

# Manejo nutricional del cultivo de trigo: ¿Dónde estamos y dónde vamos? <sup>1</sup>

**Fernando O. García e Ignacio Ciampitti**

*IPNI Cono Sur*

*Av. Santa Fe 910 – (B1641ABO) Acassuso, Buenos Aires, Argentina*

[fgarcia@ipni.net](mailto:fgarcia@ipni.net)

El manejo nutricional del cultivo de trigo está inserto en un contexto agronómico más amplio de manejo del sistema de producción de cultivos. Las mejores prácticas de manejo (MPM) de la nutrición y, por ende, de los fertilizantes (MPMF), constituyen un subconjunto de las MPM del cultivo. Para que una práctica de manejo de fertilizantes sea considerada como MPM, la misma debe armonizar con las MPM del cultivo para proveer a una óptima combinación de los cuatro objetivos básicos en el manejo de sistemas de producción: productividad, rentabilidad, sustentabilidad del sistema y salud ambiental (Bruulsema et al., 2008). Estas MPMF deben responder a principios científicos y ser evaluadas a través de indicadores específicos relacionados con los cuatro objetivos mencionados.

Las MPMF pueden ser descritas como la selección de la fuente correcta para la aplicación de la dosis correcta en el momento y forma correctos (Roberts, 2007). La dosis, fuente, momento y forma de aplicación interactúan entre sí y, a su vez, con las MPM del cultivo en el sistema de producción (Bruulsema et al., 2008).

En Argentina, los nutrientes tradicionalmente deficientes para el cultivo de trigo han sido el nitrógeno (N) y el fósforo (P) y, en los últimos años, se han determinado deficiencias de azufre (S) en numerosas áreas trigueras. Otros nutrientes, como el caso del cloro (Cl) y otros micronutrientes, han mostrado deficiencias y respuestas en algunas situaciones de suelo, clima y manejo.

Existe abundante información disponible actualizada anualmente en cuanto a las MPM para N, P y, en menor medida, de S para distintas zonas y sistemas de producción. Al respecto, pueden consultarse, entre otras, las siguientes publicaciones: Berardo (1994), González Montaner et al. (1991 y 1997), Melchiori y Papparotti (1996), Echeverría y García (1998), Satorre et al. (2001), García y Berardo (2005), Martínez y Cordone (2005), Satorre et al. (2005) y García (2007). Las experimentaciones realizadas en los últimos años indican la importancia y factibilidad de plantear el manejo de la nutrición para el doble cultivo trigo/soja al momento de la

---

<sup>1</sup> Publicado en García F. e I. Ciampitti. 2009. Manejo nutricional del cultivo de trigo: ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos? In F. García e I. Ciampitti (ed.). *Actas Simposio Fertilidad 2009. IPNI Cono Sur y Fertilizar A.C. pag. 245-250. ISBN 978-987-24977-1-2. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.*

fertilización del trigo (Salvagiotti et al., 2005). En las referencias indicadas se podrá encontrar información acerca del i) diagnóstico de la fertilidad para recomendaciones de fertilización nitrogenada, fosfatada y azufrada, y ii) manejo de la fertilización: fuente, momento y forma correcta de aplicación de N, P y S.

En las siguientes secciones se discuten sintéticamente i) los resultados más recientes en cuanto a aspectos específicos del manejo de la nutrición del cultivo (¿Dónde estamos?) y ii) los posibles escenarios en cuanto al manejo de la fertilización a futuro (¿Dónde vamos?).

### **¿Dónde estamos en manejo de la nutrición del cultivo de trigo?**

La toma de decisión de las MPMF debe generarse a partir de las metodologías e información disponibles. En el marco actual de precios de insumos y trigo, es muy importante utilizar la información existente y las actualizaciones generadas en los últimos años. A continuación se destacan algunas de las mismas.

