

Explorando deficiencias nutricionales en la región pampeana

Resultados de Soja II de los ensayos de fertilización AAPRESID-INPOFOS 1999/00

Informe preparado por Martín Ambrogio, Santiago Lorenzatti, Hernán Bizet, Hernán Don y Walter Tanducci (AAPRESID), Fernando García (INPOFOS Cono Sur) y Hugo Fontanetto (EEA INTA Rafaela)

Durante 1999, AAPRESID e INPOFOS establecieron una red de ensayos de fertilización en la región pampeana norte en un proyecto que cuenta con la colaboración de INTA y el patrocinio de las empresas Agrevo, Agroservicios Pampeanos, Hydro Agri Argentina y PASA. Los objetivos principales de estas experiencias son:

- 1) Determinar rendimientos máximos sin limitación de nutrientes
- 2) Evaluar deficiencias y respuestas potenciales de nutrientes en distintas zonas de la región pampeana en trigo, maíz, soja y girasol.

Los tratamientos establecidos pretenden cubrir deficiencias de nutrientes no usados generalmente sobre una base de aplicación de nitrógeno (N) y fósforo (P) no limitante. La evaluación se realizará durante un período de al menos tres años como para obtener conclusiones validas en distintos cultivos y poder evaluar el impacto de los tratamientos, no solo en el rendimiento de los cultivos, sino también en la fertilidad y otras propiedades de los suelos. Ya ha transcurrido el primero de estos tres años, habiendo obtenido resultados en cultivos de trigo y soja de segunda. El cultivo de maíz correspondiente al segundo año de experimentación ya se encuentra implantado en los diferentes sitios.

Debe destacarse el carácter exploratorio de este proyecto, en el que se trabaja con dosis de nutrientes elevadas, no limitantes para alcanzar máximos rendimientos potenciales. En la continuación de esta experiencia, a partir del conocimiento de los nutrientes deficientes en cada área, deberán estudiarse 1) niveles críticos de respuesta, 2) dosis económicas de respuesta y 3) momento, forma y método de aplicación.

Este reporte presenta los resultados de rendimiento del cultivo de Soja de segunda y de la combinación trigo/soja de la campaña 1999/00. El reporte en detalle de los resultados del cultivo de trigo fue publicado en la Revista de Trigo 2000 de AAPRESID, y en la revista de INPOFOS Cono Sur *Informaciones Agronómicas* No. 5 de Marzo de 2000 (pág. 6-11).

Materiales y Métodos

Los ensayos se encuentran ubicados en lotes de producción de establecimientos ubicados en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, bajo sistemas de siembra directa estabilizados. El manejo general del cultivo (control de malezas, fecha de siembra, variedad, etc.) fue similar al

manejo del lote, utilizándose maquinaria del productor en todos los casos (Tabla 1). De los nueve sitios experimentales, el ensayo de Bragado no se pudo cosechar por inundación y en el ensayo de San Justo se sembró maíz de segunda por problemas de sequía en la fecha de siembra de la soja.

Insertar tabla 1

Los seis tratamientos de fertilización se establecieron en el cultivo de trigo antecesor; por lo tanto, en el cultivo de soja de segunda se evaluó el efecto residual de la aplicación. Los tratamientos aplicados en el trigo fueron similares en los nueve sitios donde se implantaron los ensayos (Tabla 2). Los tratamientos incluyen un Testigo absoluto sin aplicación alguna de fertilizantes (Trat 1). Los otros tratamientos cubren los niveles de extracción promedio de cultivos de alta producción de soja, maíz y/o trigo. Las dosis de boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y zinc (Zn) se indican en kg de nutriente ya que se pueden encontrar fertilizantes con distintas concentraciones.

Insertar tabla 2

En la Tabla 3 se indican los resultados de los análisis de suelo previos a la siembra del cultivo de trigo. Los niveles de P asimilable (P Bray 1) fueron bajos en Bragado y Cafferata, medios en San Justo, altos en Monte Buey, Leones y San Carlos, y muy altos en Maciel, Corral de Bustos y Los Surgentes.

La disponibilidad inicial de S-sulfatos fue baja a muy baja en todos los sitios. Los niveles de Ca, Mg y K se encuentran por arriba de los considerados críticos según la literatura internacional.

