

**Red de Ensayos en Nutrición de Cultivos
Región CREA Sur de Santa Fe**

Resultados de la campaña 2009/10: Trigo

Preparado por Miguel Boxler (Coordinador Ensayos), Fernando O. García (IPNI Cono Sur), Jorge Minteguiaga (Coordinador Zonal), Luis Firpo (CREA Baldissera), Ricardo Pozzi (Asesor CREA San Jorge-Las Rosas), Germán Deza Marín (Agroservicios Pampeanos), y Nahuel Reussi Calvo y Angel Berardo (Laboratorio Fertilab)

En la campaña 2009/10, la región Sur de Santa Fe del movimiento CREA, con la colaboración de IPNI Cono Sur y el auspicio de Agroservicios Pampeanos (ASP), continuó la Red de Ensayos de Nutrición de Cultivos iniciada en la campaña 2000/01. Los objetivos generales de la Red son:

1. Determinar respuestas (directas y residuales) de los cultivos dentro de la rotación a la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) en diferentes ambientes de la región
2. Evaluar algunas metodologías de diagnóstico de la fertilización nitrogenada, fosfatada y azufrada
3. Evaluar deficiencias y respuestas potenciales a otros nutrientes: potasio (K), magnesio (Mg), boro (B), cobre (Cu) y zinc (Zn)
4. Conocer la evolución de los suelos bajo distintos esquemas de fertilización determinando índices relacionados con su calidad

En este informe se reportan los resultados observados en dos ensayos de trigo 2009/10 en rotación maíz-trigo/soja. Los objetivos específicos para esta campaña fueron:

1. Evaluación de la respuesta a la fertilización nitrogenada (directa y residual) y de métodos de diagnóstico. Los métodos de diagnóstico evaluados fueron: disponibilidad de N-nitratos en pre-siembra, concentración de N-nitratos en jugo de base de tallos al macollaje e índice de verdor al macollaje y antesis.
2. Evaluación de la respuesta a la fertilización fosfatada (directa y residual) y del análisis de suelos en capa superficial en pre-siembra como método de diagnóstico.
3. Evaluación de la respuesta a la fertilización azufrada (directa y residual) y del análisis de S-sulfatos en pre-siembra como método de diagnóstico.
4. Evaluación de los rendimientos sin limitaciones nutricionales en cada uno de los sitios de experimentación.
5. La evaluación de parámetros de suelo: P Bray 1, N-nitratos y S-sulfatos en tratamientos selectos.

Información de años anteriores de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe se puede encontrar en García et al. (2006) y en los sitios de Internet www.crea.org.ar y www.ipni.net/lasc.

Materiales y Métodos

Los dos ensayos que se reportan en este informe se establecieron en lotes bajo siembra directa de varios años ubicados en establecimientos de grupos CREA de la región Sur de Santa Fe en las provincias de Santa Fe y Córdoba en la campaña 2000/01 (Tabla 1). La rotación de cultivos es desde 2000/01 maíz-trigo/soja en los dos ensayos.

Los tratamientos de fertilización se realizan anualmente siempre sobre las mismas parcelas. La cantidad de nutrientes y los fertilizantes aplicados a la siembra del trigo en la campaña 2008/09 se indican en la Tabla 2. Los seis tratamientos establecidos son similares en ambos sitios y se disponen en un diseño en bloques completos con tres repeticiones.

El manejo general del cultivo (control de malezas, fecha de siembra, etc.) fue similar al manejo del lote de producción, utilizándose maquinaria del productor en los dos sitios.

En pre-siembra, se muestrearon tratamientos selectos en los tres bloques para determinar: P Bray, N-nitratos y S-sulfatos a 0-20, 20-40, 40-60 y 60-100 cm de profundidad, y N mineralizable como N-nitratos producido por incubación anaeróbica en 7 días (Nmin) a 0-20 cm. Se tomaron veinte “piques” por muestra superficial y 10 “piques” por muestra subsuperficial. La disponibilidad de N-nitratos también se determinó a madurez fisiológica en Balducci.

Se determinó el contenido de agua del suelo a 0-100 cm de profundidad a la siembra, floración y madurez fisiológica en los tratamientos PS, NS, NP y NPS.

Al estado de macollaje se determinó la concentración de nitratos en jugo de base de tallos (JBT) utilizando un equipo Nitracheck. El índice de verdor se determinó utilizando un Minolta SPAD 502 al estado de macollaje y antesis.

En madurez fisiológica se determinó el número de espigas por m². A cosecha se determinó el rendimiento, la humedad de grano y el peso de mil granos. Los rendimientos reportados se han corregido al 14% de humedad. Con la información de espigas por m² y de peso de mil granos, se estimó el número de granos por espiga y por m². En todos los tratamientos se tomaron muestras de grano para evaluar la concentración de nutrientes (información no presentada).

Resultados

Análisis de suelo

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los análisis de suelo previos a la siembra. Los efectos residuales de fertilizaciones N, P y S anteriores se observaron en los dos sitios en los niveles de P Bray, N-nitratos y S-sulfatos, excepto para nitratos en Balducci (Tabla 3). La Fig. 1 muestra que estas residualidades de N, P y S se registran principalmente hasta los 60 cm de profundidad y, en algunos casos, hasta los 100 cm. En promedio para los dos sitios, el P Bray mostró diferencias del 342%, 156%, 162% y 92% a 0-20, 20-40, 40-60 y 60-100 cm, respectivamente, entre el tratamiento NPS y el tratamiento NS. Para N-nitratos, las diferencias son del 21%, 36%, 116% y 34% a 0-20, 20-40, 40-60 y 60-100 cm, respectivamente, entre los tratamientos NPS y PS. Para S-

sulfatos, las diferencias son del 102%, 109%, 80% y 4% a 0-20, 20-40, 40-60 y 60-100 cm, respectivamente, entre el tratamiento NPS y el tratamiento NP.

Las diferencias en P Bray entre los tratamientos NPS y NS se deben tanto a los efectos residuales de las aplicaciones de P en el tratamiento NPS como a la extracción de P del perfil de suelo en el tratamiento NS. Los efectos residuales se observaron desde los primeros años para P. Las residualidades de P son positivas desde el punto de vista de la mejora de los niveles de P Bray en los suelos y demuestran la posibilidad de manejar estrategias de fertilización de subir y mantener el P Bray en estos suelos. Es interesante destacar que, como es de esperar, la residualidad se manifiesta fundamentalmente en los primeros 20 cm pero también se verifica a profundidades mayores. Este efecto probablemente se deba a la movilización de P por las raíces de las plantas a través de los años de ensayo.

Los efectos residuales de las aplicaciones de N se observaron a partir de la campaña 2006/07. La cantidad de N-nitratos a la siembra depende de la capacidad del suelo de mineralizar N orgánico, los rendimientos y aplicaciones previas de N y las condiciones climáticas durante el periodo de barbecho. Las altas residualidades de N en forma de nitratos, no son positivas ya que implican la posibilidad de pérdidas de N vía lavado y/o desnitrificación. Las dosis de N deberían ajustarse para evitar estas pérdidas y aumentar la eficiencia de uso del nutriente. Para el caso de S, las residualidades fueron proporcionalmente mayores que las de N y menores que las de P.

