

Fertilización de soja en el Centro Oeste de Entre Ríos

Pautasso J.M.1,3,4, Melchiori R.1,2 y Barbagelata P.1,2,4

1 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Paraná

2 Departamento Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

3 Agencia de Extensión Rural INTA Diamante

4 FCA UNER

La soja es el principal cultivo en Entre Ríos, ocupando en los últimos 15 años una superficie que osciló entre un millón y un millón trescientas mil hectáreas, lo que representa alrededor del 70 % de la superficie agrícola dedicada a este cultivo. Si bien la fertilización en el cultivo ha crecido en los últimos años, la proporción de la superficie fertilizada sigue siendo menor que en los cultivos de trigo y maíz. Este trabajo, resume información sobre el manejo de la fertilidad de los suelos y el uso de los fertilizantes en el cultivo de soja en Entre Ríos. Los ensayos fueron realizados en los departamentos Paraná, Diamante, Victoria y Nogoyá durante los últimos 7 ciclos agrícolas.

¿Cuál es el punto de partida?

Primero debemos preguntarnos ¿cuál es la fertilidad del suelo? y ¿podrá abastecer adecuadamente al cultivo con los nutrientes necesarios? Para responder esto, debemos realizar una evaluación de la fertilidad de nuestro lote, generar un buen diagnóstico y finalmente determinar la necesidad de fertilización del cultivo de soja.

El análisis de suelos es la herramienta básica que utilizamos para evaluar la fertilidad y junto a los conocimientos agronómicos podemos realizar un correcto diagnóstico, base para un manejo racional de la fertilización. El análisis de suelos “servirá” como herramienta si la muestra extraída del lote es representativa (la “garantía” para que esto suceda depende en gran parte de realizar al menos 20 “piques” por muestra) y se obtuvo de los primeros 20 cm de profundidad.

En los últimos ciclos agrícolas se hace mención a la respuesta de otros nutrientes además del fósforo (P); tales como azufre (S), potasio (K) y zinc (Zn).

Propuesta de fertilización con P

Sin considerar el nitrógeno (N), que el cultivo de soja obtiene mayoritariamente por el proceso de fijación biológica, el P es el principal nutriente que limita la productividad del cultivo en nuestra zona.

En la Tabla 1 se resumen algunas características de los ensayos que se realizaron en los últimos ciclos agrícolas para evaluar el impacto de la fertilización con P en el cultivo de soja. Todos los ensayos se diseñaron en bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones, en campos de productores, la dosis de P en los tratamientos fertilizados fue de 20 kg ha⁻¹, ubicados en superficie. En promedio el rendimiento se incrementó en un 9%.

Tabla 1. Detalle general de los ensayos para evaluar la respuesta al agregado de P.

Ensayo	Ciclo agrícola	P Bray ppm	Suelo	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			Efecto P P-valor*
				Testigo	Fertilizado	Respuesta	
1	2014/15	11,3	Argiudol ácuico	3904	3894	-10	0,97
2	2014/15	8,2	Peluderte argílico	3572	3625	53	0,87
3	2015/16	14,1	Argiudol vértico	3267	3049	-218	0,51
4	2015/16	3,8	Argiudol ácuico	3381	4405	1024	0,15
5	2015/16	7,3	Argiudol vértico	2479	2802	323	0,25
6	2017/18	9,2	Argiudol ácuico	1481	2244	764	0,02
7	2017/18	28,1	Argiudol vértico	801	1003	202	0,15
8	2018/19	14,2	Argiudol vértico	1969	2278	309	0,40
9	2020/21	7,1	Argiudol ácuico	1154	1281	127	0,76
10	2020/21	10,5	Argiudol ácuico	1982	2621	639	0,15

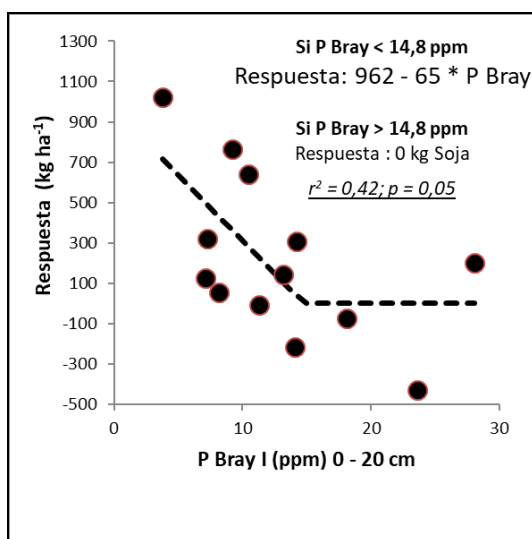
11	2020/21	23,6	Peludertes argiudólicos	3136	2707	-430	0,18
12	2020/21	13,2	Argiudol ácuico	716	858	142	0,43
13	2020/21	18,1	Argiacuol vértico	2761	2686	-75	0,74
Promedio		13,0		2354	2573	219	

*P-valor < 0,05 indica diferencias significativas debidas a la fertilización fosfatada contrastada con testigo sin fertilización.

