

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

Resultados de la campaña 2008/09: Soja de segunda

Preparado por Miguel Boxler (Coordinador Ensayos), Fernando O. García (IPNI Cono Sur), Jorge Minteguiaga (Coordinador Zonal), Ricardo Pozzi (Asesor CREA San Jorge Las Rosas), Luis Firpo (CREA Baldissera), Germán Deza Marin (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)

En este informe se reportan los resultados observados en 4 ensayos de soja de segunda sobre trigo 4. Los objetivos específicos para esta campaña fueron:

1. Evaluación de la respuesta de soja de segunda a la fertilización fosfatada (directa y residual) y del análisis de suelos en capa superficial en pre-siembra de trigo como método de diagnóstico.
2. Evaluación de la respuesta de soja de segunda a la fertilización azufrada (directa y residual) y del análisis de S-sulfatos en pre-siembra de trigo como método de diagnóstico.
3. Evaluación del rendimiento de soja de segunda sin limitaciones nutricionales en cada uno de los sitios de experimentación.

Materiales y Métodos

Los cuatro ensayos 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). En la campaña 2008/09, los sitios La Blanca, La Hansa, Lambare y San Antonio se sembraron con trigo, a la cosecha del cual se implanto soja de segunda. El trigo del sitio San Antonio no presentó producción de grano por el marcado efecto de la sequía.

Los tratamientos de fertilización se realizan anualmente siempre sobre las mismas parcelas en todos los ensayos. La cantidad de nutrientes y los

fertilizantes aplicados en la campaña 2008/09 a la siembra del trigo, para el doble cultivo trigo/soja (rotación M-T/S) se indican en la Tabla 2. Los seis tratamientos establecidos fueron similares en los cuatro sitios. En todos los sitios, los tratamientos 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 de trigo se muestrearon tratamientos selectos en los tres bloques para determinar: P Bray en capa superficial (0-20 cm); y N-nitratos, y S-sulfatos a 0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad (Tabla 3). Se tomaron veinte "piques" por muestra superficial y 10 "piques" por muestra subsuperficial.

Se determinó el contenido de agua del suelo a 0-100 cm de profundidad a la madurez fisiológica del trigo en el tratamiento 5 (NPS).

En madurez fisiológica se determinó el número de plantas por m² y vainas por planta. A cosecha se determinó el rendimiento, la humedad de grano y el peso de mil granos. Los rendimientos reportados se han corregido al 13% de humedad. Con la información de plantas por m², vainas por planta y peso de mil granos, se estimó el número de granos por vaina y por m². En todos los tratamientos se tomaron muestras de grano para evaluar la concentración de nutrientes (información no presentada).

Resultados

Rendimientos y respuestas a la fertilización

La disponibilidad de agua en el suelo a la madurez del cultivo de trigo antecesor y las precipitaciones en diciembre fueron muy bajas afectando la implantación y el crecimiento inicial de los cultivos (Tabla 1). Las precipitaciones de enero-febrero recompusieron parcialmente la situación hídrica pero no alcanzaron para compensar las deficiencias iniciales. Vale destacar que en el ensayo de San Antonio, el trigo antecesor se interrumpió al estado de encañazón por la severa deficiencia hídrica, por lo cual la soja se sembró en época de soja de primera. Considerando las precipitaciones promedio de Diciembre a Marzo, las eficiencias de uso de agua fueron de 8.1, 8.3, 8.3 y 8.7 kg/ha por mm, para los tratamientos PS, NS, NP y NPS, respectivamente.

Los rendimientos, respuestas y el análisis estadístico se presentan en la Tabla 4. Se observaron respuestas significativas a los tratamientos de fertilización en todos los sitios excepto en Lambaré. Las respuestas promedio a N, P y S fueron de 168, 181 y 87 kg soja/ha, respectivamente (Fig. 1). Los efectos significativos por sitio fueron: P en La Blanca, S en La Hansa, y N y P en San Antonio. Las respuestas fueron menores que en campañas anteriores debido a los bajos rendimientos por efecto de la severa sequía (Tabla 1). Sin embargo, en términos relativos la respuesta a PS fue, en promedio, del 10% (Fig. 2).