- Requerimientos nutricionales del cultivo: En IPNI, hemos actualizado la información de requerimientos nutricionales de los cultivos de grano (Ciampitti y Garcia, 2007). Utilizando información generada en nuestro país en los últimos años se establecieron valores de referencia de absorción de 26.5, 4.4 y 4.4 kg de N, P y S por tonelada de grano producida, respectivamente, y de extracción de 18.2, 3.5 y 1.5 kg de N, P y S por tonelada de grano producida, respectivamente. Estos valores son de referencia y se sugiere el análisis de planta y/o de granos para conocer la absorción y extracción de nutrientes específica de cada ambiente, lote o región. Los mismos están expresados en base “*humedad de recibo*” de trigo (Humedad Comercial a Cosecha de 13,5%). La información completa está disponible en nuestra página de Internet en [www.ipni.net/lasc](http://www.ipni.net/lasc).
- Dosis de N. Los umbrales críticos de disponibilidad de N a la siembra (N-nitratos suelo, 0-60 cm + N fertilizante) constituyen el método más difundido para determinar las necesidades de N del cultivo. Estos varían según la zona y el nivel de rendimiento objetivo: 175 kg/ha para alcanzar rendimientos de 6000 kg/ha en el sudeste de Buenos Aires (Información CREA Mar y Sierras), y 130-140 kg/ha para rendimientos de 4000 kg/ha en el sur de Santa Fe (Información Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe). En ensayos recientes, Barbieri et al. (2008a) determinaron umbrales de 152 y 126 kg N/ha al momento de la siembra y el macollaje, respectivamente, para alcanzar el 95%

del rendimiento máximo (promedios de 5000-5500 kg/ha) en el sudeste de Buenos Aires. Asimismo, estos autores encontraron una relación estrecha entre el contenido de N-nitratos a 0-60 y 0-40 cm de profundidad a la siembra o al macollaje, lo que facilitaría las determinaciones muestreando hasta 40 cm de profundidad en lugar de hasta 60 cm. El uso de modelos de simulación es una alternativa de interés para incluir características específicas de suelo, manejo de cultivo y de riesgo climático. El software Triguero (Satorre et al., 2005) ha sido ampliamente evaluado y es utilizado como herramienta para la toma de decisión en distintas regiones trigueras. Recientemente, Barbieri et al. (2008b) han confirmado la aptitud de los modelos de simulación como el CERES Trigo, base del software Triguero, en la región sudeste de Buenos Aires.

- Momento de aplicación de N. Las aplicaciones de N a la siembra del cultivo generalmente resultan en eficiencias de uso similares o superiores que las de aplicaciones al macollaje, en situaciones de baja incidencia de precipitaciones durante el período siembra-fin de macollaje. Esta situación es común para una gran parte de la región triguera argentina. Sin embargo, en regiones con excesos hídricos a la siembra y/o probabilidad de precipitaciones elevadas durante el periodo siembra-fin de macollaje, las aplicaciones diferidas al macollaje pueden presentar una mayor eficiencia del N aplicado resultando en mayores rendimientos y menores pérdidas de N que las aplicaciones a la siembra (Echeverría et al., 2004) . Al respecto, Reussi Calvo y Echeverría (2006) estimaron que en un 33% y 35% de años de la serie climática 1971-2001, se pueden registrar excesos hídricos mayores a 10 mm en la segunda década de julio, con promedios de 37 y 31 mm, en Balcarce y Tres Arroyos, respectivamente. Los trabajos de Barbieri et al. (2008a y b) indican que en seis de diez sitios, entre 2002 y 2005, se observaron mejores eficiencias de uso de N con aplicaciones en el momento de macollaje con respecto a aplicaciones a la siembra del cultivo, y que estas diferencias se pueden atribuir a la mayor ocurrencia de pérdidas de N por lavado con las aplicaciones a la siembra.

A modo de ejemplo, la campaña 2007/08 fue bastante particular en cuanto a ocurrencia de precipitaciones durante el ciclo del cultivo, ya que se produjo un pico de lluvias en septiembre aun después de la aplicación de macollaje. En estas condiciones, en siete ensayos realizados en el sur y oeste de Buenos Aires, E. Caracoche y colaboradores encontraron rendimientos similares para aplicaciones de N a siembra o a macollaje,

promedios de 5203 y 5114 kg/ha, respectivamente, y en uno de los sitios (Tres Arroyos) rendimientos superiores a la siembra que al macollaje.

La decisión de aplicar el N a la siembra o al macollaje también debe incluir aspectos relacionados con el rendimiento potencial y la disponibilidad inicial de N, y con la logística. Cultivos con potenciales de rendimientos elevados (mayores a 6000 kg/ha) requieren de disponibilidades de al menos 125 kg N/ha a la siembra, que después se complementarían con aplicaciones más tardías tal como proponen González Montaner y colaboradores para la Región CREA Mar y Sierras.

