

# Trigo 2016

## Algunas Pautas para el Manejo Nutricional del Cultivo

Adrián A. Correndo y Fernando O. García

IPNI Cono Sur, Av. Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina

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

En Argentina, los nutrientes tradicionalmente deficientes para el cultivo de trigo son 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), zinc (Zn) y otros micronutrientes, han mostrado deficiencias y respuestas en algunas situaciones específicas de suelo, clima y manejo. Existe abundante información disponible actualizada anualmente en cuanto a las mejores prácticas de manejo (MPM) para N, P y, en menor medida, de S y otros nutrientes, para distintas zonas y sistemas de producción. A continuación se sintetizan las principales MPM para la nutrición NPS del cultivo.

El concepto central del manejo responsable de nutrientes es realizar, para cada situación específica, un diagnóstico nutricional que permita la aplicación de la “fuente” correcta de nutrientes en la “dosis” correcta, en el “momento” correcto y en la “forma” correcta (los 4Rs). Existen principios científicos específicos que guían el desarrollo de las prácticas que determinan fuente, dosis, momento y forma correctos. Algunos ejemplos de los principios y prácticas claves se muestran en la **Tabla 1**. Globalmente, los principios son los mismos, pero la forma en que se ponen en práctica a nivel local varía en función de las condiciones específicas de suelo, cultivo, clima, tiempo, económicas y sociales. Los agricultores y los asesores de cultivos deberán asegurarse de que las prácticas que se seleccionan y aplican a nivel local, estén de acuerdo con estos principios.

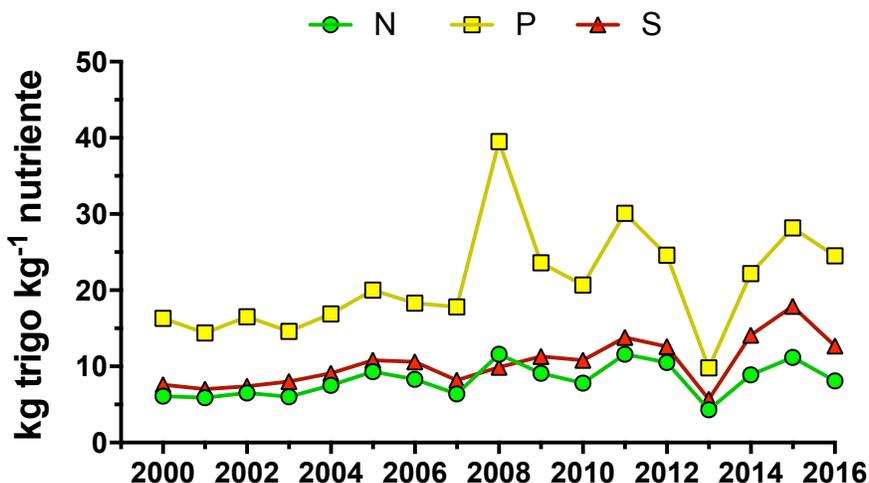
**Tabla 1.** Ejemplos de principios científicos y prácticas asociadas al manejo de nutrientes en trigo. Adaptado de IPNI (2013).

	Los Cuatro Requisitos (4Rs)			
	Fuente	Dosis	Momento	Forma
Principios Científicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar una oferta balanceada de nutrientes</li> <li>- Adaptarse a las propiedades del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la oferta de nutrientes de todas las fuentes</li> <li>- Evaluar la demanda del cultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar las dinámicas de absorción del cultivo y de abastecimiento del suelo</li> <li>- Determinar momentos de riesgo de pérdidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer los patrones de distribución de raíces</li> <li>- Manejar la variabilidad espacial</li> </ul>
Elección de Prácticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrancador</li> <li>- Mezcla física</li> <li>- Mezcla química</li> <li>- Fertilizante líquido</li> <li>- Fertilizante foliar (bajo biuret)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de suelo</li> <li>- Análisis de planta</li> <li>- Requerimientos y extracción del cultivo - Cálculos económicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Previo a la siembra</li> <li>- A la siembra</li> <li>- En macollaje</li> <li>- En hoja bandera</li> <li>- En floración</li> <li>- En llenado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al voleo</li> <li>- En bandas, chorreado, inyectado</li> <li>- Aplicación en dosis variable</li> </ul>

### Relaciones de precios

La decisión de fertilización -tomada *ex-ante*- depende, en gran medida, de aspectos económicos y financieros, donde las relaciones insumo:producto determinan una potencial rentabilidad de la práctica. En el caso del trigo, las relaciones de precios actuales (Abril 2016) indican que necesitamos 8.2, 21.0 y 10.4 kg de trigo para pagar cada kg aplicado de N, P y S, respectivamente. En comparación con la campaña previa (2015), el costo en grano es 28% más barato para N, 13% más barato para P, y 29%

más barato para S (**Fig. 1**). Esta sensible mejora en las relaciones de precios podría reflejarse en más inversión en la práctica de fertilización del trigo 2016, la cual resultó una de las principales variables de ajuste en los costos de producción durante los últimos años.