El nivel de disponibilidad de N-nitratos en el tratamiento PS fue bajo en Balducci y medio en San Alfredo, demostrando la reducción en la capacidad de oferta de N del suelo en esta condición sin aplicación de N por 9 años. En los tratamientos NPS, la disponibilidad fue un 70% superior en San Alfredo y similar a PS en Balducci.

La concentración de P Bray (0-20 cm) en el tratamiento NPS aumento a lo largo de los 9 años, 32 ppm en Balducci y 17 ppm en San Alfredo, a partir del aporte que se hace a través de dosis de P que cubre la extracción en grano más el 10% (Fig. 2). Desde la implantación de estos dos ensayos, el P Bray del suelo en el tratamiento NS disminuyo 6 ppm en San Alfredo pero no cambio en Balducci.

Los niveles de S-sulfatos fueron bajos en el tratamiento NP y estos niveles aumentaron un 95% en el tratamiento NPS (comparación S-sulfatos a 0-60 cm en kg/ha), demostrando la residualidad comentada en párrafos anteriores.

Rendimientos y respuestas a la fertilización

El crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos fue distinto entre los dos sitios debido a las diferencias observadas en la disponibilidad de agua. En Balducci, el agua total a la siembra fue de 171 mm y las lluvias de siembra a fin de Octubre totalizaron 180 mm, total de 342 mm (Tabla 1). En San Alfredo, el agua total disponible a la siembra fue de 268 mm y las lluvias siembra-fin de Octubre alcanzaron los 281 mm, total 549 mm. Las diferencias en disponibilidad de agua se verifican en la cantidad de agua total hasta el metro determinada en antesis y en madurez fisiológica (Fig. 3), y se reflejaron en los rendimientos obtenidos (Tabla 4).

La incidencia de heladas al estado de pasto afectó el desarrollo del cultivo en ambos ensayos, y sus efectos pudieron traducirse en mermas en el rendimiento esperado. Estos efectos de las heladas se observan con mayor frecuencia e intensidad en los cultivos con rastrojo anterior maíz como el caso de los ensayos.

Los tratamientos de fertilización afectaron significativamente los rendimientos en los dos sitios (Tabla 4, Fig. 4). Debe tenerse en cuenta que las respuestas indicadas en la Tabla 4 involucran el efecto directo de la fertilización de esta campaña más el efecto residual de las aplicaciones de las nueve campañas anteriores. La menor disponibilidad de agua en Balducci afectó las respuestas a la fertilización, aunque estas fueron, en términos relativos, similares a las observadas para trigo en campañas anteriores (Fig. 5). En San Alfredo, los rendimientos fueron inferiores a los observados en 2003 y 2007, probablemente por la ya mencionada ocurrencia de heladas al estado de pasto, y por la menor disponibilidad hídrica y el menor coeficiente fototérmico (mayor radiación y menores temperaturas) que las observadas en las campañas 2003 y 2007.

En los dos sitios se observaron respuestas significativas a N, P y a la interacción NP. Estas respuestas directas y residuales, se explican parcialmente por los bajos niveles de N-nitratos y P Bray en los dos sitios. Para S, solo se observó una tendencia de respuesta en San Alfredo, mientras que la aplicación de micronutrientes (Completo vs. NPS) mostró tendencias de respuesta en ambos sitios.

Considerando las precipitaciones registradas entre Junio y Noviembre y la variación de almacenaje de agua del suelo entre la siembra y la madurez fisiológica, se estimaron eficiencias de uso de agua (EUA) de 4.7-10.0 y 11.5-16.9 kg/ha por mm, para los tratamientos Testigo y NPS, respectivamente (Fig. 6). Estas eficiencias son bajas para los Testigos, mostrando la deficiencia nutricional, pero adecuadas a altas para los tratamientos NP y NPS.

La Tabla 5 presenta las estimaciones de dos indicadores de eficiencia de uso de nutrientes: la productividad parcial del factor (PPF) y el balance parcial del nutriente (BPN). A modo de referencia, la PPF de trigo a nivel nacional se estima en 48 kg de grano por kg de N aplicado y de 174 kg de grano por kg de P aplicado para 2007/08 (García, 2009). Los BPN muestran valores inferiores a los promedios nacionales de 0.86 kg de N extraído por kg de N aplicado y 0.61 kg de P extraído por kg de P aplicado. Estos bajos valores de PPF y BPN se explican por las altas dosis de N y P aplicadas y el bajo rendimiento alcanzado en Balducci, y sugieren que las mismas podrían reducirse en las próximas campañas.

En Balducci, la determinación de N-nitratos a madurez fisiológica indica acumulaciones de 74 y 71 kg/ha de N en los tratamientos PS y NPS, respectivamente (Fig. 7). Con la información disponible, se puede estimar el balance N para los tratamientos PS y NPS según la siguiente ecuación:

$$N_f + N_{om} + N_{ii} = N_p + N_g + N_l + N_e + N_{iin} + N_{if}$$

donde N_f = N aportado por el fertilizante
 N_{om} = N orgánico mineralizado
 N_{ii} = N inorgánico inicial
 N_p = N absorbido por la planta

Ng = N perdido en formas gaseosas (N₂, N₂O o NH₃)

Nl = N perdido por lavado

Ne = N perdido por erosión

Niin = N inorgánico inmovilizado

Nif = N inorgánico final

La ecuación del balance de N permite estimar las pérdidas de N (Nperd), agrupando Ng, Nl, Ne y Niin como pérdidas, y/o el Nom. Considerando la información de aplicación de fertilizantes nitrogenados de Tabla 2, los análisis de suelo en siembra y cosecha al metro de profundidad y una absorción de 26 kg N por tonelada de grano producida, la estimación de Nperd y Nom para el tratamiento PS sería la siguiente:

$$21 + \text{Nom} + 67 = 27 + \text{Nperd} + 74$$

$$\text{Nom} - \text{Nperd} = + 13 \text{ kg N/ha}$$

De la misma forma, para el tratamiento NPS, la estimación sería la siguiente:

$$120 + \text{Nom} + 67 = 60 + \text{Nperd} + 71$$

$$\text{Nom} - \text{Nperd} = - 56 \text{ kg N/ha}$$

Las estimación para PS indicaría que la diferencia entre Nom y Nperd fue de 13 kg N/ha. Para el tratamiento NPS, las pérdidas fueron equivalentes al Nom mas 56 kg N/ha del Nii o Nf. La baja demanda de N del cultivo en el tratamiento NPS, por los bajos rendimientos obtenidos, puede haber resultado en una alta cantidad de Nf residual en el suelo que pudo haber sido perdido por lavado de nitratos y/o desnitrificación en Octubre-Noviembre cuando se registraron mayores precipitaciones (230 mm) (Tabla 1).