- Dosis de aplicación de P. La Fig. 1 muestra la relación entre la respuesta a P y el nivel de P extractable (P Bray 1) en 53 ensayos realizados entre 1998 y 2007. Para relaciones trigo/nutriente de 17 a 26 kg de trigo por kg de P, los niveles críticos de P Bray se ubican entre 15 y 20 ppm.

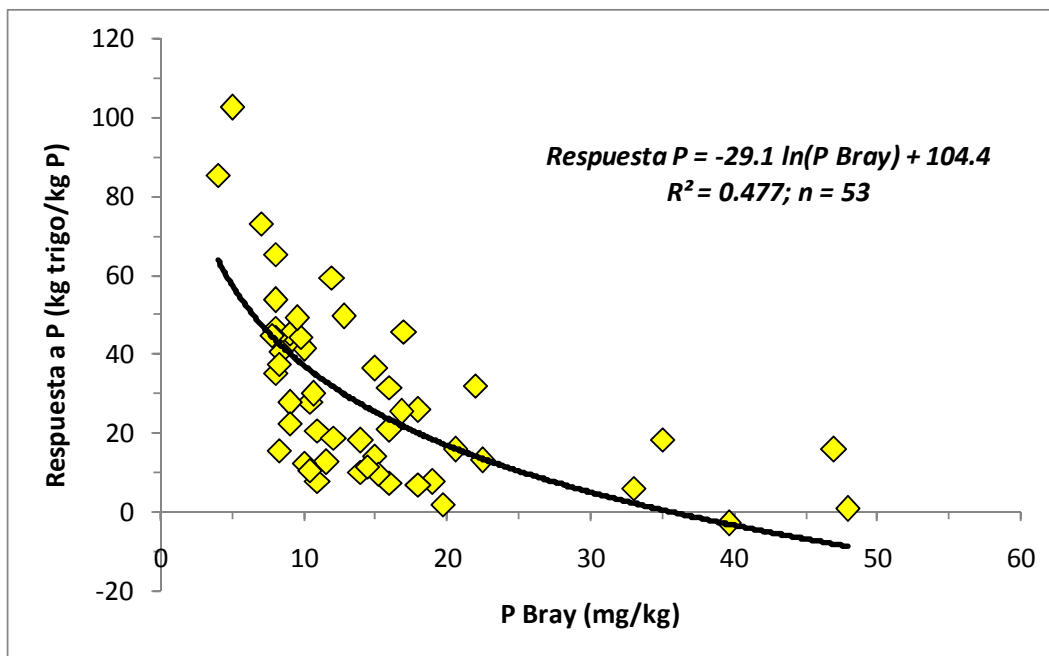


Fig. 1. Respuesta a fósforo (P), expresada como kg de trigo por kg de P aplicado, en función del nivel de P Bray (0-20 cm) en 53 ensayos realizados entre 1998 y 2007.

- Azufre: Las respuestas a S en trigo son frecuentes en la región pampeana norte en lotes de prolongada historia agrícola y disminuciones significativas de materia orgánica respecto a los niveles originales (Martínez y Cordone, 2005). En los últimos años, las investigaciones realizadas en el sur de la provincia de Buenos Aires también han mostrado respuestas a la aplicación de S en condiciones de lotes de alta frecuencia de

soja, gran cantidad de años de historia agrícola y bajo siembra directa (Calviño et al., 2001; Reussi Calvo et al., 2006).

En la campaña 2007/08, se encontraron respuestas significativas a S, aplicado en mezcla física o química con P, en ensayos realizados en trigo y cebada en Tandil, y en trigo en Gardey y Olavarría (L. Boga, com. pers.; E. Caracoche, com. pers.).

- Nutrición balanceada del cultivo y de la rotación. El manejo eficiente, desde el punto de vista agronómico, económico y ambiental, debe contemplar la nutrición balanceada del cultivo. Esto implica evaluar todos los nutrientes esenciales para evitar que la deficiencia de uno de ellos afecte las eficiencias de uso de los otros (sean aplicados como fertilizantes o disponibles en el suelo). Asimismo, el manejo de la nutrición de un cultivo debe considerar la fertilidad de los suelos y la producción de los cultivos y/o pasturas que se incluyen en la rotación: la fertilización del sistema de producción. El concepto de “fertilización del sistema de producción” se basa en la residualidad de los nutrientes en formas orgánicas (N, P, S, otros) y/o inorgánicas (P, K, otros) en el suelo. Los ensayos a mediano y largo plazo realizados a nivel nacional e internacional muestran los efectos de la fertilización del sistema: *la nutrición balanceada de los cultivos resulta en la nutrición balanceada del suelo* (García, 2006).

