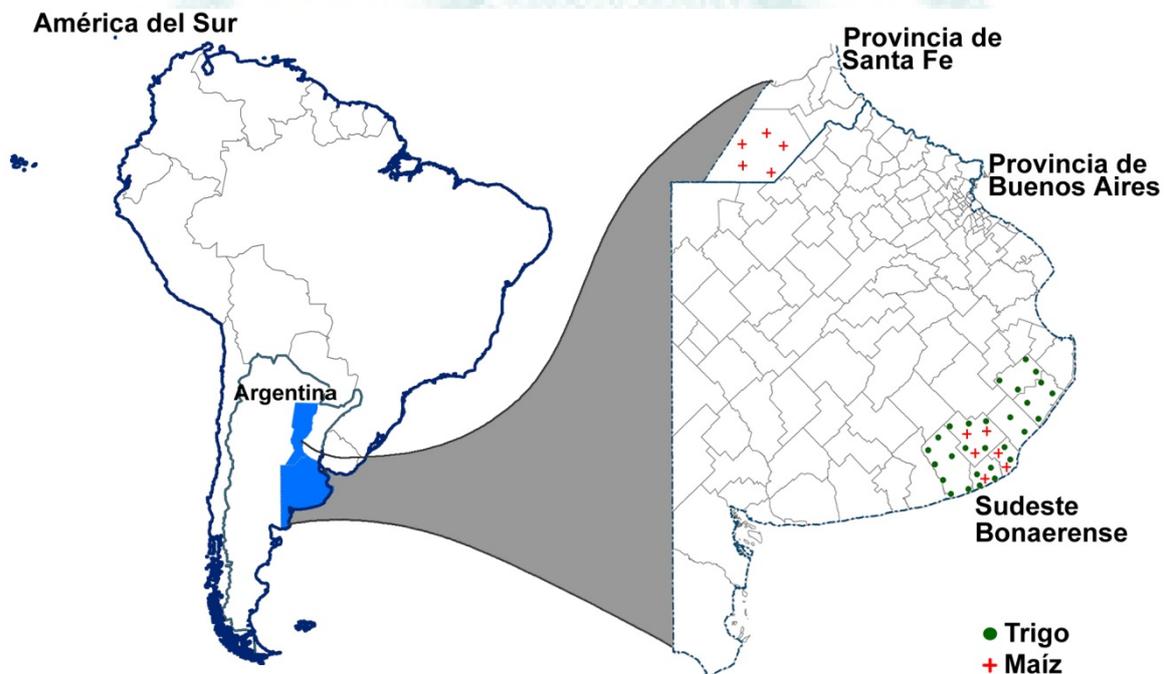


Figura 2. Ubicación de los diferentes sitios experimentales.

Solamente el 24% de la variabilidad en el rendimiento del testigo (**RT**) fue explicado por el contenido de N-NO₃⁻ (Tabla 1), lo cual pone de manifiesto las limitaciones del empleo de esta única variable para el diagnóstico de N en trigo. La concentración de Nan tuvo un mayor impacto sobre el RT que el contenido de N-NO₃⁻, ya que explicó el 41% de la variabilidad del rendimiento (Tabla 1). Cuando en esta experiencia se consideraron ambas variables (disponibilidad N-NO₃⁻ y Nan), la estimación del **RT** mejoró considerablemente (Tabla 1 y Figura 3a).

Al igual que para el **RT**, en contenido de N-NO₃⁻ en presiembra no fue un buen predictor de la exportación de N en grano (Tabla 1). Sin embargo, cuando se incorporó el Nan al modelo la estimación pasó del 11 al 58% (Tabla 1 y Figura 3b). Por lo tanto, la determinación del Nan ayudó a explicar en mayor medida la

variación en el contenido de N en grano que del rendimiento de trigo (51% y 41%, respectivamente; Reussi Calvo et al., 2013a). **Estos resultados indican que el contenido de N-NO₃⁻ inicial junto con la estimación de Nan, deberían ser considerados en forma conjunta con el objetivo de cuantificar con mayor exactitud la disponibilidad de N para el cultivo de trigo.**

Tabla 1. Modelos para estimar el rendimiento del testigo (RT) y la extracción de N en grano de trigo.

Modelos	r ² ajustado
1) RT (kg ha ⁻¹) = 3609+ 18,8* N-NO ₃ ⁻	0,24
2) RT (kg ha ⁻¹) = -1555+ 80,7* N-NO ₃ ⁻ - 0,38* (N-NO ₃ ⁻) ² + Nan*47,4	0,66
3) N en grano (kg ha ⁻¹) = 57,8+ 0,17* N-NO ₃ ⁻	0,11
4) N en grano (kg ha ⁻¹) = 19,1+ 0,13* N-NO ₃ ⁻ + 0,66*Nan	0,58

Nan= nitrógeno anaeróbico (mg kg⁻¹, 0-20 cm).
Para trigo a la siembra N-NO₃ (kg ha⁻¹, 0-60cm).