**Figura 1.** Evolución de la relación de precios entre grano de trigo y los tres nutrientes más limitantes para la producción del cultivo en Argentina. Los fertilizantes considerados fueron urea (46-0-0) para N, fosfato mono-amónico (23-0-0) para P y yeso agrícola (0-0-0-16S) para S. Gastos de comercialización, secado y flete descontados del precio del grano, y costo de oportunidad adicionado al precio de los fertilizantes. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Márgenes Agropecuarios.

## Nitrógeno

### - Herramientas para decidir la dosis

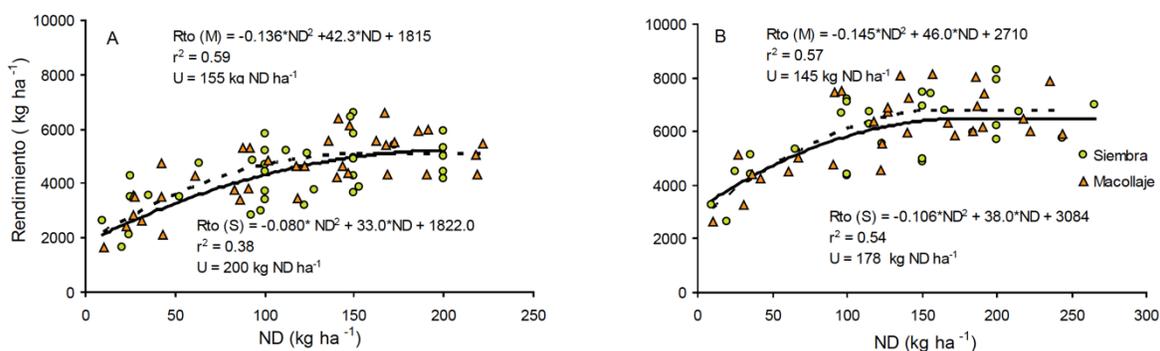
Después del agua, el N constituye el principal factor limitante de la productividad del cultivo. El trigo requiere unos 27 kg de N por tonelada de grano producida, de los cuales extrae en grano unos 18 kg (**Tabla 1**). Un manejo eficiente de este nutriente requiere de la elaboración de un correcto diagnóstico de sus necesidades a fines de efectuar recomendaciones ajustadas de fertilización que optimicen la nutrición nitrogenada del cultivo.

**Tabla 1.** Absorción y extracción en grano de macro nutrientes y nutrientes secundarios, estimadas para un rendimiento de trigo de 5000 kg ha<sup>-1</sup> a humedad comercial (IPNI, 2016).

NUTRIENTE	ABSORCIÓN	EXTRACCIÓN
-	(kg ha <sup>-1</sup> )	
Nitrógeno (N)	129.8	89.5
Fósforo (P)	21.6	17.3
Potasio (K)	82.2	17.3
Calcio (Ca)	13.0	1.8
Magnesio (Mg)	17.3	10.9
Azufre (S)	21.6	7.4

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 (González

Montaner y col., 1991). 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). Para el sudeste de Buenos Aires, Barbieri y col. (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). Por otro lado, tomando datos de varias zonas de la Región Pampeana, Ferrari y col. (2011), observaron umbrales de 147 kg N/ha para alcanzar el 90% de los rendimientos máximos (variables entre 4000 a 7100 kg/ha). Asimismo, se han reportado diferencias entre variedades tradicionales y francesas (**Fig. 2**), donde estas últimas presentarían umbrales menores –tanto a la siembra como macollaje- relacionado a una mayor eficiencia de uso del N (Barbieri y col., 2009) de la mano de un menor contenido de N en grano.



**Figura 2.** Relaciones entre el rendimiento de las variedades de trigo tradicionales (A) y francesas (B) y el N disponible (ND) a la siembra (línea llena) y al macollaje (línea punteada) en el SE Bonaerense U= umbral. Fuente: Barbieri y col. (2009).

