

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

Resultados de la campaña 2002/03: Soja de Segunda

Informe preparado por Alejandro Thomas (Asesor privado), Miguel Boxler (Asesor Privado), Jorge Minteguiaga (Coordinador Zonal), Raúl Houssay (CREA María Teresa), Luciano Martín (Asesor privado), Angel Berardo (Unidad Integrada INTA-FCA Balcarce) y Fernando O. García (INPOFOS Cono Sur)

En la campaña 2002/03, 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 2002/03. Los objetivos específicos para estos seis ensayos fueron:

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

Materiales y Métodos

Los seis 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 sobre las mismas parcelas de la campaña 2001/02, siendo el tercer año de experimentación para los ensayos de La Blanca, San Antonio y Santo Domingo (Maíz en 2000/01, Soja en 2001/02) y el segundo año de experimentación para Lambaré, La Hansa y La Lira (Soja en 2001/02).

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 o vía foliar al macollaje del trigo. Los seis tratamientos establecidos fueron similares en los seis 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 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.

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

En todos los tratamientos se muestreó la tercera hoja completamente desarrollada en plena floración (R2) (30 hojas por parcela). Estas muestras se secaron y se almacenaron para decidir posteriormente cuales están serán analizadas (información no presentada).

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 de trigo. Se observó efecto residual de la fertilización fosfatada de años anteriores en La Blanca, La Hansa y Santo Domingo. En La Lira, Lambaré y San Antonio, el nivel de P Bray del tratamiento NS fue similar o superior que el nivel del tratamiento NPS, lo que podría deberse a variabilidad en el muestreo, bajo efecto residual del P aplicado en años anteriores, y/o mayor extracción de P en el tratamiento NPS por mayores rendimientos de los cultivos antecesores. Estos comentarios son igualmente válidos para los análisis de N-nitratos en los seis sitios. Los mayores contenidos de S-sulfatos a 0-60 cm (kg/ha) en los tratamientos NPS que los tratamientos NP en La Blanca, La Hansa, Lambaré y Santo Domingo podrían estar demostrando cierto efecto residual.

El nivel de P Bray fue bajo en los San Antonio y La Lira, y se ubicó en niveles medios a altos en los otros cuatro sitios. Los niveles S-sulfatos, a 0-20 cm, se ubicaron por debajo del nivel de 10 ppm S-sulfatos, indicado como

umbral crítico en la literatura internacional, excepto en el caso del tratamiento NPS en La Lira.

Rendimientos y respuestas a la fertilización

Los rendimientos obtenidos fueron elevados de acuerdo a las buenas condiciones climáticas registradas en la campaña 2002/03. La disponibilidad de agua en el perfil del suelo a la siembra de soja era alta y las precipitaciones de Diciembre (promedio de 197 mm) permitieron un buen establecimiento del cultivo. Las precipitaciones de Febrero-Marzo (promedio de 265 mm), también fueron adecuadas para un buen crecimiento del cultivo en el período crítico de determinación del rendimiento (Tabla 1).

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 cinco de los seis sitios (La Blanca, La Hansa, La Lira, San Antonio y Santo Domingo). En estos cinco sitios se determinaron respuestas significativas al efecto residual del tratamiento NPS aplicado en el trigo anterior. En tres sitios, La Blanca, La Hansa y Santo Domingo, el efecto residual de S fue significativo. En La Hansa también resultaron significativos los efectos residuales de N y P. En ningún caso se observaron diferencias entre el tratamiento NPS y el NPSMicros.

La Fig. 1 muestra los rendimientos promedios de los seis sitios para los seis tratamientos. Las respuestas promedio fueron de 114, 119, 193 y 546 kg/ha a N, P, S y NPS, respectivamente. Estos resultados indican que la fertilización balanceada con NPS en el sistema permite alcanzar los mayores rendimientos y respuestas. Debe tenerse en cuenta que en estos ensayos se evalúan los efectos de fertilizaciones del año, en este caso a la siembra del trigo, y residuales de 1 ó 2 años anteriores. Por lo tanto, los efectos de N, cuyo abastecimiento para la soja debería haber sido satisfecho por la fijación biológica de N, podrían explicarse a partir de una mejor condición general del suelo y su fertilidad generada por el mayor aporte de residuos al sistema y mayor cobertura del suelo. Lo mismo podría considerarse válido para los casos de P y S.