Entre los micronutrientes, la disponibilidad de boro (B) fue baja a media en San Carlos, Monte Buey, Los Surgentes, San Justo, Bragado, Cafferata y Leones; y media a adecuada en Corral de Bustos y Maciel. La disponibilidad de zinc (Zn) se considera baja a media para Maciel, Leones, San Carlos y Monte Buey; media para San Justo, Corral de Bustos, Los Surgentes y Cafferata; y adecuada para Bragado. Los niveles de cobre (Cu) se consideran medios en San Justo, Maciel y Bragado, y adecuada para los otros sitios. La disponibilidad de hierro (Fe) y manganeso (Mn) se ubica por arriba de los niveles críticos mencionados por la literatura. Los niveles de pH fueron intermedios a bajos en casi todos los sitios excepto en Maciel

Insertar tabla 3

Resultados

La fertilización del cultivo de trigo antecesor no afectó los rendimientos de la soja de segunda. El análisis de varianza, utilizando como repeticiones los promedios de cada uno de los siete ensayos en los cuales se sembró soja, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de fertilización (Tabla 4).

Las precipitaciones durante el crecimiento del cultivo fueron menores a las normales para el área (Tabla 5). Los rendimientos de los tratamientos NPS se relacionaron significativamente con las precipitaciones entre Diciembre y Marzo (Fig. 1). La disponibilidad de agua en el suelo a la siembra fue baja, y en los sitios en los que se pudo evaluar la disponibilidad en cada tratamiento, se observó que los tratamientos fertilizados presentaban entre 20 y 30 mm menos de agua almacenada que el tratamiento Testigo debido al mayor consumo de agua del trigo. La baja disponibilidad hídrica pudo haber limitado la respuesta a la fertilización residual.

Los rendimientos promedio tendieron a ser menores (aproximadamente 250-300 kg/ha) en el Tratamiento NP con respecto a los otros 5 tratamientos (incluido el Testigo). Esta tendencia fue mas marcada en los ensayos de Noetinger y Los Surgentes, y no se observó en los ensayos de Maciel y San Carlos. El menor rendimiento de los tratamientos NP podría explicarse a partir del alto consumo de S en el trigo antecesor que generó una deficiencia de S en el cultivo de soja de segunda. La aplicación de S mejoró los rendimientos del tratamiento NP en todos los casos excepto en Monte Buey y San Carlos (comparación tratamientos NPS vs. NP).

Sin embargo, lo que interesa es el análisis conjunto del doble cultivo (trigo/soja 2^a), para lo cual se sumó la producción de cada cultivo multiplicada por su precio (ingreso bruto). Esta transformación permite sumar unidades semejantes (\$/ha), cosa que no se puede hacer con los kilos de grano producido, ya que no es lógico sumar kilos de trigo con kilos de soja. Se aclara, que no se han análisis de margen bruto ya que las dosis de fertilizantes utilizadas no son aplicables a nivel productivo, dado el objetivo del ensayo.

Analizando el ingreso bruto se aprecia una diferencia positiva entre los tratamientos fertilizados y el testigo. Las diferencias respecto al testigo son: 11.6%, 16.1%, 18.3%, 19.9%, y 21.5%, para los tratamientos NP, NPS, NPSKCl, NPSKMg, y NPSMgK+micronutrientes, respectivamente. Se aclara que para trigo se tomó un precio de referencia de 109 \$/tn; en tanto que para soja fue de 179 \$/tn.

Conclusiones

1. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización en los rendimientos promedio de los siete sitios evaluados para el cultivo de soja de segunda.
2. Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo de soja (Diciembre-Marzo) se relacionaron con los rendimientos alcanzados.
3. La baja disponibilidad hídrica (almacenada a la siembra + precipitaciones) afectó los rendimientos y la respuesta a la fertilización.
4. Los rendimientos del tratamiento NP tendieron a ser menores que los del Testigo y el tratamiento NPS. Esto podría deberse al elevado consumo de S del trigo antecesor.

5. La fertilización en general, y cada tratamiento en particular, mejoraron el ingreso bruto del doble cultivo trigo/soja respecto a al tratamiento anterior, para la condición de precios analizada.

Agradecimientos

- A todos los productores y personal de los establecimientos que implantaron los ensayos y participan en este proyecto.
- A las empresas que con su apoyo hacen posible este trabajo.