Complementariamente, se ha observado que la incorporación del test de laboratorio de N anaeróbico (*N<sub>an</sub>*, N potencialmente mineralizable) a los modelos tradicionales de diagnóstico de N en trigo puede mejorar la estimación del rendimiento del cultivo y la exportación de N en grano, respecto de utilizar solo N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> como indicador de la fertilidad nitrogenada. Con dicha información, Reussi Calvo y col. (2013) desarrollaron un modelo para predecir la respuesta a N y, por ende, la dosis de N en función de la suma de las precipitaciones durante el ciclo del trigo, el rendimiento del testigo y el *N<sub>an</sub>*.

#### - Otras herramientas complementarias

Durante el desarrollo del cultivo se pueden utilizar otras herramientas para corregir deficiencias nitrogenadas: la concentración de N total en planta o de nitratos en base de pseudotallos, el índice de verdor (Minolta SPAD 502) en comienzo de elongación de tallos y sensores ópticos remotos que evalúan la reflectancia del canopeo del cultivo (Ferrari y col., 2011). El uso de modelos de simulación es otra alternativa de interés para incluir características específicas de suelo, manejo de cultivo y de riesgo climático. El software *Triguero* (AACREA-FAUBA), ha sido ampliamente evaluado y es utilizado como herramienta para la toma de decisión en distintas regiones trigueras (Satorre y col., 2005; <http://www.aacrea.org.ar/index.php/software/123-triguero>).

#### - Momento de aplicación de N

Las aplicaciones de N a la siembra generalmente resultan en eficiencias de uso similares o superiores que aplicaciones al macollaje, en situaciones de bajas precipitaciones entre siembra y fin de macollaje.

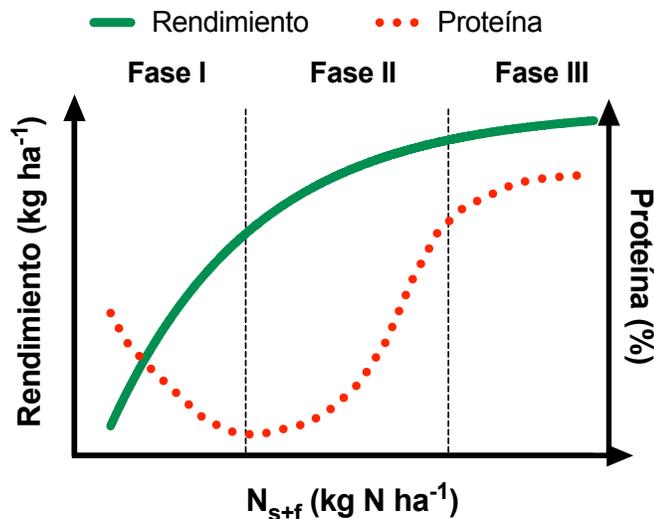
Esta situación es común para una gran parte de la región triguera argentina. Sin embargo, en regiones con excesos hídricos a la siembra y/o probabilidad de precipitaciones elevadas durante el periodo siembra-fin de macollaje, como ocurrió en la pasada campaña 2014/15, las aplicaciones diferidas al macollaje pueden presentar una mayor eficiencia de respuesta, mayores rendimientos y menores pérdidas de N. 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 y col. (2008a y b) indican que en 6 de 10 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. La decisión del momento de aplicación 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 ( $> 6000 \text{ kg ha}^{-1}$ ) requieren de al menos  $125 \text{ kg N ha}^{-1}$  a la siembra, complementando con aplicaciones posteriores tal como proponen González Montaner y col. para la Región CREA Mar y Sierras.

#### - Manejo del N para proteína

El contenido de proteína en grano es uno de los principales indicadores de calidad del trigo. El mismo está afectado por la disponibilidad de N en el suelo, aunque de un modo complejo (**Fig. 3**). De manera simplificada el efecto del N disponible podría dividirse en tres fases (Stone y Savin, 1999). Cuando la disponibilidad de N es baja, el agregado de N incrementa principalmente el rendimiento y no afecta el nivel de proteína o provoca disminuciones debido a un “efecto dilución” (Fase 1). Cuando la disponibilidad del nutriente aumenta, se incrementan simultáneamente el rendimiento y proteína (Fase 2); y finalmente, con alta disponibilidad de N, el rendimiento alcanza un *plateau*, mientras que la concentración de proteína continúa aumentando hasta estabilizarse (Fase 3). Por ello, para obtener niveles de proteína adecuados (10.5% o más) es determinante disponer de una oferta adecuada de N y apuntar a Fase 2 avanzada, que es cuando tenemos la principal oportunidad de incrementar el contenido proteico.