El rendimiento se relacionó estrechamente con número de granos por m² (R² = 0.96) y, en menor medida, con el número de espigas por m² (R²=0.81) (Fig. 8). El rendimiento se relacionó mas débilmente con el peso de mil granos (R²=0.50). Las respuestas en rendimiento a la fertilización se explican fundamentalmente por efectos sobre el número de granos por m² y, dentro de los componentes de este, por los efectos sobre el número de espigas por m² (Tabla 6).

La fertilización nitrogenada incremento la concentración de nitratos en jugo de base de tallos al macollaje en ambos ensayos (Tabla 7). El índice de verdor (IV) mostro claramente las deficiencias de N al macollaje y en antesis en los dos sitios. Los menores valores de IV para el tratamiento NP, respecto del tratamiento NPS, indicarían una deficiencia de N que no se verifico en diferencias de rendimiento entre ambos tratamientos. En San Alfredo, se observaron diferencias significativas en el IV a macollaje y antesis debido a la fertilización fosfatada (Tratamientos NPS vs. NS).

Relaciones entre las variables de suelo y planta y los rendimientos y las respuestas a la fertilización

A continuación, se discuten algunas relaciones significativas entre las variables de suelo y planta, y las respuestas a los nutrientes. En todos los casos se evalúan las relaciones para las 7 campañas de información de trigo de la Red de Nutrición, incluyendo cinco sitios en el 2001/02 y 2003/04, seis sitios de la campaña 2002/03,

nueve sitios en la campaña 2005/06, tres sitios en la campaña 2007/08, tres sitios 2008/09 y los dos sitios 2009/10 (n=33).

Excluyendo los seis sitios de la campaña 2002/03, muy afectada por enfermedades y condiciones climáticas adversas, Santo Domingo 2005/06, muy afectado por heladas, y los sitios La Hansa y Lambaré 2008/09 y Balducci de esta campaña por efectos de la sequía, se estimó una relación significativa entre la disponibilidad de N a la siembra (N-nitratos en el suelo a la siembra, 0-60 cm de profundidad, + N fertilizante) y los rendimientos (Fig. 9). Si bien la variabilidad de la relación es alta, permitiría estimar necesidades de 130-140 kg/ha de N (suelo + fertilizante) para alcanzar 4000 kg/ha de rendimiento. En los sitios de menor rendimiento, excluidos de esta relación, disponibilidades de N a la siembra de 100 kg N/ha permitirían alcanzar rendimientos de aproximadamente 2000-2200 kg/ha.

La concentración de nitratos en jugo de base de tallos al macollaje se relacionó con los rendimientos, no obstante la misma no permitió definir modelos predictivos. Los rendimientos y la respuesta a N no se relacionan con el índice de verdor al macollaje o antesis (datos no mostrados).

Considerando los 33 sitios de las seis campañas, la relación entre el rendimiento relativo (rendimiento tratamiento NS/rendimiento tratamiento NPS) y la concentración de P Bray (Fig. 10) indica que:

- el 95% de los 22 sitios con P Bray menor de 15 mg/kg presentó rendimientos relativos menores del 90%,
- el 66% de los 6 sitios con P Bray entre 15 y 20 mg/kg presentó rendimientos relativos menores del 90%,
- El 60% de los 5 sitios con P Bray superior a 20 mg/kg presentó rendimientos relativos mayores del 90%.

Los rendimientos y las respuestas a S no se pudieron relacionar con la concentración de S-sulfatos a 0-20 cm (datos no mostrados), o la disponibilidad a 0-60 cm (Fig. 11) En general, los niveles de S-sulfatos en superficie (0-20 cm) a la siembra son muy bajos, menores de 10 mg/kg, por lo que no se puede manejar un rango adecuado para explorar este tipo de relaciones. Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar metodologías alternativas basada en el análisis de planta o grano con el fin de poder diagnosticar la deficiencia de S en el cultivo de trigo.

Conclusiones

1. Los análisis de suelos realizados en pre-siembra mostraron efectos residuales significativos de fertilizaciones de campañas anteriores para N-nitratos, P Bray y S-sulfatos.
2. Luego de nueve años y trece cultivos, los niveles de rendimiento de los tratamientos Testigo muestran el agotamiento de las reservas de N, P y S de estos suelos, alcanzando solamente el 31% del rendimiento de los tratamientos NPS.
3. Los rendimientos fueron muy afectados por la sequía en Balducci. No obstante, las respuestas a la fertilización fueron, en términos relativos, similares a las

observadas para trigo en campañas anteriores. Los rendimientos en San Alfredo fueron superiores, a partir de las mejores condiciones hídricas.

4. En ambos ensayos se observaron respuestas significativas a N, P y la interacción NP. Estas respuestas directas y residuales, se explican parcialmente por los bajos niveles de P y de N-nitratos en los tratamientos Testigo.
5. La eficiencia de uso de agua (EUA) se incremento cuando se eliminaron las deficiencias de N, P y/o S, siendo de 7.3 kg/mm para el Testigo y de 14.2 kg/mm para el tratamiento NPS, promedio de los dos sitios.
6. Se obtuvieron relaciones significativas entre el rendimiento y la disponibilidad de N en suelo a la siembra (N suelo + N fertilizante). Disponibilidades de N a la siembra (suelo + fertilizante) de 130-140 kg/ha permiten alcanzar rendimientos de 4000 kg/ha.
7. Los sitios con niveles de P Bray menores de 15 mg/kg presentan respuestas altamente probables a la aplicación de P, mientras que por arriba de 20 mg/kg de P Bray, la probabilidad de respuesta disminuye marcadamente.
8. Las respuestas a la fertilización azufrada no se relacionaron con la disponibilidad de S-sulfatos a la siembra, ya sea a 0-20 cm como a 0-60 cm de profundidad.

Agradecimientos

- A todos los asesores, productores y personal de los establecimientos que implantaron los ensayos y participan en este proyecto.
- A *Agroservicios Pampeanos (ASP)* por su continuo apoyo para la realización de esta Red.

Referencias

- García F., M. Boxler, J. Minteguiaga, R. Pozzi, L. Firpo, G. Deza Marin and A. Berardo. 2006. La Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe: Resultados y conclusiones de los primeros seis años 2000-2005. AACREA. 32 pp. ISBN 987-22576-7-1.
- García F. 2009. Eficiencia de uso de nutrientes y mejores prácticas de manejo para la nutrición de cultivos. En F. García e I. Ciampitti (ed.). Simposio Fertilidad 2009: Mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. pag. 9-18. ISBN 978-987-24977-1-2.

Tabla 1. Información de manejo y de sitio, lámina de agua en el suelo a la siembra y precipitaciones durante el ciclo del cultivo. Ensayos CREA Sur de Santa Fe, Maíz 2009/10.

