

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

Resultados de la campaña 2003/04: Soja de Segunda

Informe preparado por Hugo Blanco (Asesor CREA María Teresa), Miguel Boxler (Asesor Privado), Jorge Minteguiaga (Coordinador Zonal), Raúl Houssay (Miembro CREA María Teresa), Germán Deza Marín (Agroservicios Pampeanos), Angel Berardo (Unidad Integrada INTA-FCA Balcarce) y Fernando O. García (INPOFOS Cono Sur)

En la campaña 2003/04, la región Sur de Santa Fe del movimiento CREA, con el auspicio de Agroservicios Pampeanos (ASP) y la colaboración de INPOFOS Cono Sur, 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 soja de segunda en seis ensayos que se destinaron a trigo/soja en esta campaña 2003/04 y se combinan con los resultados obtenidos en campañas anteriores para cumplir con los siguientes objetivos específicos:

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

Materiales y Métodos

Los cinco 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 (Tabla 1). Los ensayos se implantaron en 2000/01 con maíz, en 2001/02 con trigo/soja, y en 2002/03 con maíz, repitiéndose los mismos tratamientos siempre sobre las mismas parcelas. Por lo tanto, este constituye el

cuarto año de evaluación de los tratamientos y los efectos que se determinan son efectos directos de la fertilización en el trigo 2003/04 y residuales de aplicaciones de años anteriores.

La cantidad de nutrientes y los fertilizantes aplicados se indican en la Tabla 2. Las dosis utilizadas se ajustaron para cubrir las necesidades del trigo y la soja de segunda, y se aplicaron en bandas al costado y debajo de la semilla a la siembra de trigo. Los seis tratamientos establecidos fueron similares en los cinco 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, utilizándose maquinaria del productor en todos los casos.

En pre-siembra del trigo, se muestrearon tratamientos selectos en los tres bloques para determinar: P Bray en capa superficial (0-20 cm) 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.

Se determinó el contenido de agua del suelo a 0-60 cm de profundidad a madurez fisiológica del trigo (siembra de soja) y floración (R2) y madurez fisiológica de la soja de segunda en el tratamiento 5 (NPS).

A cosecha se determinó el rendimiento y la humedad de grano. Los rendimientos reportados se han corregido al 13.5% de humedad. 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 anteriores se observaron solamente para P en El Fortín, para N-nitratos en la Marta y para S en los cinco sitios. La baja residualidad de aplicaciones previas de N y P podría atribuirse a la extracción de ambos nutrientes por los altos rendimientos alcanzados en cultivos anteriores en los tratamientos fertilizados.

El contenido de P Bray de este grupo de ensayos es bajo, con la excepción de San Alfredo que se ubica en valores medios. Los niveles S-sulfatos se ubicaron por debajo de 10 ppm S-sulfatos, indicado como umbral crítico en la literatura internacional.

Rendimientos y respuestas a la fertilización

Los rendimientos obtenidos fueron elevados excepto en El Fortín donde el cultivo fue severamente afectado por la falta de agua: baja disponibilidad hídrica a la siembra de la soja, bajas precipitaciones durante el ciclo del cultivo,

y sin efecto de napas hídricas superficiales (Tabla 1). En los otros cuatro sitios, se observaron mejores condiciones de disponibilidad hídrica ya sea por una mayor acumulación de agua a la siembra (El Pilarcito, San Alfredo), mayores precipitaciones durante el ciclo del cultivo (La Marta) y/o efectos de napas superficiales (El Pilarcito, San Alfredo, Balducchi).

Los rendimientos, respuestas y el análisis estadístico para cada ensayo se presentan en la Tabla 4. Se observaron respuestas significativas a los tratamientos de fertilización en los sitios Balducchi, El Pilarcito, La Marta y San Alfredo, mientras que en El Fortín el marcado estrés hídrico resultó en menores rendimientos en los tratamientos fertilizados que en el Testigo. Estos menores rendimientos de los tratamientos fertilizados podrían deberse a un mayor consumo de agua en el trigo antecesor que disminuyó la provisión de agua para la soja de segunda.

Las respuestas al efecto residual de la aplicación en el trigo antecesor fueron significativas a NPS en San Alfredo, a P en La Marta, a S en Balducchi, El Pilarcito y La Marta y a otros nutrientes (K, Mg, B, Cu y Zn) en San Alfredo.

