

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

### *Resultados de la Campaña 2017/18: Soja de segunda*

*Preparado por:*

*Paula Gelso (CREA Sur de Santa Fe), Franco Permingeat (CREA Teodelina)  
Santiago Gallo (Coordinador Zonal), Ricardo Pozzi (Asesor CREA San Jorge-Las  
Rosas), Matías Salinas (Nutrien Ag Solutions), Nahuel Reussi Calvo y Angel  
Berardo (Laboratorio Fertilab) y Fernando O. García (IPNI Cono Sur)*

En la campaña 2017/18, la región Sur de Santa Fe del movimiento CREA, con la colaboración de IPNI Cono Sur y el auspicio de Nutrien Ag Solutions, 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 cinco ensayos de soja de segunda 2017/18 bajo rotación maíz-trigo/soja de segunda (M-T/Sj) y maíz-soja-trigo/soja de segunda (M-S-T/Sj). Los objetivos específicos para esta campaña fueron:

1. Evaluar la respuesta a la fertilización fosfatada (residual) y el análisis de P Bray-1 en capa superficial en pre-siembra como método de diagnóstico.
2. Evaluar la respuesta a la fertilización azufrada (residual) y el análisis de S-sulfato en pre-siembra como método de diagnóstico.
3. Evaluar los rendimientos sin limitaciones nutricionales en cada uno de los sitios de experimentación.
4. Evaluar la evolución de parámetros de suelo: P<sub>Bray-1</sub>, N-nitrato y S-sulfato en tratamientos selectos.

Información de años anteriores de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe se puede encontrar en García et al. (2010) y en los sitios de Internet <http://www.aacrea.org.ar> y <http://Lacs.ipni.net>.

## 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 grupos CREA de la región Sur de Santa Fe, en la provincia de Santa Fe, en la campaña 2000/01 (**Tabla 1**). Desde 2000/01, la rotación establecida es maíz-trigo/soja (M-T/S), para los sitios Balducchi (Teodelina) y San Alfredo (Santa Emilia), y maíz-soja-trigo/soja (M-S-T/S), para los sitios La Blanca (Alejo Ledesma), La Hansa (Cañada de Gómez) y Lambaré (El Trebol). Los seis tratamientos establecidos son similares en los cinco sitios y se disponen en un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los mismos se repiten anualmente siempre sobre las mismas parcelas. Los tratamientos fueron aplicados a la siembra del cultivo de trigo inmediato anterior en la campaña 2017/18, cuyas dosis de nutrientes se indican en la **Tabla 2**. 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 ambos sitios.

En pre-siembra del cultivo de trigo anterior, se muestrearon tratamientos selectos en los tres bloques para determinar: P Bray-1, N-nitrato y S-sulfato a 0-20, 20-40, 40-60 y 60-100 cm de profundidad, y N mineralizable como N-nitrato producido por incubación anaeróbica en 7 días (Nan) a 0-20 y 20-40 cm. Se tomaron veinte “piques” por muestra superficial y 10 “piques” por muestra subsuperficial.

Al estado de R3 del cultivo de soja se determinó el índice de verdor utilizando un Minolta SPAD 502. A cosecha se determinó el rendimiento, y el peso de mil granos (PG) y número de vainas por planta en ensayos selectos. 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 (datos no mostrados).

Por razones operativas, el ensayo de La Hansa no se pudo cosechar, por lo que no se presentan los resultados de rendimiento en este informe.

A partir de la información de rendimientos se analizaron respuestas a la fertilización. Se estimó la productividad del agua (PA) como el cociente entre el rendimiento de los tratamientos y las precipitaciones registradas durante el ciclo de los cultivos.

El análisis de los datos se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA) y/o regresión, según corresponda, mediante diferentes paquetes estadísticos.

## RESULTADOS

### **Análisis de suelos**

Los resultados de los análisis de suelo previos a la siembra se muestran en la **Tabla 3**. En todos los sitios, se observaron efectos residuales de fertilizaciones fosfatadas anteriores en los niveles de P Bray-1, especialmente en la capa superficial (0-20 cm). Para N-nitrato se observó residualidad debida la historia de fertilización nitrogenada en todos los sitios y para todos los estratos evaluados. También se observó residualidad de aplicaciones anteriores de S en San Alfredo, La Hansa y Lambaré. Se puede ver una mayor discusión de estos análisis en el Informe de Trigo 2017/18.

Las diferencias en  $P_{\text{Bray-1}}$  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 diferencial de P en grano para ambos tratamientos. Dado que los niveles de  $P_{\text{Bray-1}}$  del tratamiento NPS aun se encuentran muy por arriba de los niveles críticos, en la próxima campaña 2018/19 se continuará sin la aplicación de P en esos tratamientos. El  $P_{\text{Bray-1}}$  de los tratamientos NS ha disminuido a lo largo de los años de ensayo y se ubica en niveles bajos, debajo de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ , en todos los sitios excepto en Lambaré donde aun el nivel  $P_{\text{Bray-1}}$  de  $19 \text{ mg kg}^{-1}$  es de baja probabilidad de respuesta para los cultivos como soja.