<i>Establecimiento</i>	<i>Balducci</i>	<i>San Alfredo</i>
CREA	Teodelina	Santa Isabel
Serie Suelo	Santa Isabel	Hughes
Labranza	SD	SD
Años agricultura	+ 60	15
Antecesor	Maíz	
Variedad	Don Mario Cronox	
Fecha de siembra	25/06/2009	26/06/2009
Densidad lograda (pl/ha)	405	234
Distancia entre surcos (cm)	21	19
Fecha de Cosecha	18/12/2009	15/12/2009
Lámina de agua en el suelo a la siembra (mm) (0-100 cm)	171	268
<i>Precipitaciones</i>		
Abril	57	46
Mayo	30	34
Junio	0	0
Julio	34	41
Agosto	4	10
Septiembre	97	112
Octubre	45	118
Noviembre	185	217
<i>Junio-Noviembre</i>	365	498

Tabla 2. Tratamientos establecidos en los dos sitios experimentales.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Nombre	Testigo	PS	NS	NP	NPS	NPSMgK Micros
Fertilizante (kg/ha)						
FMA		195		195	195	195
Urea			260	220	220	220
Azufertil		110	110		110	110
Cloruro de potasio						50
B15						7
Zn 20						10
Fertilizante total (kg/ha)	0	305	370	415	525	638
Nutrientes (kg/ha)						
N		21	120	120	120	120
P		43		43	43	43
K						25
Mg						14
S		21	21		21	21
B						1
Zn						2
Cu						2
Cl						23

Tabla 3. Análisis de suelo previos a la siembra del trigo, Campaña 2008/09. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Promedios de tres repeticiones.

Ensayo	Tratamiento	P	N-NO ₃	N-NO ₃	S-SO ₄	S-SO ₄	Nmin
		ppm	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha	ppm
		0-20 cm	0-20 cm	0-60 cm	0-20 cm	0-60 cm	0-20/20-40 cm
Balducci	PS		10	58			27/20
	NS	10					
	NP				5	35	
	NPS	43	10	57	10	65	21/18
San Alfredo	PS		24	103			55/29
	NS	6					
	NP				4	30	
	NPS	29	32	171	9	62	49/26

Tabla 4. Rendimientos de trigo para los seis tratamientos evaluados y respuestas a N, P, S, NPS y otros nutrientes en los dos ensayos. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

Tratamiento	Balducci	San Alfredo	Promedio
Rendimientos (kg/ha)			
Testigo	460 e	1572 d	1016
PS	1034 d	2937 c	1985
NS	1900 c	2940 c	2420
NP	2181 bc	4155 b	3168
NPS	2274 ab	4381 ab	3327
Completo	2513 a	4653 a	3583
DMS (5%)	288	444	-
Respuestas (kg/ha)			
N	1240	1444	1342
P	373	1441	907
S	93	226	160
PS	574	1364	969
NS	1440	1368	1404
NP	1721	2583	2152
NPS	1814	2809	2311
Otros ##	239	272	256

Rendimientos seguidos por las mismas letras en cada sitio no difieren significativamente al nivel de probabilidad de 5%.

Otros incluye K, Mg y Zn.

Tabla 5. Estimaciones de indicadores de eficiencia de uso de nutrientes N, P y S para cuatro tratamientos en los dos sitios. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

Ensayo	Tratamiento	Productividad parcial del factor (PPF)			Balance parcial de nutrientes (BPN)		
		N	P	S	N	P	S
		<i>kg trigo/kg nutriente aplicado</i>			<i>kg nutriente extraído/kg nutriente aplicado</i>		
Balducci	PS	-	24	140	-	0.08	0.07
	NS	16	-	140	0.29	-	0.14
	NP	18	51	-	0.33	0.18	-
	NPS	19	53	209	0.34	0.19	0.16
	Completo	21	58	222	0.38	0.21	0.18
San Alfredo	PS	-	68	140	-	0.24	0.21
	NS	24	-	140	0.44	-	0.21
	NP	35	97	-	0.63	0.34	-
	NPS	37	102	209	0.66	0.36	0.32
	Completo	39	108	222	0.70	0.38	0.33

Tabla 6. Componentes de rendimiento de trigo (Espigas por m², Granos por espiga, Granos por m² y Peso mil granos) para los seis tratamientos evaluados en los dos ensayos. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2009/10.

Ensayo	Tratamiento	Espigas/m ²	Granos/Espiga	Granos/m ²	Peso mil granos (g)
Balducci	Testigo	275 d	6 b	1725 d	27 b
	PS	414 c	8 b	3371 c	31 a
	NS	449 b	15 a	6952 b	27 b
	NP	567 a	13 a	7351 b	30 a
	NPS	549 a	14 a	7664 ab	30 a
	NPSMicro	559 a	15 a	8376 a	30 a
San Alfredo	Testigo	383 d	14 c	5517 d	29 c
	PS	545 bc	15 c	8273 c	36 a
	NS	488 c	22 a	10889 b	27 c
	NP	593 b	21 ab	12591 a	33 b
	NPS	738 a	18 b	13276 a	33 b
	NPSMicro	743 a	18 b	13108 a	36 a
----- DMS (5%) -----					
Balducci	-	30	2.4	1011	1.2
San Alfredo	-	85	3.0	1249	2.1

Tabla 7. Valores y resultados del análisis estadístico, como valores de DMS al 5% de probabilidad, de nitratos en jugo base de tallos y SPAD de última hoja expandida a macollaje y de SPAD en hoja bandera a antesis. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2009/10.

Ensayo	Tratamiento	Nitratos JBT Macollaje (ppm)	SPAD macollaje	SPAD Antesis
Balducci	PS	1267	36	38
	NS		44	44
	NP		41	42
	NPS	5453	44	44
San Alfredo	PS	1530	38	40
	NS		38	39
	NP		40	44
	NPS	4370	44	46
----- DMS (5%) -----				
Balducci		174	0.7	1.6
San Alfredo		762	1.7	2.5

