

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

Resultados de la campaña 2008/09: Trigo

Preparado por Miguel Boxler (Coordinador Ensayos), Fernando O. García (IPNI Cono Sur), Ignacio A. Ciampitti (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 Angel Berardo (Laboratorio Fertilab)

En la campaña 2008/09, 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 cuatro ensayos de trigo 2008/09 en rotación maíz-soja-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.aacrea.org.ar y www.ipni.net/lasc.

Materiales y Métodos

Los cuatro ensayos que se reportan en este informe se establecieron en lotes bajo siembra directa de varios años ubicados en establecimientos de los distintos 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-soja-trigo/soja en los cuatro ensayos.

Los tratamientos de fertilización se realizan anualmente siempre sobre las mismas parcelas en todos los ensayos. 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 todos los 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 todos los casos.

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 y 40-60 cm de profundidad. Se tomaron veinte “piques” por muestra superficial y 10 “piques” por muestra subsuperficial. La disponibilidad de N-nitratos y S-sulfatos también se determinó a madurez fisiológica.

Se determinó el contenido de agua del suelo a 0-100 cm de profundidad a la siembra y madurez fisiológica en el tratamiento 5 (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 tres sitios en los niveles de P Bray, N-nitratos y S-sulfatos, excepto para nitratos en Lambaré (Tabla 3). La Fig. 1 muestra que estas residualidades de N, P y S se registran principalmente hasta los 40 cm de profundidad y, en algunos casos, hasta los 60 cm. En promedio para los cuatro sitios, el P Bray mostró un incremento del 157% y 55% a 0-20 y 20-40 cm, respectivamente, en el tratamiento NPS respecto del NS. Para N-nitratos, los incrementos son del 22% y 2% a 0-20 y 20-40 cm, respectivamente, en el tratamiento NPS respecto del PS. Para S-sulfatos, los

incrementos son del 38% y 13% a 0-20 y 20-40 cm, respectivamente, en el tratamiento NPS respecto del NP.

Estos efectos residuales se observaron desde los primeros años para P, posteriormente para S y, a partir de la campaña 2006/07, para N. 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.

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.

Los niveles de disponibilidad de N-nitratos en el tratamiento PS fueron bajos en todos los sitios, demostrando la reducción en la capacidad de oferta de N del suelo en esta condición sin aplicación de N por 7 años. En los tratamientos NPS, la disponibilidad fue, en promedio, un 20% superior pero aun baja.

La concentración de P Bray en el tratamiento NS también demuestra la pérdida del nutriente a lo largo de los 7 años, mientras que la acumulación en el tratamiento NPS muestra el aporte que se hace a través de dosis de P que cubren la extracción en grano más el 10% (Fig. 2). Desde la implantación de estos cuatro ensayos, el P Bray del suelo disminuyó 19 ppm, en promedio, en el tratamiento NS (-54%), y aumento 5 ppm, en promedio, en el tratamiento NPS (+14%).

Los niveles de S-sulfatos fueron bajos en el tratamiento NP y estos niveles aumentaron un 37% 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 en los tres sitios fue muy afectado por la severa sequía registrada en la región durante el 2008. El sitio de San Antonio no fue cosechado por el pobre desarrollo. Teniendo en cuenta el período de crecimiento del cultivo (Julio-Noviembre), las precipitaciones promediaron 186 mm para los tres sitios restantes (Tabla 1). La Blanca registro los mejores rendimientos a partir de la mayor y mejor distribución de lluvias de Septiembre y Octubre en comparación con La Hansa y Lambaré. En estos dos últimos sitios, la ocurrencia de heladas durante encañazón también afectó fuertemente el normal desarrollo y crecimiento del cultivo y, en definitiva, el rendimiento.

Los tratamientos de fertilización afectaron significativamente los rendimientos en los tres sitios (Tabla 4, Fig. 3). 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 2000/01 (Maíz), 2001/02 (Soja), 2002/03 (Trigo/Soja), 2003/04 (Maíz), 2004/05 (Soja), 2005/06 (Trigo/Soja), 2006/07 (Maíz) y 2007/08 (Soja). La escasa disponibilidad de agua afectó las respuestas a la fertilización, aunque estas fueron, en términos relativos, similares a las observadas para trigo en campañas anteriores en los mismos sitios (Fig. 4).

El ensayo de La Blanca presentó respuestas significativas a P y a la interacción NPS, el de La Hansa a las interacciones NS y NP y el de Lambaré a las interacciones PS y NP. Estas respuestas directas y residuales, se explican parcialmente por los bajos niveles de P en La Blanca y La Hansa, y los bajos niveles de N-nitratos y de S-sulfatos en los tratamientos testigo de los tres sitios.

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). Los valores de PPF y BPN fueron afectados por los tratamientos de fertilización y las condiciones climáticas. 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 valores estimados en los ensayos se ubican muy por debajo de estos promedios nacionales debido a las altas dosis de nutrientes utilizadas y el bajo rendimiento alcanzado por el efecto de la sequía. 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.

Los bajos índices de eficiencia de uso de N se verifican en la determinación de N-nitratos a madurez fisiológica (Fig. 5). Se acumularon 33, 46 y 90 kg/ha de N-nitratos más en NPS con respecto a PS en La Blanca, La Hansa y Lambaré, respectivamente. Estas acumulaciones de N disponible no utilizado por el cultivo, indican que la limitación por agua no permitió utilizar el N disponible disminuyendo las respuestas potenciales en rendimiento y la eficiencia de uso del nutriente.