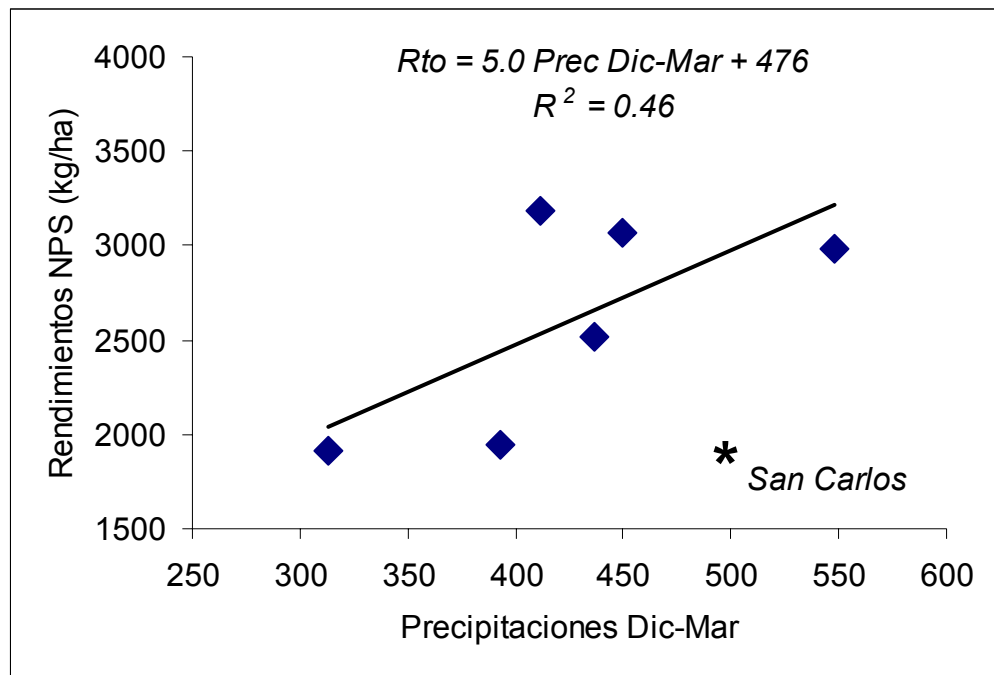


Fig. 1. Relación entre los rendimientos promedio de soja de segunda del tratamiento NPS para cada ensayo y las precipitaciones ocurridas entre Diciembre y Marzo. El símbolo * indica el ensayo de San Carlos que no fue incluido en la ecuación de regresión.

Tabla 1. Información de manejo y de sitio.

Localidad	Cafferata	Maciel	San Carlos	San Justo	Leones	Corral de Bustos	Los Surgentes	Monte Buey
Provincia	Santa Fe	Santa Fe	Santa Fe	Santa Fe	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Córdoba
Productor	Ambrogio	Berra	Colussi	Fabbro	Fogante	Ghio	Pellizón	Romagnoli
Años SD	5	3	3	7	11	5	2	12
Antecesor 1998/99	Soja	Maíz	Maíz	Soja	Soja	Maíz	Soja	Soja
Fecha de siembra	15/12	22/12	12/12	30/12	6/12	9/12	7/12	17/12
Variedad	Don Mario 501	A6445	Mercedes 70	Maíz A 888 IT	DM 3800	Pioneer 9492 RR	A 6401 RR	TJ 2046
Distanciamiento (cm)	52	¿??	¿??	70	¿??	35	52	¿??

Tabla 2. Tratamientos establecidos en el cultivo de trigo en los nueve sitios experimentales.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Nombre	Testigo	NP	NPS	NPSKCl	NPSKMg	NPSKMgMicros
	Fertilizantes (kg/ha)					
FDA		150	150	150	150	150
Urea		267	226	226	267	267
Sulfato de amonio			92	92	0	0
SulPoMag				0	100	200
KCl				100	64	0
<i>B</i>						2#
<i>Zn</i>						4
<i>Cu</i>						2
<i>Mo</i>						0.02
	Nutrientes (kg/ha)					
N		150	150	150	150	150
P		30	30	30	30	30
K				50	50	36
Mg					11	22
S			22	22	22	44
<i>B</i>						2
<i>Zn</i>						4
<i>Cu</i>						2
<i>Mo</i>						0.02
Cl				46	29	

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.

