



Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

NUEVAS TENDENCIAS EN NUTRICIÓN DE TRIGO: 1. MESO Y MICRONUTRIENTES

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot*

En la región pampeana, el cultivo de trigo ha respondido frecuentemente incrementando sus rendimientos ante el agregado de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). La prolongada historia agrícola de los campos y el permanente balance negativo de estos nutrientes producto de abultadas cosechas hacen que sean habitualmente deficientes en los suelos. Sin embargo, en los últimos años se han observado incrementos de rendimiento por la utilización de elementos menos tradicionales (otros que no sean N, P y S). El muestreo de suelos y el análisis foliar permiten identificar áreas con deficiencias potenciales de nutrientes "no convencionales" (García, 2002). Estas observaciones pueden ser complementadas con franjas exploratorias de evaluación. El presente informe realiza una revisión de los últimos avances en la materia.

Cloruros:

La utilización de cloruros (Cl) ha sido ensayada con resultados positivos en varias regiones del país. Los trabajos pioneros en este nutriente fueron realizados en Montana y South Dakota (EEUU) por Fixen et al., (1986 a;b), los cuales determinaron que la aplicación cloruros en trigo mejora el comportamiento sanitario y el crecimiento del cultivo. En concordancia con esto, Ferraris y Couretot (2004) comprobaron un mejor comportamiento sanitario e incrementos de rendimiento en un cultivar susceptible a roya anaranjada de la hoja. Los cloruros son móviles en el perfil, y su deficiencia es más probable en suelos arenosos y bajos en materia orgánica. En lotes con estas características del centro-oeste de Bs As Ventimiglia et al., (2003) observaron respuestas de entre 500 y 1000 kg ha⁻¹, y Díaz Zorita et al., (2002) informaron incrementos de rendimientos medios de 350 kg ha⁻¹, promedio de tres sitios y varias dosis. En cambio, Melgar et al., (2001) determinaron incrementos de rendimiento de entre 0 y 690 kg ha⁻¹ en lotes de textura franca del norte de Bs As y sur de Santa Fe.

De trabajos realizados en EEUU (Fixen et al., 1987) se puede derivar un umbral crítico de respuesta de 20 ppm de Cl en suelo, medidos a 20 cm de profundidad. Los síntomas de deficiencia aparecen como halos cloróticos que frecuentemente se confunden con una mancha foliar. La fuente comúnmente utilizada es el Cloruro de Potasio (K50, Cl46).

Zinc:

El Zinc (Zn) es otro elemento del cual el cultivo de trigo es exigente. La bibliografía internacional menciona umbrales críticos de entre 0,5 y 1 ppm (Brennan et al., 1993; Comissao de Fertilidade do Solo-Rio Grande do Sul/Santa Catarina, 1995; Pais y Benton Jones, 2000, Zinc World Organization, 2004), los cuales son generales para todos los cultivos, no específicos para trigo. Un relevamiento realizado dentro de una red de fertilización (Echeverría et al., 2002) determinó que los suelos de la pampa húmeda tienen una disponibilidad de entre 0,5 y 3 ppm, lo cual indicaría que

* Técnicos de Desarrollo Rural INTA Pergamino

existe potencialidad de respuesta a Zn en la región. Los suelos con textura muy arcillosa y con pH superiores a 6,5 también suelen ser carentes en este elemento.

Echeverría et al., (2002), sobre un grupo de siete ensayos, observaron respuestas significativas de alrededor de 200 kg ha⁻¹ en dos de ellos, por la aplicación de Magnesio (Mg), Zn, Cobre (Cu) y Boro (B). La baja disponibilidad de Zn y B de los sitios con respuesta, hace suponer que podría tratarse de respuesta a alguno de estos nutrientes.

La deficiencia de Zn en trigo se manifiesta como una clorosis internerval en las hojas, que avanza desde las vainas hasta la parte superior de las hojas. No se han reportado síntomas de deficiencias de Zinc en Soja de segunda en el norte de Bs As y sur de Santa Fe. Dentro de las fuentes comerciales se pueden mencionar al Oxisulfato de Zn (44 a 55% de Zn) y al sulfato de Zn (34% Zn) para aplicaciones al suelo o foliares. Existen también quelatos de Zn (4 a 10% de Zn), especialmente adaptados a aplicaciones foliares.