Los resultados de los ensayos de trigo 2007/08 de la Red de Nutrición CREA Sur Santa Fe y de nutrición balanceada AAPRESID-INTA-IPNI-ASP en Corral de Bustos, muestran los efectos mencionados en el párrafo anterior. En la Red CREA, el promedio de los tres sitios muestra una fuerte interacción NP (Fig. 2a). Estas respuestas son debidas a efectos directos y residuales de previas fertilizaciones dado que los tratamientos fueron establecidos continuamente desde el año 2000. El rendimiento del trigo sin fertilizar alcanzó solamente un 36% del rendimiento logrado bajo fertilización NPS continua. De la misma manera, en el ensayo de Corral de Bustos, la combinación NPS, ya sea en dosis de diagnostico o de reposición, superó significativamente a las combinaciones que incluían los nutrientes en forma separada (Fig. 2b). En este caso, el trigo del tratamiento Testigo desde el año 1999, rindió 48% del máximo alcanzado en el tratamiento fertilizado de forma continua con NPS (NPS Diagnostico).

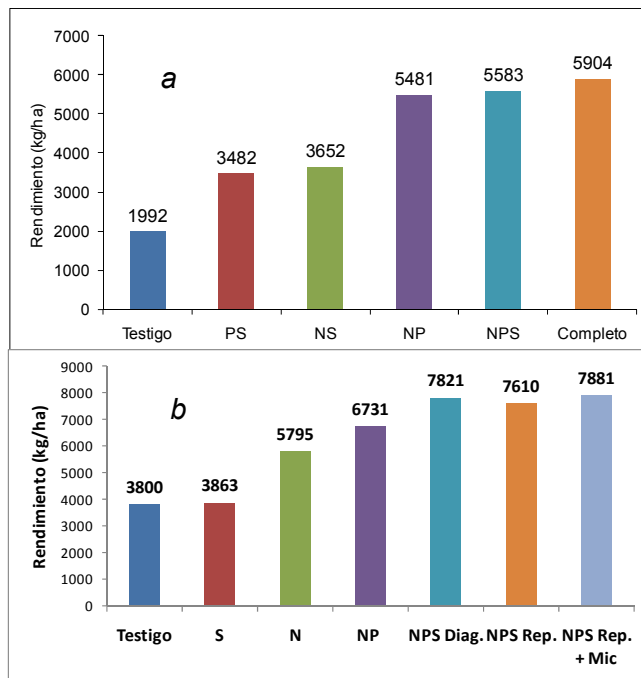


Fig. 2. Rendimientos de trigo, a) promedios de tres sitios de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2007/08; y b) en el ensayo de nutrición balanceada AAPRESID-INTA-IPNI-ASP en Corral de Bustos (Córdoba) 2007/08.

La campaña 2008/09 se caracterizó por una sequía prolongada y severa en casi toda la región triguera del país afectando fuertemente los rendimientos y las respuestas a la fertilización. Sin embargo, aun bajo estas condiciones, el abastecimiento adecuado de nutrientes deficitarios produjo mejores significativas en los rendimientos. En los tres ensayos con trigo en 2008/09 de la Red de Nutrición CREA Sur Santa Fe, se observaron respuestas relativas similares a años anteriores los cuales dispusieron de una mejor oferta hídrica (Fig. 3). La eficiencia de uso del agua (EUA) en 2008/09, se incrementó en un 49%, en promedio, cuando se eliminaron las deficiencias de NPS, lográndose 4.9 kg trigo por mm de agua consumida en el tratamiento Testigo y 7.3 kg/mm en el tratamiento NPS.