Considerando las precipitaciones registradas entre Julio 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 4.4-5.4 y 5.9-9.2 kg/ha por mm, para los tratamientos Testigo y NPS, respectivamente (Fig. 6). Estas eficiencias son bajas debido al fuerte déficit hídrico registrado. En La Blanca, el sitio con menor impacto de sequía, las eficiencias de uso de agua reflejan la deficiencia de P pasando la EUA de 5.3 a 9.2 kg/mm cuando se aplicó P. En La Hansa, los tratamientos con N son los de mejor EUA, mientras que en Lambaré, la EUA aumentó levemente al mejorar la nutrición NPS del cultivo.

El rendimiento se relacionó estrechamente con número de granos por m^2 ($R^2 = 0.91$) y, en menor medida, con el número de granos por espiga ($R^2 = 0.35$) (Fig. 7), y el número de espigas por m^2 ($R^2=0.30$). El rendimiento se relacionó más débilmente con el peso de mil granos ($R^2=0.07$). Las respuestas en rendimiento a la fertilización se explican fundamentalmente por efectos sobre el número de granos por m^2 y, dentro de los componentes de este, por los efectos sobre el número de granos/espiga y espigas por m^2 (Tablas 6 y 7).

La fertilización nitrogenada incremento la concentración de nitratos en jugo de base de tallos al macollaje solamente en La Blanca y no tuvo efectos en La Hansa y Lambaré (Tabla 8). Los valores promedio de índice de verdor (IV) para los tres sitios de esta campaña fueron de 42.4 y 45.3 a macollaje y de 43.3 y 46.5 a antesis para los tratamientos PS y NPS, respectivamente (Tabla 8). La fertilización nitrogenada incremento significativamente los IV a macollaje y antesis en los tres sitios, la fertilización fosfatada el IV a macollaje en La Blanca y a antesis en los tres sitios, y la azufrada el IV a macollaje en La Blanca y La Hansa y a antesis en Lambaré.

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 6 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 y los tres sitios 2008/09 (n=31).

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 de esta campaña por efectos de sequia, 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. 8). 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 2300-2500 kg/ha.

La concentración de nitratos en jugo de base de tallos al macollaje se relacionó con los rendimientos ($r=0.50$), pero la relación no es suficientemente estrecha para 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 31 sitios de las seis campañas, la relación entre el rendimiento relativo (rendimiento tratamiento NS/rendimiento tratamiento NPS) y la concentración de P Bray (Fig. 9) indica que:

- el 90% de los 20 sitios con P Bray menor de 15 mg/kg presentó rendimientos relativos menores del 90%,
- el 50% de los 6 sitios con P Bray entre 15 y 20 mg/kg presentó rendimientos relativos menores del 90%,
- El 40% de los 5 sitios con P Bray superior a 20 mg/kg presentó rendimientos relativos menores del 90%.

Los rendimientos y las respuestas a S no se pudieron relacionar con la concentración de S-sulfatos a 0-20 cm, o la disponibilidad a 0-60 cm (Fig. 10) En general, los niveles de S-sulfatos a la siembra son muy bajos, menores de 10 mg/kg a

0-20 cm, por lo que no se puede manejar un rango adecuado para explorar este tipo de relaciones.

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 ocho años y diez 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 64% del rendimiento de los tratamientos NPS.
3. Los rendimientos fueron muy afectados por la severa sequia y la ocurrencia de heladas durante encañazón. No obstante, las respuestas a la fertilización fueron, en términos relativos, similares a las observadas para trigo en campañas anteriores en los mismos sitios.
4. El ensayo de La Blanca presento respuestas significativas a P y a la interacción NPS, el de La Hansa a las interacciones NS y NP y el de Lambaré a las interacciones PS y NP. Estas respuestas directas y residuales, se explican parcialmente por los bajos niveles de P en La Blanca y La Hansa, y los bajos niveles de N-nitratos y de S-sulfatos en los tratamientos testigo de los tres sitios.
5. La eficiencia de uso de agua (EUA) se incremento cuando se eliminaron las deficiencias de N, P y/o S, siendo de 4.9 kg/mm para el Testigo y de 7.3 kg/mm para el tratamiento NPS, promedio de los tres sitios.
6. Considerando 22 de los 31 sitios de las seis campañas de trigo evaluadas en la Red de Nutrición, 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 de grano. Actas Simposio Fertilidad 2009. IPNI Cono Sur-Fertilizar. En prensa.

Tabla 1. Información de manejo y de sitio, lámina de agua en el suelo a la siembra y madurez fisiológica (Tratamiento NPS), y precipitaciones durante el ciclo del cultivo. 2008/09. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, Trigo 2008/09.

Establecimiento	La Blanca	La Hansa	Lambare	San Antonio
CREA	Gral. Baldissera	Armstrong-M. de Oca	San Jorge-Las Rosas	Rosario
Serie Suelo	La Bélgica	Bustanza	Los Cardos	Maciel
Labranza	SD			
Años agricultura	12	27	10	10
Antecesor	Soja de primera			
Varietal	Cronox	Escorpión	Cronox	-
Fecha de siembra	7/7/08	4/7/08	4/7/08	-
Densidad (plantas/m ²)	234	256	266	288-
Distancia entre surcos (cm)	21	21	21	-
Fecha de Cosecha	5/12/08	25/11/08	25/11/08	-
<i>Lámina de agua en el suelo</i>				
Siembra (mm) (0-100 cm)	210	277	163 [#]	88 ^{##}
Madurez fisiológica (mm) (0-100 cm)	76	66 ^{##}	67 ^{##}	-
<i>Precipitaciones (mm)</i>				
Abril	4	59	40	-
Mayo	4	0	24	-
Junio	5	0	0	-
Julio	1	0	0	-
Agosto	1	0	0	-
Septiembre	21	14	37	-
Octubre	78	43	52	-
Noviembre	166	116	30	-
Diciembre	41	0	0	-
Julio-Noviembre	267	173	119	-

[#] A 0-60 cm; ^{##} A 0-40 cm.