Magnesio:

El Magnesio (Mg) por la magnitud de su demanda es considerado un mesonutriente, es decir, se requiere en menor cantidad que los nutrientes macro (N, P, S y Potasio [K]), pero todos los cultivos lo incorporan en cantidades superiores a las de los micronutrientes. El Mg desempeña funciones muy importantes en los vegetales. Así, integra la molécula de la clorofila, participa en la síntesis de proteínas e interviene en la transferencia de energía a través de diferentes procesos bioquímicos que ocurren en los vegetales como la fotosíntesis, la glucólisis, el ciclo de Krebs y la respiración (Tisdalle et al., 1993). Los síntomas de deficiencia se manifiestan como una clorosis caracterizada por la formación de bandas longitudinales paralelas a las nervaduras de las hojas, como puede apreciarse en la Figura 3.a. Síntomas similares pueden visualizarse en soja de segunda

En general, los suelos pampeanos se encuentran aún bien dotados de Mg, tal como puede verse en un relevamiento realizado en una red de fertilización de Soja (Figura 4.a, Echeverría et al, 2001) y de Trigo-Soja (Figura 4.b, Salvagiotti y Gerster, 2003). A pesar de esto, algunas investigaciones han arrojado resultados favorables a la aplicación de Mg junto a otros nutrientes (Melgar et al., 2000; Salvagiotti y Gerster 2003) en Soja y Trigo/Soja, respectivamente. Aun cuando debería evaluarse el efecto del nutriente en forma aislada a través de ensayos más específicos, podría ser un indicio de la aparición de deficiencias en algunas regiones del país en los próximos años. La región del centro-sur de Santa Fe podría ser una zona potencialmente próxima a mostrar deficiencias de Mg. Entre las fuentes más comunes se pueden mencionar Sulpomag (0-0-11-225-11Mg), Kieserita (0-0-0-225-16Mg) y óxido de Mg (0-0-0-54Mg).

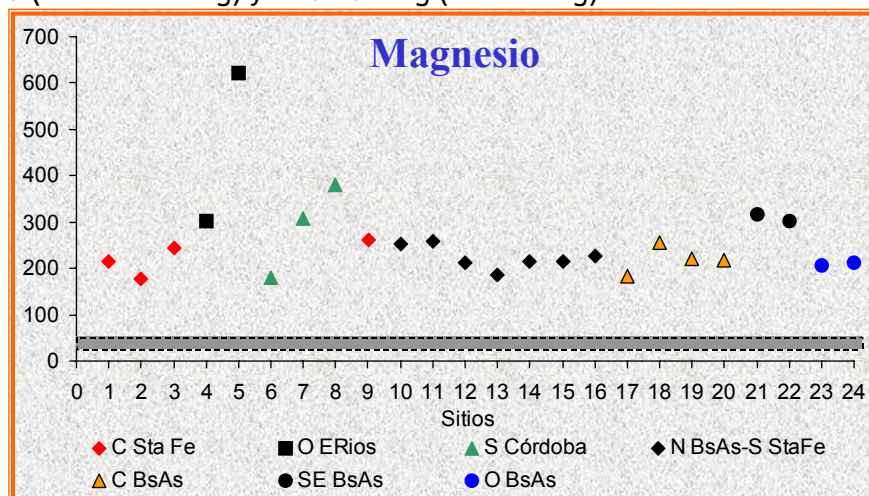


Figura 1.a

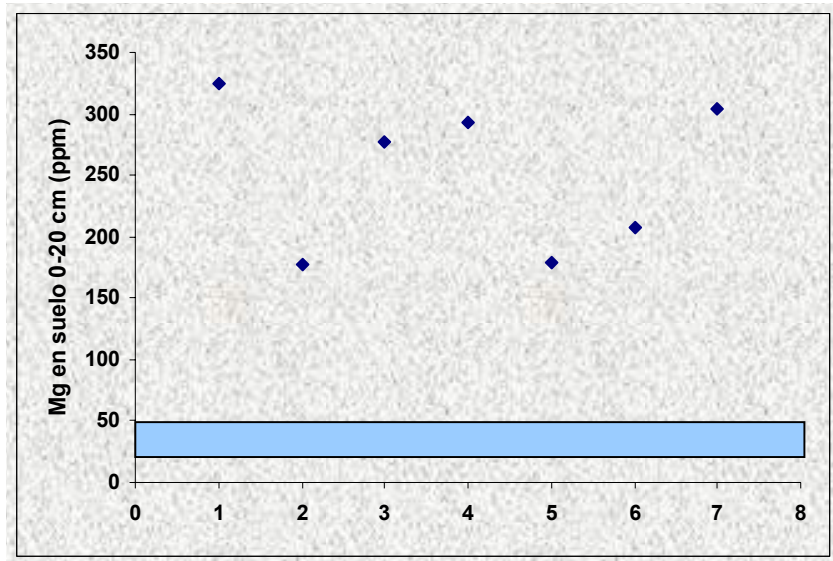


Figura 1.b

Figura 1: Disponibilidad de Magnesio en suelos de la región pampeana, evaluados en una red de ensayos de fertilización en Soja de primera (1.a) y Trigo-Soja (1.b). El recuadro punteado representa el rango crítico que separa niveles de carencia y suficiencia del nutriente mencionado por la bibliografía. Adaptado de Echeverría et al, (2002) y Salvagiotti y Gerster, (2003).