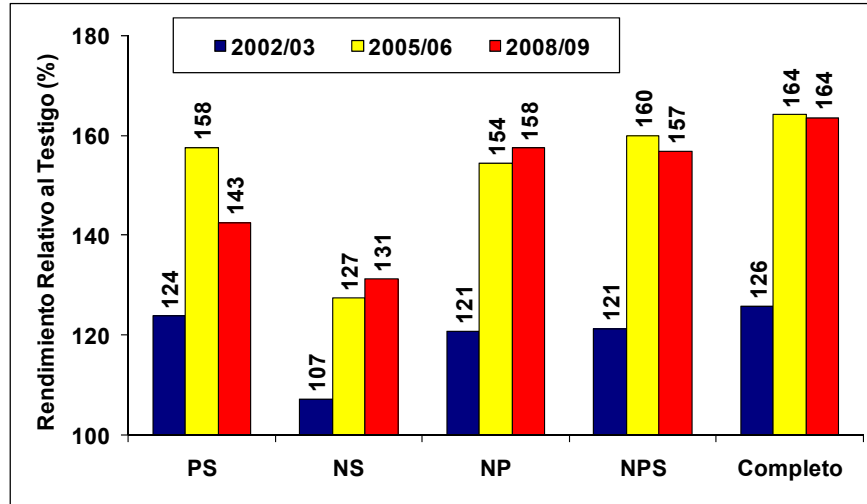


Fig. 3. Rendimientos relativos de trigo respecto al Testigo, promedios de todos los ensayos de cada campaña, para los cinco tratamientos fertilizados en sitios de rotación maíz-soja-trigo/soja. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2002-2008.

### ¿Dónde vamos en manejo de la nutrición del cultivo de trigo?

Para el donde vamos inmediato, la próxima campaña 2009/10, los cambios en las relaciones de precios trigo/fertilizantes y la incertidumbre en cuanto a los mercados, generan interrogantes acerca del manejo de la fertilización del cultivo. En general, las recomendaciones de fertilización consideran las relaciones de precios, incluyendo el beneficio económico y el riesgo de la inversión en fertilizante. Por esta razón, los cambios en relaciones de precios, si no son muy marcados, no modifican en gran medida las recomendaciones. Por supuesto, las inversiones son mayores con precios más elevados de fertilizantes.

A modo de ejemplo, en los sitios de la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe, entre los años 2001 y 2005 (25 ensayos en cuatro campañas), en los cuales los análisis de suelos a la siembra (N-nitratos, P extractable, y S-sulfatos) permitían predecir respuestas a la aplicación de N, P y/o S, las eficiencias de uso observadas en términos de kg de trigo por kg de urea, fosfato monoamónico y sulfato de calcio fueron de 8.5, 9.5 y 6.1 kg trigo por kg de fertilizante, respectivamente. Estas eficiencias superaron ampliamente a las relaciones de precio actuales de 3.7, 5.8 y 2 kg de trigo por kg de fertilizante nitrogenado, fosfatado o azufrado, respectivamente. Es importante indicar que para la estimación de las eficiencias de uso, se incluyó la respuesta de la soja de segunda a cada nutriente ya que las fertilizaciones realizadas en el trigo también incluyeron las necesidades nutricionales de la soja de segunda.

Un segundo ejemplo, a partir de información de Berardo et al. (1999) en el sudeste bonaerense, indica que con aplicaciones de P equivalentes a 110 kg/ha de fosfato diamónico se lograron eficiencias de uso de 17.1, 14.6, 11.9, 9.2, 6.4 y 3.7 kg de trigo por kg de fertilizante en suelos con niveles de P Bray menores de 5, de 5 a 10, 10 a 15, 15 a 20, 20 a 25, y mayores de 25 mg/kg P Bray, respectivamente. Es decir que en suelos con niveles de P Bray menor a 20 mg P/kg, se obtienen eficiencias de uso superiores a la relación de precios actual (9.2 vs. 5.8 kg trigo por kg fertilizante). En el caso de P, además de los efectos directos en la respuesta del cultivo, deberían también considerarse los impactos del manejo de la fertilización sobre los niveles de P Bray de los suelos (enriquecimiento de P del suelo).