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 seis ensayos de soja de segunda de esta campaña 2002/03 y los cinco realizados en otros sitios de la Red de Nutrición en la campaña 2001/02 (Fig. 2). 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 12-15 ppm de P Bray en el suelo a la siembra del trigo.

La respuesta a S también se analizó considerando los ensayos 2001/02 y 2002/03. La Fig. 3 muestra que con contenidos de S-sulfatos menores de 10 ppm a 0-20 cm en la pre-siembra de trigo, se pueden esperar respuestas superiores a 250 kg/ha de soja de segunda. 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. 4).

Conclusiones

1. Las condiciones climáticas registradas permitieron alcanzar altos rendimientos de soja de segunda en la campaña 2002/03.
2. Se encontraron respuestas significativas a NPS, fundamentalmente debidas a P+S, en cinco de los seis sitios evaluados, a S en tres sitios y a N y P en un sitio.
3. Considerando los seis sitios de esta campaña y los cinco sitios de la campaña 2001/02, 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 12-15 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.
5. No se observaron diferencias entre los tratamientos NPS y NPS más otros nutrientes.

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.

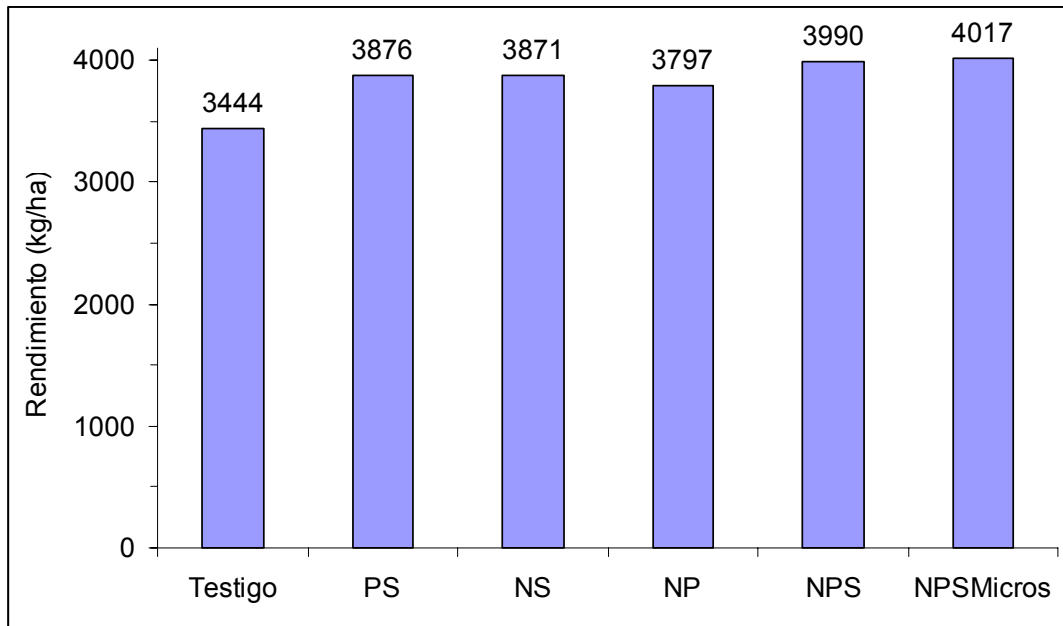


Fig. 1. Rendimientos promedio de soja de segunda para los seis tratamientos en los seis sitios evaluados. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe 2002/03.