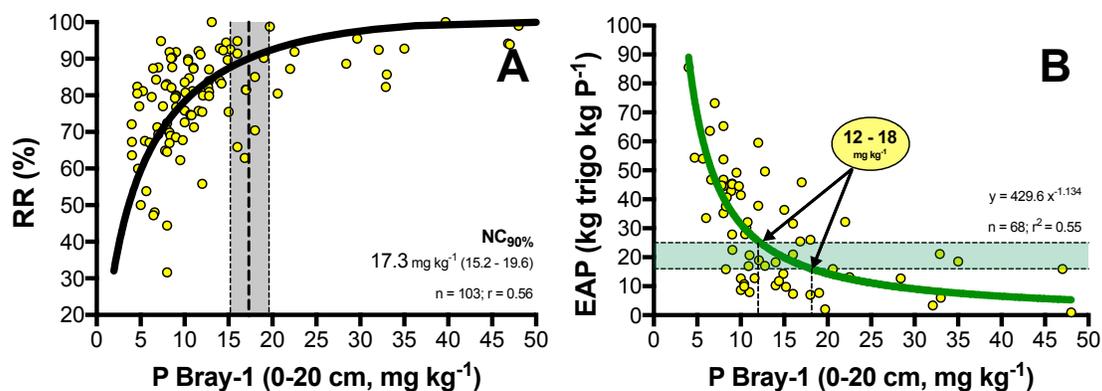
La fertilización foliar en etapas avanzadas del cultivo (hoja bandera, anthesis, llenado), también otorga oportunidades de corregir los niveles de proteína. Como diagnóstico, el índice de verdor (Minolta SPAD 502) puede predecir la concentración de N en hoja bandera y de proteína en grano (Bergh y col., 2000; Echeverría y Studdert, 2001). Sin embargo, el potencial de corrección es limitado. La principal limitante es que la absorción de N vía foliar, normalmente, no supera los  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ . En general, las mejoras varían desde 0.5 hasta 2% de proteína. Para la aplicación foliar de N existen diversos productos que, incluso, se pueden combinar con la aplicación de fungicidas. La principal precaución a tomar es prevenir la fitotoxicidad utilizando fuentes de baja concentración de biuret.



**Figura 3.** Rendimiento y proteína en grano en función del nivel de N disponible en el suelo (s) más el fertilizante (f). Adaptado de Stone y Savin (1999).

### Fósforo

El trigo requiere 4-5 kg de P por tonelada de grano producida, de los cuales extrae en grano 3-4 kg/t (IPNI, 2016). El análisis de suelos (P extractable o P Bray-1) es la herramienta de diagnóstico más importante (Barbagelata y col., 2011). Una recopilación de más de 100 ensayos de fertilización fosfatada en trigo en región pampeana permitió identificar un nivel crítico de 17.3 ppm -con un intervalo de confianza (95%) entre 15.2 y 19.3 ppm, para lograr el 90% del rendimiento relativo (**Fig. 4A**). Asimismo, al aplicar un criterio económico para la determinación del nivel crítico, se determina un rango crítico entre 12 y 18 ppm para obtener respuestas rentables a la fertilización con P según relaciones de precios entre 16 y 25 kg de trigo por kg de P (variación normal histórica) (**Fig. 4B**).



**Figura 4.** Estimación de nivel crítico de P extractable Bray-1 utilizando rendimiento relativo (RR, A) y eficiencia agronómica de la respuesta a P (EAP, B). En A, la franja vertical gris indica el intervalo de confianza (95%) para el nivel crítico estimado según el método del arcoseno logarítmico –ALCC- modificado (Correndo y col., 2016). Para lograr el 90% de RR es necesario tener entre 15.2 y 19.6 mg kg<sup>-1</sup>. En B, la franja horizontal verde indica el percentil central (P25-P75) de la relación histórica de precios de P en trigo (16 a 25 kg trigo kg P<sup>-1</sup>). Según la función ajustada y la relación de precios, el umbral de P Bray-1 que determina respuestas económicas varía entre 12 y 18 mg kg<sup>-1</sup>. Datos correspondientes a 103 ensayos de fertilización fosfatada en la región pampeana (1998-2014) de distintos autores. Fuente: Correndo y García (inédito).