Para el promedio de los cinco sitios, los efectos mas importantes se observaron cuando se había aplicado P y S en el trigo, con diferencias promedio de 401 kg/ha sobre el Testigo (Fig. 1). Las aplicaciones de P y S aumentaron los rendimientos en 156 y 544 kg/ha, respectivamente, en promedio para los cinco sitios. El efecto promedio de la aplicación de otros nutrientes fue de 142 kg/ha.

Es interesante destacar que los rendimientos de los tratamientos NP fueron menores que los del tratamiento Testigo (219 kg/ha en promedio), demostrando el efecto de deficiencia de S inducida ya observado en otros ensayos en la región pampeana norte. Los cultivos de trigo con NP presentan rendimientos altos con gran demanda del S del suelo dejando poco S disponible para la soja de segunda, mientras que en el Testigo, la baja demanda de S en el trigo, por la limitación de NP, resulta en una mayor disponibilidad de S del suelo para la soja de segunda. La deficiencia inducida de S se comprueba en la respuesta de la soja al S aplicado en el trigo, comparando los rendimientos de los tratamientos NPS y NP.

La Fig. 2 muestra las relaciones entre los rendimientos de trigo y de soja de segunda en las tres campañas de ensayos (2001/02, 2002/03 y 2003/04) para los seis tratamientos de fertilización. No se observan tendencias significativas entre los rendimientos para ningún tratamiento de fertilización. Los efectos de deficiencia inducida de S en tratamientos NP se registraron en 4-5 sitios de los 16 sitios evaluados en tres campañas. El mayor consumo de agua en los trigos fertilizados afectó los rendimientos de soja de segunda solamente en El Fortín 2003/04 (como se discute más arriba), no se observó este efecto en otros ensayos.

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

Se encontró una relación significativa entre los rendimientos de los tratamientos NS y los niveles de P Bray a la siembra del trigo antecesor

considerando los cinco ensayos de soja de segunda de esta campaña y los realizados en las campañas 2001/02 y 2002/03 (Fig. 3). La ecuación ajustada indica que con niveles de P Bray de 25-30 ppm se alcanzan rendimientos de soja de segunda de 4000 kg/ha, mientras que rendimientos de 3500 kg/ha necesitan niveles de 14-16 ppm de P Bray en el suelo a la siembra del trigo.

La respuesta a S también se analizó incluyendo los ensayos 2001/02 y 2002/03. La Fig. 4 muestra que con contenidos de S-sulfatos superiores a 10 ppm a 0-20 cm en la pre-siembra de trigo, no se encuentran respuestas superiores a 250 kg/ha de soja de segunda. De los 14 sitios con S-sulfatos menor de 10 ppm, se encontraron respuestas significativas en 9 de ellos.

Considerando el contenido de S-sulfatos en los primeros 60 cm del perfil en la pre-siembra de trigo, las respuestas a S son superiores a 250 kg/ha de soja cuando el contenido es menor de 60 kg/ha de S-sulfatos (Fig. 5).

Conclusiones

1. Se encontraron respuestas significativas a la fertilización en cuatro de los cinco sitios. En el sitio sin respuesta, la fertilización disminuyó significativamente los rendimientos de soja de segunda a partir de la baja disponibilidad hídrica.
2. Las respuestas fueron significativas a NPS en un sitio, a P en un sitio, a S en tres sitios, y a otros nutrientes en un sitio.
3. Considerando los resultados de los cinco sitios de esta campaña y los sitios de las campañas 2001/02 y 2002/03, se obtuvieron relaciones significativas entre los rendimientos de soja de segunda y el nivel de P Bray en pre-siembra de trigo, con umbrales de 14-16 ppm para rendimientos de 3500 kg/ha y de 25-30 ppm para 4000 kg/ha.
4. Las respuestas a S se relacionaron con el contenido de S-sulfatos en ppm a 0-20 cm y en kg/ha a 0-60 cm en el análisis de pre-siembra de trigo. Los niveles críticos sugeridos son de 10 ppm y 60 kg/ha de S-sulfatos, respectivamente, para respuestas de 250 kg/ha o superiores de la soja de segunda.