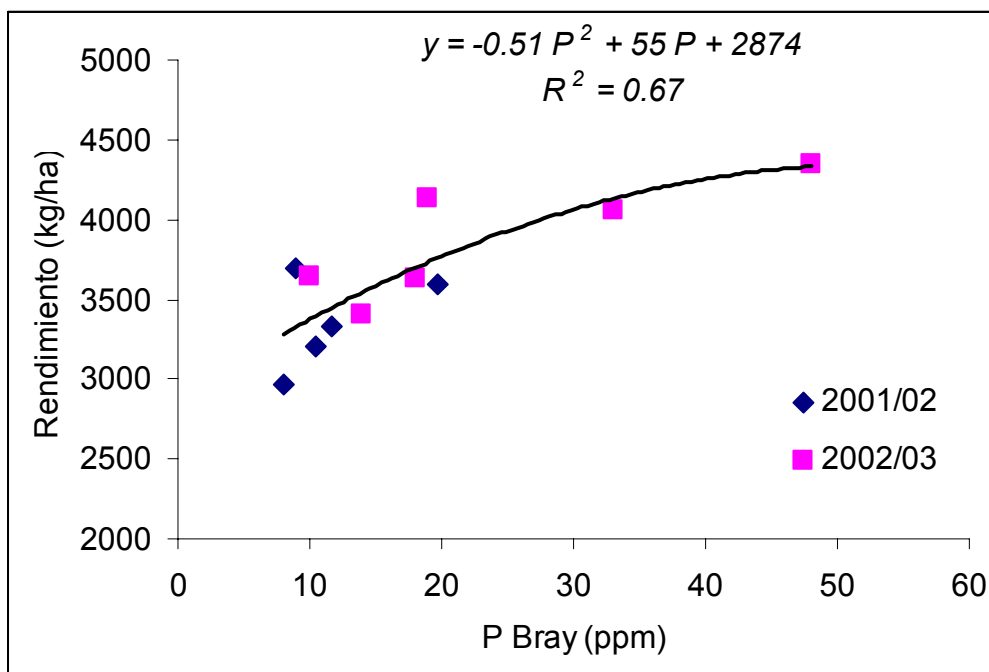


Fig. 2. Rendimientos de soja de segunda en las campañas 2001/02 y 2002/03 según el nivel de P Bray a 0-20 cm en pre-siembra de trigo. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

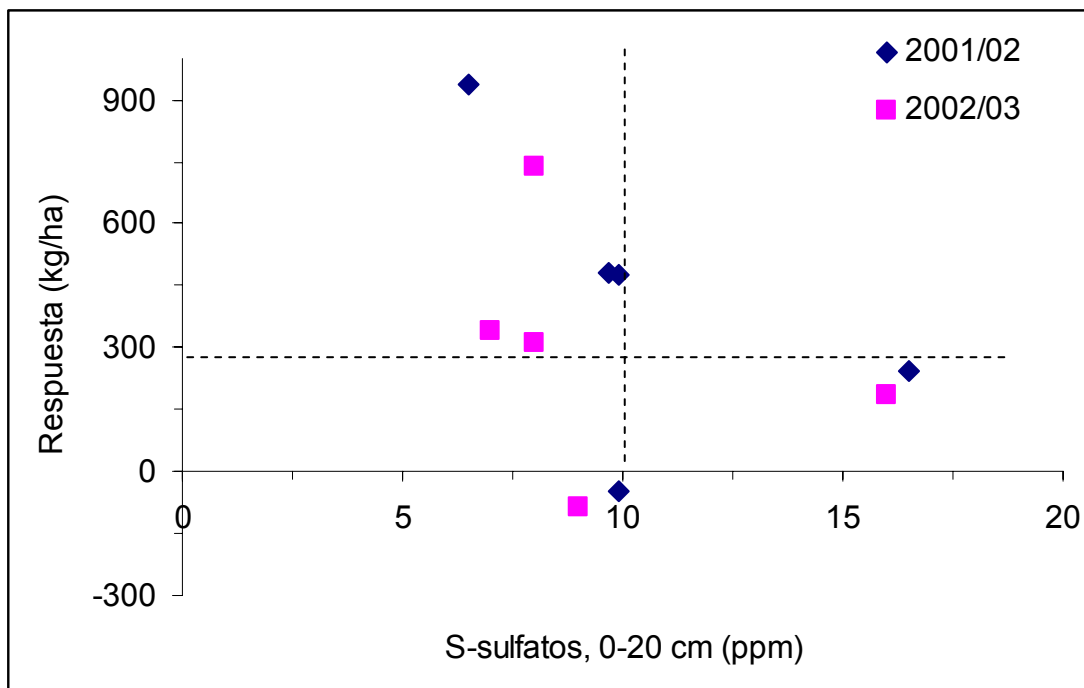


Fig. 3. Respuesta a la fertilización azufrada de soja de segunda en las campañas 2001/02 y 2002/03 en función del contenido de S-sulfatos (ppm) a 0-20 cm en pre-siembra de trigo. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