#### - *Dosis*

Existen dos criterios básicos de recomendación para la dosis de P: el de “suficiencia” y el de “reconstrucción y mantenimiento”. El criterio de “suficiencia”, pensando en satisfacer la demanda del cultivo, responde a las dosis de respuesta que se ajustan regionalmente según los niveles de P Bray del suelo y suelen oscilar entre 12 y 18 kg P ha<sup>-1</sup>. En contraste, el criterio de “reconstrucción y mantenimiento” se basa en el nivel de P extractable en el suelo. Normalmente se pone como objetivo alcanzar y/o mantener un nivel igual o similar al nivel crítico por debajo del cual la respuesta es muy probable (**Fig. 1**). Por un lado, si el análisis de suelo indica un nivel igual o levemente mayor, la recomendación es solamente “reponer” la cantidad de P que se exporta en forma de grano -unos 3 a 4 kg/t. Por otro lado, si el nivel que indica el análisis de suelo es menor al nivel crítico, la recomendación es “reponer” y aplicar una cantidad adicional para subir el nivel de P. Esta cantidad adicional, por sobre la reposición, en general varía –principalmente según tipo de suelo- entre 2 a 5 kg de P por cada 1 ppm que se desea incrementar el nivel de P. Por supuesto, las recomendaciones intermedias entre los dos criterios básicos mencionados son válidas dado que la decisión final es de carácter empresarial.

#### - *Fuente*

No hay evidencias de que las fuentes sólidas comúnmente comercializadas (fosfatos monoamónico-FMA- y diamónico-FDA-, superfosfatos simple-SFS- y triple-SFT-) difieran en eficiencia de uso de P, siempre que se apliquen dosis equivalentes de P, y de los demás nutrientes acompañantes. Todas presentan similar solubilidad y costo por unidad de P. En el caso de la roca fosfórica, que es de menor concentración de P y menos soluble, es más útil pensando en el suelo que en el cultivo inmediato, y en tal caso debería aplicarse con bastante anticipación a la siembra (+90 días). Las fuentes líquidas de P, pueden resultar buenas alternativas complementarias como arrancadores de P. Generalmente, el costo por unidad de P de las fuentes líquidas resulta más elevado, y no hay evidencias consistentes que indiquen una mayor eficiencia de uso de P respecto de las fuentes sólidas comunes.

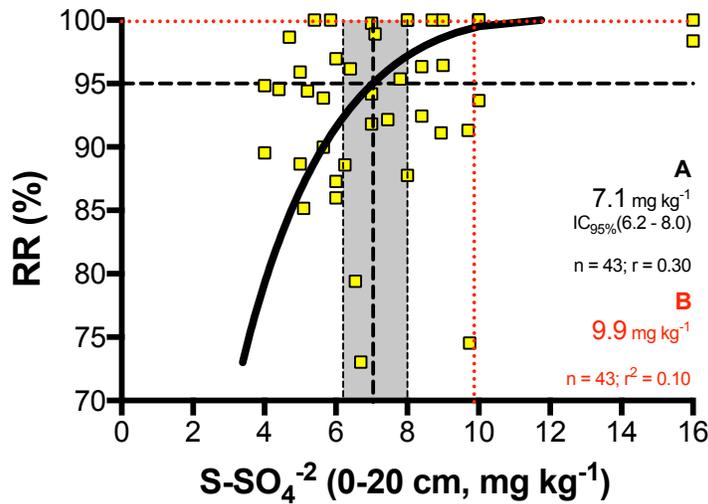
#### - *Momento y forma*

En cuanto a la forma de aplicación de los fertilizantes fosfatados, la respuesta al P aplicado en línea es generalmente superior que al voleo, cuando los suelos son muy deficientes en P y se aplican dosis bajas. Sin embargo, la aplicación al voleo previo a la siembra ha resultado en eficiencias de uso del fertilizante similares a la aplicación en bandas, si se utilizan dosis de fertilizante fosfatado superiores a los 18-20 kg P ha<sup>-1</sup>. Al decidir aplicaciones al voleo, se debe considerar la posibilidad de pérdidas de P por escurrimiento y/o erosión evitando la práctica en lotes con pendiente y/o en épocas de lluvias intensas.

### **Azufre**

El trigo requiere 4-5 kg de S por tonelada de grano producida, de los cuales extrae en grano 1-2 kg. Las respuestas a S, frecuentes en la región pampeana norte en lotes con prolongada historia agrícola y disminuciones significativas de materia orgánica, se han extendido a otras zonas trigueras como el sur de la provincia de Buenos Aires. En la actualidad, el ajuste de las calibraciones no resulta lo suficientemente preciso para el diagnóstico de S en recomendaciones de rutina (Echeverría y col., 2011). Sin embargo, una calibración reciente para la región pampeana centro-norte sugiere que el umbral de respuesta a S es de alrededor de 7.1 ppm -entre 6.2 y 8.0 ppm- de S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> en capa superficial (**Fig. 5**). Asimismo, investigaciones recientes han demostrado la posible utilidad de la relación N:S en planta

desde fin de macollaje hasta aparición de hoja bandera y la concentración de S y de la relación N:S en grano, como indicadores de diagnóstico (Carciochi y col., 2015).