Boro:

El Boro (B) presenta un comportamiento dual en la región pampeana. La literatura internacional considera que un suelo es deficiente cuando presenta valores inferiores a 0,25-0,5 ppm (usando como extractante agua caliente) (Pais y Benton Jones, 2000; Knudsen y Frank, 1974), y los suelos argentinos frecuentemente se encuentran por debajo de este valor (Echeverría et al., 2002; Salvagiotti y Gerster, 2003) (Figura 2). Sin embargo, solamente en Girasol se han determinado respuestas sistemáticas a la fertilización con B, lo cual refuerza la necesidad de ajustar umbrales específicos para la región pampeana.

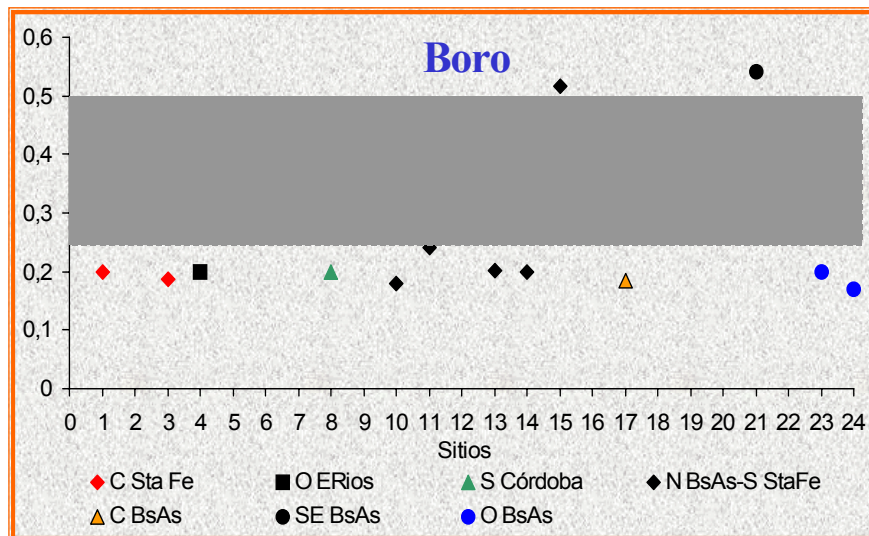


Figura 2.a

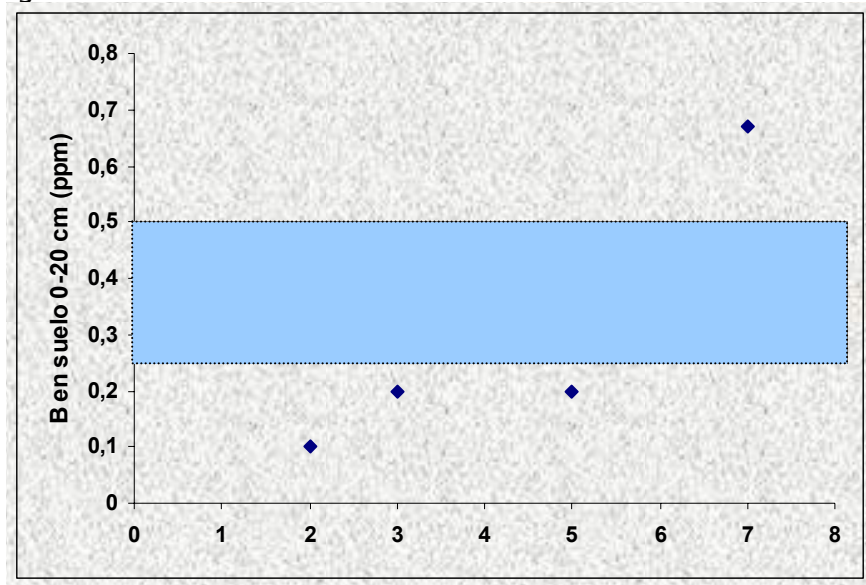


Figura 2.b

Figura 2: Disponibilidad de Boro en suelos de la región pampeana, evaluados en una red de ensayos de fertilización en Soja de primera (2.a) y Trigo-Soja (2.b). El recuadro punteado representa el rango crítico que separa niveles de carencia y suficiencia del nutriente mencionado por la bibliografía. Adaptado de Echeverría et al, (2002) y Salvagiotti y Gerster, (2003).