Para S-sulfato, en todos los sitios, los niveles de S-sulfato (0-20 cm) se ubicaron por debajo de los  $8 \text{ mg kg}^{-1}$ , umbral crítico estimado en esta misma red de ensayos.

### **Rendimientos y respuestas a la fertilización**

Las precipitaciones hasta diciembre 2017 y los contenidos de agua a la siembra de la soja de segunda fueron adecuados, pero a partir del fin de diciembre hasta marzo las precipitaciones fueron muy escasas (**Tabla 1**). Esta escasez de lluvias durante el desarrollo del cultivo afectó de manera significativa los rendimientos de la soja de segunda (**Tabla 4**). La falta de agua fue de mayor intensidad en La Blanca y Lambaré, con respecto a Balducchi y San Alfredo. Así, los rendimientos fueron bajos en La Blanca y Lambaré con lluvias de 56 y 127 mm entre diciembre y marzo, respectivamente, y algo mejores en Balducchi y San Alfredo donde se dieron lluvias de 170 y 136 mm, respectivamente, en el mismo periodo. Todos los sitios registraron condiciones de exceso de humedad antes de la cosecha, lo cual afectó el peso de mil granos y perjudicó severamente la calidad de granos afectando la misma operación de cosecha.

En *Balducchi*, los rendimientos mas elevados se observaron en los tratamientos PS, NPS y Completo que se diferenciaron en 1380, 1582 y 1666 kg/ha

del Testigo, respectivamente (**Tabla 4**). Se observó respuesta significativa a P (+819 kg/ha), a S (+714 kg/ha) y a PS (+1380 kg/ha). En trigo, la mayor respuesta se observó con NPS, de manera que los tratamientos de mayor rendimiento acumulado (sumando trigo y soja de segunda) fueron NPS y Completo (**Tabla 7, Fig. 1**). Los bajos rendimientos de soja de segunda del Testigo, NS y NP se relacionan con el reducido peso de mil granos (**Tabla 5**). Los valores de índice de verdor (SPAD) al estado R3 de soja no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (**Tabla 6**).

En *San Alfredo*, los rendimientos más elevados se observaron en los tratamientos PS y NP que se diferenciaron en 781 y 905 kg/ha del Testigo, respectivamente (**Tabla 4**). Se observó respuesta significativa a P (+839 kg/ha). En trigo, también se observó respuesta a P y así los tratamientos de mayor rendimiento acumulado (sumando trigo y soja de segunda) fueron NP, NPS y Completo (**Tabla 7, Fig. 1**). Los bajos rendimientos de soja de segunda del Testigo y NS se relacionan con el reducido número de vainas por planta (**Tabla 5**). Los valores de índice de verdor (SPAD) al estado R3 de soja no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, pero tendieron a ser mayores en los tratamientos PS y NPS (**Tabla 6**).

En *La Blanca*, los rendimientos fueron similares entre tratamientos y no se registraron diferencias significativas debido a la fuerte limitación hídrica en el período enero-marzo (**Tabla 4**). Las diferencias entre tratamientos en rendimientos acumulados de trigo y soja de segunda se debieron a diferencias en trigo (**Tabla 7, Fig. 1**). El número de vainas por planta de la soja de segunda fue similar para todos los tratamientos (**Tabla 5**). Los valores de índice de verdor (SPAD) al estado R3 de soja no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (**Tabla 6**).

En *Lambaré*, los rendimientos de soja de segunda fueron los menores entre los cuatro sitios con el Testigo promediando 1689 kg/ha (**Tabla 4**). Sin embargo, se registró respuesta significativa a S (+869 kg/ha) permitiendo alcanzar los mayores rendimientos en los tratamientos PS, NS, NPS y Completo. La respuesta a S en la soja y a NPS en trigo resultó en los mayores rendimientos acumulados en NPS y Completo (**Tabla 7, Fig. 1**). El número de vainas por planta de la soja de segunda y el valor de índice de verdor (SPAD) al estado R3 tendieron a ser bajos para el Testigo, pero no se observaron diferencias significativas entre tratamientos (**Tablas 5 y 6**).

La evolución de los rendimientos promedio de soja de segunda en las dos rotaciones (**Fig. 2**), muestra que las respuestas en términos relativos se han ido ampliando a lo largo de los años. Sin embargo, estas diferencias dependen de los rendimientos potenciales, siendo mayores con rendimientos mayores (relación Diferencia NPS-Testigo vs. Rendimiento NPS con  $R^2 = 0.49$  para rotación M-S-T/S y  $R^2 = 0.61$  para rotación M-T/S).

La productividad del agua (PA) para soja de segunda, considerando las precipitaciones de diciembre a abril, variaron 3.3 y 7.2 kg/mm según ensayo y tratamiento. Estos valores de PA fueron similares a los obtenidos en otros años, con diferencias del orden del 14% al 112% entre los Testigos y los mejores tratamientos (**Fig. 3**).