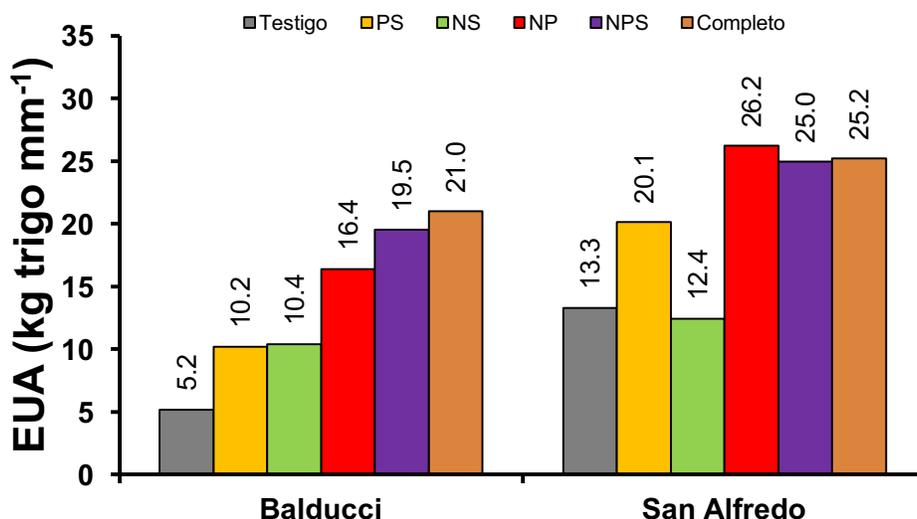
**Figura 5.** Relación entre el rendimiento relativo (RR) de trigo y el nivel de  $S-SO_4^{2-}$  del suelo en 0-20 cm. Las líneas punteadas negras indican un nivel crítico de  $7.1 \text{ mg kg}^{-1}$  para obtener el 95% de RR, con intervalo de confianza (95%, franja vertical gris) entre  $6.2$  y  $8.0 \text{ mg kg}^{-1}$ , según el método del arcoseno-logaritmo -ALCC- modificado (A) (Correndo y col., 2016). Las líneas punteadas rojas indican un nivel crítico de  $9.9 \text{ mg kg}^{-1}$  para obtener 99.9% de RR, según el método estadístico de Cate-Nelson (B) (Cate y Nelson, 1971).

### ¿Por qué fertilizar el trigo para la rotación?

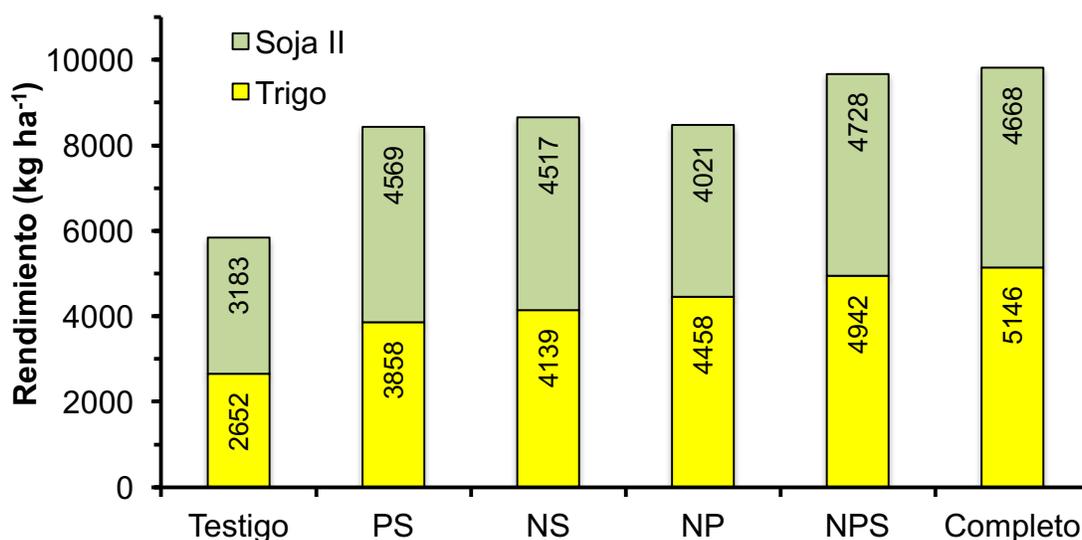
Con un enfoque sistémico y de largo plazo, el manejo de la nutrición de un cultivo debe considerar la fertilidad de los suelos y la productividad de la rotación. Este concepto de “fertilización del sistema de producción” se basa en la residualidad de los nutrientes en formas orgánicas (N, P, S, otros) 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”. Por otra parte, la nutrición balanceada permite mejorar la eficiencia de uso de todos los recursos e insumos involucrados en la producción. Por ejemplo, en la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe, se registraron incrementos en la eficiencia de uso de agua (EUA) del trigo de hasta 380% debidos a la fertilización con N, P y S, (**Figura 6**). Al considerar todos los cultivos de la rotación de la red de ensayos, las máximas EUA se lograron siempre mediante la fertilización balanceada NPS. Las tendencias por cultivo indican que el N impactó en mayor medida la EUA en maíz, el P en trigo y el P y el S en soja de primera y de segunda (Correndo et al., 2012).

