

# **EFECTO ADITIVO DEL AGREGADO DE DIFERENTES NUTRIENTES EN MAÍZ EN EL NORTE, CENTRO Y OESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Resultados de dos años de ensayos

**Campaña 2006/07 y 2007/08**

## **Proyecto Regional Agrícola, CERBAN**

**Autores:** (Orden alfabético): Ings Agrs H. Barosela (AER Mercedes), M. Barraco (EEA General Villegas), J.J. Cavo (AER Junín), E. Cassina (AER Bragado), L. Couretot (Desarrollo Rural Pergamino), G. Ferraris (Desarrollo Rural Pergamino), E Lemos (AER Junín) M. López de Sabando (AER San Antonio de Areco), A. Martín (Agencia de Proyecto Chivilcoy), F. Mousegne (AER San Antonio de Areco, coordinador del Proyecto Agrícola), A. Paganini (AER Zárate), R. Pontoni (AER Arrecifes), R. Solá (AER Arrecifes), G. Tellería (AER Junín), L. Ventimiglia (AER 9 de Julio)

**Preparación del informe:** Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris, Fernando Mousegne y L Couretot.

### **Introducción**

El consumo de fertilizantes en Argentina se ha incrementado notablemente en los últimos años, debido a la mejora continua en las prácticas de manejo que conducen a la obtención de cultivos de alto rendimientos y, con ello, mayor demanda de nutrientes. Sin embargo, el balance nutricional sigue siendo negativo para los suelos de la Región Pampeana, principal zona de producción de cereales y oleaginosas. Estimaciones recientes indican niveles de reposición del orden del 29% para nitrógeno (N), 42% para fósforo (P), 15 % para azufre (S) y menos del 1% para potasio (K) (García, 2004).

El nitrógeno (N) es el principal elemento en la nutrición del cultivo de maíz. La obtención de rendimientos elevados siempre esta asociada a una elevada eficiencia de uso de N (EUN), ya que su disponibilidad es limitante en la mayor parte de los suelos pampeanos y, aunque los cultivos son suplementados mediante fertilización, es habitual que se lo haga en dosis subóptimas. Con el objetivo de lograr elevadas EUN, se han desarrollado criterios de diagnóstico, herramientas de simulación y predicción de la respuesta esperable, aunque el grado de adopción de las mismas es muy variable.

Estudios sobre el diagnóstico de la fertilización fosfatada han permitido establecer y/o actualizar los niveles críticos de P en suelo (Bray 1) para la mayor parte de los cultivos de grano (Prystupa et al., 2004). La mayor parte de los suelos agrícolas se encuentran en niveles de P por debajo de los umbrales ajustados, y hoy la fertilización fosforada es una práctica habitual. Sin embargo, la necesidad de aplicar dosis mayores de fertilizante para contrarrestar la extracción generada por niveles de rendimiento creciente, genera la necesidad de evaluar nuevas formas de aplicación, más ágiles y operativas. La fertilización en cobertura total durante el período previo a la siembra es una vía muy conveniente para realizar aplicaciones complementarias de P destinadas a equilibrar el balance del nutriente en el suelo, pero en el caso del maíz, se cuenta con escasa información acerca de la eficiencia de esta vía en comparación con la tradicional localización en bandas al costado de la siembra.

Por otra parte, el incremento de los rendimientos y el uso habitual de N y P ha provocado la aparición de deficiencias de otro nutriente como es el azufre (S). La deficiencia de S observada en suelos degradados o de bajo nivel de materia orgánica ha resultado en respuestas significativas en varios cultivos agrícolas y forrajeras, siendo el maíz uno de los que mayor magnitud y frecuencia de resultados favorables presenta.

Por otra parte, es de utilidad monitorear frecuentemente la aparición de deficiencias de nuevos nutrientes que limiten la productividad. El potasio (K) por la magnitud en que es requerido, y el zinc (Zn)

por la reiteración de experimentos con respuesta positiva, aparecen como dos nutrientes con elevada probabilidad de obtener resultados favorables.

El objetivo de este trabajo en red es 1. Estudiar el efecto aditivo del agregado de P, N, y S, siendo estos los nutrientes que más frecuentemente limitan el rendimiento en el Norte, Centro y Oeste de la Provincia de Buenos Aires, área de influencia del CERBAN. 2. Evaluar la eficiencia de la aplicación de P en cobertura total en comparación con las aplicaciones en bandas localizadas al costado de la línea de siembra. 3. Explorar deficiencias de nutrientes en los que hasta el momento no se han observado deficiencias generalizadas, pero que podrían limitar los rendimientos en un futuro cercano, como K y Zn 4. Relacionar la respuesta positiva a la fertilización con variables de suelo y cultivo y, de ser posible, establecer criterios de decisión y 5. Constituir lotes demostrativos para realizar jornadas de campo en diferentes zonas.

### Materiales y métodos

Se realizaron trece ensayos de campo en dos campañas agrícolas, 2006/07 y 2007/08, en diferentes localidades del Norte, Centro y Oeste de Buenos Aires. Algunas características salientes de sitio y manejo de los experimentos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Características salientes de los sitios experimentales. En azul sitios 2006/07. En verde claro sitios 2007/08.

Sitio	Serie de Suelo	Tipo de Suelo	Antecesor	Híbrido sembrado	Fecha de siembra	Esp. e/ hileras (m)	Densidad lograda (pl/ha)
Arrecifes	Arroyo Dulce	Argiudol típico	Soja 1ra.	Pioneer 31Y04	09-Oct	0,70	82000
SA de Areco	Capitán Sarmiento	Argiudol típico	Soja 1ra.	LT 622 MG	29-Sep	0,70	75000
Mercedes	Suipacha	Argialbol típico	Soja 1ra.	Dow Mass 494MG	17-Oct	0,70	75000
Chivilcoy	Chacabuco	Argiudol típico	Soja 1ra.	Pioneer 31F25	28-Set	0,52	68000
La Trinidad	Rojas	Argiudol típico	Trigo/Soja	Dow Mass 494 MG	17-Nov	0,52	80000
9 de Julio	Estación Naon	Hapludol típico	Soja 1ra.	ACA 417 RR2	19 y 20 set	0,70	71500
General Villegas	Lincoln	Hapludol Típico	Soja de 1ra.	DK 682 RR	9 -Oct	0,52	80200
Arrecifes 2	Arroyo Dulce	Argiudol típico	Soja 1ra.	La Tijereta 625	28-Set	0,525	75000
S.A. de Areco 2	Capitán Sarmiento	Argiudol típico	Soja 1ra.	LT 622 MG	29-Sep	0,70	75000
Pergamino	Pergamino	Argiudol típico	Trigo/soja	Syngenta NK 900	8-Oct	0,52	75000
Chivilcoy 2	Chacabuco	Argiudol típico	Soja 1era.	P31F25	9 Oct	0,70	62000
Junín	Saforcada	Hapludol éntico	Trigo/Soja	Ax 892 MG	17-Oct	0,70	63000

<b>9 de Julio 2</b>	Norumbega	Hapludol éntico	Trigo/Soja	DK 747 MG	17-Oct	0,70	84000
---------------------	-----------	-----------------	------------	-----------	--------	------	-------

Para conducir los experimentos se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. En la presente red, se evaluó la respuesta a N, P, S, K y Zn. Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2:** *Tratamientos evaluados. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campaña 2006/07.*

Tratamiento	Dosis P kg/ha	Dosis N kg/ha	Dosis S kg/ha	Dosis K kg/ha	Dosis Zn l/ha
T0	-----	-----	-----	-----	-----
T1	20 Banda	-----	-----	-----	-----
T2	-----	150	-----	-----	-----
T3	20 banda	150	-----	-----	-----
T4	20 voleo	150	-----	-----	-----
T5	20 banda	150	15	-----	-----
T6	20 banda	150	15	100	-----
T7	20 banda	150	15	100	0,1

\*Durante el primer año de ensayos, los tratamientos T6 y T7 no incluyeron S, a excepción del ensayo de General Villegas.