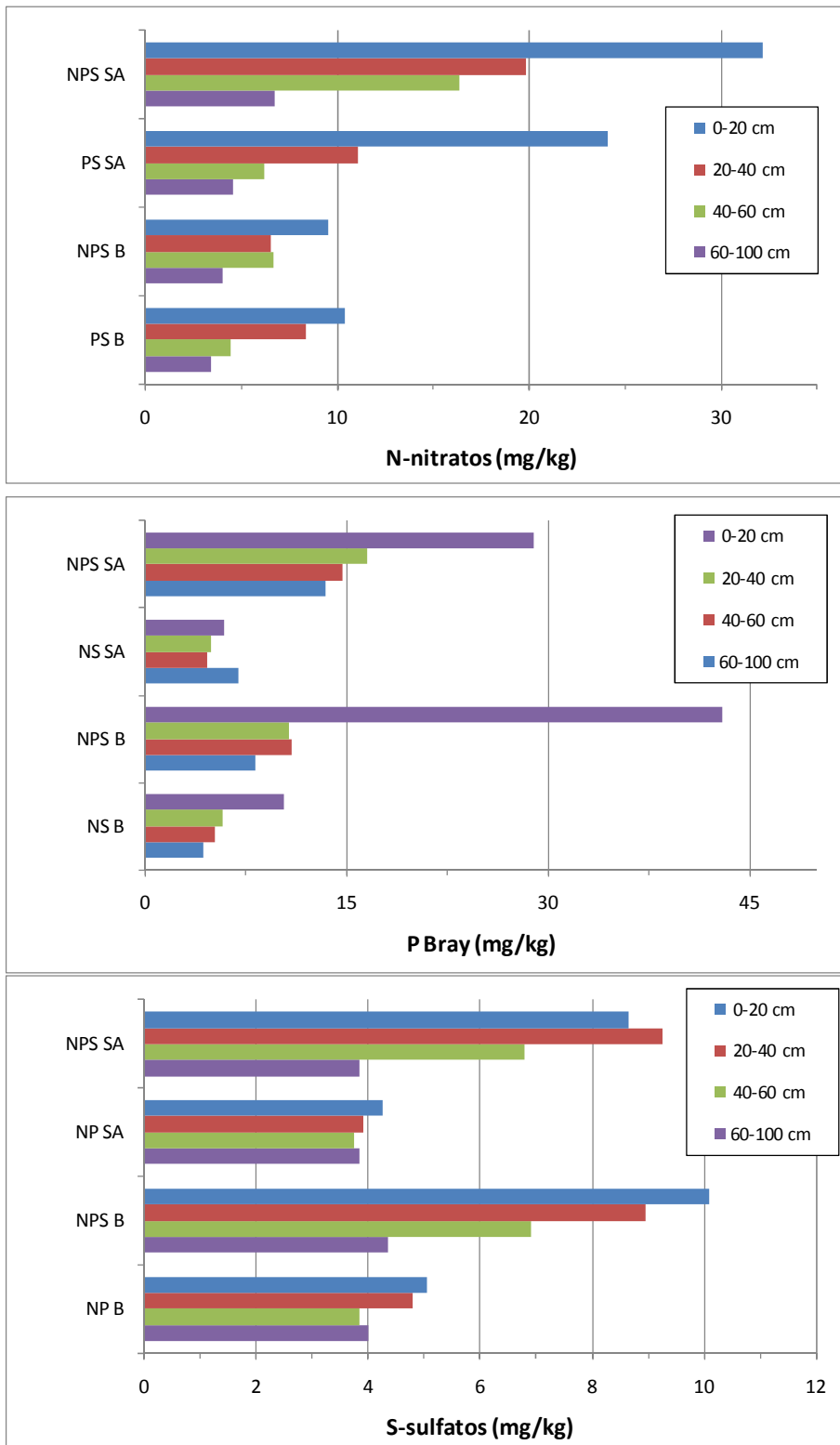


Fig. 1. Distribución de la concentración de N-nitratos, P Bray y S-sulfatos a 0-100 cm en el muestreo de pre-siembra para tratamientos selectos. Sitios B= Balducci y SA=San Alfredo. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

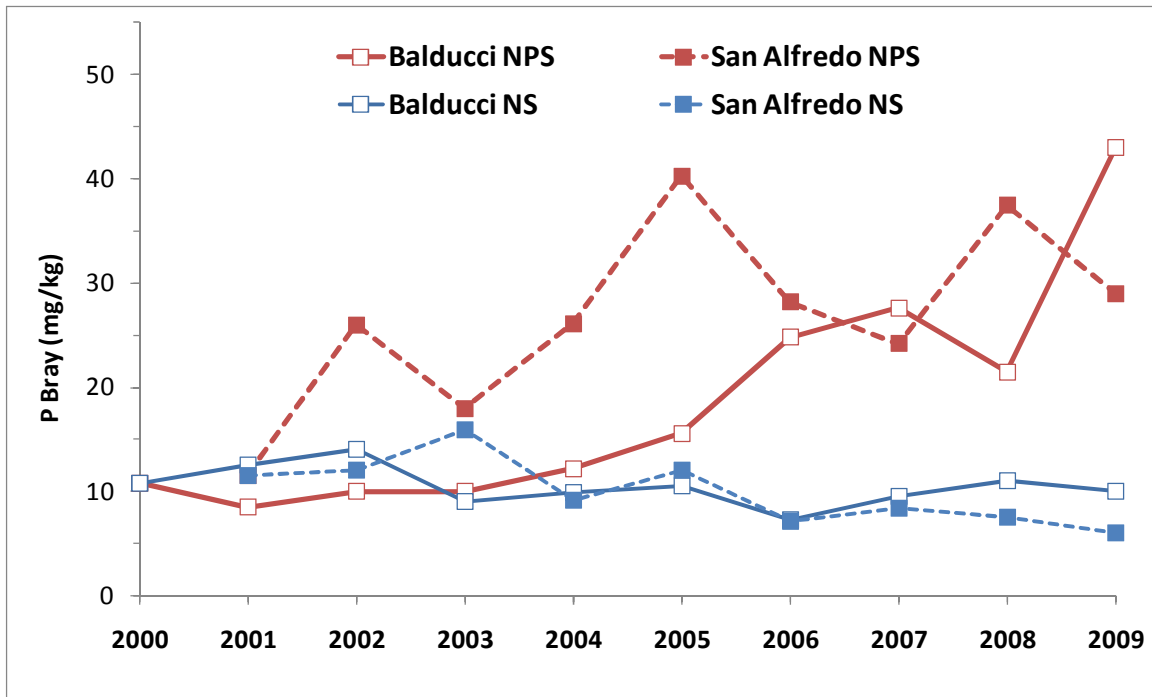


Fig. 2. Evolución de P Bray desde el establecimiento de los ensayos Balducci y San Alfredo en los tratamientos NS y NPS. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

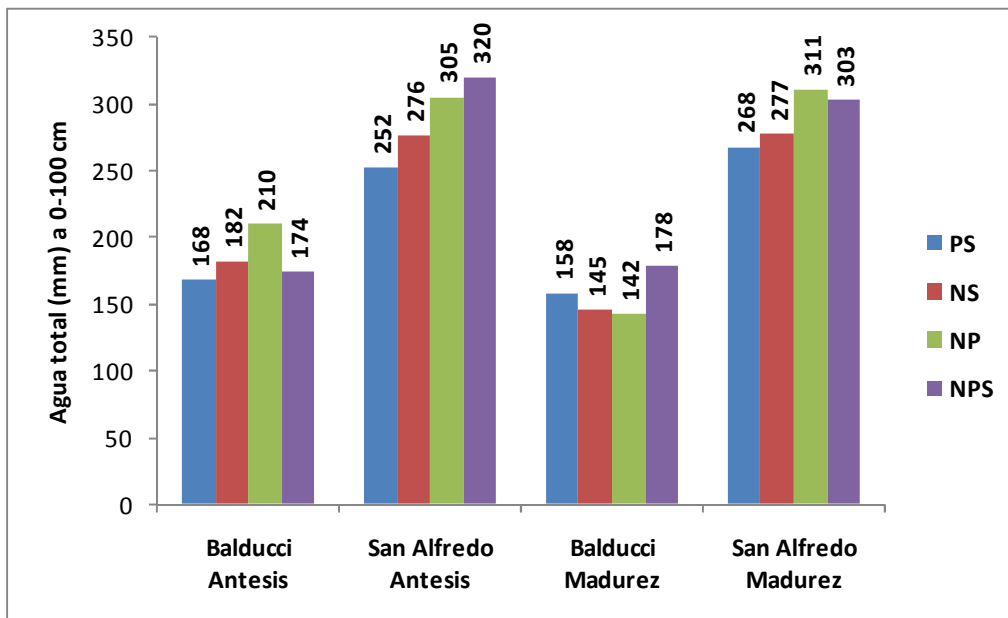


Fig. 3. Agua total, en mm, hasta el metro de profundidad en antesis y madurez fisiológica para los tratamientos PS, NS, NP y NPS en los ensayos de Balducci y San Alfredo. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