Tabla 2. Tratamientos establecidos en los cuatro sitios experimentales.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
	Testigo	PS	NS	NP	NPS	NPSMgK Micros
	Fertilizante (kg/ha)					
FMA		195		195	195	195
Urea			260	220	220	220
Azufertil (19%)		110	110		110	110
Oxido de magnesio (36%)						40
Cloruro de potasio						50
B10						10
Zn 40						5
Cu25						8
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
		ppm	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha
		0-20 cm	0-20 cm	0-60 cm	0-20 cm	0-60 cm
La Blanca	PS		14.3	50		
	NS	12.0				
	NP				5.2	23
	NPS	27.3	22.0	72	7.7	38
La Hansa	PS		7.3	30		
	NS	13.1				
	NP				5.4	26
	NPS	43.9	11.9	47	7.8	35
Lambare	PS		11.1	62		
	NS	32.1				
	NP				4.7	32
	NPS	65.0	8.7	51	4.7	38
San Antonio	PS		17.2	60 #		
	NS	5.6				
	NP				6.6	35 #
	NPS	25.1	18.2	65 #	9.9	41 #

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

Tratamiento	La Blanca	La Hansa	Lambare	Promedio
Rendimientos (kg/ha)				
Testigo	1724 c	1449 c #	1577 d	1583
PS	3459 a	1541 bc	1770 c	2257
NS	2056 b	2393 a	1786 bc	2079
NP	3476 a	2099 ab	1906 abc	2494
NPS	3682 a	1834 abc	1932 ab	2483
Completo	3638 a	2080 ab	2052 a	2590
DMS (5%)	324	629	158	-
Respuestas (kg/ha)				
N	223	293	163	226
P	1626	-559	146	404
S	206	-265	26	-11
PS	1735	93	193	674
NS	332	945	210	495
NP	1752	651	329	911
NPS	1958	386	355	900
Otros ##	-44	246	120	108

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

Otros incluye K, Mg, B, Cl, Cu y Zn.

Tabla 5. Estimaciones de indicadores de eficiencia de uso de nutrientes N, P y S para cuatro tratamientos en los tres sitios. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

Ensayo	Tratamiento	Productividad parcial del factor (PPF)			Balance parcial de nutrientes (BPN)		
		N	P	S	N	P	S
		--- kg trigo/kg N aplicado ---			kg N extraído/kg N aplicado		
La Blanca	PS	-	80	165	-	0.28	0.25
	NS	17	-	98	0.31	-	0.15
	NP	29	81	-	0.52	0.28	-
	NPS	31	86	175	0.56	0.30	0.26
La Hansa	PS	-	36	73	-	0.13	0.11
	NS	20	-	114	0.36	-	0.17
	NP	17	49	-	0.32	0.17	-
	NPS	15	43	87	0.28	0.15	0.13
Lambare	PS	-	41	84	-	0.14	0.13
	NS	15	-	85	0.27	-	0.13
	NP	16	44	-	0.29	0.16	-
	NPS	16	45	92	0.29	0.16	0.14

Tabla 6. Componentes de rendimiento de trigo (Plantas por m², Espigas por m², Granos por espiga, Granos por m² y Peso mil granos) para los seis tratamientos evaluados en los tres ensayos. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2008/09.

Ensayo	Tratamiento	Plantas/m ² (Cosecha)	Espigas/m ²	Granos/Espiga	Granos/m ²	Peso mil granos (g)
La Blanca	Testigo	185	305	21	6543	26
La Blanca	PS	137	541	24	12900	27
La Blanca	NS	153	464	19	8936	23
La Blanca	NP	146	517	27	13650	25
La Blanca	NPS	150	568	26	14806	25
La Blanca	NPSMicro	149	592	25	14876	24
La Hansa	Testigo	215	238	26	6331	23
La Hansa	PS	209	310	20	6158	25
La Hansa	NS	179	350	29	10141	24
La Hansa	NP	200	349	21	7350	29
La Hansa	NPS	199	361	22	7788	23
La Hansa	NPSMicro	181	396	23	8995	23
Lambaré	Testigo	201	574	9	4917	32
Lambaré	PS	190	541	9	5049	35
Lambaré	NS	185	528	10	5331	33
Lambaré	NP	173	495	12	5720	33
Lambaré	NPS	165	471	12	5584	35
Lambaré	NPSMicro	174	498	12	6000	34

Tabla 7. Resultados del análisis estadístico de los efectos de los tratamientos de fertilización, como valores de DMS al 5% de probabilidad, sobre los componentes de rendimiento de trigo (Plantas por m², Espigas por m², Granos por espiga, Granos por m² y Peso mil granos) en los tres ensayos. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2008/09.

Ensayo	Plantas/m ² (Cosecha)	Espigas/m ²	Granos/Espiga	Granos/m ²	Peso mil granos (g)
----- DMS (5%) -----					
La Blanca	13	46	1.4	1509	0.9
La Hansa	8	8	-	-	1.8
Lambaré	8	24	3.1	430	1.4

Tabla 8. 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 2008/09.