### **Manejo sitio-específico de la fertilización**

El manejo de la nutrición por ambiente o en forma variable a través del lote reconoce la variabilidad espacial en la disponibilidad de nutrientes del suelo y el rendimiento potencial del cultivo. Conociendo la variabilidad espacial y sus causas, se pueden implementar manejos de la nutrición ajustados a cada ambiente o situación. El éxito y, por ende, el beneficio agronómico, económico y ambiental de la fertilización variable dependerá del i) grado de variabilidad que exista en un determinado lote, ii) conocimiento de las causas de la variabilidad, iii) conocimiento de las necesidades de manejo para cada ambiente, y iv) la capacidad de gestionar los distintos manejos por ambiente. Frecuentemente, este análisis deja de lado la variabilidad temporal, la cual podría ser incluida utilizando sistemas de predicción climática estacional y/o sensores remotos en tiempo real, entre otras metodologías.

Entre las experiencias generadas en Argentina, Gabriel Tellería y colaboradores de A&T Tecnologías, en el sur de Córdoba, proponen delimitar los lotes en tres ambientes de distinto potencial de producción: Alta (A), Promedio (P) y Baja (B). Los planteos que se manejan son i) en ambientes A, las dosis necesarias tenderán a ser mayores por el mayor potencial de rendimiento pero este efecto será moderado por la mayor fertilidad, y ii) en ambientes B, las dosis necesarias tenderán a ser menores por el menor potencial de rendimiento pero este efecto será moderado por la menor fertilidad. En las campañas 06/07 y 2007/08 se evaluaron fertilizaciones variables según ambientes de producción en seis sitios. La evaluación de dosis crecientes de fertilizante PS o NPS demostró que la dosis de mayor beneficio económico fue mayor para los ambientes de producción baja o promedio que para los ambientes de alta producción en tres de los seis sitios. La respuesta a P se asocio a la dosis de P aplicada y débilmente al nivel de P Bray, pero no se asocio al rendimiento del cultivo. El rendimiento sin

fertilizar se relacionó con el nivel inicial de P Bray. Bajo estas condiciones experimentales, los resultados indicarían que los niveles de fertilidad tuvieron mayor peso que los potenciales de rendimiento en cuanto a la dosis más adecuada para cada ambiente. La Tabla 1 muestra los promedios de algunas variables relacionadas a P para los seis sitios evaluados.

Tabla 1. Promedios de variables relacionadas al manejo por ambiente de P en los seis sitios de evaluación del sur de Córdoba conducidos por Gabriel Tellería y colaboradores. Dos sitios en la campaña 2006/07 y cuatro en la campaña 2007/08.

Ambiente	P Bray	Dosis MAP Máxima	Rendimiento Sin P	Respuesta	Rendimiento Relativo Sin P
	mg/kg	----- kg/ha -----			
A (6 sitios)	28	130	4095	1018	0.75
B (5 sitios)	13	139	2976	1140	0.66
P (5 sitios)	22	130	3903	1242	0.72

Jorge González Montaner y colaboradores de la Región CREA Mar y Sierras proponen el manejo en zonas de la fertilización nitrogenada considerando la disponibilidad de N-nitratos a la siembra, la profundidad efectiva, el estado hídrico del suelo y las precipitaciones hasta septiembre. Brevemente, se zonifica el lote de acuerdo a la profundidad efectiva del suelo (hasta la tosca) y según la profundidad y la ocurrencia de lluvias hasta fin de septiembre se proponen modelos de N fertilizante = (125-X), a N fertilizante = (175-X), donde X es la disponibilidad de N-nitratos a 0-60 cm de profundidad a la siembra. El sistema podría incluir la utilización de sensores remotos para definir, en tiempo real, las dosis de fertilización nitrogenada, y del medidor de índice de verdor Minolta SPAD 502 cuyas determinaciones se han relacionado con la concentración de proteína en granos.

Trabajos realizados en la zona de 9 de Julio (Buenos Aires) por Juan Vanina y colaboradores de ASP French, mostraron que las dosis óptimas económicas de N variaron entre 2 y 155 kg/ha en 45 ambientes generados en 12 de lotes de producción, confirmando la hipótesis inicial de alta variabilidad entre ambientes y lotes en cuanto a respuesta a N. Los ambientes se agruparon según contenidos de arenas y arcillas, aunque otras variables como topografía y profundidad de napa deberían ser incluidas.

## Otros nutrientes

Como se menciona anteriormente, N, P y S son los nutrientes generalmente deficientes en nuestros sistemas de producción y toda decisión de manejo de nutrición del cultivo debe comenzar por la evaluación de los mismos. La investigación y experimentación continua permite determinar situaciones de deficiencias de otros nutrientes para distintas regiones y sistemas de manejo.