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 de Nutrición.

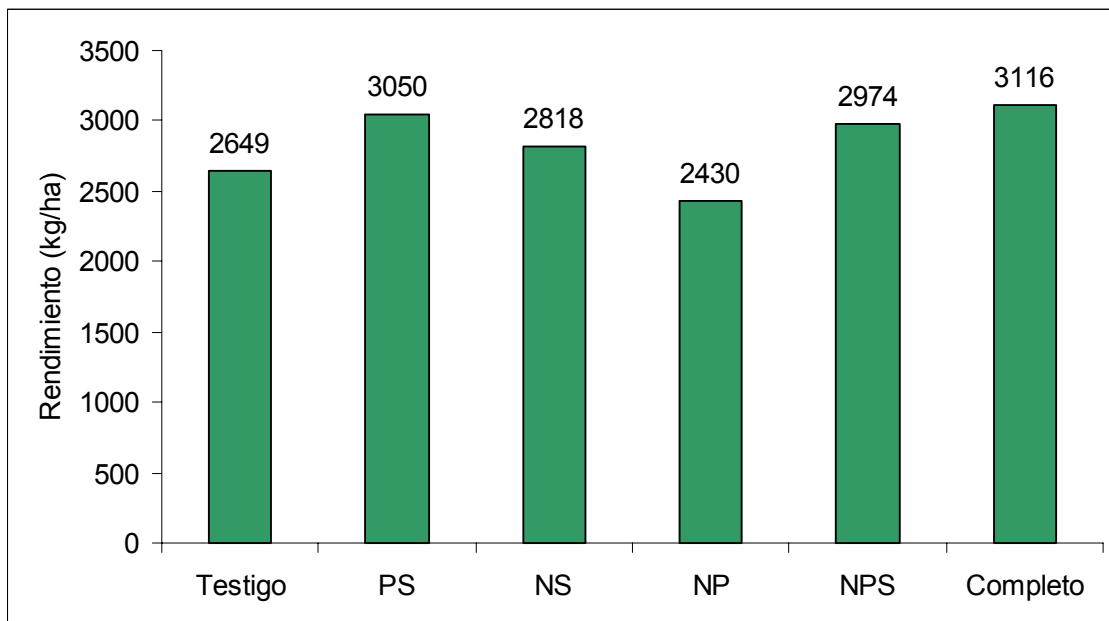


Fig. 1. Rendimientos promedios de soja de segunda para los seis tratamientos en los cinco sitios evaluados. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe 2003/04.