Las fuentes fertilizantes utilizadas fueron superfosfato triple de calcio (0-20-0), Urea (46-0-0), sulfato de calcio (0-0-0-18S), cloruro de potasio (0-0-0-50K) y zinc organoquelatado (0-0-0-10Zn). A excepción de las aplicaciones de P en banda y Zn sobre semilla, el resto de los fertilizantes fueron aplicados al voleo al momento de la siembra. Previamente se realizaron análisis químicos de suelo, cuyos resultados se presentan en Tabla 3.

**Tabla 3:** *Análisis de suelo al momento de la siembra para las localidades de ensayo. Datos promedio de tres repeticiones.*

Localidad	pH	MO (0-20 cm) (%)	P Bray I (0-20 cm) (mg kg <sup>-1</sup> )	N –Nitratos (0-60 cm) (kg ha <sup>-1</sup> )	S-Sulfatos (0-20 cm) (mg kg <sup>-1</sup> )
Arrecifes	5,7	2,3	11,2	60	12,7
SA de Areco	6,0	3,2	10,0	53	12
Mercedes	5,9	4,1	5,0	56	10
La Trinidad	5,5	2,2	9,2	69	9
9 de Julio	5,8	2,4	10,9	106	6
General Villegas		2,2	11,7	58	
Arrecifes 2	5,5	2,7	2,7	65	7,2
SA de Areco 2	6,1	3,28	4,0	98	12
Pergamino	5,6	2,68	4,4	84	10,4
Junín	6.2	1,98	7,0	46	
9 de Julio 2	5,6	3,29	5,6	76	9,4

La cosecha se realizó en forma manual sobre una superficie de al menos 5m<sup>2</sup>, con trilla estacionaria de las muestras, o con cosechadora mecánica sobre macroparcelas. Los datos obtenidos fueron analizados

por análisis de varianza, estudiando los efectos de sitio, tratamiento y su interacción. La respuesta a P y N se evaluó tomando los tratamientos en un arreglo factorial P x N. La comparación P banda vs P voleo, y la respuesta a S, K y Zn se analizaron mediante contrastes ortogonales de los tratamientos PNS vs PN, PNK vs PN y PNZn vs PN, respectivamente.

## Resultados y discusión

### a) Condiciones climáticas de la campaña

Las precipitaciones durante el período octubre-febrero para los sitios experimentales se presentan en la Figura 1. Por su parte, los datos de radiación y temperatura de la localidad de Pergamino, ubicada geográficamente en una posición intermedia entre los ensayos, se muestran en la Figura 2. Durante el primer año de ensayos, el ambiente fue muy favorable, siendo el registro pluviométrico para los cinco meses señalados cercano a la media anual de la localidad. A pesar de la abundancia de lluvias, el número de días nublados y de baja insolación fue muy limitado, lo que posibilitó una adecuada oferta lumínica durante el período crítico para la definición de los rendimientos. En cambio, durante la segunda campaña, las precipitaciones fueron sensiblemente menores. Sólo en Chivilcoy las lluvias durante el período analizado superaron los 500 mm. En promedio, la diferencia interanual alcanzó los 150 mm, lo cual ocasionó una disminución en los rendimientos medios del segundo año (Tabla 4).

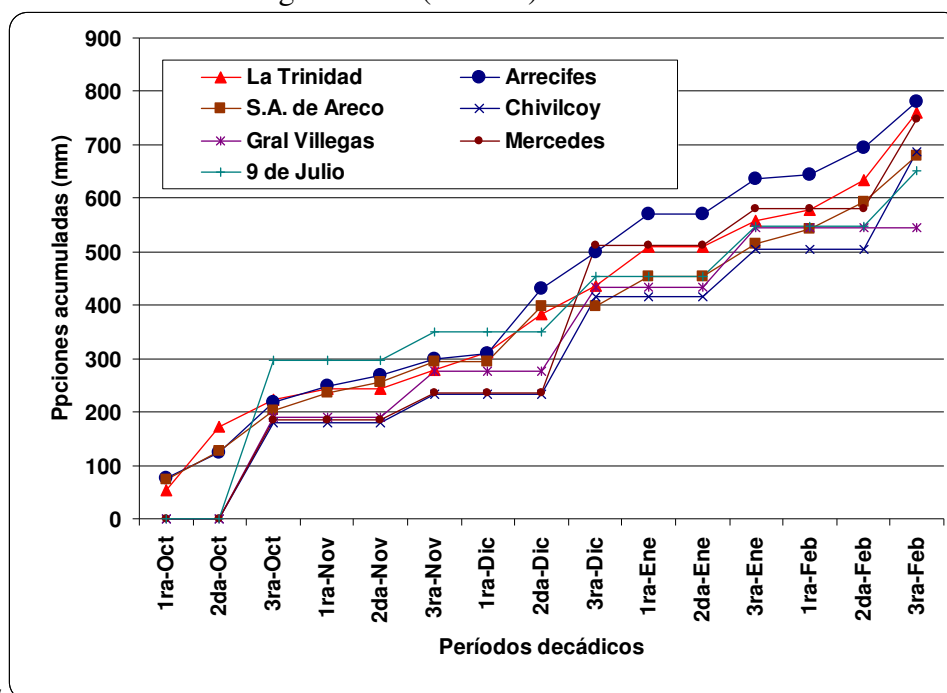


Figura 1.a. Campaña 2006/07

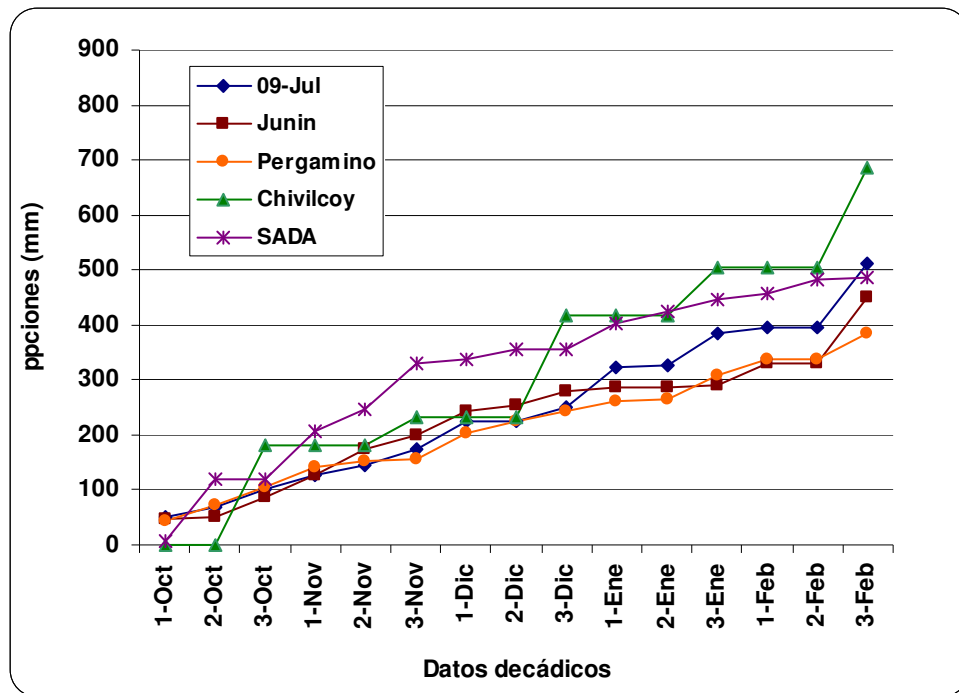


Figura 1.b. Campaña 2007/08

**Figura 1:** Precipitaciones acumuladas (mm) en períodos decádicos para las localidades de ensayo durante los ciclos 2006/07 (1.a) y 2007/08 (1.b).