Por otro lado, gran parte de los cultivos de trigo son seguidos por un cultivo de segunda, generalmente soja. Es importante entonces plantear el manejo de la nutrición para el doble cultivo al momento de la fertilización del trigo. Este aspecto es de particular interés para la toma de decisión de fertilizaciones con P y S, nutrientes que muestran una buena residualidad en el suelo. Las dosis a aplicar deberían considerar, en estos casos, tanto los requerimientos del trigo como del cultivo siguiente, y pueden aplicarse en su totalidad en el cultivo de trigo (Salvagiotti et al., 2005). A modo de ejemplo, la **Figura 7** muestra como varía la producción de grano del doble cultivo trigo/soja para diferentes tratamientos de fertilización sobre el trigo. Por otra parte, un análisis económico de la fertilización en el doble cultivo,

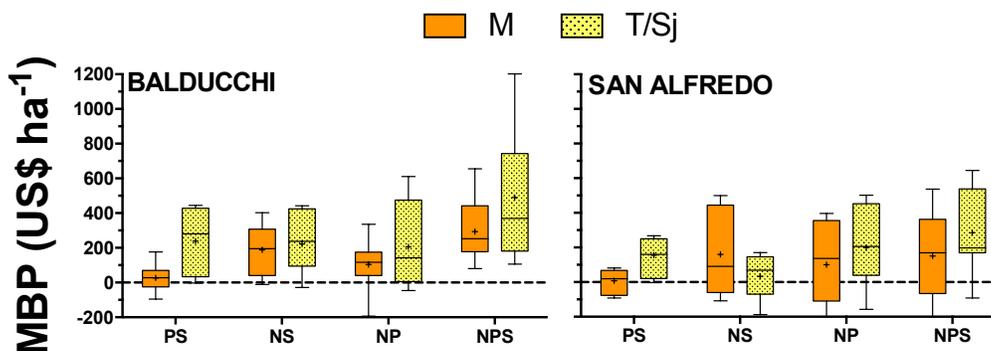
indica que la fertilización balanceada con N, P y S fue el manejo más rentable, incluso con márgenes más altos que para maíz en ensayos de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe en el periodo 2000/01 a 2013/14 (**Figura 8**).



**Figura 6.** Eficiencia de uso del agua (EUA) en trigo, calculada como cociente entre el rendimiento de trigo y la suma de las precipitaciones durante el ciclo más la diferencia de almacenaje de agua en el suelo entre la siembra y madurez fisiológica, para los sitios Balducci en Teodelina y San Alfredo en Santa Isabel, ambos bajo rotación M-T/Sj. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Trigo. Campaña 2013/14.



**Figura 7.** Rendimientos acumulados de trigo y soja de segunda para diferentes tratamientos de fertilización. Promedio de tres sitios. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Campaña 2014/15. Fuente: Boxler et al. (2015).



**Figura 8.** Margen bruto parcial (MBP, US\$ ha<sup>-1</sup>) de diferentes tratamientos de fertilización respecto del testigo no fertilizado (línea punteada en cero) para maíz (M), y trigo/soja de segunda (T/Sj) en dos sitios del Sur de Santa Fe. Las cajas indican los percentiles 25, 50 y 75, las cruces indican la media, y las barras verticales los valores extremos. Campañas 2000/01 a 2013/14 para los sitios Balducchi en Teodelina y San Alfredo en Santa Isabel, ambos bajo rotación M-T/Sj. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Adaptado Correndo et al. (2015).