### **Relación entre variables de suelo-planta y rendimientos**

A continuación, se discuten algunas relaciones entre las variables de suelo y planta, y las respuestas a los nutrientes. En todos los casos se evalúan las relaciones para las 15 campañas con información de soja de primera y soja de segunda de la Red de Nutrición, incluyendo once sitios en 2001/02, seis en 2002/03, cinco en 2003/04, cinco en 2004/05, ocho en 2005/06, siete en 2007/08, cuatro en 2008/09, dos en 2009/10, cuatro en 2010/11, cinco en 2011/12, cinco en 2013/14, tres en 2014/15, dos en 2015/16 y cuatro en 2017/18 (n=71).

El índice de verdor (SPAD Minolta 502) en R3 no registro diferencias entre tratamientos en ninguno de los ensayos, aunque se observaron tendencias de mayores valores en PS y NPS en los promedios de los ensayos de la rotación M-T/S (**Tabla 6**).

Para el caso de P, el rendimiento relativo de los tratamientos NS (sin aplicación de P) se correlacionó significativamente ( $r=0.49$ ,  $p<0.0001$ ) con la concentración de P Bray-1 en capa superficial (**Fig. 4**). En base a dicho modelo, se indican niveles críticos de  $11.3 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $IC_{95\%}=9.7$  a  $13.2 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y  $15.2 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $IC_{95\%}=13.0$  a  $17.7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) de  $P_{\text{Bray-1}}$  para obtener el 90% y el 95% del rendimiento relativo al máximo rendimiento, respectivamente.

Por otra parte, la respuesta a S no se correlacionó significativamente con la concentración de S-sulfato a 0-20 cm de manera de poder ajustar una curva de respuesta. Sin embargo, utilizando el modelo de cuadrantes de Cate-Nelson, se podría estimar un nivel crítico de  $10 \text{ mg S kg}^{-1}$  para obtener el 95% del rendimiento relativo (**Fig. 5**). Cabe destacar que, en la gran mayoría de los casos evaluados, los niveles de S-sulfato en superficie (0-20 cm) a la siembra son bajos, menores de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ . Del total de 71 casos evaluados en 15 campañas, 39 de los 63 sitios con nivel menor de  $10 \text{ mg S kg}^{-1}$  presentaron respuesta significativa (62%), y 6 de los 8 casos con nivel mayor de  $10 \text{ mg S kg}^{-1}$  no presentaron respuesta (75%). Es decir que la predictibilidad correcta del análisis sería de un 63%. Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar metodologías complementarias basadas en el análisis de planta o grano con el fin de poder diagnosticar mejor la deficiencia de S en el cultivo de soja.

## CONCLUSIONES

1. Los análisis de suelos realizados en pre-siembra mostraron efectos residuales significativos de fertilizaciones de campañas anteriores para P<sub>Bray-1</sub> y, en menor medida, para los contenidos de N-nitrato y S-sulfato.
2. Los rendimientos de la soja de segunda de la campaña 2017/18 fueron muy afectados por la escasez de precipitaciones en el periodo diciembre-marzo y los excesos hídricos previos a la cosecha.
3. Sin embargo, se observaron respuestas significativas en tres de los cuatro ensayos evaluados, con respuestas significativas P en Balducchi y San Alfredo, a S en Balducchi y Lambaré y a PS en Balducchi.
4. La evolución de los rendimientos promedio de soja de segunda en las dos rotaciones desde la implantación de los ensayos, muestra que las respuestas en términos relativos se han ido ampliando a lo largo de los años. Estas diferencias dependen de los rendimientos potenciales, siendo mayores con rendimientos mayores.
5. La productividad del agua de lluvia (PA) se incrementó de forma marcada cuando se eliminaron las deficiencias de N, P y/o S, registrando valores de PA similares a los obtenidos en otros años, con diferencias del orden del 14% al 112% entre los Testigos y los mejores tratamientos
6. Los casos con niveles de P Bray-1 (0-20 cm) menores de 11 mg kg<sup>-1</sup> presentaron respuestas altamente probables a la aplicación de P, mientras que por arriba de 18 mg kg<sup>-1</sup> de P Bray, tanto la probabilidad como la magnitud de la respuesta a P disminuyó marcadamente.
7. La respuesta a la fertilización azufrada se relacionó débilmente con el nivel de S-sulfato a la siembra a 0-20 cm (mg kg<sup>-1</sup>). Sin embargo, se logró estimar un nivel crítico aproximado de 10 mg kg<sup>-1</sup> para obtener el 95% del rendimiento relativo.

### **Agradecimientos**

- A todos los asesores, productores y personal de los establecimientos que implantaron los ensayos y participan en este proyecto.
- A *Nutrien Ag Solutions* por su continuo apoyo para la realización de esta Red.

### **Referencias**

- Correndo, A.A., F.H. Gutiérrez Boem, F. Salvagioti, 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.
- García, F., M. Boxler, J. Minteguiaga, R. Pozzi, L. Firpo, I. Ciampitti, 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 diez años 2000-2009. AACREA. 64 pp. ISBN 978-987-1513-07-9.

**Tabla 1.** Información de manejo y de sitio, lámina de agua en el suelo a la siembra y precipitaciones durante el ciclo del cultivo. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.