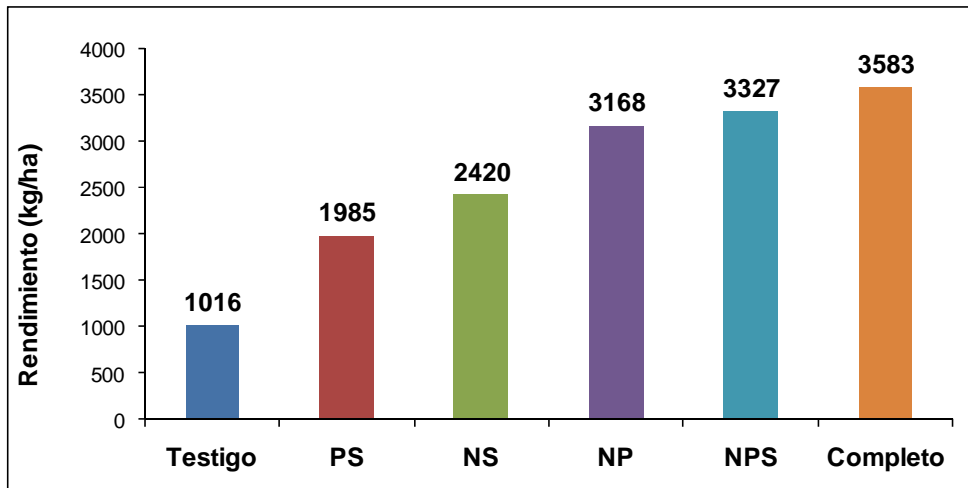


Fig. 4. Rendimientos promedio de trigo para los seis tratamientos en los dos sitios evaluados. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

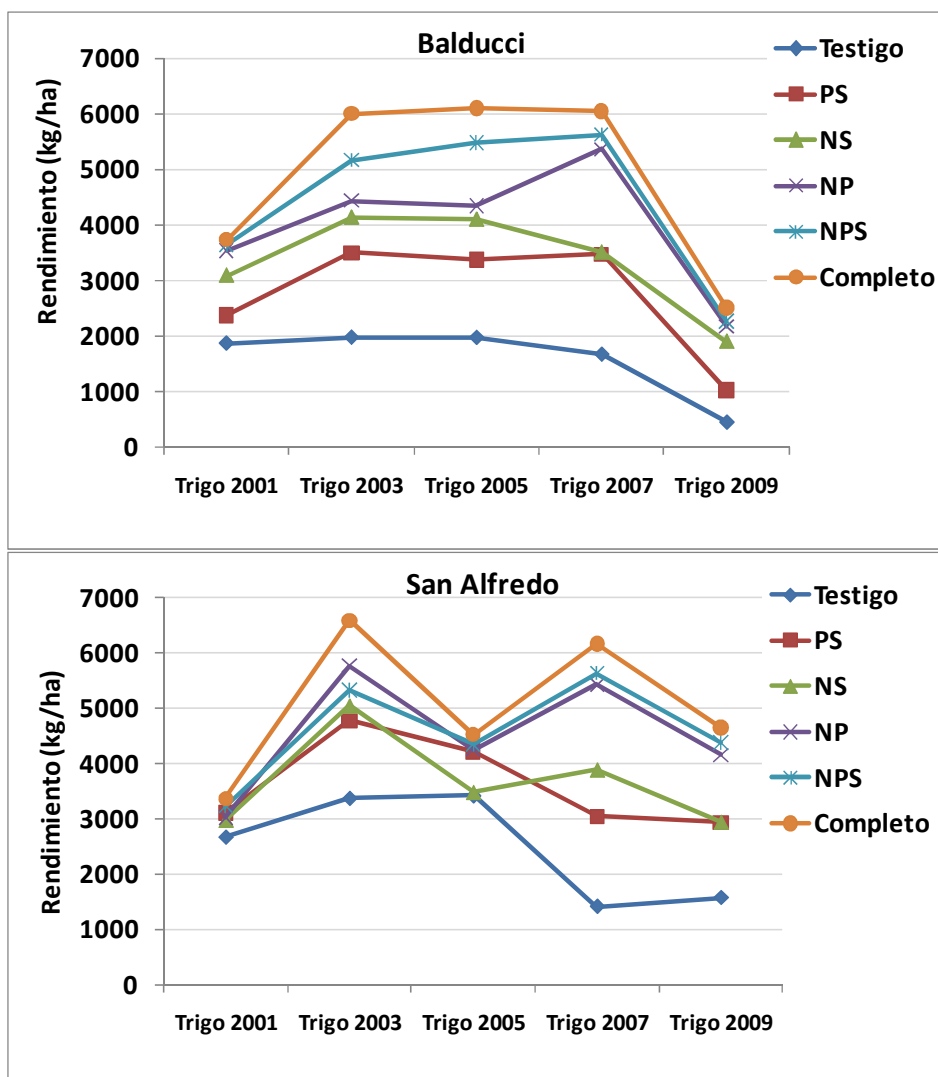


Fig. 5. Evolucion de los rendimientos de trigo en los ensayos Balducci y San Alfredo desde 2001 a 2009. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe.

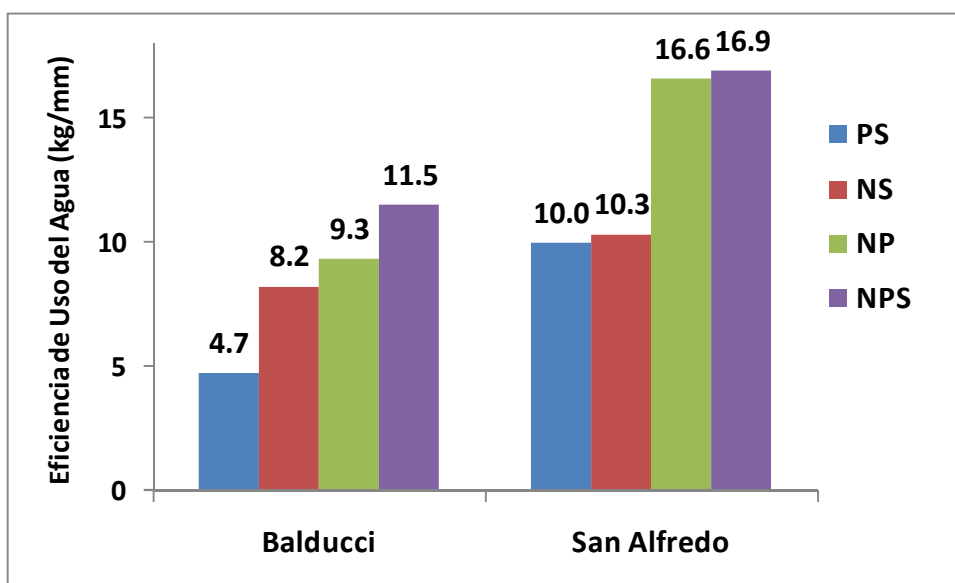


Fig. 6. Eficiencia de uso del agua en trigo para tratamientos selectos en los ensayos Balducci y San Alfredo. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