El número de granos por m² se relaciono más estrechamente con el rendimiento que con el peso de mil granos (Fig. 3 y 4), siendo el componente

más afectado por los tratamientos de fertilización, presentando diferencias significativas en tres de los cuatro sitios (Tablas 5). El número de vainas por m² tuvo una mayor influencia que el número de granos por vaina en la definición del número de granos por m² (datos no mostrados) y fue más sensible a los efectos de fertilización (Tabla 5).

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

Considerando los 40 sitios de todas las campañas con soja de primera y de segunda de la Red de Nutrición, la relación entre el rendimiento relativo (rendimiento tratamiento NS/rendimiento tratamiento NPS) y la concentración de P Bray a 0-20 cm a la siembra de soja de primera y de trigo (Fig. 5), indica que:

- ✓ El 80% de los sitios con P Bray menor de 12 mg/kg presentaron rendimientos relativos menores del 90%.
- ✓ El 75% de los sitios con P Bray mayor de 12 mg/kg presentó rendimientos relativos mayores del 90%

por lo tanto, se sugiere considerar un nivel crítico de P Bray de 12 mg/kg para soja en la Región.

En general, los niveles de S-sulfato a la siembra de la soja de primera y del trigo fueron muy bajos, siendo la concentración de dicho nutriente menor a 10 mg/kg (0-20 cm) en 35 de los 40 sitios (87%). Considerando esos 35 sitios,, solo el 48% (17 sitios) mostro rendimientos relativos menores del 90% (rendimiento NP/rendimiento NPS) (Fig. 6). Además, en los 5 sitios con más de 10 ppm de S-sulfato, solamente uno mostro rendimiento relativo menor al 90%. Estos resultados indican una baja precisión de esta metodología basada en el análisis de muestras de suelo para el diagnóstico de deficiencia de S en el cultivo de soja. En línea con lo mencionado, cuando se considero la disponibilidad de S-sulfatos hasta los 60 cm de profundidad no se obtuvieron mejoras en la asociación entre dicha variable y el rendimiento relativo.

Conclusiones

1. El crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de soja de segunda de la campaña 2008/09 se vio afectado por la sequia registrada en la región.
2. Se observaron respuestas significativas a los tratamientos de fertilización en tres de los cuatro ensayos: dos sitios a P, un sitio a S y un sitio a N. Las respuestas promedio a N, P y S fueron de 168, 181 y 87 kg soja/ha, respectivamente.
3. El número de granos por m² se relacionó significativamente con el rendimiento en grano, no así el peso de mil granos.
4. Considerando los 40 sitios de soja de primera y segunda evaluadas en la Red de Nutrición, se obtuvieron relaciones significativas entre el rendimiento

relativo y el nivel de P Bray a la siembra de trigo con un nivel crítico de 12 mg/kg por debajo del cual la probabilidad de respuesta es elevada.

5. No se pudo definir un nivel crítico de S-sulfatos a 0-20 cm o 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.

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

Establecimiento	La Blanca	La Hansa	Lambaré	San Antonio
CREA	Gral. Baldissera	Armstrong-Montes de Oca	San Jorge-Las Rosas	Rosario
Serie Suelo	La Bélgica	Bustanza	Los Cardos	Maciel
Labranza	SD	SD	SD	SD
Años agricultura	12	27	10	10
Antecesor	Trigo			
Variedad	Don Mario 3700			
Fecha de siembra	5/12/08	4/12/08	5/12/08	1/11/08
Distancia entre surcos (cm)	52	52	35	52
Fecha de Cosecha	12/4/09	15/4/09	22/4/09	22/4/09
<i>Lámina de agua en el suelo</i>				
Madurez fisiológica del trigo (mm) (0-100 cm)	76	66 [#]	67 ^{##}	-
Madurez fisiológica de soja (mm) (0-100 cm)	160	146	129	137
<i>Precipitaciones</i>				
Septiembre 2008	21	14	37	54
Octubre	78	43	52	29
Noviembre	166	116	30	20
Diciembre	41	0	0	9
Enero 2009	46	99	83	111
Febrero	105	226	150	225
Marzo	59	133	189	128
Abril	39	67	48	67
Diciembre-Marzo	251	481	477	473

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

Tabla 2. Tratamientos establecidos a la siembra de trigo en los cuatro 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 (19%)		110	110		110	110
Oxido de magnesio (36%)						40
Cloruro de potasio						50
B10						10
Zn 40						5
Cu25						8
Fertilizante total	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 para la Campaña 2008/09. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Promedios de dos repeticiones.