CREA	Teodelina	Santa Isabel	Gral. Baldissera	Armstrong-M. de Oca	Las Rosas
<b>Serie Suelo</b>	Santa Isabel	Hughes	La Bélgica	Bustinza	El Trébol
<b>Labranza</b>	Siembra directa				
<b>Años agricultura</b>	+ 80	22	21	+35	19
<b>Rotación</b>	M-T/S		Mz-Sj-Tr/Sj		
<b>Antecesor</b>	Trigo		Soja de primera		
<b>Variedad</b>	DM4612	DM4612	DM3810	SY5.1	DM4612
<b>Fecha de siembra</b>	10/12/17	10/12/17	12/12/17	6/12/17	28/12/17
<b>Distancia entre surcos (cm)</b>	42	42	42		
<b>Fecha de Cosecha</b>	28/5/18	2/6/18	21/5/18	No	22/5/18
<b>Precipitaciones (mm)</b>					
<b>Diciembre 2017</b>	105	84	140	82	126
<b>Enero 2018</b>	60	72	104	53	98
<b>Febrero</b>	88	40	0	0	23
<b>Marzo</b>	22	24	13	3	6
<b>Abril</b>	179	263	138	137	168
<b>Mayo</b>	136	112	30	195	137
<b>Diciembre-Abril</b>	454	483	395	275 <sup>#</sup>	421 <sup>#</sup>

<sup>#</sup> Las precipitaciones de La Hansa son de Cañada de Gómez y las de Lambaré son de El Trébol.

**Tabla 2.** Tratamientos de fertilización establecidos a la siembra de trigo en los cinco sitios. Región CREA Sur de Santa Fe. Trigo. Campaña 2017/18.

<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Nombre</b>	<b>Testigo</b>	<b>PS</b>	<b>NS</b>	<b>NP</b>	<b>NPS</b>	<b>Completo</b>
<b>Fertilizante (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
<b>FMA (11-23-0)</b>						
<b>Urea (46-0-0)</b>			180	180	180	180
<b>Azufertil (19%)</b>		110	110		110	110
<b>Oxido de magnesio (36%)</b>						40
<b>Cloruro de potasio</b>						50
<b>B10</b>						10
<b>Zn 40</b>						5
<b>Cu25</b>						8
<b>Fertilizante total (kg/ha)</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>290</b>	<b>180</b>	<b>290</b>	<b>403</b>
<b>Nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
<b>N</b>			101	101	101	101
<b>P</b>						
<b>K</b>						25
<b>Mg</b>						14
<b>S</b>		21	21		21	21
<b>B</b>						1
<b>Zn</b>						2
<b>Cu</b>						2
<b>Cl</b>						23



**Tabla 3.** Análisis de suelo previo a la siembra del trigo en los cinco sitios experimentales. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Trigo. Campaña 2017/18.

Ensayo	Tratamiento	P	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	S-SO <sub>4</sub>	S-SO <sub>4</sub>	Nan
		<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>kg ha<sup>-1</sup></i>	<i>ppm</i>	<i>kg ha<sup>-1</sup></i>	<i>ppm</i>
		0-20 cm	0-20 cm	0-60 cm	0-20 cm	0-60 cm	0-20/20-40 cm
<b>Balducchi</b>	PS	-	7	33	-	-	28/9
	NS	5	-	-	-	-	-
	NP	-	-	-	6	37	-
	NPS	38	8	42	4	32	26/10
<b>San Alfredo</b>	PS	-	9	48	-	-	52/32
	NS	6	-	-	-	-	-
	NP	-	-	-	4	33	-
	NPS	39	9	61	6	42	41/34
<b>La Blanca</b>	PS	-	8	45	-	-	39
	NS	8	-	-	-	-	-
	NP	-	-	-	5	11	-
	NPS	26	19	119	5	12	34
<b>La Hansa</b>	PS	-	9	49	-	-	59/16
	NS	8	-	-	-	-	-
	NP	-	-	-	4	34	-
	NPS	41	25	135	4	50	57/16
<b>Lambaré</b>	PS	-	7	36	-	-	64/17
	NS	19	-	-	-	-	-
	NP	-	-	-	6	34	-
	NPS	51	18	93	7	50	53/19

**Tabla 4.** Rendimientos de soja de segunda para los seis tratamientos evaluados y respuestas a diferentes combinaciones de N, P, S y otros nutrientes en los ensayos de las rotaciones M-T/S y M-S-T/S. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.

TRATAMIENTO	M-T/S			M-S-T/S		
	Balducchi	San Alfredo	Promedio	La Blanca	Lambaré	Promedio
	Rendimientos <sup>#</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )					
Testigo	1511 c	2587 c	2049	2387	1689 b	2038
PS	2891 a	3368 a	3130	2661	2546 a	2604
NS	2275 b	2226 d	2251	2654	2718 a	2686
NP	2380 b	3491 a	2935	2732	1701 b	2217
NPS	3094 a	3065 b	3080	2659	2570 a	2614
Completo	3178 a	3071 b	3124	2656	2611 a	2633
DMS (5%)	422	285	-	ns	252	-
NUTRIENTE	Respuestas (kg ha <sup>-1</sup> )					
N	203	-302	-302	-2	23	11
P	819	839	839	5	-148	-72
S	714	-426	-426	-73	869	398
PS	1380	781	781	274	858	566
NS	764	-360	-360	267	1029	648
NP	868	905	905	346	13	179
NPS	1582	479	479	272	881	577
Otros <sup>##</sup>	84	5	5	-3	41	19

<sup>#</sup>Rendimientos seguidos por letras diferentes, en cada sitio, no difieren significativamente al nivel de probabilidad de 5%. <sup>##</sup>Otros incluye K, Mg, B, Zn, Cu y Cl.