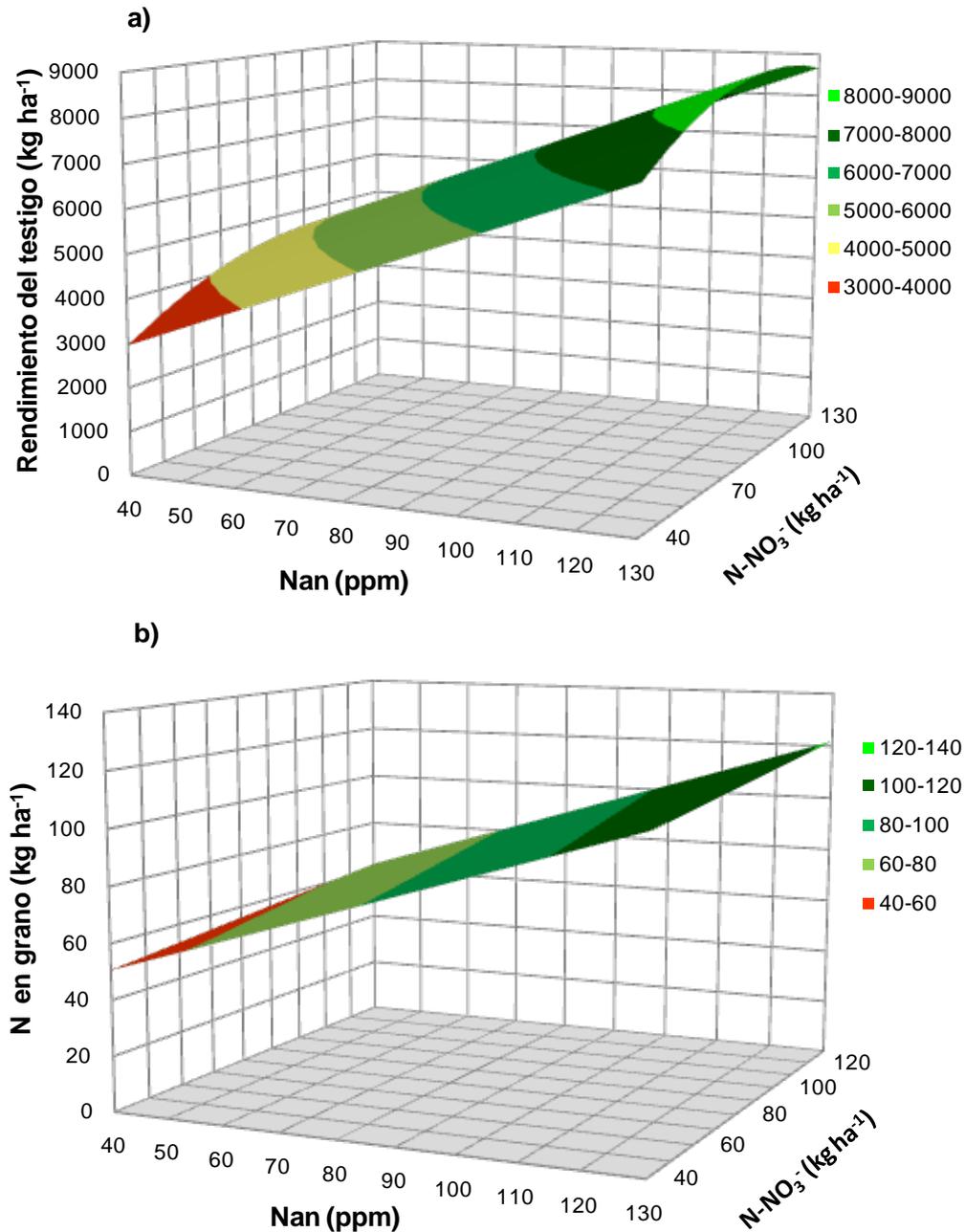


Figura 3. Contribución del Nan y del contenido de N-NO₃⁻ en presiembra al rendimiento del testigo (a) y exportación de N en grano (b). Adaptado de Reussi Calvo et al. (2013a).