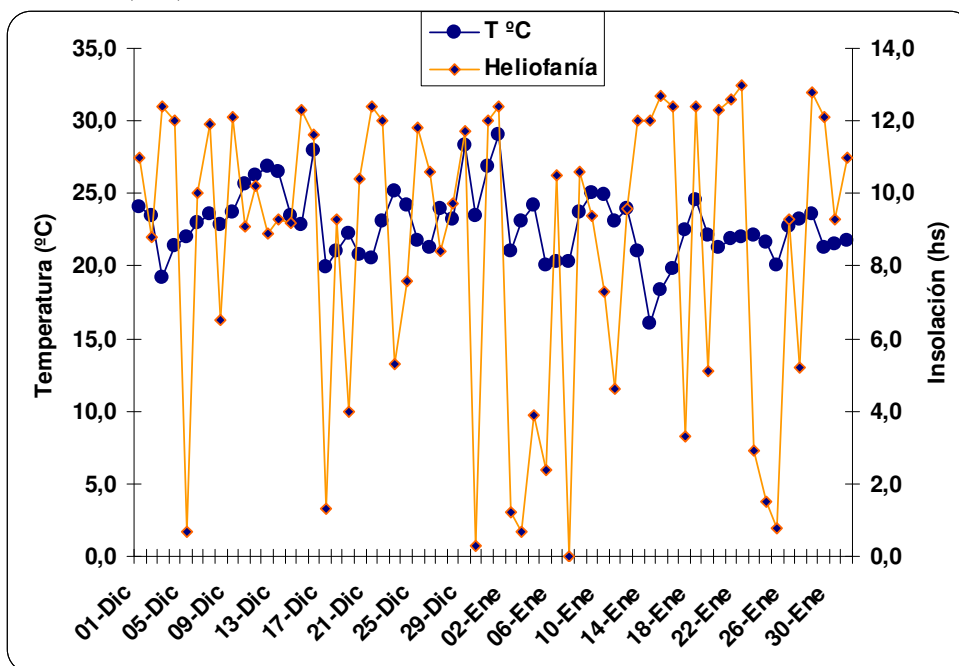


Figura 2.a. Campaña 2006/07

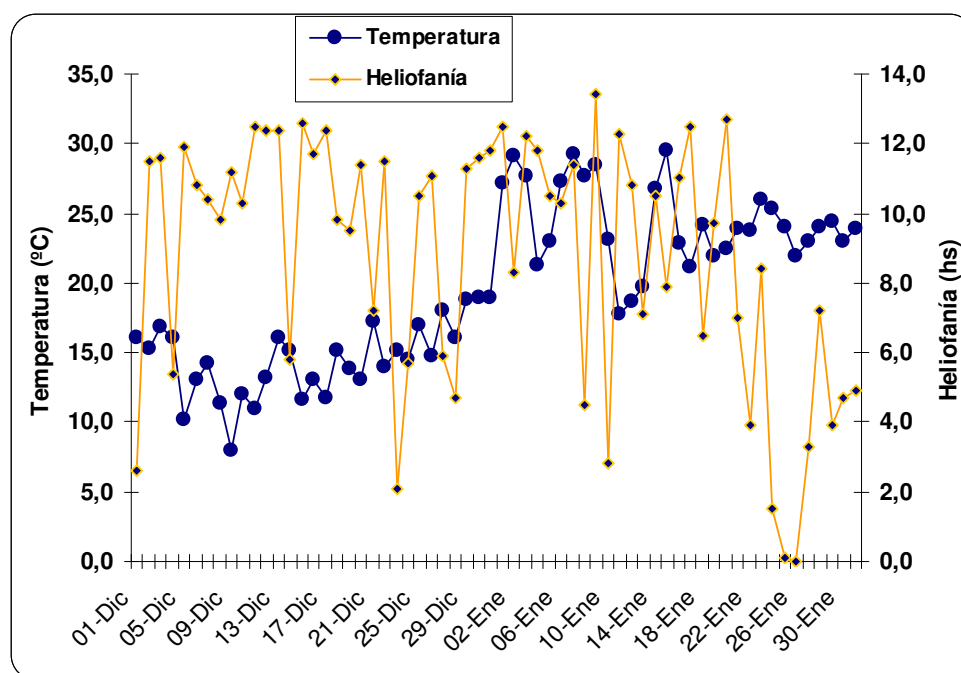


Figura 2.b. Campaña 2007/08

**Figura 2:** Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias durante los meses de diciembre y enero, en los cuales se ubicó el período crítico para la definición de los rendimientos en todos los materiales. Localidad de Pergamino, (Bs As), campaña 2006/07 (2.a) y 2007/08 (2.b).

## b) Resultados de los ensayos

### B.1. Rendimientos generales de la red.

Se determinó efecto de sitio ( $P=0,000$ ) sobre los rendimientos, y efecto de tratamiento para todas las localidades de ensayo (Tabla 4), así como interacción sitio\*tratamiento ( $P=0,001$ ). Esto significa que las localidades difirieron en sus rendimientos medios, que en todas ellas se determinaron diferencias significativas de rendimientos entre los tratamientos, pero que las respuestas observadas fueron estadísticamente diferentes entre localidades. El mayor coeficiente de variación observado en el segundo año respecto del primero, obedece a una condición ambiental más restrictiva, que causara una mayor variabilidad en los rendimientos intra-tratamiento.

**Tabla 4:** Rendimiento de los tratamientos evaluados para las diferentes localidades de ensayo. Red de fertilización en Maíz, EEA Pergamino y General Villegas, campaña 2006/07.