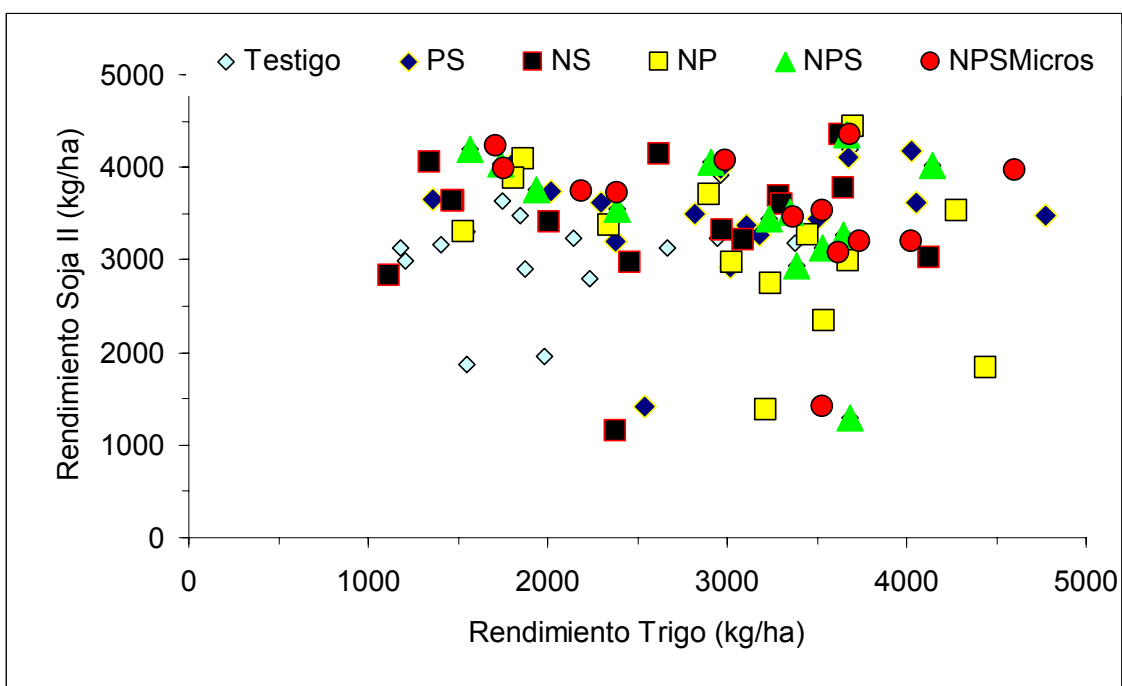


Fig. 2. Relación entre rendimientos de trigo y soja de segunda para los distintos tratamientos de fertilización en las campañas 2001/02, 2002/03 y 2003/04. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

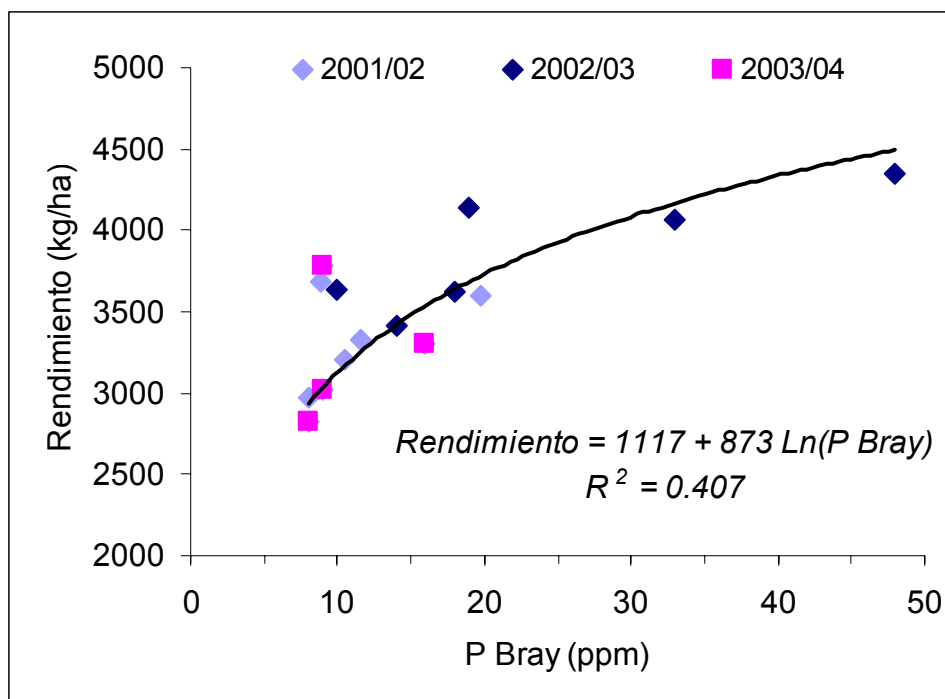


Fig. 3. Rendimientos de soja de segunda en las campañas 2001/02, 2002/03 y 2003/04 según el nivel de P Bray a 0-20 cm en pre-siembra de trigo. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