Ensayo	Tratamiento	Nitratos JBT Macollaje (ppm)	SPAD macollaje	SPAD Antesis
La Blanca	PS	667	45.2	43.1
La Blanca	NS		45.6	42.6
La Blanca	NP		42.0	44.6
La Blanca	NPS	4233	50.5	46.1
La Hansa	PS	207	42.0	48.3
La Hansa	NS		47.7	47.3
La Hansa	NP		42.8	50.1
La Hansa	NPS	273	43.7	49.6
Lambare	PS	127	40.1	38.4
Lambare	NS		40.7	43.0
Lambare	NP		42.1	39.9
Lambare	NPS	173	41.8	43.9
----- DMS (5%) -----				
	La Blanca	974	0.5	2.1
	La Hansa	-	0.3	0.6
	Lambare	-	1.1	0.7

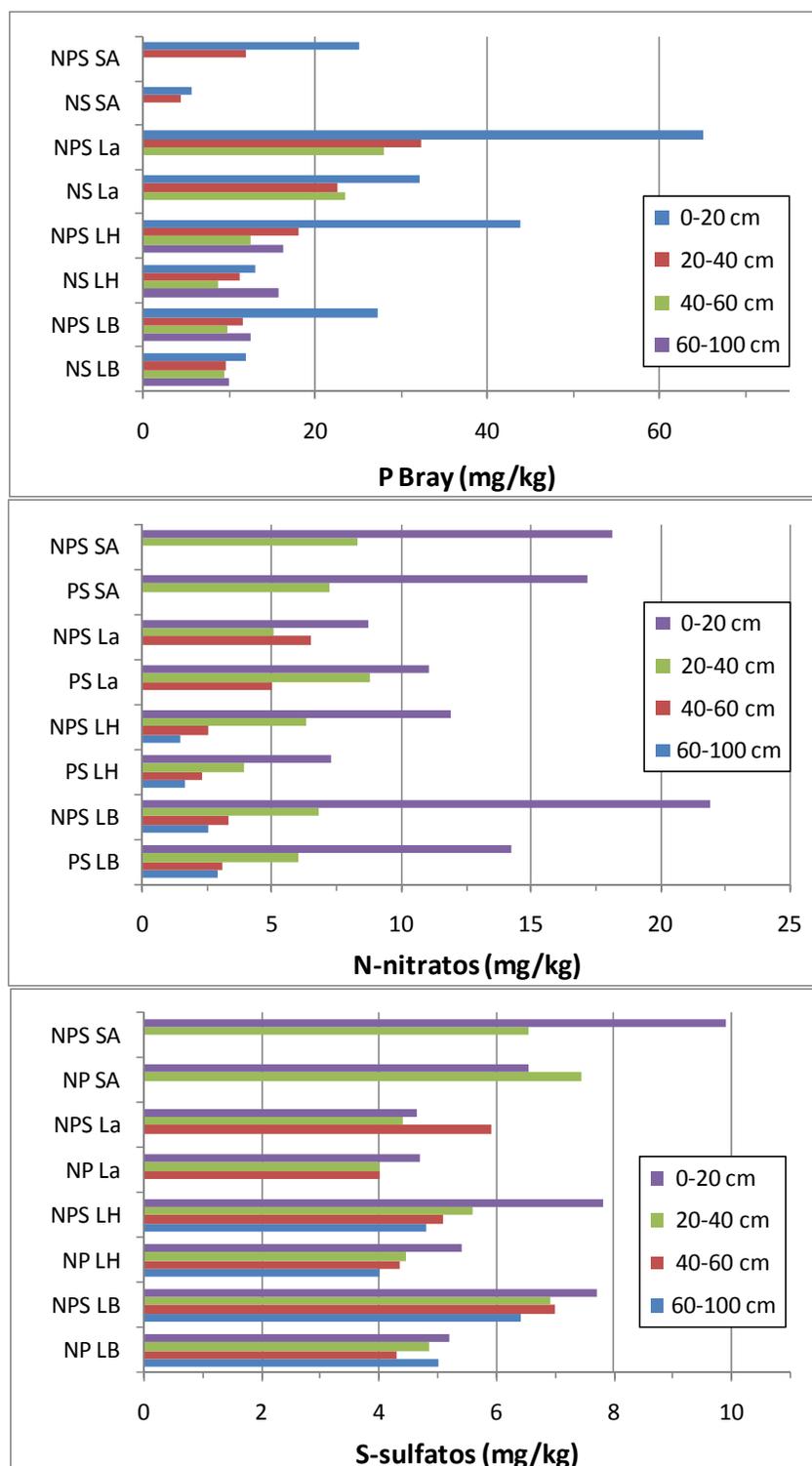


Fig. 1. Distribución de la concentración de P Bray, N-nitratos y S-sulfatos a 0-100 cm en el muestreo de pre-siembra para tratamientos selectos. Sitios LB= La Blanca, La=La Hansa, La= Lambaré, y SA=San Antonio. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