Tratamientos	Arrecifes	SA de Areco	Mercedes	Chivilcoy	La Trinidad	9 de Julio	Gral Villegas	Promedio
Testigo	6921	7979	7400	8726	7083	9598	9913	<b>8231</b>
P	6466	9030	8700	11672	8444	9881	12231	<b>9489</b>
N	9757	10087	7050	11898	10122	9891	12840	<b>10235</b>
PN	10702	11494	6800	11334	11512	11040	11850	<b>10676</b>
Pvleo N	10734	10979	7650	No evaluado	11125	No evaluado	11934	<b>10484</b>
PNS	11650	11838	8850	12438	11821	12204	11353	<b>11451</b>
PN(S)K	No evaluado	11747	7600	No evaluado	11838	12748	13185	<b>11423</b>
PNSKZn	No evaluado	11237	8310	12316	11458	12326	11953	<b>11267</b>
Anova (P=)	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
CV (%)	12,9	5,6	5,6	7,4	8,2	9,4	6,6	5,6

Tratamientos	Arrecifes 2	SA de Areco 2	Pergamino	Chivilcoy 2	Junín	9 de Julio 2	Promedio 2do año	Promedio general
Testigo	7125	5736	9350	7912	8920	7649	7782	7925
P	8075	5915	10642	9719	8930	9457	8790	9035
N	7666	6508	10408	9929	10320	10374	9201	9659

<b>PN</b>	7907	7150	11500	9887	10400	13568	10069	10350
<b>Pvleo N</b>	7964	6378	12400	No evaluado	11110	12317	10034	10162
<b>PNS</b>	7530	7142	12388	10589	10570	13980	10366	10943
<b>PN(S)K</b>	7467	6695	11483	No evaluado	11737	13445	10165	10762
<b>PNSKZn</b>	7745	6622	11838	10488	10857	13436	10164	10784
<b>Anova (P=)</b>	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>CV (%)</b>	12,8	5,6	6,1	7,6	4,4	8,7	12,2	9,4

El rendimiento relativo (RR) del testigo respecto del máximo puede indicar la fertilidad natural del sitio. En todos los casos fue sensiblemente inferior al máximo (Tabla 5). De acuerdo con este análisis, el sitio donde el testigo alcanzó su menor RR y, como consecuencia, demostró menor fertilidad natural fue 9 de Julio 2 (RR=0,55). En el otro extremo, la localidad de mayor RR fue Arrecifes 2 (RR=0,84). En 8 (13) localidades, los máximos rendimientos se alcanzaron cuando se aplicó NPS (Tabla 5).

**Tabla 5:** Rendimiento de los tratamientos testigo y rendimientos máximos en cada localidad como resultado de la fertilización con diferentes nutrientes en Maíz. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campaña 2006/07.

	Arrecifes	SA de Areco	Mercedes	Chivilcoy	La Trinidad	9 de Julio	Gral Villegas	Promedio
<b>Rendimiento T0</b>	6921	7979	7400	8726	7083	9598	9913	<b>8231</b>
<b>Rendimiento máximo</b>	11650	11838	8850	12438	11838	12748	13185	<b>11451</b>
<b>Tratamiento de máximo rendimiento</b>	PNS	PNS	PNS	PNS	PNK	PNK	PNSK*	<b>PNS</b>
<b>Rendimiento Relativo T0/ máximo</b>	<b>0,59</b>	<b>0,67</b>	<b>0,84</b>	<b>0,70</b>	<b>0,60</b>	<b>0,75</b>	<b>0,75</b>	<b>0,72</b>

	Arrecifes 2	SA de Areco 2	Pergamino	Chivilcoy 2	Junín	9 de Julio 2	Promedio 2do año	Promedio general
<b>Rendimiento T0</b>	7125	5736	9350	7912	8920	7649	7782	7925
<b>Rendimiento máximo</b>	8075	7150	12400	10589	11737	13980	10366	10943
<b>Tratamiento de máximo rendimiento</b>	P	PN	PvN	PNS	PNK	PNS	PNS	PNS
<b>Rendimiento Relativo T0/ máximo</b>	<b>0,88</b>	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	<b>0,75</b>	<b>0,76</b>	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>0,72</b>

## B.2. Respuesta al agregado de PN

Para estudiar la respuesta a estos nutrientes se tomaron los factores en dos niveles (P0 y P20) y (N0 y N150) analizando su interacción. Considerando toda la red, se determinó efecto significativo de Sitio, P y N. No se determinó interacción P\*N ni P\*Sitio. En cambio, la respuesta a N sí varió entre sitios (Tabla 6). Este comportamiento se manifestó de igual manera analizando cada una de las campañas por separado. Así, la respuesta a N estaría afectada por el ambiente productivo, mientras que la respuesta a P sería menos dependiente del efecto sitio.

Cuando se analizaron las localidades en forma individual, sobre nueve sitios, se determinó efecto significativo de P en cuatro, efecto de N en siete e interacción P\*N en otras dos localidades (Tabla 7). Los rendimientos observados se presentan en la Figura 4.

**Tabla 6:** Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento del factorial P\*N considerando los datos de toda la red. Valores seguidos de \*,\*\* y \*\*\* representan efecto significativo del factor evaluado o interacción ( $p < 0,1$ ; 0,05 y 0,01, respectivamente) n.s. indica diferencias no significativas por efecto de tratamiento.

<b>Factor</b>	<b>Efecto de tratamiento (valores de P)</b>
<b>Sitio</b>	<b>0,000 ***</b>
<b>P</b>	<b>0,000 ***</b>

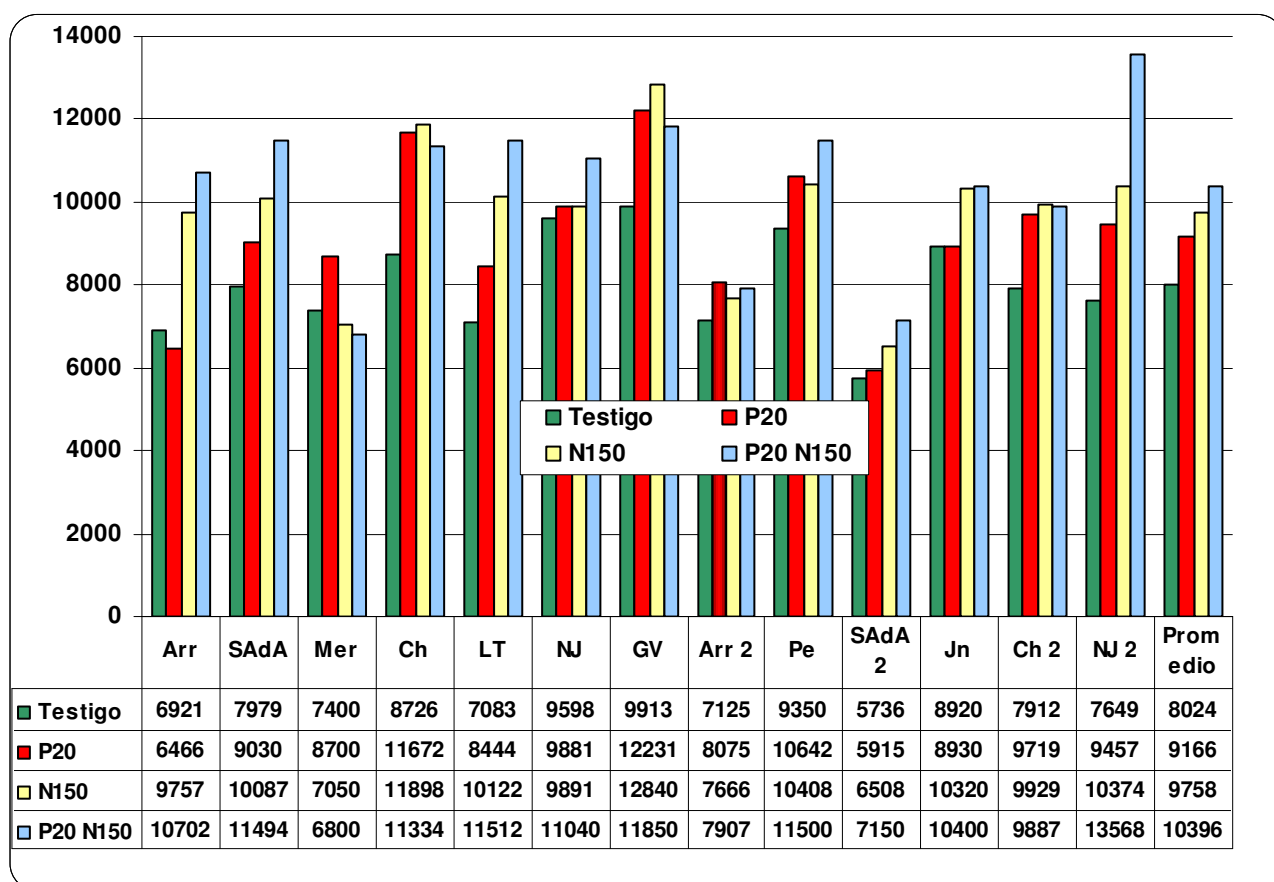
<b>N</b>	<b>0,000 ***</b>
<b>P*N</b>	<b>0,359 n.s.</b>
<b>P*Sitio</b>	<b>0,269 n.s.</b>
<b>N*Sitio</b>	<b>0,000 ***</b>
<b>CV=</b>	<b>10,3 %</b>