Ensayo	Tratamiento	P	N-NO ₃	N-NO ₃	S-SO ₄	S-SO ₄
		<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>kg/ha</i>	<i>ppm</i>	<i>kg/ha</i>
		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
Lambaré	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 soja de segunda para los seis tratamientos evaluados y respuestas a N, P, S, NPS y otros nutrientes en los cuatro ensayos. Promedios de tres repeticiones.

Tratamiento	La Blanca	La Hansa	Lambaré	San Antonio	Promedio
	Rendimientos (kg/ha)				
Testigo	1899 c	2394 b	3618	1835 b	2436
PS	2278 ab	2507 ab	3661	2070 b	2629
NS	2175 bc	2567 ab	3894	1988 b	2656
NP	2188 bc	2422 b	3619	2613 a	2711
NPS	2423 ab	2633 a	3649	2485 a	2797
Completo	2490 a	2650 a	3663	2547 a	2837
DMS (5%)	294	196	-	303	-
	Respuestas (kg/ha)				
N	144	126	-12	415	168
P	315	83	-231	558	181
S	235	211	30	-128	87
PS	380	112	44	235	193
NS	276	173	276	154	220
NP	289	28	1	779	274
NPS	524	238	31	650	361
Otros ##	67	17	14	62	40

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. Componentes de rendimiento: Peso mil granos, Granos por m², Vainas por m² y Granos por vaina, para los seis tratamientos evaluados en los cuatro ensayos. Promedios de tres repeticiones.

Ensayo	Tratamiento	Peso mil granos (g)	Granos/m ²	Vainas/m ²	Granos/Vaina
La Blanca	Testigo	164	1152 d [#]	390 c	3.0
La Blanca	PS	155	1466 ab	488 a	3.0
La Blanca	NS	166	1311 bc	444 b	3.0
La Blanca	NP	169	1293 cd	394 c	3.3
La Blanca	NPS	157	1547 a	469 ab	3.3
La Blanca	NPSMicro	158	1581 a	442 b	3.6
La Hansa	Testigo	168	1421 b	512 f	2.8 a
La Hansa	PS	161	1557 ab	547 e	2.8 a
La Hansa	NS	165	1563 ab	673 c	2.3 b
La Hansa	NP	167	1452 ab	594 d	2.4 b
La Hansa	NPS	160	1645 a	732 a	2.2 b
La Hansa	NPSMicro	155	1714 a	705 a	2.4 b
Lambare	Testigo	149 ab	2421	615 a	3.9 b
Lambare	PS	148 ab	2472	603 a	4.1 b
Lambare	NS	147 bc	2657	577 b	4.6 a
Lambare	NP	151 a	2401	500 d	4.8 a
Lambare	NPS	147 bc	2478	605 a	4.1 b
Lambare	NPSMicro	145 c	2533	559 c	4.5 a
San Antonio	Testigo	176 c	1043 c	326 c	3.2 a
San Antonio	PS	187 b	1108 c	477 b	2.3 c
San Antonio	NS	176 c	1131 bc	374 c	3.0 ab
San Antonio	NP	186 b	1404 a	442 b	3.2 a
San Antonio	NPS	193 a	1286 ab	568 a	2.3 c
San Antonio	NPSMicro	186 b	1373 a	563 a	2.4 bc

[#] Valores seguidos por las mismas letras en cada sitio no difieren significativamente al nivel de probabilidad de 5%.