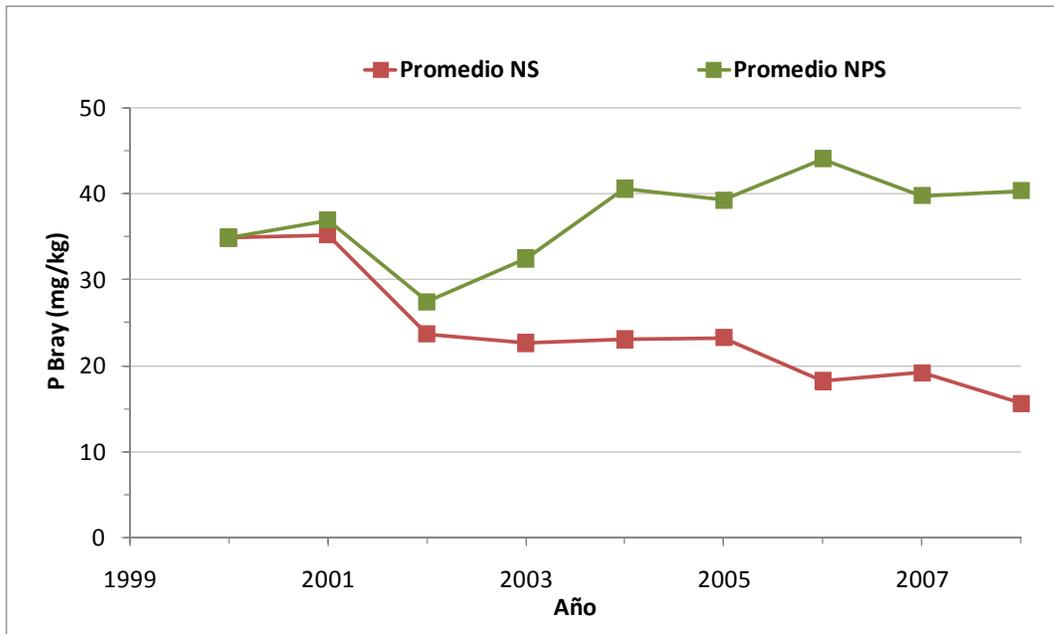


Fig. 2. Evolución de P Bray desde el establecimiento de los ensayos en los tratamientos NS y NPS, promedio de los La Blanca, La Hansa, Lambaré y San Antonio. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

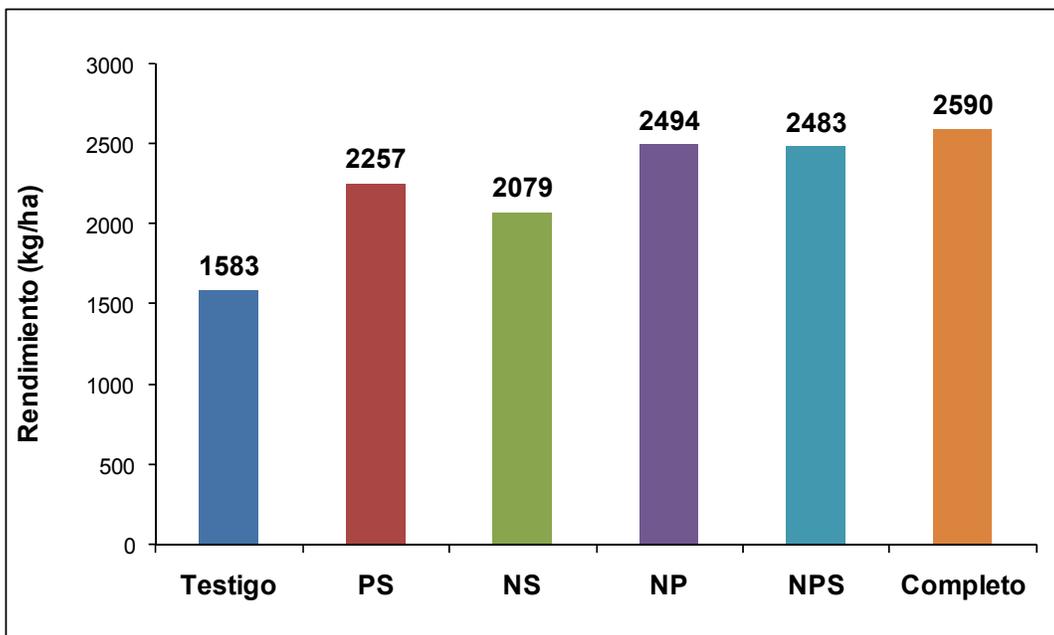


Fig. 3. Rendimientos promedios de trigo para los seis tratamientos en los tres sitios evaluados. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