La respuesta a la fertilización fosfatada es dependiente de la disponibilidad del P del suelo. En la Figura 1 se modeliza la respuesta al agregado de P, donde hay respuesta positiva hasta un valor de 14,8 ppm de P Bray I. Este valor es levemente inferior al informado por Gutierrez Boem y Salvagiotti (2014).

La ecuación de la Figura 1 podría usarse cada año para calcular la factibilidad económica de la fertilización en función de los precios de la soja y del fertilizante. Por ejemplo, con los precios actuales la fertilización con 100 kg de súper fosfato triple de calcio (SFT) es “amortizada” por el cultivo de soja cuando el nivel de P Bray I del suelo se encuentra entre 9,5 y 10,5 ppm, pero hay que tener en cuenta que puede haber otros criterios al fertilizar con P, como es el de mantener los niveles del mismo en nuestros lotes.

En cinco de los ensayos (los realizados en 2014/15 y 2015/16) se agregó un tratamiento con igual dosis de P, pero ubicado en línea (Figura 2). El resultado de la comparación entre ambas ubicaciones (línea o superficie) no difieren entre sí en su efecto sobre el rendimiento (el valor p del contraste entre ambas ubicaciones del fertilizante fue 0,54).



Respuesta al agregado de 20 kg de P por hectárea en función del P Bray I del suelo (0-20 cm).

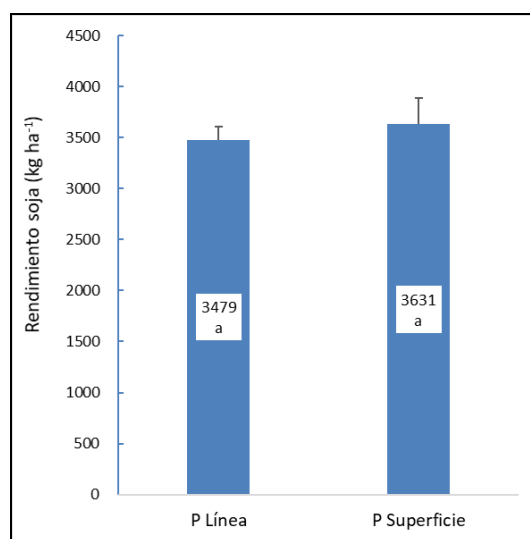


Figura 1: Figura 2: Rendimiento de soja en función de la ubicación del fertilizante (20 kg de P por hectárea).

¿Respuesta a otros nutrientes?

Azufre:

Se realizaron ensayos de fertilización con este nutriente durante más de un ciclo agrícola, tal como se detalla en la Tabla 2. De igual manera que para los ensayos de P, el diseño fue en BCA con tres repeticiones. El incremento de rendimiento por el agregado de S fue del 3% (74 kg ha⁻¹), pero en ninguno de los sitios la respuesta fue significativa.

El principal obstáculo para el manejo de este nutriente, es no contar con un indicador de suelos “confiable” para estimar su disponibilidad (Gutierrez Boem y Salvagiotti; 2014), pero en general, se puede encontrar en la bibliografía respuesta al agregado de S en suelos con bajos contenidos de materia

orgánica (Echeverría et al., 2014). Una alternativa consiste en aplicar una dosis de mantenimiento de 10 a 15 kg ha⁻¹ de S.

Además, en la Tabla 2 se detalla, a modo ilustrativo, el contenido de S del suelo, medido como sulfatos a 0-20 cm para cada ensayo.

Tabla 2. Detalle general de los ensayos para evaluar la respuesta al agregado de S.