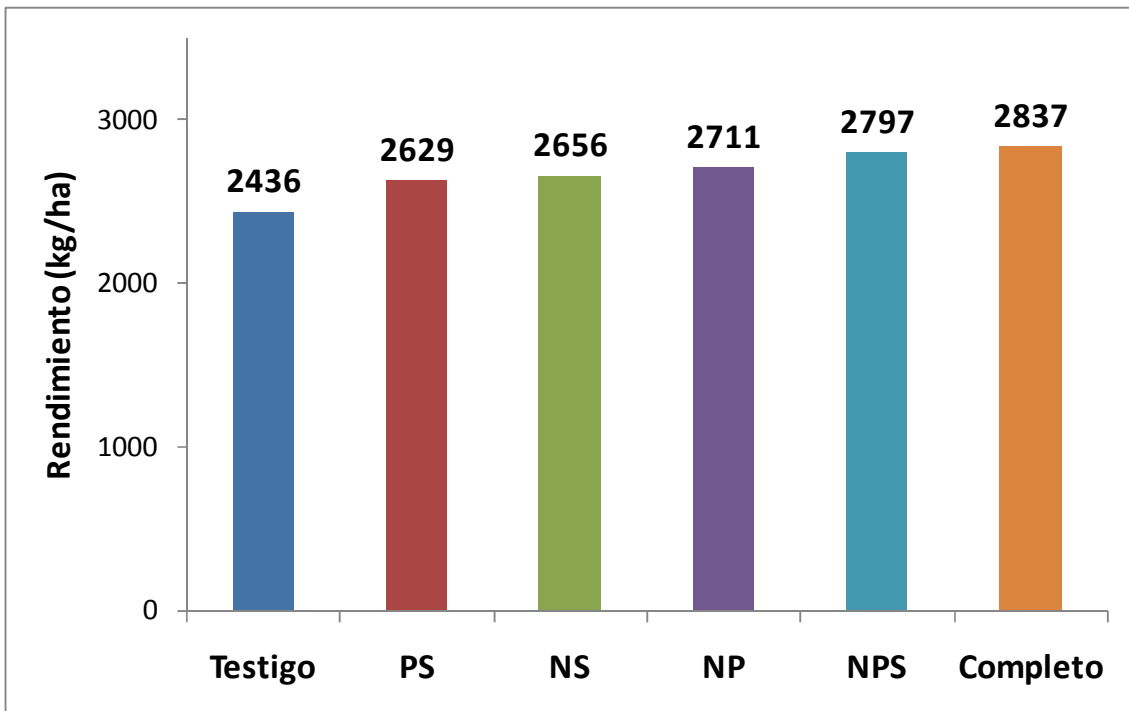


Fig. 1. Rendimientos promedios de soja de segunda para los seis tratamientos en los cuatro sitios evaluados. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2008/09.