**Tabla 7:** Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento del factorial P\*N por localidad. Valores seguidos de \*,\*\* y \*\*\* representan efecto significativo del factor evaluado o interacción ( $p < 0,1$ ; 0,05 y 0,01, respectivamente) n.s. indica diferencias no significativas por efecto de tratamiento.

Red de fertilización en Maíz, EEA Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Factor	Arrecifes	Chivilcoy	La Trinidad	9 de Julio	Gral Villegas
P	0,71 n.s.	0,01 **	0,01 **	0,16 n.s.	0,17 n.s.
N	0,00 ***	0,00 ***	0,00 ***	0,15 n.s.	0,02 **
P*N	0,31 n.s.	0,00 ***	0,25 n.s.	0,37 n.s.	0,00 ***
CV=	13,0	5,2	9,5	7,6	6,4

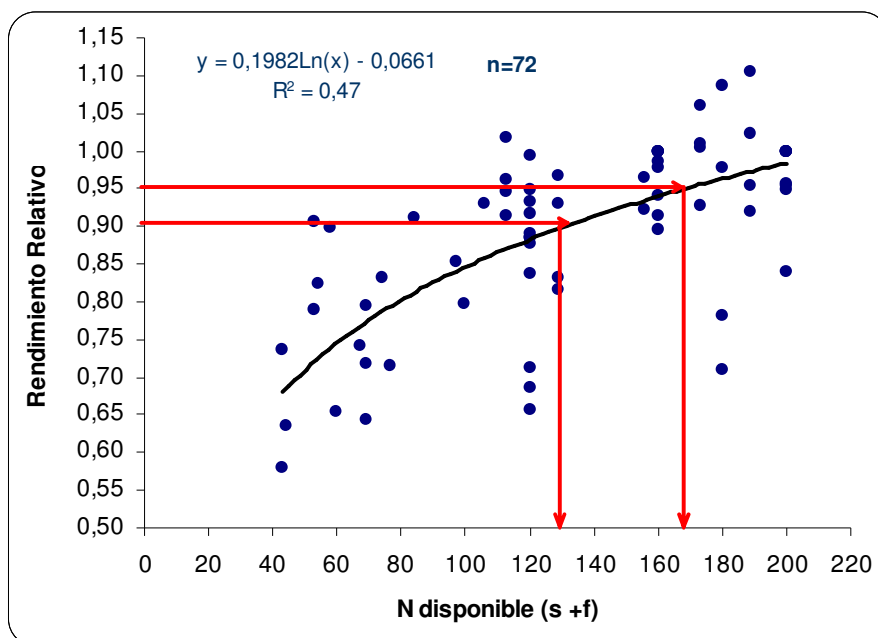
Factor	Pergamino	Chivilcoy2	Junín	9 de Julio2	Promedio
P	0,00 ***	0,26 n.s.	0,83 n.s.	0,01 **	0,00 ***
N	0,00 ***	0,48 n.s.	0,00 ***	0,00 ***	0,00 ***
P*N	0,69 n.s.	0,66 n.s.	0,87 n.s.	0,63 n.s.	0,19 n.s.
CV=	4,1	12,2	3,8	11,7	2,3



**Figura 3:** Rendimientos de la interacción P \* N a través de los diferentes sitios y como media de toda la red. La significancia de los factores y su interacción se presentan en la Tabla 7. Red de fertilización en Maíz, EEA Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

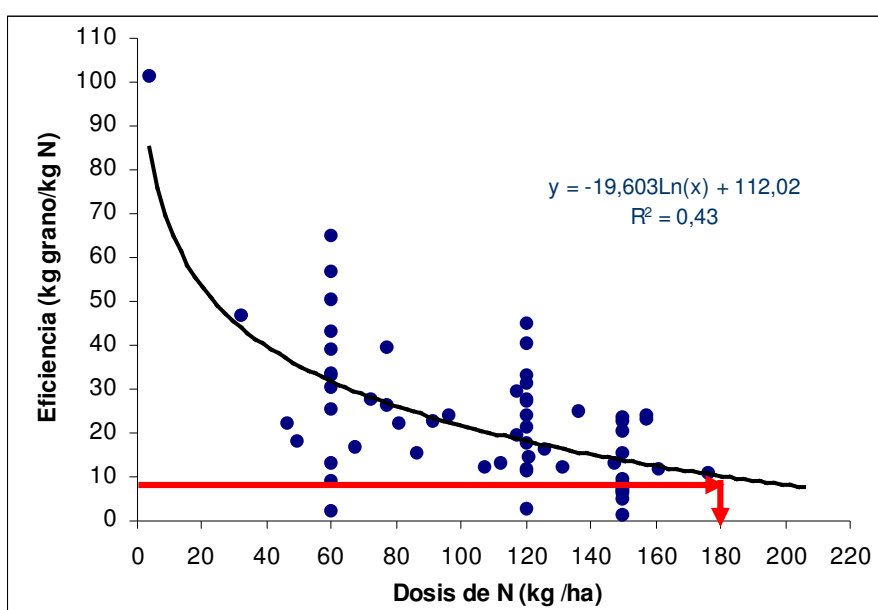
Se logró obtener una relación entre los rendimientos relativos (RR) de los testigos (N0) y los tratamientos fertilizados (N150) con la disponibilidad inicial de N (suelo + fertilizante). A estos datos se le

sumaron los resultados obtenidos en otras redes de ensayo conducidas por nuestro grupo de trabajo para ampliar el universo de análisis (Ferraris et al, 2007 a; c.). De acuerdo a la función ajustada, se podría obtener un RR de 0,90 y 0,95 con una disponibilidad de entre 128 y 165 kgN ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 4).



**Figura 4:** Relación entre los rendimientos relativos ( $N_0 / N_{150}$ ) y la disponibilidad inicial de nitrógeno (suelo + fertilizante) para los datos de la red, a los cuales se le sumaron los de redes zonales anteriores. Red de fertilización en Maíz, EEA Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Utilizando los valores de respuesta absoluta se puede graficar la eficiencia en función de la dosis o la disponibilidad inicial de N. A los valores de Junio 2008, sería necesario obtener al menos 9 kg maíz : kg N aplicado para que la fertilización nitrogenada fuese rentable. Esta eficiencia se alcanzaría con una dosis aplicada como fertilizante de 180 kg Nha<sup>-1</sup> (Figura 5). La fertilización nitrogenada sería así rentable en todo el rango de dosis incluido en este análisis.