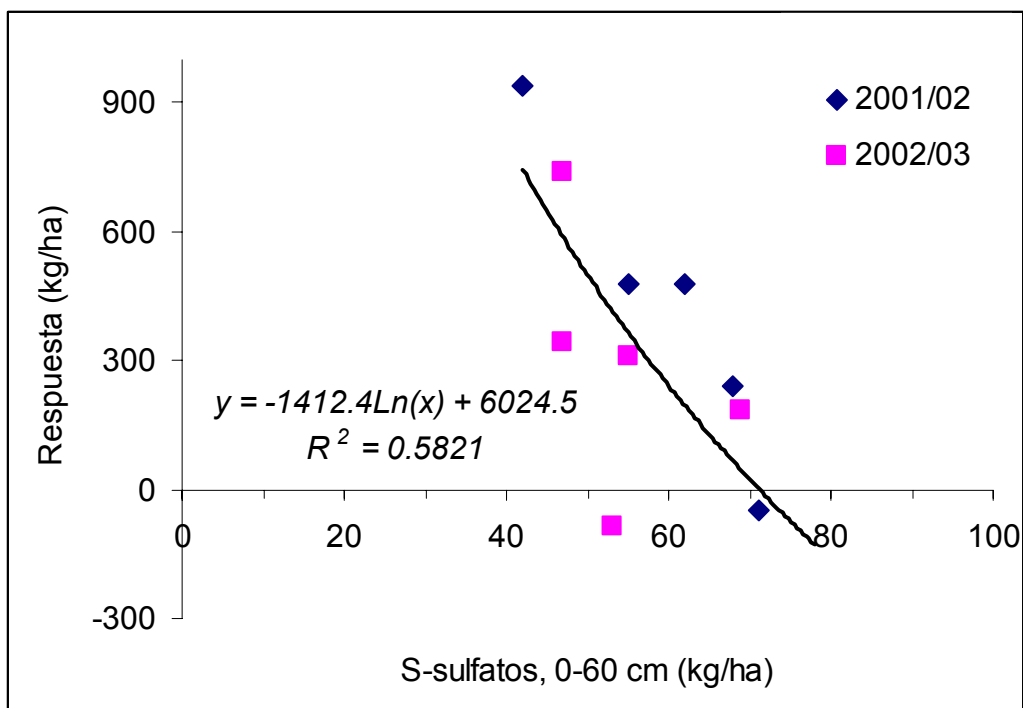


Fig. 4. Respuesta a la fertilización azufrada de soja de segunda en las campañas 2001/02 y 2002/03 en función del contenido de S-sulfatos (kg/ha) a 0-60 cm en pre-siembra de trigo. Ensayos Red de Nutrición Región CREA Sur de Santa Fe.

Tabla 1. Información de manejo y de sitio, lámina de agua en el suelo a la madurez fisiológica de trigo y de soja de segunda y precipitaciones durante el ciclo del cultivo. Ensayos CREA sur de Santa Fe, Soja de segunda 2002/03.

| Establecimiento | La Blanca | La Hansa | La Lira | Lambare | San Antonio | Santo Domingo |
|--|------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------|------------------|
| CREA | Gral. Baldissera | Armstrong-M. de Oca | La Cesira | S. Jorge-Las Rosas | Rosario | M. Buey-Inrville |
| Serie Suelo | La Bélgica | Bustinza | Complejo Laboulaye 4 | Los Cardos | Maciel | M. Buey |
| Labranza | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| Años agricultura | 8 | 23 | 8 | 6 | 6 | 7 |
| Antecesor | Trigo | | | | | |
| Fecha de siembra | 7/1/03 | 18/12/02 | 10/1/03 | 8/12/02 | 16/12/02 | 12/12/02 |
| Variedad | Don Mario 4800 | | | | | |
| Distancia entre surcos (cm) | 52 | 70 | 52 | 70 | 70 | 52 |
| Densidad (plantas/m lineal) | 19 | 21 | 19 | 19 | 21 | 20 |
| Fecha de cosecha | 9/4/03 | 15/4/03 | 23/4/03 | 8/4/03 | 11/4/03 | 16/4/03 |
| Agua en el suelo (mm) 0-60 cm profundidad - Tratamiento NPS | | | | | | |
| Madurez fisiológica Trigo | 274 | 243 | 222 | 255 | 247 | 240 |
| Madurez fisiológica Soja | 311 | 274 | 241 | 306 | 317 | 240 |
| Precipitaciones (mm) | | | | | | |
| Noviembre | 177 | 203 | 100 | 65 | 203 | 295 |
| Diciembre | 210 | 105 | 127 | 265 | 184 | 292 |
| Enero | 86 | 65 | 153 | 49 | 45 | 144 |
| Febrero | 105 | 102 | 49 | 207 | 193 | 174 |
| Marzo | 159 | 159 | 84 | 81 | 145 | 134 |
| Abril | 56 | 107 | 209 | 188 | ND | 100 |
| Total Noviembre-Abril | 793 | 741 | 722 | 855 | 770 | 1139 |