**Tabla 5.** Peso de mil granos de soja de segunda para los seis tratamientos del ensayo Balducchi y vainas por planta para los seis tratamientos de los ensayos San Alfredo, La Blanca y Lambaré. Promedios de dos repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.

TRATAMIENTO	M-T/S		M-S-T/S	
	Balducchi	San Alfredo	La Blanca	Lambaré
	<i>Peso mil granos (g)</i>		<i>Vainas por planta</i>	
Testigo	140 c	46.7 d	60.9	47.0
PS	152 a	62.0 c	67.3	56.6
NS	146 b	45.7 d	61.2	64.4
NP	148 b	65.1 c	67.1	62.9
NPS	153 a	83.1 a	67.8	57.7
Completo	152 a	75.5 b	73.7	59.8
DMS (5%)	3.2	6.3	ns	ns

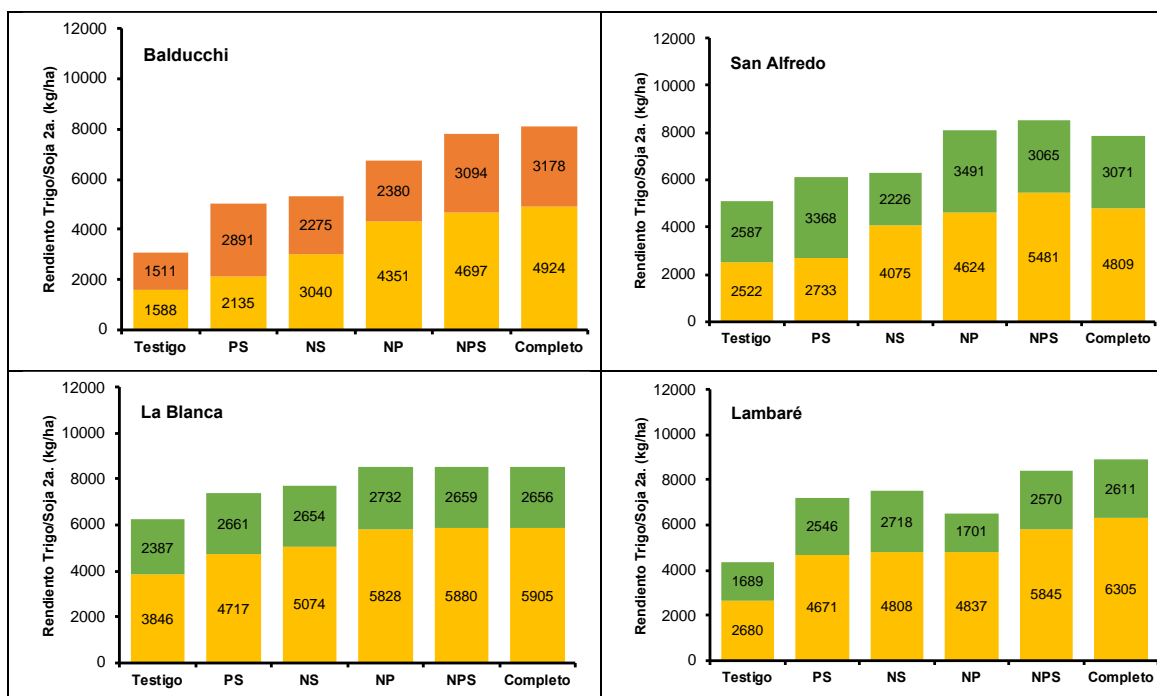
#Peso de mil granos o número de vainas por planta seguidos por letras diferentes, en cada sitio, no difieren significativamente al nivel de probabilidad de 5%. ##Otros incluye K, Mg, B, Zn, Cu y Cl.

**Tabla 6.** Lectura de SPAD en estado R3 de soja de segunda para los seis tratamientos evaluados y respuestas a diferentes combinaciones de N, P, S y otros nutrientes en los ensayos de las rotaciones M-T/S y M-S-T/S. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.