Desde mediados de los '90 se han realizado numerosas experiencias para determinar respuestas a la aplicación de cloro (Cl) en la región pampeana. En 25 ensayos realizados entre los años 2001 y 2006 en el oeste, centro y norte de Buenos Aires, y el sur de Santa Fe y Córdoba, se encontraron respuestas promedio a Cl de hasta 415 y 332 kg/ha sin y con aplicación de fungicida, respectivamente (Fig 4). De 25 sitios evaluados, 11 sitios presentaron respuesta a la aplicación de Cl (44%) y se observó interacción Cl\*fungicida en 5 de 21 sitios (24%). Las respuestas a Cl no se relacionan claramente con la disponibilidad de Cl en suelo a la siembra y varían entre variedades para un mismo sitio de ensayo. Investigaciones en curso buscan ampliar la información existente para el diagnóstico de las necesidades de Cl en distintas zonas de la región pampeana.

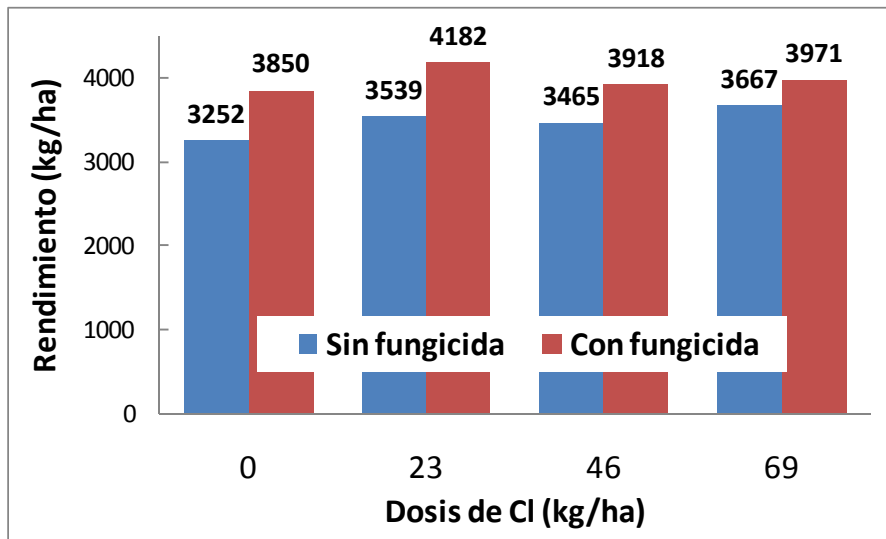


Fig. 4. Rendimientos promedio para cuatro dosis de Cl, sin y con aplicación de fungicida, en 25 ensayos realizados en la región pampeana argentina entre los años 2001 y 2006. Los rendimientos se promediaron para distintas fuentes de Cl y variedades.

#### Agradecimientos

A Ing. Agr. Gabriel Telleria de A&T Tecnologías, al Dr. Jorge González Montaner de CREA Mar y Sierras y al Ing. Agr. Juan Vanina de ASP French por la información de las experiencias de la región sur de Córdoba, sudeste de Buenos Aires y 9 de Julio (Buenos Aires).