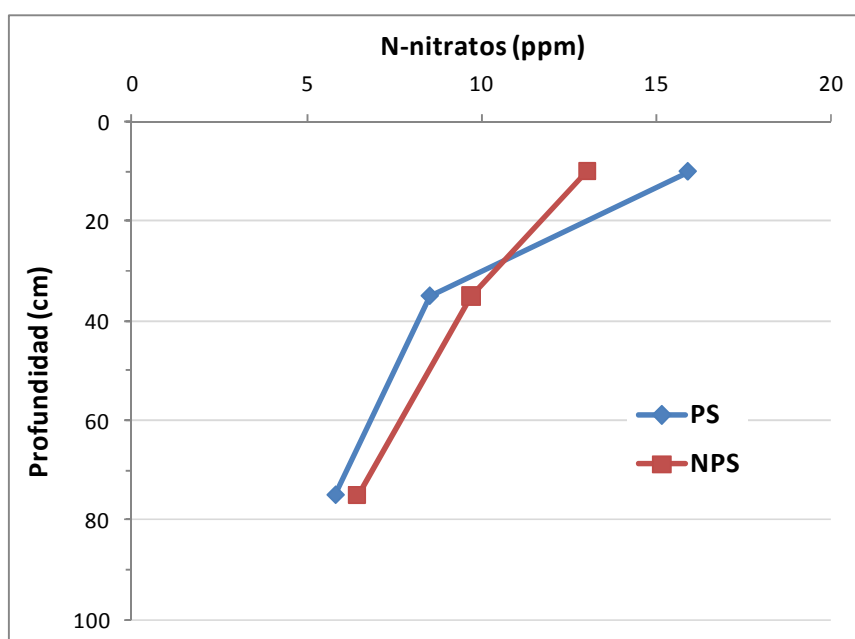


Fig. 7. Distribución de la concentración de N-nitratos a 0-100 cm en el muestreo a madurez fisiológica de trigo para los tratamientos PS y NPS en el ensayo de Balducci. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2009/10.

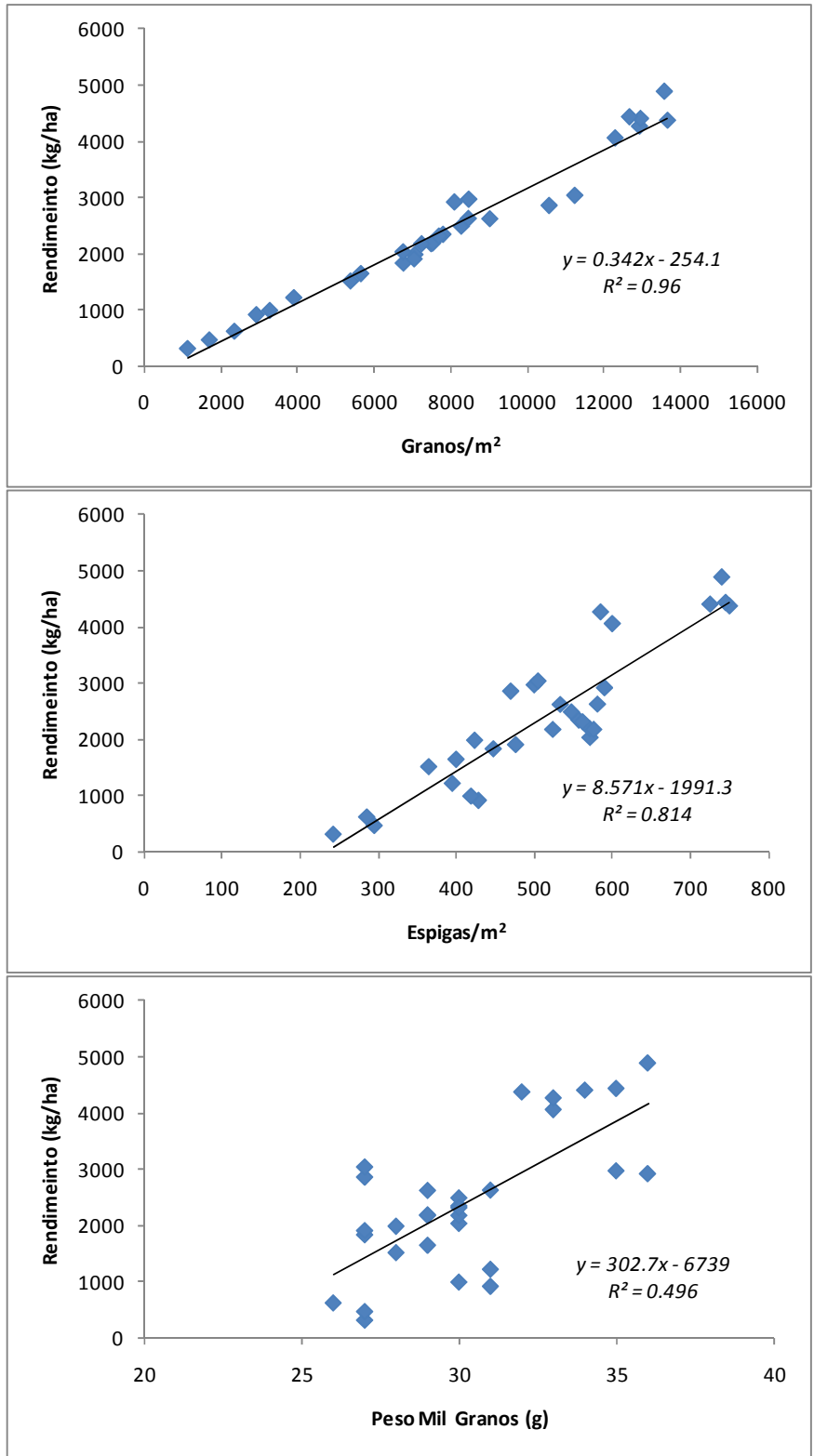


Fig. 8. Relaciones entre el rendimiento y el número de granos por m² (grafico superior), el número de espigas por m² (grafico medio) y el peso de mil granos (grafico inferior). Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, Trigo 2009/10.