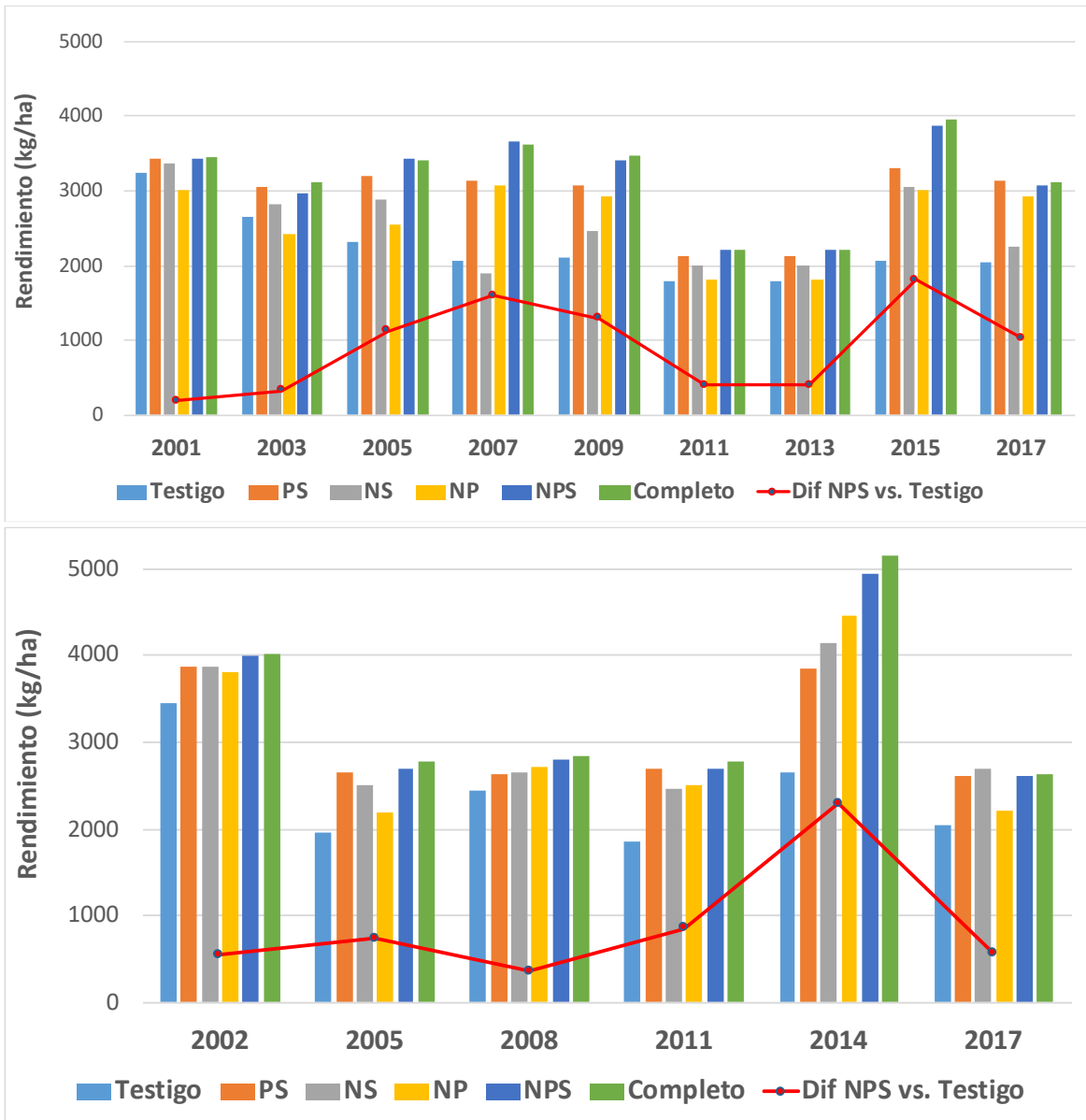
TRATAMIENTO	M-T/S			M-S-T/S		
	Balducchi	San Alfredo	Promedio	La Blanca	Lambaré	Promedio
	<i>Vainas por planta</i>					
Testigo	31.4	36.9	36.9	45.8	37.6	41.7
PS	32.4	40.3	40.3	45.0	41.4	43.2
NS	31.2	38.5	38.5	45.9	41.5	43.7
NP	34.3	36.1	36.1	46.3	39.8	43.1
NPS	32.7	41.1	41.1	44.7	40.4	42.5
Completo	35.3	39.3	39.3	45.8	39.8	42.8
DMS (5%)	ns	ns	-	ns	ns	-

**Tabla 7.** Rendimientos de acumulados de trigo y soja de segunda para los seis tratamientos evaluados en los ensayos de las rotaciones M-T/S y M-S-T/S. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.