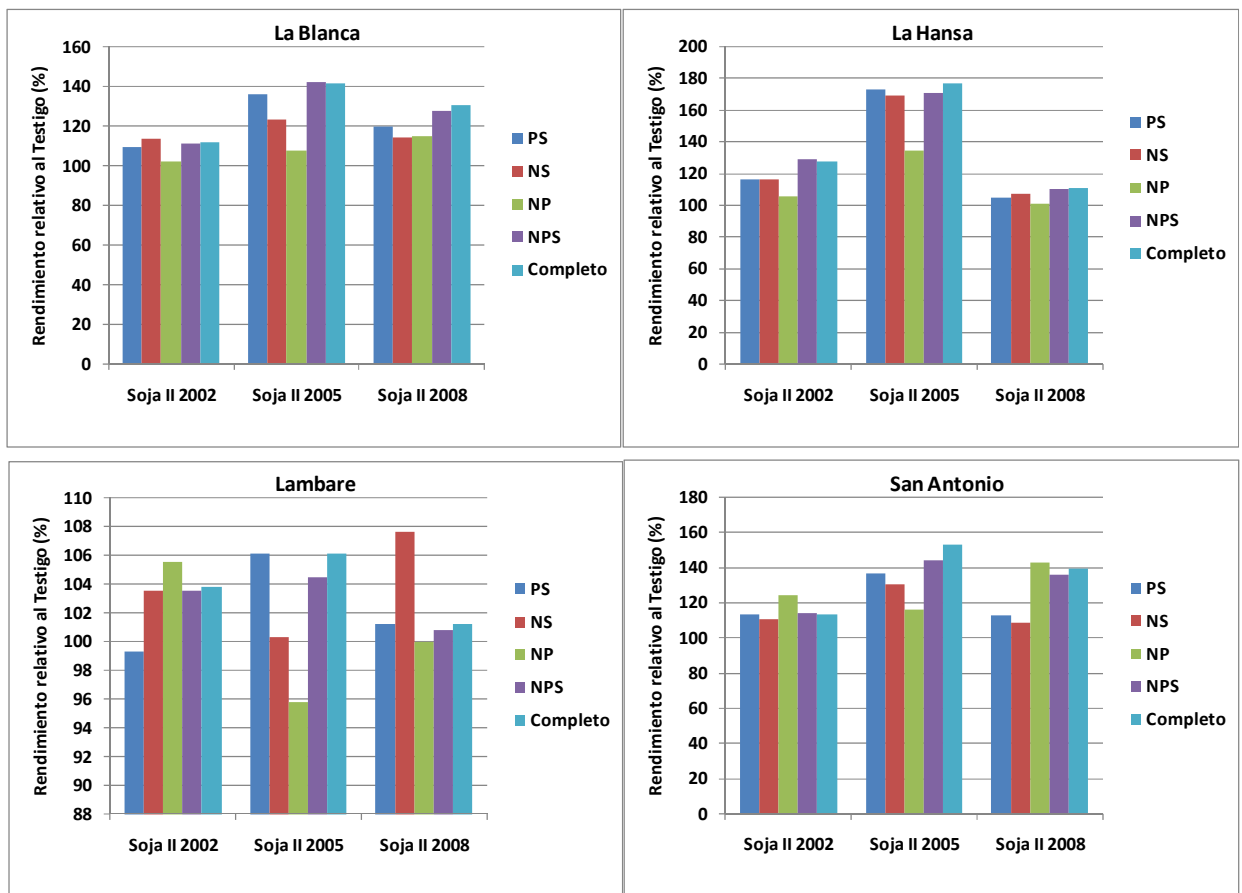


Fig. 2. Evolución de los rendimientos relativos al Testigo (en %) de los tratamientos fertilizados en soja de segunda para cuatro sitios en rotación maíz-soja-trigo/soja desde la implantación de los ensayos en 2000. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