## Referencias

- Barbieri P. A., H. E. Echeverría, y H. R. Sainz Rozas. 2008a. Nitratos en el suelo a la siembra o al macollaje como diagnóstico de la nutrición nitrogenada en trigo en el sudeste bonaerense. Actas CD XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. AACCS.
- Barbieri P. A., H. R. Sainz Rozas, y H. E. Echeverría. 2008b. El modelo de simulación CERES Trigo como herramienta para evaluar el manejo de la fertilización nitrogenada en el sudeste bonaerense. Actas CD XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. AACCS.
- Berardo A. 1994. Aspectos generales de fertilización y manejo del trigo en el área de influencia de la Estación Experimental INTA-Balcarce. Boletín Técnico No. 128. EEA INTA Balcarce.
- Berardo, A., F. Grattone y G. Borrajo. 1999. Fertilización fosfatada de trigo: Respuesta y forma de aplicación. Informaciones Agronómicas del Cono Sur 2:1-3.
- Bruulsema T. et al. 2008. A Global Framework for Fertilizer BMPs. Better Crops 92 (2): *en prensa*. IPNI. Norcross, EE.UU.
- Calviño P., H. Echeverría, H. Sainz Rozas y M. Redolatti. 2001. Influencia del cultivo antecesor sobre la respuesta en trigo a la fertilización con azufre. Actas V Congreso Nacional de Trigo. Carlos Paz, Córdoba, Argentina.
- Ciampitti I. y F. García. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios: Cereales, Oleaginosos e Industriales. Informaciones Agronómicas No. 33. Archivo Agronómico No. 11. pp. 1-4. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires.
- Echeverría H. y F. García. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. Boletín Técnico No.149. EEA INTA Balcarce.
- Echeverría, H.E., Barbieri, P.A., Sainz Rozas, H. y Covacevich, F. 2004. Métodos de diagnóstico de requerimiento de nitrógeno en trigo en el sudeste bonaerense. Actas Congreso "A Todo Trigo". FCEGAC. Mar del Plata 13 y 14 de Mayo de 2004. 185-191p.
- García F. 2006. La nutrición de los cultivos y la nutrición de los suelos. Informaciones Agronómicas del Cono Sur 29:13-16. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- García F. 2007. Requerimientos nutricionales del cultivo: Respuestas a la fertilización. *In* E. Satorre (ed.). Producción de trigo. 1a. edición. AACREA. Buenos Aires, Argentina. pp. 37-42. ISBN 978-987-22576-8-2.
- García F. y A. Berardo. 2005. Trigo. Pag. 233-253. *En* H. Echeverría y F. García (eds.). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.
- González Montaner J., G. Maddoni y M. R. Di Napoli. 1997. Modeling grain yield and grain yield response to nitrogen in spring wheat crops in the Argentinean Southern Pampa. *Field Crops Research* 51:241-252.
- González Montaner J., G. Maddoni, N. Mailland y M. Porsborg. 1991. Optimización de la respuesta a la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo a partir de un modelo de decisión para la Subregión IV (Sudeste de la Provincia de Buenos Aires). *Ciencia del Suelo* 9 (1-2):41-51.
- Martínez F. y G. Cordone. 2005. Avances en el manejo de la fertilización de cultivos y fertilidad de suelos en el sur de Santa Fe. Simposio "Fertilidad 2005: Nutrición, Producción y Ambiente". Rosario, 27-28 Abril. INPOFOS Cono Sur-Fertilizar A.C. pp. 3-11.
- Melchiori R. y O. Papparotti. 1996. Fertilización nitrogenada en trigo, evaluación de dosis y momento de aplicación. Jornada de Actualización Técnica en el cultivo de Trigo. Serie Extensión N°9. EEA INTA Paraná.
- Reussi Calvo N. y Echeverría H.E. 2006. Estrategias de fertilización nitrogenada en trigo: balance hídrico para el sur bonaerense. *Ciencia del Suelo* 24 (1): 77-87.
- Reussi Calvo N., Echeverría H.E. y Sainz Rozas H. 2006. Respuesta del cultivo de trigo al agregado de azufre en el sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* 24 (2): 115-122.
- Roberts, T.L. 2007. Right product, right rate, right time, and right place...the foundation of best management practices for fertilizer. pp. 29-32. *In* Fertilizer Best Management Practices. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices (FBMPs). 7-9 March, 2007. Bruselas, Belgica.
- Salvagiotti F., G. Gerster, S. Bacigaluppo, J. Castellarín, C. Galarza, N. González, V. Gudelj, O. Novello, H. Pedrol, y P. Vallote. 2005. Efectos residuales y directos de fósforo y azufre en el rendimiento de soja de segunda. *Ciencia del Suelo* 22(2):92-101.
- Satorre E. y col. 2001. Bases de decisión para la fertilización nitrogenada en las zonas Norte de Buenos Aires, Sur de Santa Fe y Centro de AACREA. Cuadernillo de Actualización Técnica No. 63. AACREA. Buenos Aires, Argentina.
- Satorre E., F. Menéndez y G. Tinghitella. 2005. El modelo Triguero: Recomendaciones de fertilización nitrogenada en trigo. Simposio "Fertilidad 2005: Nutrición, Producción y Ambiente". Rosario, 27-28 Abril. INPOFOS Cono Sur-Fertilizar A.C. pp. 3-11.