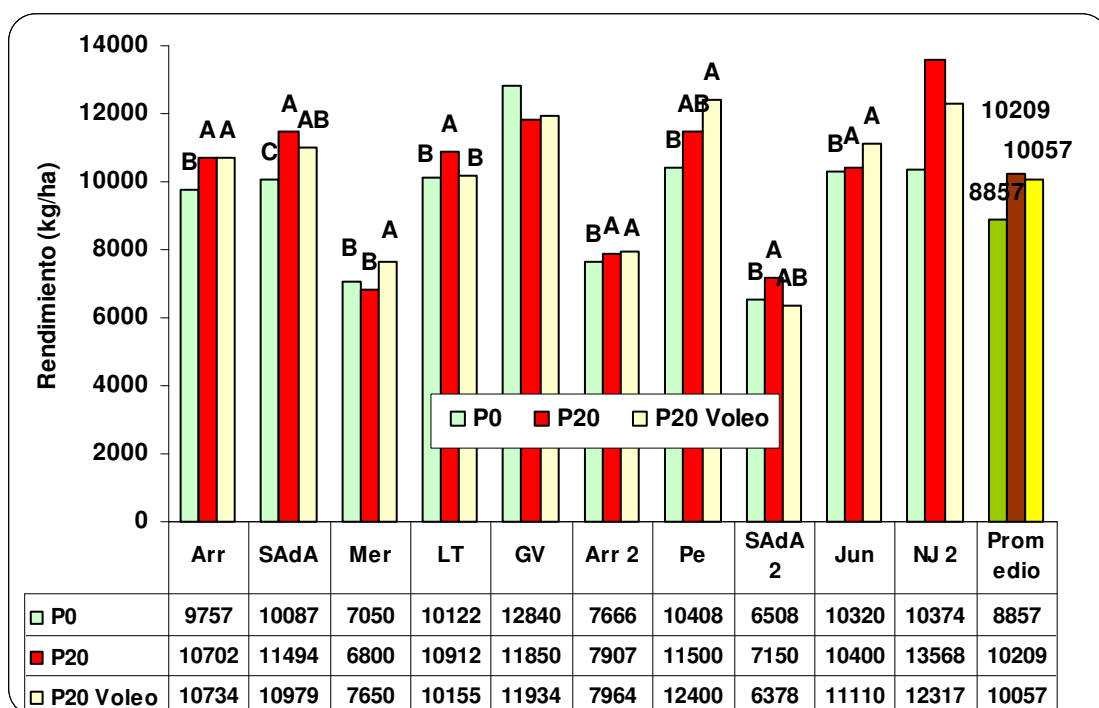


**Figura 5:** Eficiencia de la fertilización nitrogenada en función de la dosis de N aplicada como fertilizante a la siembra. La flecha indica la eficiencia marginal para amortizar los costos de fertilización. Nitrógeno

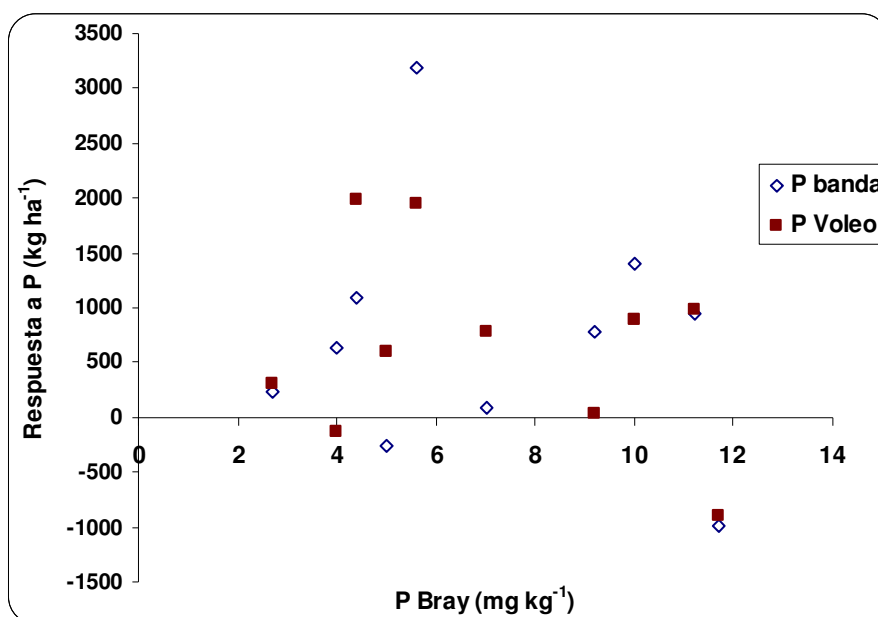
=1300 U\$S/ha, Maíz \$530 /ha, gastos de comercialización 15 %. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08, a los cuales se le sumaron los de redes zonales anteriores.

### B.3. Efecto de la forma de aplicación de P.

En diez localidades se comparó la aplicación de P bandeado y al voleo con un testigo. En solo dos sitios se detectaron diferencias significativas entre formas de localización, siendo en Mercedes a favor de voleo y en La Trinidad a favor de P en banda. Como promedio de todos los sitios, la localización no condicionó mayormente la expresión de respuesta a P (Figura 6), a pesar de que se trabajó sobre suelos con niveles bajos a muy bajos de P disponible (Tabla 3). Por otra parte, no se observó relación entre respuesta a P y nivel de P disponible (Figura 7). Esta falta de asociación, observada en redes anteriores (Prustupa et al., 2006), explicaría en parte la ausencia de interacción Pxsitio presentada en la Tabla 6.



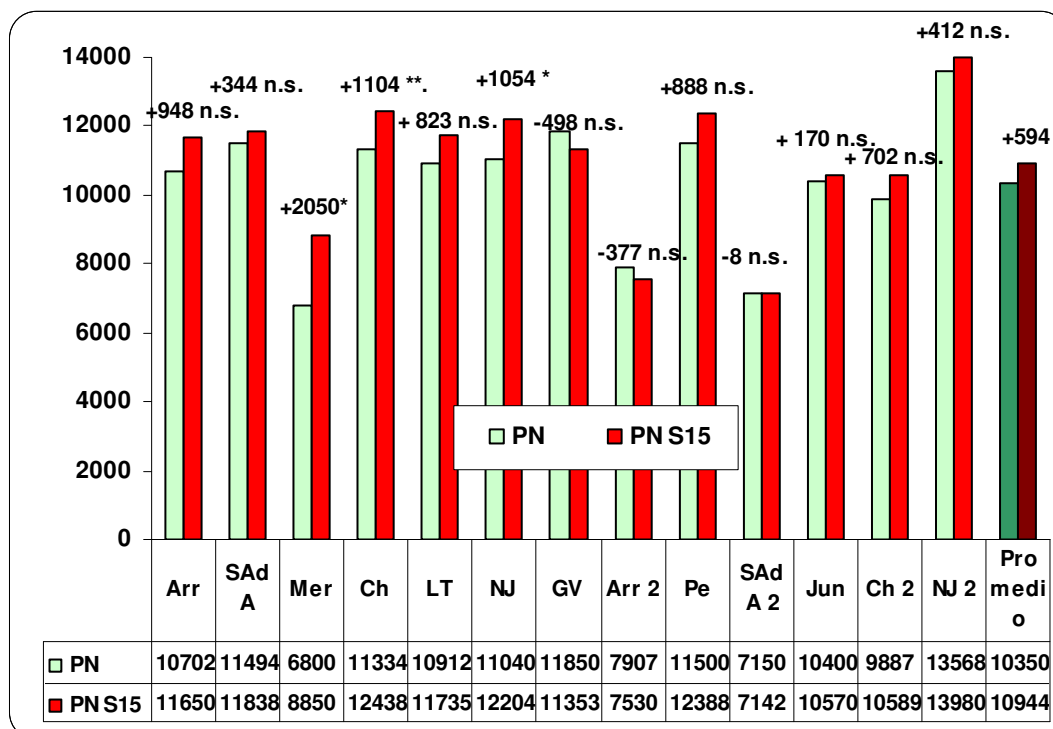
**Figura 6:** Efecto sobre los rendimientos de la forma de aplicación de P, comparando banda vs voleo. Todos los tratamientos contaron con una base de 150 kg Nha<sup>-1</sup>. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campaña 2006/07 y 2007/08. Letras distintas en las columnas de un mismo sitio representan diferencias significativas entre tratamientos.