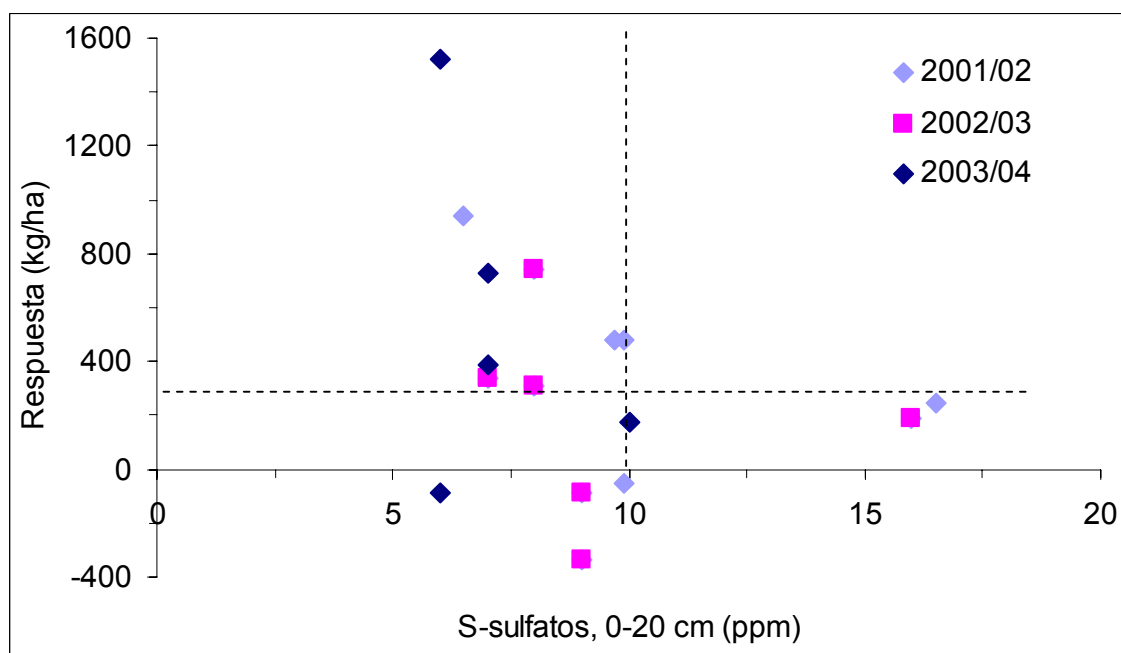


Fig. 4. Respuesta a la fertilización azufrada de soja de segunda en las campañas 2001/02, 2002/03 y 2003/04 en función del contenido de S-sulfatos (ppm) a 0-20 cm en pre-siembra de trigo. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

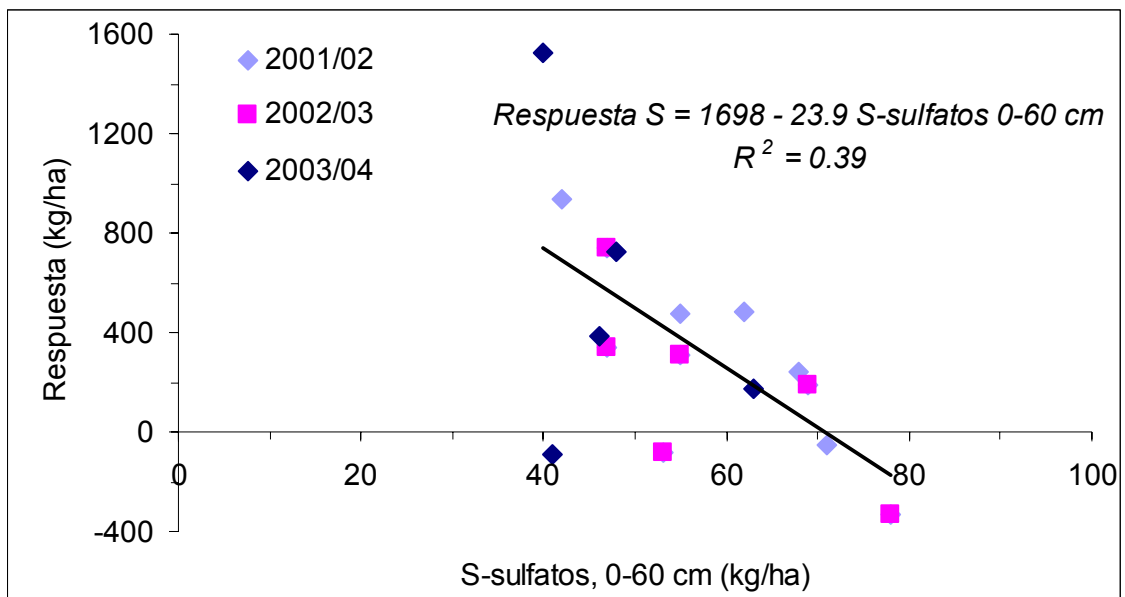


Fig. 5. Respuesta a la fertilización azufrada de soja de segunda en las campañas 2001/02, 2002/03 y 2003/04 en función del contenido de S-sulfatos (kg/ha) a 0-60 cm en pre-siembra de trigo. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

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. Ensayos CREA Sur de Santa Fe, Soja de segunda 2003/04.