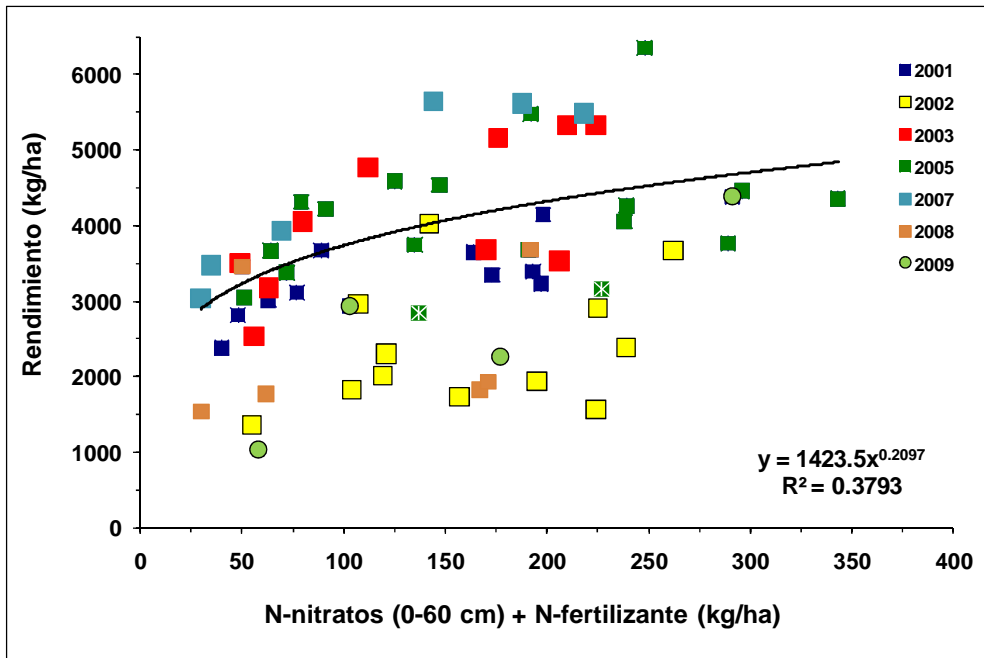


Fig. 9. Rendimiento de trigo en función de la disponibilidad de N-nitratos en pre-siembra (0-60 cm) + N aplicado como fertilizante. El ajuste de la ecuación exponencial no incluye los datos de la campaña 2002/03, Santo Domingo en 2005/06, y La Hansa y Lambaré en 2008/09 y Balducci en 2009/10. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08, 2008/09 y 2009/10.

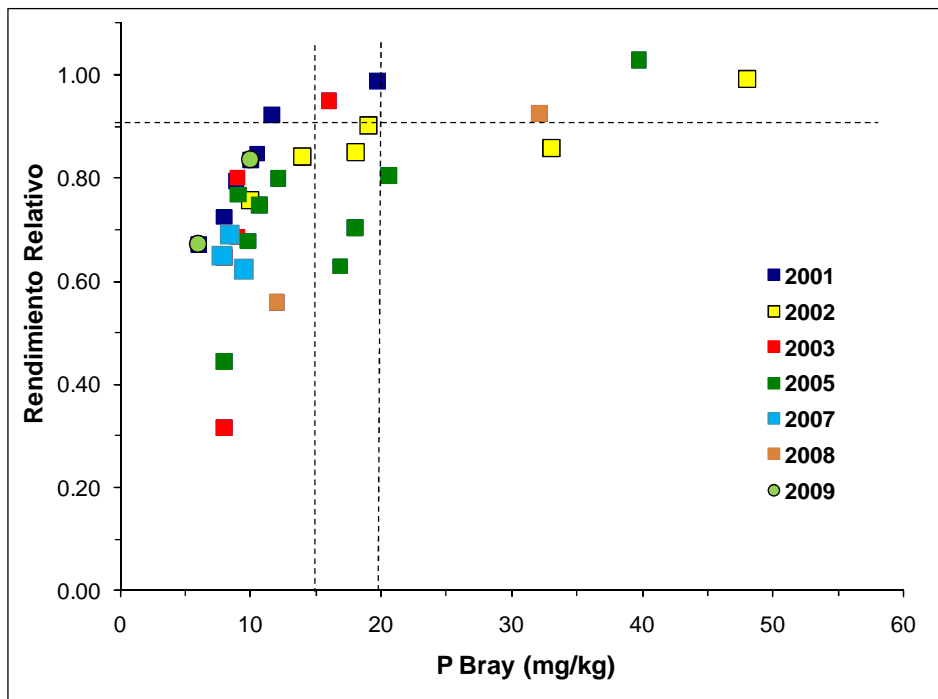


Fig. 10. Rendimiento relativo de trigo (rendimiento NS/Rendimiento NPS) en función del nivel de P Bray a 0-20 cm de profundidad a la siembra. La línea horizontal indica rendimiento relativo del 90% y las verticales la concentración de P Bray de 15 y 20 mg/kg. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08, 2008/09 y 2009/10.

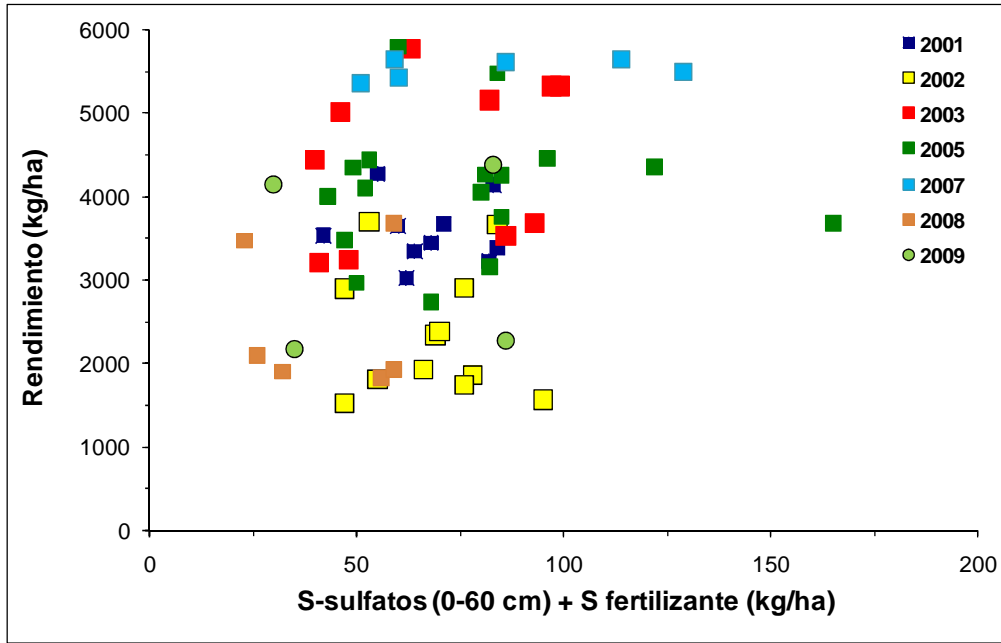


Fig. 11. Rendimiento de trigo en función de la disponibilidad de S-sulfatos en pre-siembra (0-60 cm) + S aplicado como fertilizante. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08, 2008/09 y 2009/10.