**Figura 7:** Ausencia de relación entre respuesta a Fósforo (P) aplicado en banda (símbolos vacíos) o al voleo (símbolos llenos) y el nivel de P disponible a la siembra. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

#### B.4. Respuesta al agregado de S, K y Zn

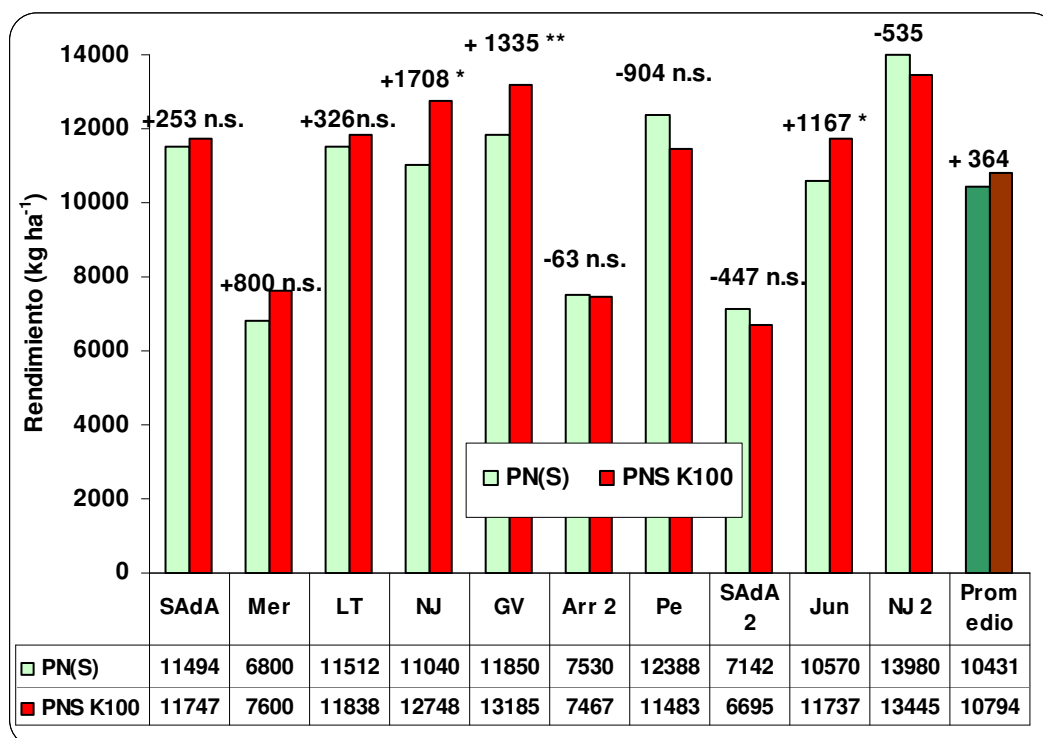
El S fue el nutriente que, fuera de PN, permitió alcanzar los mayores incrementos de rendimiento, siendo la respuesta media de 594 kg ha<sup>-1</sup>. Las diferencias entre PSN y PN fueron significativas en 3 (13) sitios. En las localidades de Arrecifes, La Trinidad, Pergamino y Chivilcoy 2 la respuesta a S no fue significativa pero sí importante en términos cuantitativos, superando a la diferencia media observada en la red (Figura 8).



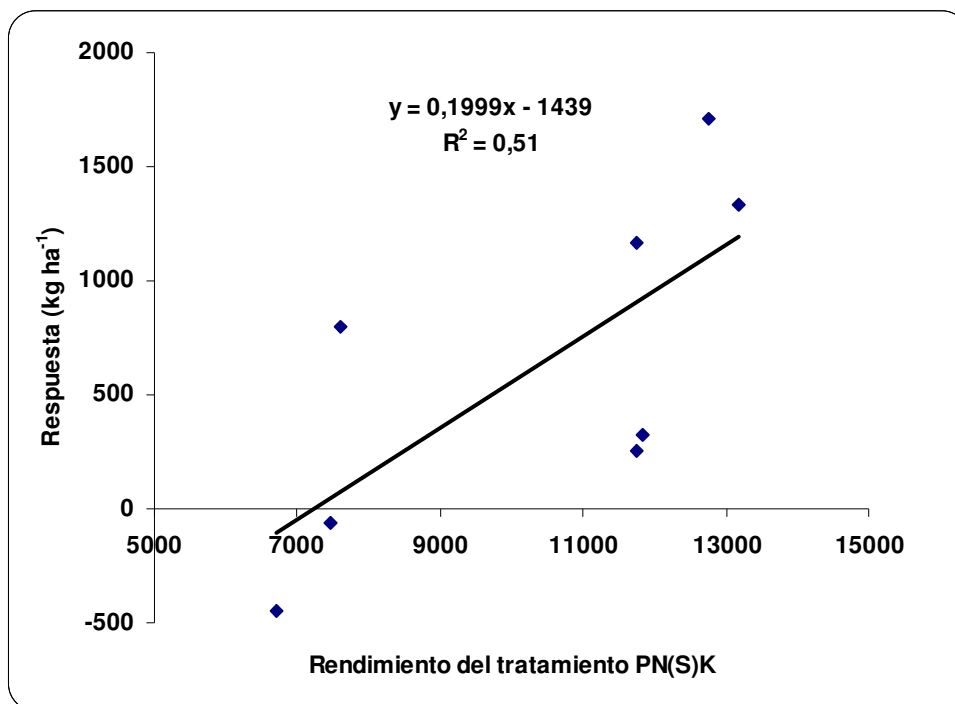
**Figura 8:** Respuesta a Azufre (S) en las localidades de ensayo, evaluado como contraste entre PN y PNS. La cifra sobre las columnas representa la diferencia de rendimiento entre ambos tratamientos. Valores seguidos de \*, \*\* y \*\*\* representan efecto significativo del factor evaluado ( $p < 0,1$ ; 0,05 y 0,01, respectivamente) n.s. indica diferencias no significativas por efecto de tratamiento. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

La respuesta a K fue significativa en 3(10) localidades, siendo estas 9 de Julio, General Villegas y Junín. Además, fue cuantitativamente importante en la localidad de Mercedes (Figura 9). Los sitios con respuesta significativa se caracterizaron por su textura franco-arenosa.