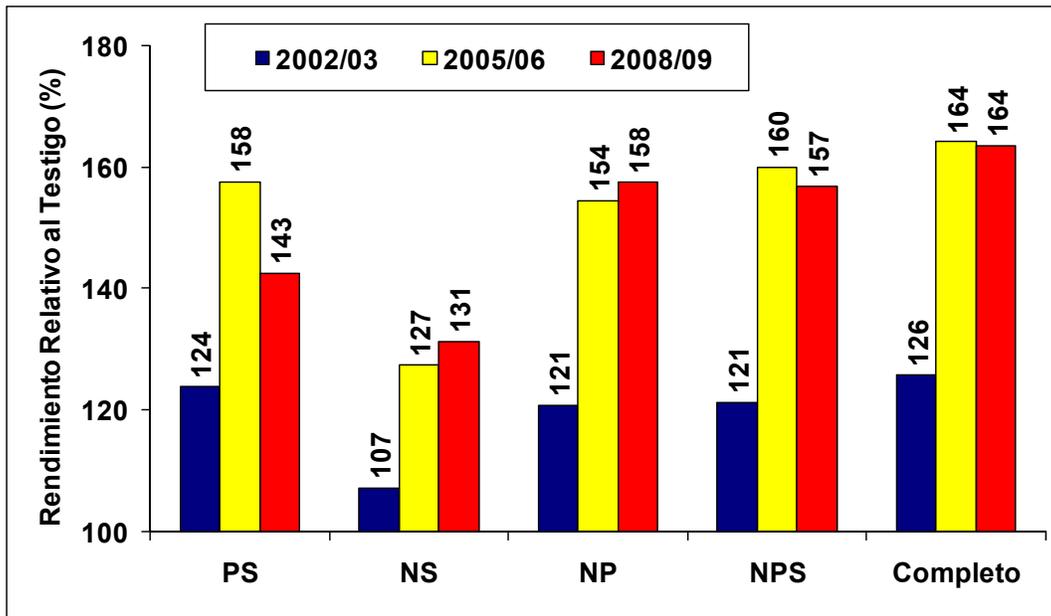


Fig. 4. Rendimientos relativos de trigo respecto al Testigo, promedios de todos los ensayos de cada campaña, para los cinco tratamientos fertilizados en sitios de rotación maíz-soja-trigo/soja. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe.

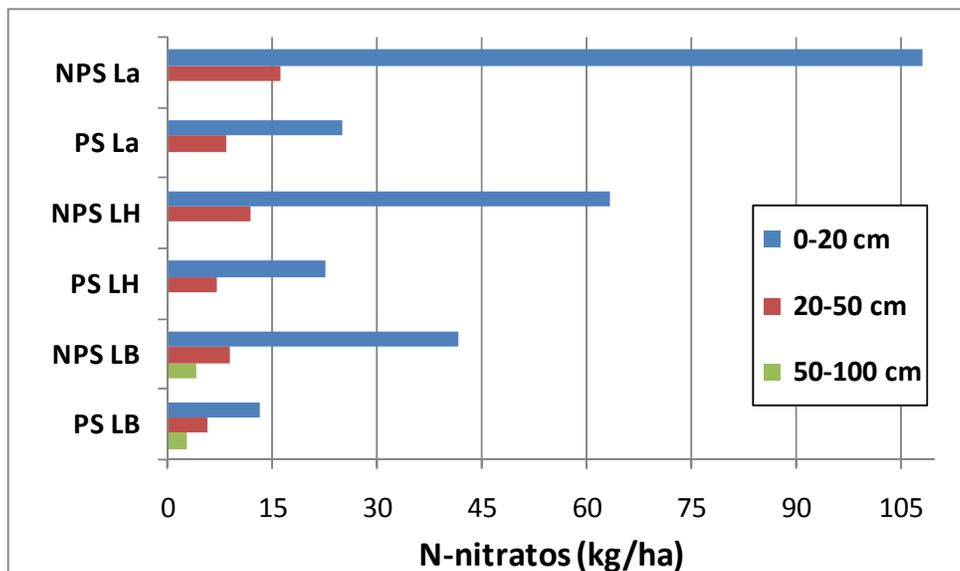


Fig. 5. Distribución de la concentración de N-nitros a 0-100 cm en el muestreo a madurez fisiológica de trigo para tratamientos selectos. Sitios LB= La Blanca, LH=La Hansa y La= Lambaré. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

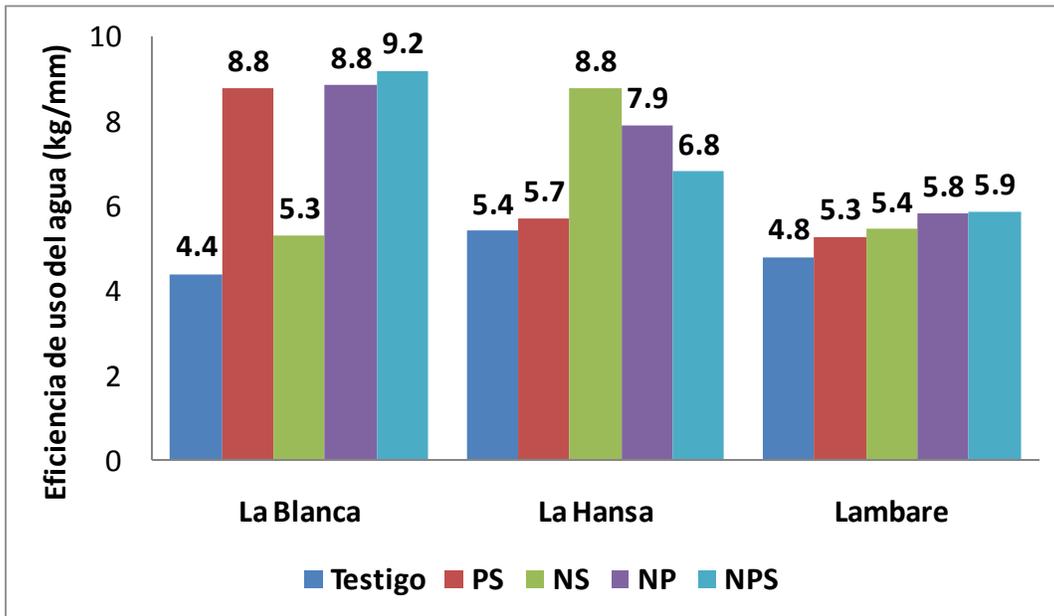


Fig. 6. Eficiencia de uso del agua en trigo para el tratamiento Testigo y las combinaciones de N, P y S en los tres sitios evaluados. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2008/09.