## Referencias

- Barbajelata, P.A.** 2011. Fertilización fosfatada para trigo y maíz en siembra directa: diagnóstico de fertilidad y estrategias de fertilización. En: García F.O. y A.A. Correndo (Coords.). Actas del Simposio Fertilidad 2011: "La nutrición de cultivos integrada al sistema de producción", 18-19 de Mayo de 2011, Rosario, Santa Fe, Argentina: 90-97.
- Barbieri, P.A., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas.** 2009. Dosis óptima económica de nitrógeno en trigo según el momento de fertilización en el sudeste bonaerense. *Informaciones Agronómicas* No. 42: 11-15. IPNI Cono Sur, Acassuso, Buenos Aires.
- 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.
- Boxler, M., F.O. García, A.A. Correndo, S. Gallo, R. Pozzi, M. Uranga, M. Salinas, N.I. Reussi Calvo y A. Berardo.** 2015. Red de ensayos en nutrición de cultivos Región CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2014/15: Trigo. Disponible en: <http://research.ipni.net/page/RLAS-2530#>
- Cate, R.B. Jr., y L.A. Nelson.** 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35: 658-659.
- Carciocchi W.D., G.A. Divito, N.I. Reussi Calvo, y H.E. Echeverría.** 2015. ¿Qué sabemos del diagnóstico de azufre en los cultivos de la Región Pampeana Argentina?. Pp. 125-132. En: García y Correndo (Eds.). Simposio Fertilidad 2015: Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro. IPNI Cono Sur - Fertilizar AC. Rosario, 19 y 20 de mayo. CD-ROM.
- Ciampitti I.A. y F.O. 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.
- Correndo, A.A., M. Boxler, y F.O. García.** 2012. Oferta hídrica y respuesta a la fertilización en maíz, trigo y soja en el norte de la región pampeana. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16-20 Abril 2012. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. Cd-ROM.
- Correndo, A.A., M. Boxler, y F.O. García.** 2015. Análisis económico de la fertilización con enfoque en el largo plazo. *Ciencia del Suelo* 33(2):197-212.
- Correndo, A.A., F.H. Gutiérrez Boem, F. Salvaggiotti, y F.O. García.** 2016. Método alternativo para estimar niveles críticos de nutrientes. XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Ordenamiento territorial: un desafío para la ciencia del suelo. 27 de Junio al 1ro. de Julio de 2016. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. AACCS.
- Echeverría, H.E., N. Reussi Calvo, A. Pagani y L. Fernández.** 2011. Métodos de diagnóstico de deficiencia de azufre en los cultivos de trigo, soja de segunda y maíz. En: García F.O. y A.A. Correndo (Coords.). Actas del Simposio Fertilidad 2011: "La nutrición de cultivos integrada al sistema de producción", 18-19 de Mayo de 2011, Rosario, Santa Fe, Argentina: 98-107.
- Ferrari, M., J.M. Castellarin, H.R. Sainz Rozas, H.S. Vivas, R.J.M. Melchiori y V.J. Gudelj.** 2011. Evaluación de métodos de diagnóstico de fertilidad nitrogenada para el cultivo de trigo en la Región Pampeana. En: García F.O. y A.A. Correndo (Coords.). Actas del Simposio Fertilidad 2011: "La nutrición de cultivos integrada al sistema de producción", 18-19 de Mayo de 2011, Rosario, Santa Fe, Argentina: 86-89.
- García, F.O., M. Boxler, J. Minteguiaga, R. Pozzi, L. Firpo, I.A. Ciampitti, A.A. Correndo, F. Bauschen, A. Berardo y N. Reussi Calvo.** 2010. La Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe - Resultados y Conclusiones de los primeros 10 años 2000-2009. 64 p.
- González Montaner, J., G. Maddonni, 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.
- IPNI.** 2016. Cálculo de Requerimientos Nutricionales - Versión 2016. Cultivos de Cereales, Oleaginosas, Leguminosas, Industriales, Forrajeras y Hortalizas. Disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>.
- Reussi Calvo, N. y H.E. Echeverría.** 2006. Estrategias de fertilización nitrogenada en trigo: balance hídrico para el sur bonaerense. *Ciencia del Suelo* 24 (1): 77-87.
- Reussi Calvo, N., H. Sainz Rozas, H.E. Echeverría, A. Berardo y N. Divisvalvi.** 2013. ¿El Nan mejora el diagnóstico de nitrógeno en trigo? *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* 10:10-16. IPNI.
- Satorre, E., F. Menendez y G. Tinghitella.** 2005. El modelo Triguero: Recomendaciones de fertilización nitrogenada en trigo. Simposio Fertilidad 2005: Nutrición, Producción, Ambiente" Rosario, 27-28 Abril. INPOFOS Cono Sur-Fertilizar A.C. pp. 3-11