Por otra parte, si se retiran del análisis dos sitios con respuesta negativa importante y, a la vez, poco explicable, se observa una promisoriosa asociación entre la respuesta a K y el rendimiento del tratamiento (Figura 10). Es posible que bajo una situación de alta demanda por parte del cultivo, el suelo no lograra abastecerlo en ausencia de fertilización, aún conteniendo una dotación suficiente de K. Una tendencia en igual sentido observaron Salvagiotti et al., (2006), en una red con diferencias significativas en sólo 1 (19) sitios.

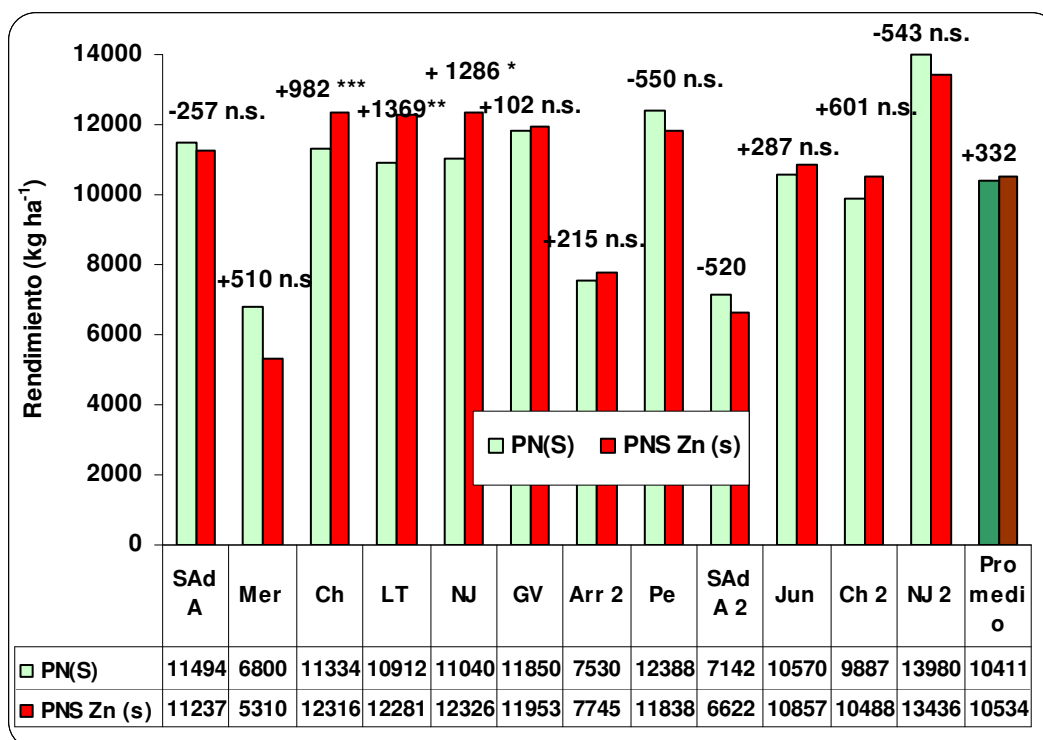


**Figura 9:** Respuesta a Potasio (K) en las localidades de ensayo, evaluado como contraste entre PN y PNK (SAdA, Mer, LT, NJ) o PNS y PNSK (GV, Arr2, Pe, SAdA2, Jun y NJ2). La cifra sobre las columnas representa la diferencia de rendimiento entre ambos tratamientos. Valores seguidos de \*,\*\* y \*\*\* representan efecto significativo del factor evaluado ( $p < 0,1$ ; 0,05 y 0,01, respectivamente) n.s. indica diferencias no significativas por efecto de tratamiento. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campaña 2006/07.



**Figura 10:** Relación entre respuesta a Potasio (K) y rendimiento del tratamiento fertilizado con NP(S)K aplicado al voleo a la siembra del cultivo. Se retiraron del análisis los sitios Pergamino y 9 de Julio 2, con respuesta negativa sin explicación aparente. Red de fertilización en Matíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.

Por último, la respuesta a Zn fue significativa en 3 (12) sitios, Chivilcoy, La Trinidad y 9 de Julio. Además, se observó una diferencia de rendimiento por sobre el promedio en Mercedes y Chivilcoy 2. Esto confirma resultados anteriores obtenidos por nuestro grupo de trabajo (Ferraris et al., 2007.b), posicionando al Zn como uno de los nutrientes no tradicionales con mayor expectativa de respuesta.



**Figura 6:** *Respuesta a Zinc (Zn) como tratamiento de semilla en las localidades de ensayo, evaluado como contraste entre PN y PNZn (SAdA, Mer, Ch, LT, NJ) o PNS y PNSZn (GV, Arr2, Pe, SAdA2, Jun, Ch2 y NJ2). La cifra sobre las columnas representa la diferencia de rendimiento entre ambos tratamientos. Valores seguidos de \*,\*\* y \*\*\* representan efecto significativo del factor evaluado ( $p < 0,1$ ; 0,05 y 0,01, respectivamente) n.s. indica diferencias no significativas entre tratamientos. Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07 y 2007/08.*

### **Conclusiones:**

\*Los resultados obtenidos muestran efectos positivos de la fertilización en todas las localidades. Con diferencia entre sitios, se determinaron respuestas a todos los nutrientes evaluados, inclusive aquellos que habitualmente no son incluidos en los esquemas de fertilización como K o Zn. Esto muestra la importancia de la nutrición como herramienta para obtener altos rendimientos, y la necesidad de reconocer y diferenciar ambientes para su correcto manejo.

### **Bibliografía:**

- ☞ Ferraris, G., L. Couretot, F. Mousegne, M. López de Sabando, R. Pontoni y R. Solá. 2007 .a. Evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación de nitrógeno y su interacción con el azufre utilizando fuentes líquidas en Maíz, en el norte de Buenos Aires. En: Maíz. Experiencias en Fertilización y Protección en el cultivo de Maíz. Campaña 2007. CERBAN. Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas. pp 136-146.
- ☞ Ferraris, G., L. Couretot y J.C. Ponsa. 2007. b. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria. En: Actas Simposio de Tecnología de la Fertilización. Avances en el manejo de los fertilizantes. AACSF-FAUBA, Buenos Aires. CD-Rom. 6 pp.
- ☞ Ferraris, G., J. Elisei y L. Couretot. 2007. c. Evaluación de la interacción entre genética y respuesta a la fertilización en maíz: Una aproximación técnica y económica para la toma de decisiones. En: simposio fertilidad 2007. Bases para el manejo de la nutrición de los cultivos y los suelos: 110-114.
- ☞ García, F. 2004. Fertilizers to sustain the production of 100 million tonnes of grain in Argentina Presented at the 6<sup>a</sup> Conference “Fertilizantes Cono Sur” organized by British Sulphur Pub. – Punta del Este, Uruguay – 21-23.November 2004.
- ☞ P. Prystupa, F.H. Gutierrez Boem, F. Salvagiotti G. Ferraris & L. Couretot. 2006. Measuring Corn Response to Fertilization in the Northern Pampas. Better Crops. Vol 90 (2):25-27.
- ☞ Salvagiotti, F., G. Ferraris, F. Gutiérrez Boem, P. Prystupa, L. Couretot y D. Dignani. 2006. Fertilización de maíz en norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe: I- Efectos del potasio. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta – Jujuy 2006. 5pp.