ND = No determinado

Tabla 2. Tratamientos establecidos en los ocho sitios experimentales.

| Nombre | Testigo | PS | NS | NP | NPS | NPSMg Micros |
|-----------------------------------|----------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| Fertilizante (kg/ha) | | | | | | |
| FMA | | 171 | | 171 | 171 | 171 |
| Urea | | | 260 | 224 | 224 | 224 |
| Yeso granulado | | 118 | 118 | | 118 | 118 |
| Zintrac # | | | | | | 1 L/ha |
| Hydromag # | | | | | | 4 L/ha |
| <i>Fertilizante total (kg/ha)</i> | <i>0</i> | <i>289</i> | <i>378</i> | <i>395</i> | <i>513</i> | <i>485</i> |
| Nutrientes (kg/ha) | | | | | | |
| N | | 17 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| P | | 37 | | 37 | 37 | 37 |
| Mg | | | | | | 1.2 |
| S | | 20 | 20 | | 20 | 20 |
| Zn | | | | | | 0.7 |

Fertilizantes líquidos aplicados al macollaje del trigo

Tabla 3. Análisis de suelo previos a la siembra del trigo 2002/03. 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 | | 23 | 107 | | |
| | NS | 19 | | | | |
| | NP | | | | 7 | 47 |
| | NPS | 25 | 20 | 105 | 10 | 56 |
| La Hansa | PS | | 12 | 55 | | |
| | NS | 18 | | | | |
| | NP | | | | 8 | 47 |
| | NPS | 31 | 6 | 37 | 8 | 56 |
| La Lira | PS | | 27 | 121 | | |
| | NS | 14 | | | | |
| | NP | | | | 16 | 69 |
| | NPS | 11 | 24 | 119 | 8 | 50 |
| Lambaré | PS | | 24 | 142 | | |
| | NS | 48 | | | | |
| | NP | | | | 9 | 53 |
| | NPS | 43 | 24 | 158 | 8 | 64 |
| San Antonio | PS | | 25 | 119 | | |
| | NS | 10 | | | | |
| | NP | | | | 9 | 78 |
| | NPS | 11 | 10 | 75 | 7 | 46 |
| Santo Domingo | PS | | 18 | 104 | | |
| | NS | 33 | | | | |
| | NP | | | | 8 | 55 |
| | NPS | 38 | 20 | 106 | 11 | 75 |

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 seis ensayos. Promedios de tres repeticiones.

| Tratamiento | Lambare | La Blanca | La Hansa | La Lira | San Antonio | Santo Domingo |
|-------------|-----------------------------|-----------|----------|---------|-------------|---------------|
| | Rendimientos (kg/ha) | | | | | |
| Testigo | 4200 | 3631 | 3132 | 3238 | 3299 | 3163 |
| PS | 4171 | 3986 | 3650 | 3611 | 3744 | 4095 |
| NS | 4352 | 4137 | 3629 | 3409 | 3639 | 4061 |
| NP | 4435 | 3711 | 3299 | 3369 | 4087 | 3879 |
| NPS | 4350 | 4052 | 4037 | 3555 | 3754 | 4190 |
| NPSMicros | 4361 | 4067 | 3984 | 3723 | 3738 | 4230 |
| DMS (5%) | NS | 319 # | 199 | 288 | 342 | 230 |
| Promedio | 4312 | 3931 | 3133 | 3027 | 3229 | 3407 |
| | Respuestas (kg/ha) | | | | | |
| N | 179 | 66 | 388 | -56 | 9 | 95 |
| P | -2 | -85 | 409 | 146 | 114 | 129 |
| S | -85 | 341 | 738 | 186 | -333 | 311 |
| NPS | 150 | 420 | 905 | 317 | 455 | 1027 |
| Otros ## | 11 | 15 | -53 | 168 | -16 | 40 |

DMS, diferencia mínima significativa, al nivel de probabilidad de 10%. ## Otros incluye K, Mg y Zn.