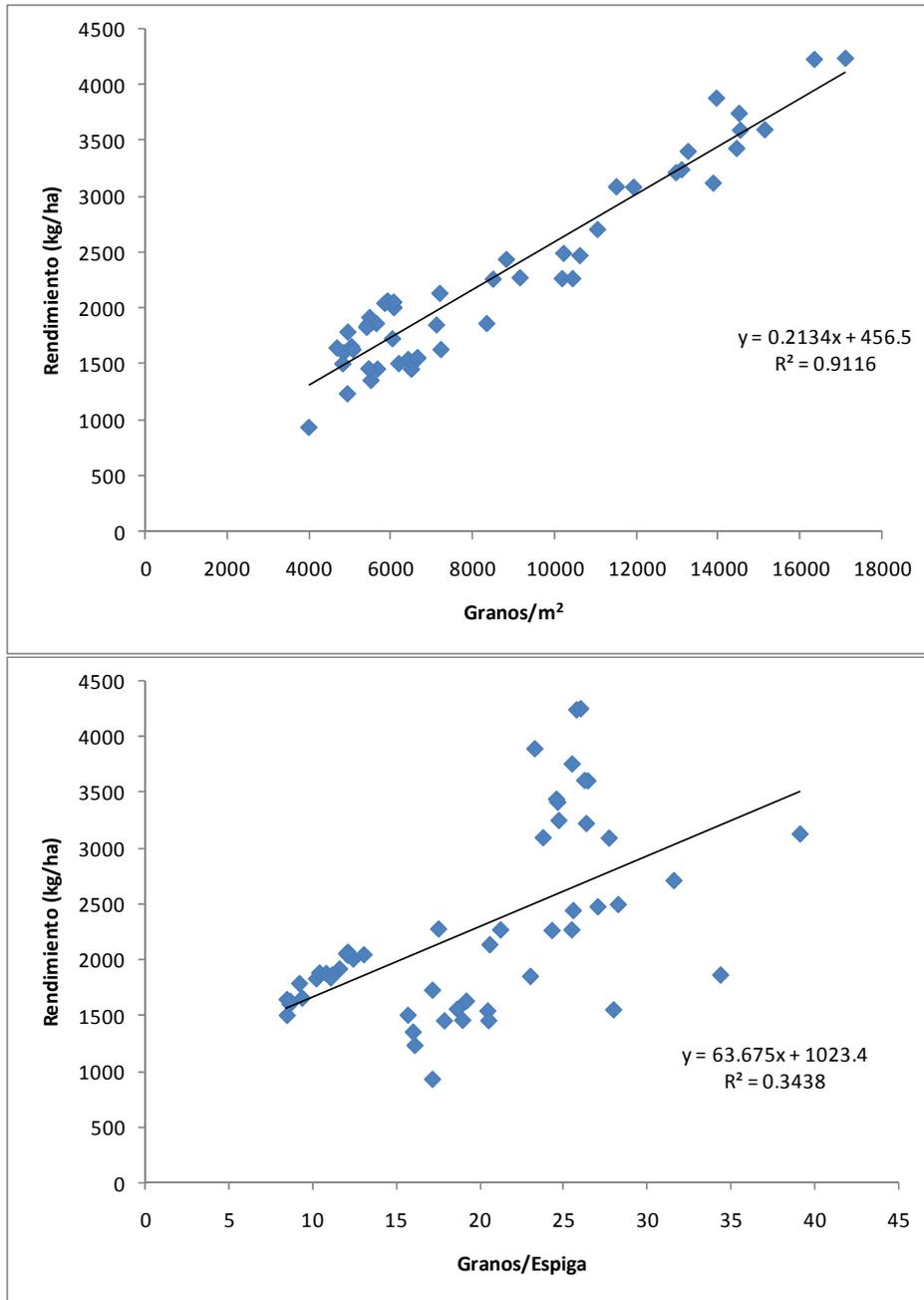


Fig. 7. Relaciones entre el rendimiento y el número de granos por m² (grafico superior), y el número de granos por espiga (grafico inferior). Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, Trigo 2008/09.