EXPERIENCIAS DE Nan EN MAIZ

Durante 6 años se evaluó la contribución del Nan al diagnóstico de N en maíz en la Región Pampeana Argentina (n: 14 sitios) (Figura 2). Para los ambientes del sur de Santa Fe y Balcarce el N-NO₃⁻ explicó el 53% y 45% de la variación en el rendimiento del cultivo, respectivamente (Reussi Calvo et al., 2013b). Cuando se incorporó el Nan para la estimación del rendimiento del cultivo, se obtuvo una mejora del 5% y

16% en el ajuste del modelo para el sur de Santa Fe y Balcarce, respectivamente. La mayor contribución del Nan en ambientes como Balcarce se explicarían por la menor temperatura y el mayor contenido de MO, lo cual limitaría la capacidad predictiva de la determinación de N-NO₃⁻ en presiembra del cultivo.

Para estos ambientes, se recomienda la determinación del contenido de N-NO₃⁻ en el estadio de 5-6 hojas (V₆) en el estrato 0-30 cm de suelo como método de diagnóstico de N. En una red (n = 26) en el sur de la Región Pampeana Argentina, Sainz Rozas et al. (2008) determinaron que la medición conjunta del contenido de N-NO₃⁻ y Nan en suelo mejoró la estimación de la disponibilidad de N para el cultivo, tanto a la siembra como en V₆ (Tabla 2). Además se observó mayor contribución parcial del Nan para el muestreo a la siembra respecto V₆ (Tabla 2, Figura 4a y b). **Por lo tanto, la utilización del test de N-NO₃⁻ a la siembra o en V₆ puede ser una metodología relativamente confiable para predecir la respuesta a la fertilización en la región pampeana. No obstante, la capacidad predictiva se incrementa cuando se incorpora el Nan para el diagnóstico de N.**

Tabla 2. Modelos para estimar el rendimiento relativo (RR) de maíz a la siembra y en seis hojas (V₆).

Modelos	r ² ajustado
1) RR _{siembra} (%) = 61,7+ N-NO ₃ ⁻ * 0,23	0,37
2) RR _{siembra} (%) = 53,8+ N-NO ₃ ⁻ * 0,18 + Nan*0,21	0,57
3) RR _{v6} (%) = 41,9 + N-NO ₃ ⁻ * 0,65	0,56
4) RR _{v6} (%) = 41,5 + N-NO ₃ ⁻ * 0,49 + Nan*0,19	0,73

Nan= nitrógeno anaeróbico (mg kg⁻¹, 0-20 cm).
 Para maíz a la siembra N-NO₃ (kg ha⁻¹, 0-60cm).
 Para maíz en V₆ N-NO₃⁻ (kg ha⁻¹; 0-30 cm).