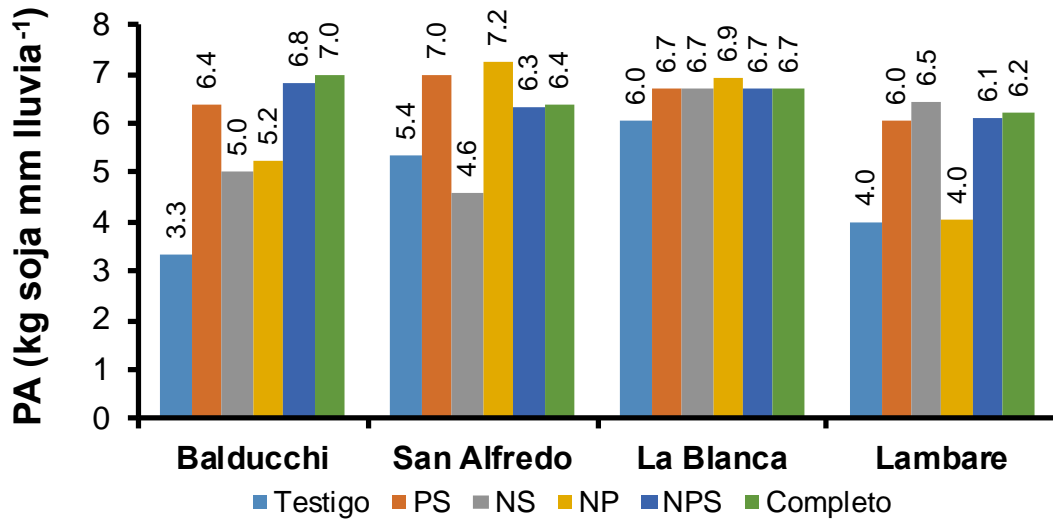
TRATAMIENTO	M-T/S			M-S-T/S		
	Balducchi	San Alfredo	Promedio	La Blanca	Lambare	Promedio
	Rendimientos# (kg ha <sup>-1</sup> )					
<b>Testigo</b>	3099	5109	4642	6233	4369	5236
<b>PS</b>	5026	6101	5802	7378	7217	7034
<b>NS</b>	5315	6301	5784	7728	7526	7306
<b>NP</b>	6731	8115	7979	8560	6538	7098
<b>NPS</b>	7791	8546	8154	8539	8415	7896
<b>Completo</b>	8102	7880	7938	8561	8916	8306



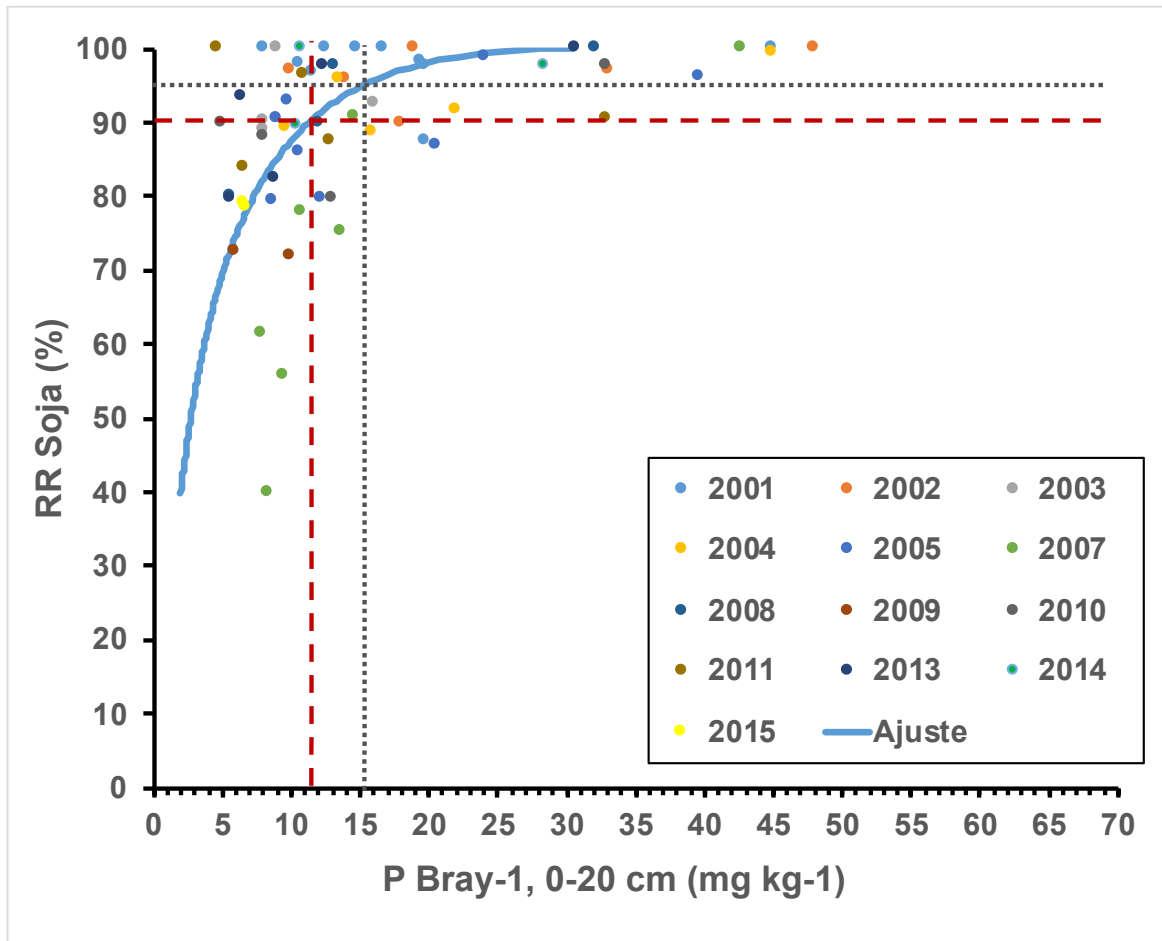
**Fig. 1.** Rendimientos acumulados de trigo y soja de segunda para los distintos tratamientos de fertilización en cuatro ensayos de las rotaciones M-T/S y M-S-T/S. Promedios de tres repeticiones. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.