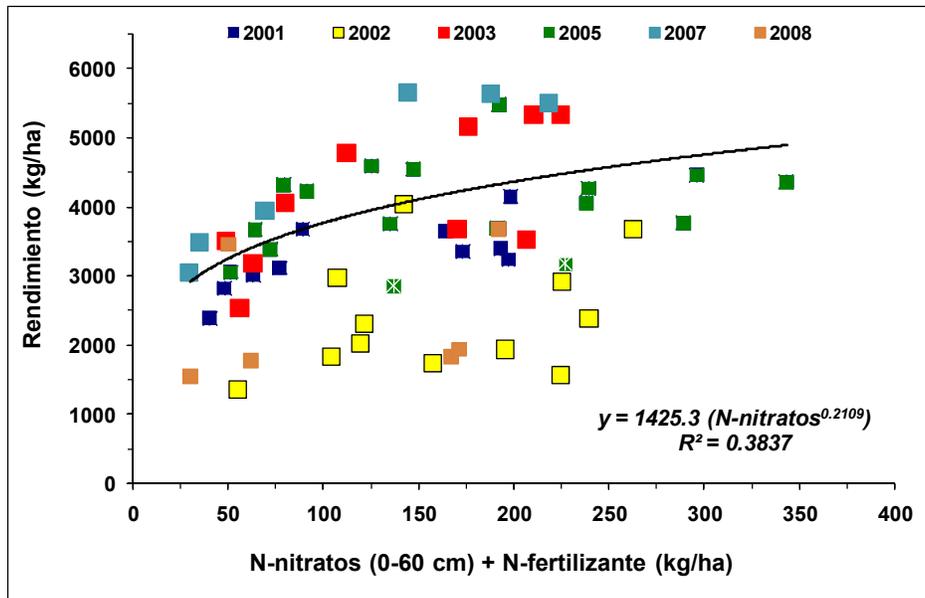


Fig. 8. Rendimiento de trigo en función de la disponibilidad de N-nitratos en pre-siembra (0-60 cm) + N aplicado como fertilizante. El ajuste de la ecuación exponencial no incluye los datos de la campaña 2002/03, Santo Domingo en 2005/06 (puntos verdes con asterisco) y La Hansa y Lambaré en 2008/09. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08 y 2008/09.

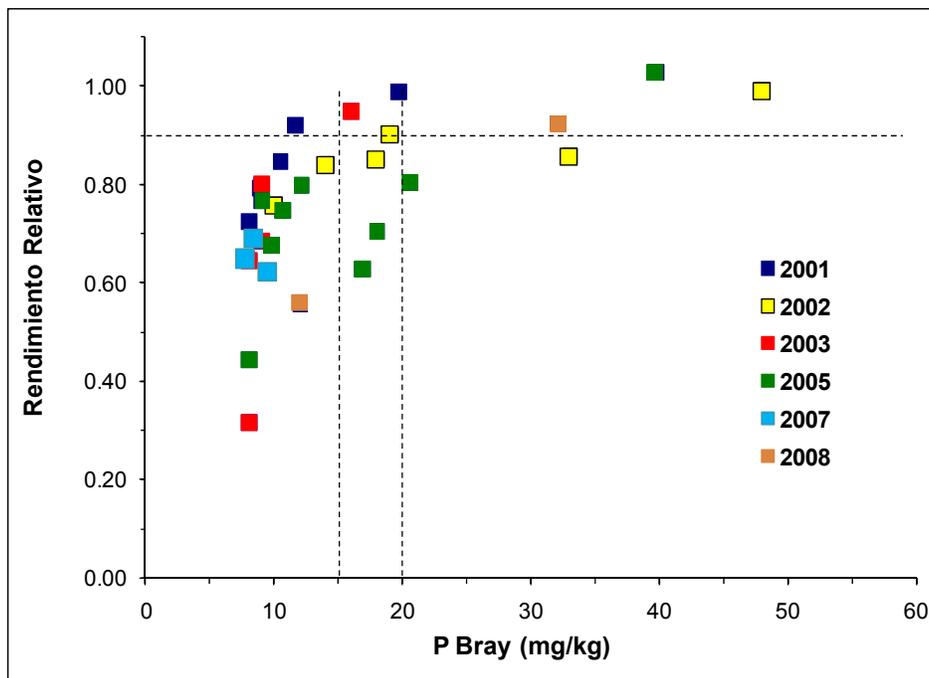


Fig. 9. Rendimiento relativo de trigo (rendimiento NS/Rendimiento NPS) en función del nivel de P Bray a 0-20 cm de profundidad a la siembra. La línea horizontal indica rendimiento relativo del 90% y las verticales la concentración de P Bray de 15 y 20 mg/kg. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08 y 2008/09.

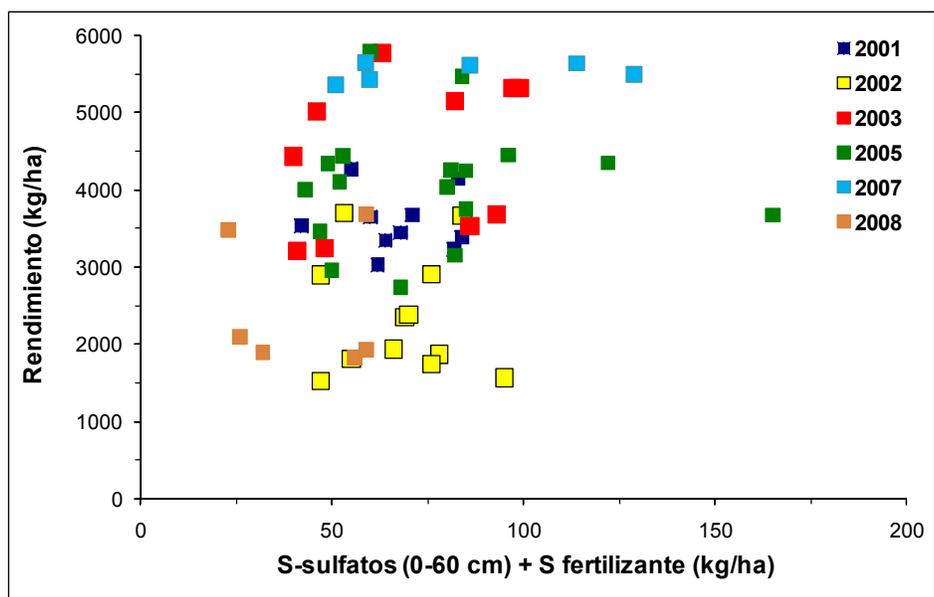


Fig. 10. Rendimiento de trigo en función de la disponibilidad de S-sulfatos en pre-siembra (0-60 cm) + S aplicado como fertilizante. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08 y 2008/09.