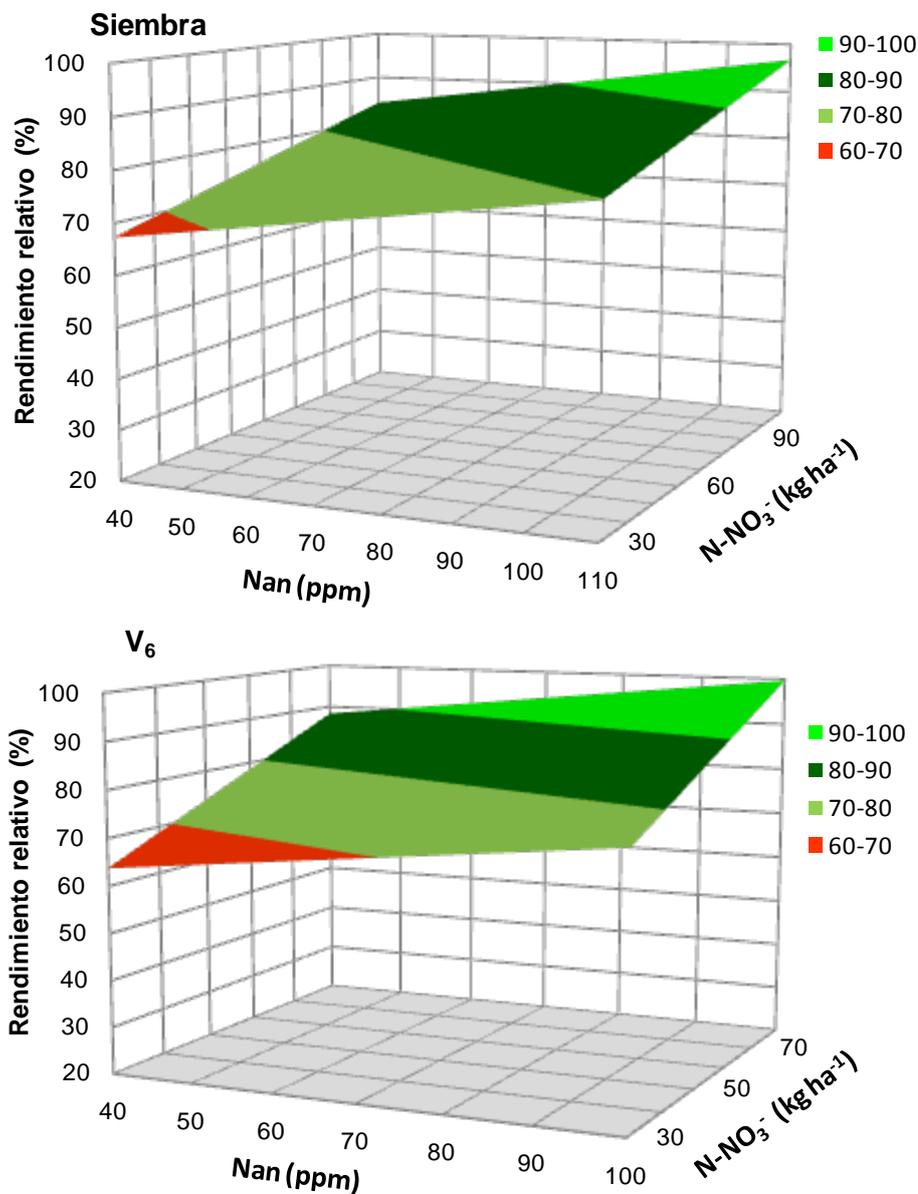


Figura
4. Contribución del Nan y del contenido de N-NO₃⁻ al rendimiento relativo de maíz en presiembra (a) y seis hojas (V₆) (b). Adaptado de Sainz Rozas et al. (2008).

CONCLUSIÓN

Para el cultivo de trigo y maíz se determinó que ambas fuentes de N (N-NO₃⁻ y Nan) contribuyen a la nutrición de los cultivos en forma complementaria, lo que plantea la necesidad de realizar futuras investigaciones tendientes a mejorar el conocimiento de la dinámica de dichas fuentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R., & Steinbach, H.S. 2011. Modeling Apparent Nitrogen Mineralization under Field Conditions Using Regressions and Artificial Neural Networks. *Agron. J.* 103: 1159-1168.
- Barbieri P.A., Echeverría H.E., & Sainz Rozas H.R. 2009. Dosis óptima económica de nitrógeno en trigo según momento de fertilización en el sudeste bonaerense. *Ci. Suelo* 27: 115-125.
- Echeverría, H.E., & Ferrari, J.L. 1993. Relevamiento de algunas características de los suelos agrícolas del sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Boletín Técnico N° 112*. EEA INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires. 18 pp.
- Echeverría, H.E., San Martín, N., & Bergonzi, R. 2000. Métodos rápidos de estimación del nitrógeno potencialmente mineralizable en suelos. *Cien. Suelo* 18: 9-16.
- Genovese F., Echeverría H.E., Studdert G.A., & Sainz Rozas H. 2009. Nitrógeno de amino-azúcares en suelos: calibración y relación con el nitrógeno incubado anaeróbico. *Ci. Suelo* 27 (2): 225-236.
- Gonzalez Montaner, J.H., Maddonni, G.A., & DiNapoli, M.R. 1997. Modelling grain yield and grain yield response to nitrogen in spring wheat crops in the Argentinean Southern Pampa. *Field Crops Res.* 51:241-252.
- Reussi Calvo N.I., Sainz Rozas H., Echeverría H.E., & Berardo A. 2013a. Contribution of anaerobiosis incubated nitrogen to the diagnosis of nitrogen status in spring wheat. *Agron. J.* 105: 321-328.
- Reussi Calvo, N., Saiz Rozas, H., Berardo, A., Echeverría, H.E., & Diovisalvi, N. 2013b. Simposio de Fertilidad. 22 y 23 de Mayo, Rosario, Santa Fé, Argentina. 269-272.
- Sainz Rozas H., Calviño P., Echeverría H., Redolatti, M., & Barbieri P. 2008. Contribution of anaerobically mineralized nitrogen to reliability of planting or presidedress soil nitrogen test in maize. *Agron. J.* 100:1020-1025.
- Soon, Y.K., Haq, A., & Arshad, M.A.. 2007. Sensitivity of nitrogen mineralization indicators to crop and soil management. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 38: 2029-2043.
- Steinbach, H.S., Alvarez, R., & Valente, C. 2004. Balance between mineralization and immobilization of nitrogen as affected by soil mineral nitrogen level. *Agrochimica* 48:204-212.
- Studdert, G.A. & Echeverría, H.E. 2006. Relación entre el cultivo antecesor y la disponibilidad de nitrógeno para el trigo en la rotación. *Cien. Suelo* 24: 89-96.