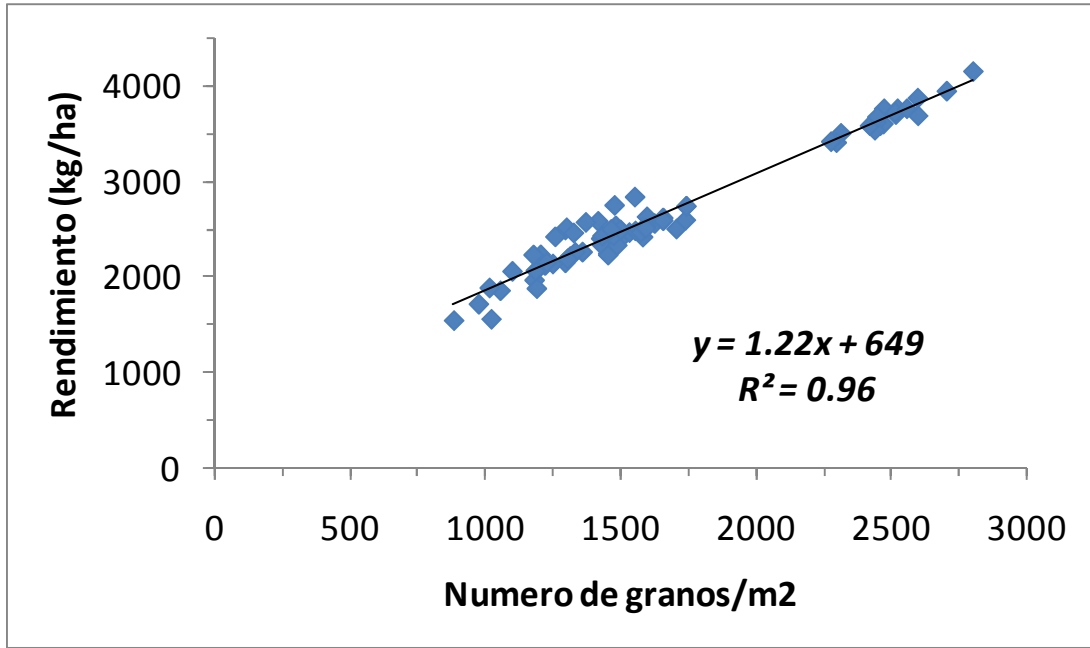


Fig. 3. Relación entre el rendimiento y el número de granos por m² en soja de segunda. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2008/09.

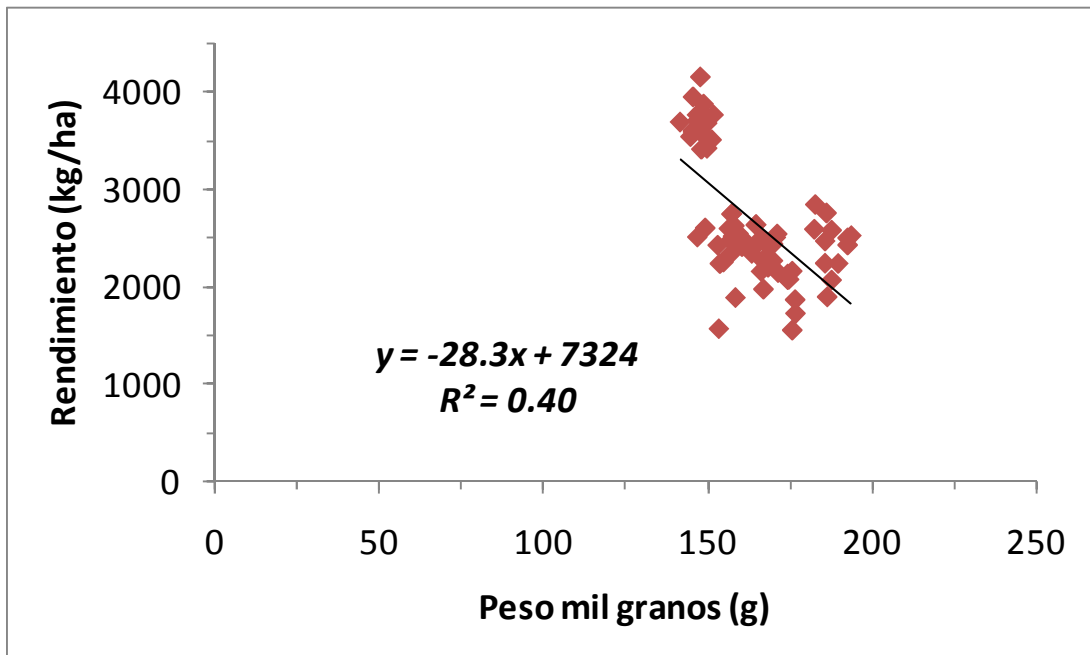


Fig. 4. Relación entre el rendimiento y el peso de 1000 granos (g) en soja de segunda. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe 2008/09.