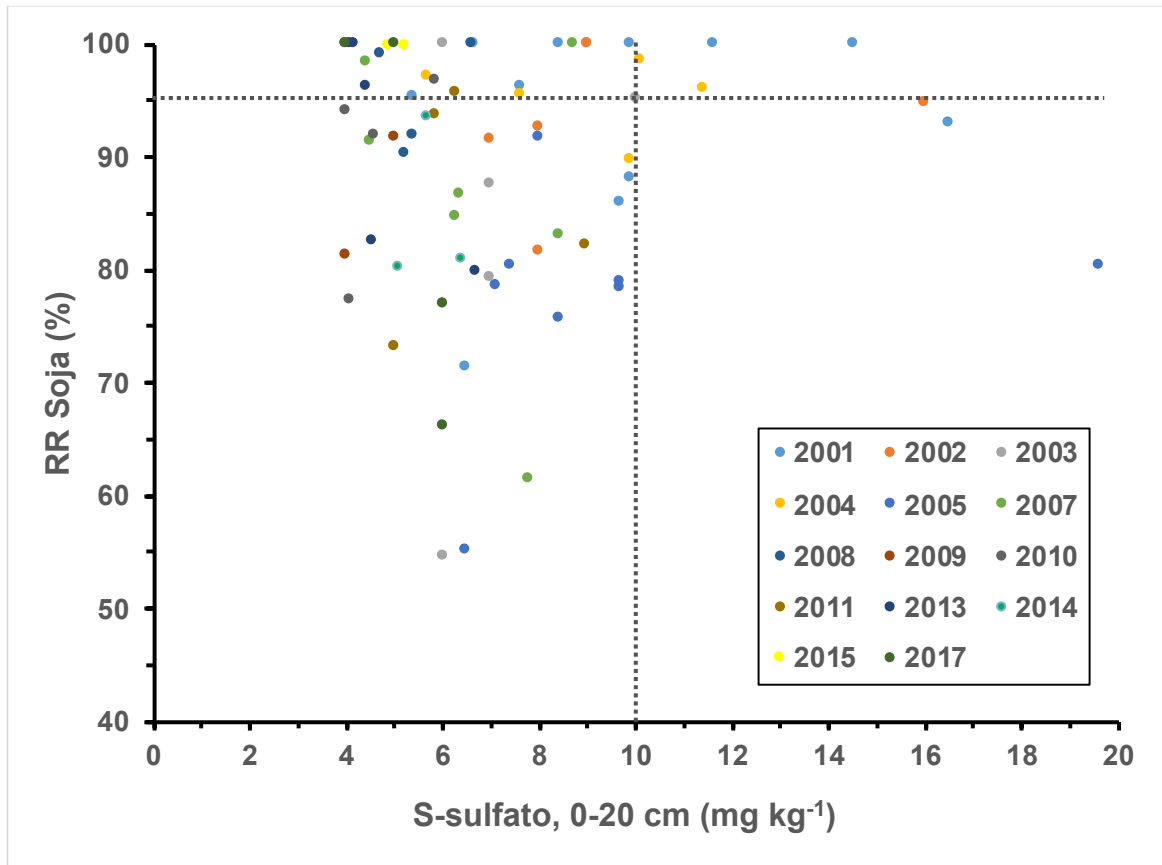
**Fig. 2.** Evolución de los rendimientos promedio de soja de segunda para los seis tratamientos en Rotación M-T/Sj (superior) y rotación M-S-T/S (inferior). La línea roja en los dos graficos muestra las diferencias en rendimiento promedio (kg/ha) entre el NPS y el Testigo. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Campañas 2001/02 a 2017/18.



**Fig. 3.** Productividad del agua de lluvia (PA) en soja de segunda, calculada como cociente entre el rendimiento y la suma de las precipitaciones durante el ciclo (Noviembre-Abril). Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja de segunda. Campaña 2017/18.



**Fig. 4.** Rendimiento relativo (RR) de soja (NS:NPS) en función del nivel de  $P_{\text{Bray-1}}$  (0-20 cm) a la siembra.  $n=71$ . La curva de ajuste ( $r=0.49$ ,  $p<0.0001$ ) y las estimaciones se obtuvieron mediante el método arcoseno-logaritmo modificado (Correndo et al., 2016). Las líneas punteadas rojas y verdes indican niveles críticos de  $11.3 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $IC_{95\%}=9.7$  a  $13.2 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y  $15.2 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $IC_{95\%}=13.0$  a  $17.7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) de  $P_{\text{Bray-1}}$  para obtener el 90% y el 95% del rendimiento relativo, respectivamente. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe. Campañas 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12, 2013/14, 2014/15, 2015/16 y 2017/18.



**Fig. 5.** Rendimiento relativo (RR) de soja (NP:NPS) en función del nivel de  $S-SO_4^{2-}$  (0-20 cm) a la siembra.  $n=71$ . Las líneas punteadas indican un nivel crítico de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $S-SO_4^{2-}$  para obtener 95% del rendimiento relativo según el método gráfico de Cate-Nelson (Cate & Nelson, 1965). Otros métodos de ajuste resultaron no significativos. Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe. Campañas 2001/02, 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12, 2013/14, 2014/15, 2015/16 y 2017/18..