CREA	Teodelina	Gral. Arenales	Canals	María Teresa	Santa Isabel
Establecimiento	Balducchi	El Fortín	La Marta	El Pilarcito	San Alfredo
Serie Suelo	Santa Isabel	Santa Isabel	Canals	Cafferata	Hughes
Labranza	SD	SD	SD	SD	SD
Años agricultura	+ 60	7	42	9	13
Antecesor	Trigo				
Variedad	DM4800RR				
Fecha de siembra	8/12	1/12	13/12	11/12	8/12
Densidad (pl/m ²)	34.6	30.8	32.7	36.5	34.6
Fecha de Cosecha	28/4	24/4	13/4	30/4	8/5
<i>Lámina de agua en el suelo</i>					
Siembra (mm) (0-100 cm)	180	150	192	221	222
Floración (mm) (0-60 cm)	241	168	187	293	320
Madurez fisiológica (mm) (0-60 cm)	270	231	248	507	505
<i>Precipitaciones</i>					
Noviembre	82	104	69	91	78
Diciembre	70	60	140	160	146
Enero	182	156	144	53	134
Febrero	35	41	35	33	22
Marzo	132	81	124	82	65
Diciembre-Marzo	501	442	512	419	445

Tabla 2. Tratamientos establecidos en el trigo 2003/04 en los cinco sitios experimentales.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Nombre	Testigo	PS	NS	NP	NPS	NPSMgK Micros
	Fertilizante (kg/ha)					
FMA		165		165	165	165
Urea			260	224	224	224
SulPoMag						90
Azufertil (19%)		105	105		105	
B10						10
Cu25						8
Fertilizante total (kg/ha)	0	270	365	389	494	497
	Nutrientes (kg/ha)					
N		17	120	120	120	120
P		37		37	37	37
K						18
Mg						10
S		20	20		20	20
B						1
Cu						2

Los micronutrientes B, Cu, Zn y Mo se expresan como kg de nutriente ya que pueden usarse distintas fuentes como fertilizante.

Tabla 3. Análisis de suelo previos a la siembra del trigo 2003/04. 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
Balducci	PS		9	49		
	NS	9				
	NP				6	40
El Fortín	NPS	10	10	56	9	62
	PS		12	56		
	NS	8				
El Pilarcito	NP				6	41
	NPS	13	11	50	9	73
	PS		13	80		
La Marta	NS	9				
	NP				7	46
	NPS	10	14	90	10	77
San Alfredo	PS		13	63		
	NS	8				
	NP				7	48
San Alfredo	NPS	10	17	86	9	66
	PS		20	112		
	NS	16				
San Alfredo	NP				10	63
	NPS	18	21	104	10	79

Tabla 4. Rendimientos de soja de segunda 2002/03 para los seis tratamientos evaluados y respuestas a N, P, S, NPS y otros nutrientes en los cinco ensayos. Promedios de tres repeticiones.

Tratamiento	Balducci	El Fortin	El Pilarcito	La Marta	San Alfredo	Promedio
<i>Rendimientos (kg/ha)</i>						
Testigo	1963 b #	1871 a	3243 b	2985 bc	3183 c	2649
PS	3444 a	1421 b	3625 a	3277 a	3483 b	3050
NS	3026 a	1154 b	3784 a	2826 c	3302 bc	2818
NP	1828 b	1389 b	2793 c	2748 c	3392 bc	2430
NPS	3351 a	1298 b	3518 ab	3136 ab	3566 b	2974
Completo	3432 a	1415 b	3692 a	3194 ab	3848 a	3116
DMS (5%)	448	374	359	257	275	-
<i>Respuestas (kg/ha)</i>						
N	-93	-123	-107	-141	83	-76
P	326	144	-266	310	264	156
S	1523	-91	725	388	174	544
NPS	1389	-573	275	151	383	325
Otros ##	81	117	174	58	282	142

Rendimientos seguidos por las mismas letras en cada sitio no difieren significativamente al nivel de probabilidad de 5%. ## Otros incluye K, Mg, B y Cu.