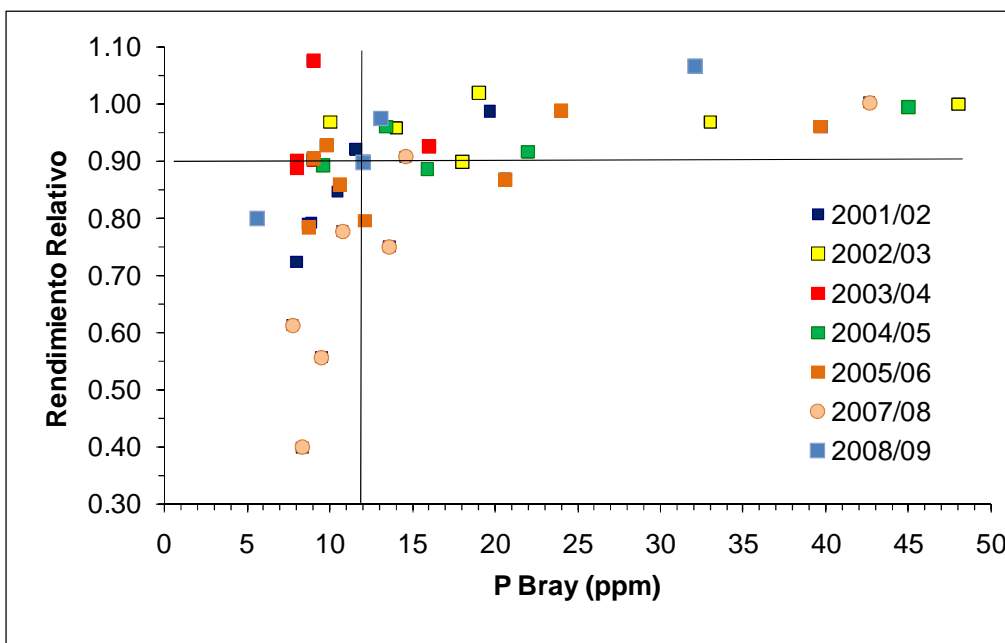


Fig. 5. Rendimiento relativo de soja de primera y de segunda (Rendimiento NS/Rendimiento NPS) en función del nivel de P Bray a 0-20 cm de profundidad a la siembra de soja de primera o trigo, respectivamente. La línea vertical indica P Bray de 12 ppm y la horizontal el Rendimiento Relativo de 0.90. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2007/08 y 2008/09.

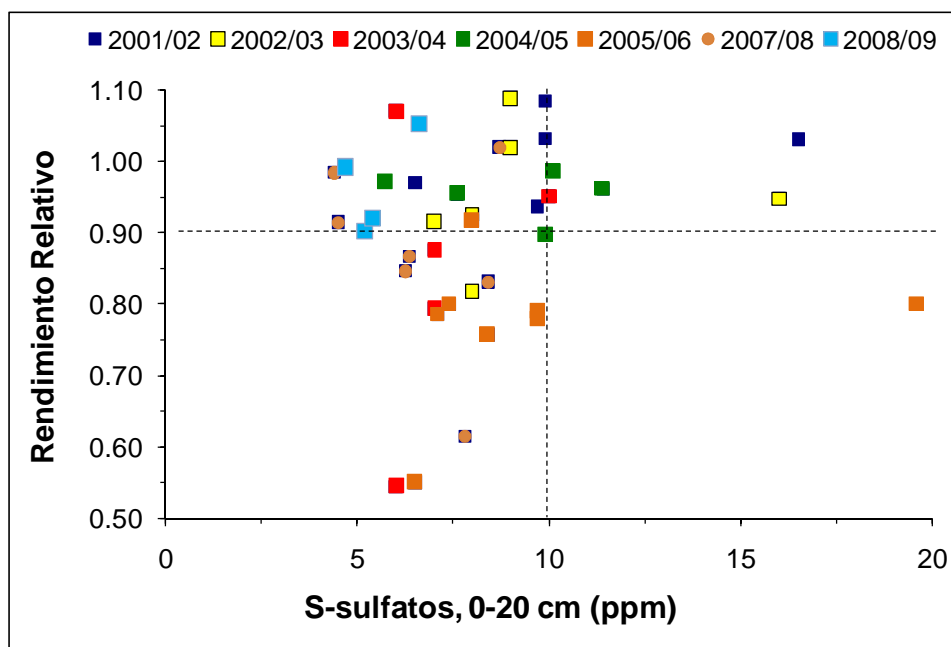


Fig. 6. Rendimiento relativo (Rendimiento NP/Rendimiento NPS) en soja de primera y segunda en función del nivel de S-sulfatos a 0-20 cm de profundidad a la siembra de trigo o soja de primera. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2007/08 y 2008/09.