En trigo, Klein (2003) informó respuestas a la aplicación de este nutriente en Alberti (Figura 3). El B es un elemento móvil, cuya dinámica en el suelo está muy asociada a la de la materia orgánica. Por este motivo, los suelos arenosos, muy intensamente cultivados, y la ocurrencia de precipitaciones abundantes que propician el lavado de este nutriente predisponen a la ocurrencia de deficiencias. El B presenta un rango de suficiencia muy estrecho, y fácilmente se pueden alcanzar valores de toxicidad cuando se aplican fertilizantes al suelo. En consecuencia, es preferible recurrir a la vía foliar, especialmente cuando se fertiliza un cultivo de altos requerimientos como el Girasol, el cual es seguido en la rotación por otros más propensos a sufrir fitotoxicidad. La aplicación vía foliar tiene además la ventaja de poder utilizar los análisis de planta como herramienta de diagnóstico, y la rápida asimilación del nutriente por parte de los cultivos. La falta de B afecta los puntos de crecimiento de los vegetales, provocando retorcimiento en las áreas jóvenes y reducción de su crecimiento.

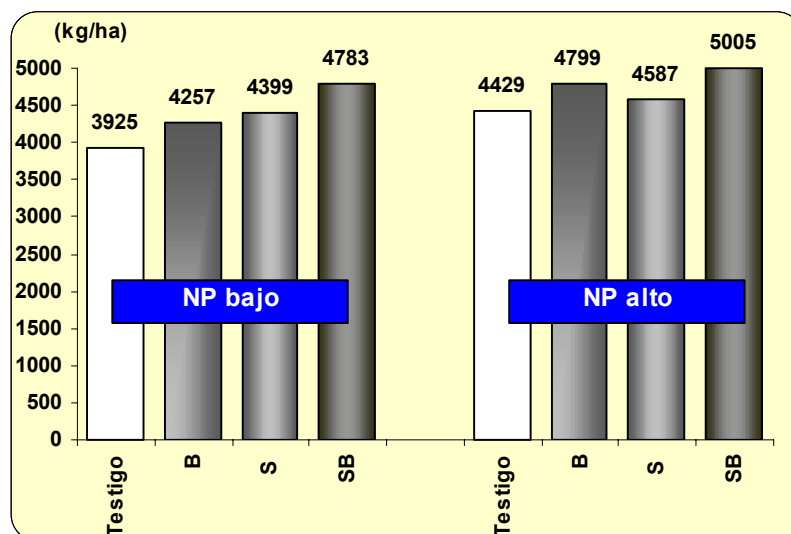


Figura 3: Respuesta del cultivo de trigo a la aplicación de B y S, bajo dos condiciones de nutrición nitrógeno-fosforada. Adaptado de Klein, (2003).mmmm

Consideraciones finales:

Los meso y micronutrientes son elementos esenciales para los vegetales, y su carencia provoca disminución en los rendimientos. En la región pampeana se han determinado respuestas discretas a su agregado, y tienen un impacto productivo secundario frente al de N, P y S. Sin embargo, es importante identificar posibles ambientes carenciales y desarrollar herramientas de diagnóstico, teniendo en cuenta que en un sistema productivo que perpetúa la extracción de nutrientes, en algún momento se van a presentar deficiencias. La identificación de los síntomas y el conocimiento de la dinámica de estos nutrientes en los suelos por parte de asesores y productores posibilitará intervenir en el momento adecuado, evitando así pérdidas en los niveles de producción.