Propiedad	Unidades	Profundidad	Cafferata	Maciel	San Carlos	San Justo	Leones	Corral de Bustos	Los Surgentes	Monte Buey	Bragado
		cm									
P	ppm	0-20	12.2	20.3	19.20	14.1	19.1	22	28.1	18.6	7
MO	%	0-20	3.3	2.4	2.6	2.6	2.6	3.4	3	2.8	4.2
N-NO3	ppm	0-20	26.4	12.4	13.6	31.5	18	20.70	15.5	17	17
		20-40		8.2			9	5.4	6.8	8.6	
		40-60		4.6			4.7		4	4.3	
S-SO4	ppm	0-20	5	6.5	4.5	5	6	5.3	5	5.5	6.3
		20-40					4.3	5	4.5	4.8	
		40-60					4	4.5	4.5		
PH		0-20	5.7	6.1	5.7	5.5	5.8	5.8	5.6	5.7	5.6
Ca	meq/100 g	0-20	9.8	7.1	8.2	7.4	11.5	10.8	11.3	10.9	9.0
Mg	meq/100 g	0-20	2.42	1.76	1.97	1.63	3.11	2.51	2.73	2.8	2.12
K	meq/100 g	0-20	1.61	1.18	0.97	0.95	1.86	1.86	1.81	1.9	1.4
B	ppm	0-20	0.74	1.11	0.56	0.68	0.81	1.02	0.63	0.62	0.73
Cu	ppm	0-20	2	1.9	2.2	1.7	2.4	2.2	2.6	2	1.9
Fe	ppm	0-20	93.1	85.3	96.7	102	69	81.5	86	74.5	111
Mn	ppm	0-20	118	154.0	155	160	121.6	122	117	76.8	90
Zn	ppm	0-20	1.6	1.0	1.1	1.5	1.1	1.5	1.5	1.2	2.6
Contenido de agua	%	0-20	22.4		20.3	22.10	21.1	21.1	21.8	18.9	
		20-40	24.3				21.5	21.5	23	19.5	
		40-60	23.2				20	20	21.2	17.88	

Tabla 4. Rendimientos promedio de soja de segunda para cada tratamiento en los siete sitios cosechados.

Tratamiento	Cafferata	Maciel	San Carlos	Noetinger	Corral de Bustos	Los Surgentes	Monte Buey	Promedio
	----- kg/ha -----							
Testigo	2606	2665	1810	2796	3240	2249	2286	2522
NP	2445	2694	1860	1965	3087	1583	1926	2223
NPS	3070	2988	1802	2522	3187	1948	1917	2491
NPSKMg	2747	3257	1972	2297	3260	1836	1883	2465
NPSKCI	3013	2887	2037	2007	3215	2304	1943	2487
NPSMgK micros	2930	2817	-	2301	3073	2250	2046	2569
Promedio	2802	2885	1896	2315	3177	2028	2000	2443

Tabla 5. Precipitaciones durante el periodo de crecimiento de soja de segunda.

Mes/Período	Cafferata	Maciel	San Carlos	Noetinger	Corral de Bustos	Los Surgentes	Monte Buey
	----- mm -----						
Noviembre 1999	95	22	56	36	50	41	71
Diciembre	71	99	120	194	134	114	116
Enero 2000	228	72	111	52	124	74	74
Febrero	95	268	156	125	103	167	77
Marzo	56	109	110	66	51	38	46
Abril	127	104	393	119	120	134	123
Diciembre-Marzo	450	548	497	437	412	393	313

Tabla 6. Rendimientos promedio de trigo, soja de segunda y de los dos cultivos en forma conjunta para los siete sitios evaluados en los ensayos de la campaña 1999/00. Ensayos de fertilización AAPRESID.

Tratamiento	Trigo	Soja 2 ^a	Trigo+Soja *	Trigo+Soja
	kg trigo/ha	kg soja/ha	kg trigo /ha	IB (\$/ha)
Testigo	3347	2522	7886	768
NP	4603	2223	8604	857
NPS	4529	2491	9012	892
NPSKCI	4718	2465	9154	909
NPSKMg	4805	2487	9281	922
NPSMgK micros	4793	2569	9418	933

* Rendimiento de Soja multiplicado por 1.8 para llevarlo a equivalente en kg de Trigo.