- Barrios, S., A. Potenza and M.V. López. 1986. Utilización del Azospirillum (diazotrofo rizosférico) en el triticultivo. In: Actas del Primer Congreso Nacional de AIANBA. Pergamino, Argentina, 6-10 de Octubre.
- Bashan, Y. 1999. Interactions of Azospirillum spp in soils: a review. Biol Fertil Soils. 29:246-256.
- Brennan, R.F., J.D. Armour, D.J. Reuter. 1993. Diagnosis of Zinc deficiency. En: A.D. Robson (ed.) Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 167-181.
- Comissao de Fertilidade do Solo-RS/SC. 1995. Recomendacoes de adubacao e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3ª. ed. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo (SBCS)-Nucleo Regional Sul. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 224 p.
- Díaz Zorita, M., G. Duarte, M. Barraco y M. Fornasero. 2002. Respuesta de cultivos de trigo a la fertilización con cloruros. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Puerto Madryn (Chubut). 16-19 Abril 2002.
- Echeverría, H., G. Ferraris, G. Gerster, F. Gutiérrez Boem y F. Salvagiotti (Ex aequo). 2002. Fertilización en Soja y Trigo-Soja: Respuesta a la fertilización en la región pampeana. Resultados de la red de ensayos del Proyecto Fertilizar-INTA. Campaña 2000/01 y 2001/02. INTA EEA Pergamino, 43 p.
- Fallik, E., S. Sarig and Y. Okon. 1988. Morphology and physiology of plant root associated with Azospirillum. In: Azospirillum-Plant Associations (Y. Okón, Ed), pp 77-86. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2004. Estudio de la interacción entre variedades y prácticas de manejo de enfermedades. Trigo: Informe de resultados del Proyecto Regional Agrícola (en prensa).

- Fixen, P.E., G.W. Buchenau, R.H. Gelderman, T.E. Schumacher, J.R. Gerwing, F.A. Cholick and B.G. Farber. 1986b. Influence of soil and applied chloride on several wheat parameters. *Agron. J.* 78:736-740.
- Fixen, P.E., R.H. Gelderman, J.R. Gerwing, and B.G. Farber. 1987. Calibration and implementation of a soil Cl test. *J. Fert. Issues* 4:91-97.
- Fixen, P.E., R.H. Gelderman, T.E. Schumacher, J.R. Gerwing, and F.A. Cholick. 1986^a. Response of spring wheat, barley and oats to chloride in potassium chloride fertilizers. *Agron. J.* 78:664-668.
- García, F. 2002. Nutrición del Cultivo de Trigo: Nuevas Estrategias de Fertilización. www.elsitioagrícola.com.ar
- Klein, R. 2003. Experiencias en fertilización balanceada de trigo/soja en Alberti (Buenos Aires). *Informaciones agronómicas del Cono Sur.* 17:1-6.
- Melgar, R., M.E. Camozzi y J. Lavandera. 2000. Trigo, los que vienen llegando. *Fertilizar*, 18 (V): 20-21.
- Melgar, R., M.E. Camozzi, M. Torres Duggan y J. Lavandera. 2001. Enfermedades de Trigo: Más vale prevenir. *Fertilizar*, 23 (VI): 30-34.
- Okon Y. and C. Labandera-Gonzalez. 1994. Agronomic applications of Azospirillum: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem.* Vol 26 (12):1591-1601.
- Pais, I. and J. Benton Jones. 2000. *The handbook of trace elements.* St. Lucie Press, Boca Raton, 223 p.
- Rodríguez Cáceres, E., G. Gonzáles Anta, J. López, C. Di Ciocco, J. Pacheco Basurco and J. Parada. 1994. Azospirillum brasiliense and Bacillus polymyxa inoculation in yield response of field grown wheat in an Argentine semiarid region. *Arid Soil Research and Rehabilitation.*
- Sadasivan L. and C. Neyra. 1985. Cyst of Azospirilla under various cultural conditions. In: *Azospirillum III: Genetics, Physiology, Ecology* (W. Klingmuller, Ed.) pp 230-242. Springer-Verlag, Berlin.
- Salvagiotti, F. y G. Gerster. 2003. Respuesta a la fertilización en la región pampeana. Secuencia trigo / soja. Informe de resultados del módulo de investigación, campañas 2001/02 y 2002/03. 18 pp. www.fertilizar.org
- Knudsen, D., K.D. Frank. 1974. Understand your soil test: Calcium, Magnesium, Boron, Copper, Chlorine, Molybdenum. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural resources, University of Nebraska-Lincoln, G74-165-A.
- Pais, I., J. Benton Jones. 2000. *The handbook of trace elements.* St. Lucie Press, Boca Raton, 223 p.
- Tisdale, S., W. Nelson, J. Beaton y J. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*, fifth edition. Macmillan, New York, 634 pp.
- Ventimiglia, L., S. Rillo, H. Carta y P. Richmond. 2003. Evaluación de la fertilización con cloro y potasio sobre el rendimiento de trigo en 9 de Julio. En: *Experimentación en campos de productores. Resultados campaña 2002/2003.* UEEA 9 de Julio, INTA. pp 53-58.