Ensayo	Ciclo agrícola	Suelo	Suelo		Rendimiento (kg ha ⁻¹)			Efecto Fertilización S
			P Bray I ppm	S - SO ₄ ppm	Testigo	P	PS	P-valor*
1	2015	Argiudol vértico	14,1	8,3	3267	2858	3319	0,44
3	2015	Argiudol ácuico	7,3	6,6	2479	2699	2764	0,59
4	2015	Argiudol ácuico	6,3	5,5	3381	5241	4307	0,15
5	2017	Argiudol ácuico	9,2	8,8	1481	2244	2318	0,78
6	2018	Peludertes argiacuólicos	6,3	10,2	4859	4960	5155	0,76
7	2018	Argiudol vértico	14,2	9,2	1969	2278	2038	0,64
8	2020	Argiudol ácuico	7,1	7,4	1154	1281	1477	0,65
9	2020	Argiudol ácuico	10,5	7,5	1982	2621	2940	0,43
10	2020	Peludertes argiudólicos	23,6	11,4	3136	2707	3173	0,08
11	2020	Argiudol ácuico	13,2	10,2	716	858	1042	0,11
12	2020	Argiacuol vértico	18,1	9,3	2761	2686	2716	0,87
			11,8	8,6	2471	2767	2841	

*P-valor < 0,05 indica diferencias significativas debidas a la fertilización azufrada contrastada con la fosfatada.

A partir de un análisis integral de todos los resultados a través de la metodología de análisis de ensayos multiambientales (ciclos agrícolas y lugares diferentes) se pudo observar que no hay respuesta al agregado de S, pero si al agregado de P (Figura 3). El efecto significativo de "Tratamiento" se debe al "Testigo". Al contrastar los tratamientos P y PS el p-valor es de 0,47.

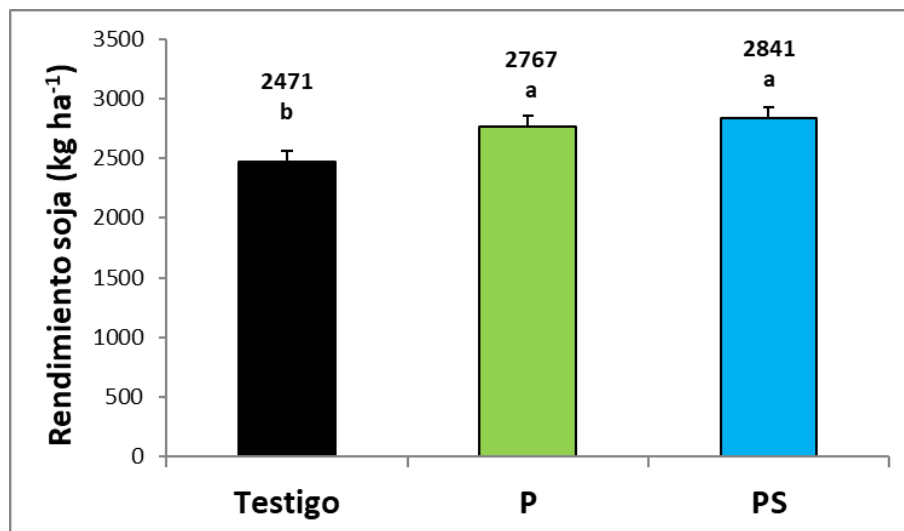


Figura 3: Rendimientos obtenidos en función de los tratamientos (Testigo: sin agregado de fertilizantes; P con el agregado de 20 kg de P ha⁻¹ y PS con el agregado de 20 kg de P ha⁻¹ más 10 kg de S ha⁻¹). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Potasio:

En general, los suelos de la región están medianamente bien provistos de este elemento. El K intercambiable es el indicador de disponibilidad del nutriente más comúnmente utilizado (desde ahora, K disponible). Últimamente se exploran áreas de deficiencia, aunque solo existen antecedentes en Uruguay, donde han determinado un umbral de K disponible para varios cultivos, de 0,34 cmol ha⁻¹, equivalentes a 133 ppm (Barbazán et al., 2015).

Durante el último ciclo agrícola se realizaron 5 ensayos de fertilización potásica (Tabla 3). Los ensayos fueron en BCA con tres repeticiones para cada tratamiento. Para el conjunto de los datos (a partir del contraste entre los tratamientos sin K frente a los que tenían K agregado) el efecto de la fertilización con este nutriente no fue significativo ($p=0,44$).

Los tratamientos testigos consistieron en parcelas fertilizadas con P (20 kg ha⁻¹) y S (10 kg ha⁻¹), mientras que las fertilizadas con K además de la fertilización del tratamiento testigo, recibieron K agregado como cloruro de potasio a razón de 100 kg ha⁻¹.

Tabla 3. Detalle general de los ensayos para evaluar respuesta al agregado de K.

Ensayo	Ciclo agrícola	Suelo	K Disponible ppm	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			Efecto Fertilización K
				Testigo	K	Respuesta Kg ha ⁻¹	P-valor*
1	2020	Argiudol ácuico	313	1477	1252	-225	0,29
2	2020	Argiudol ácuico	274	2940	2782	-158	0,65
3	2020	Peludertes argiudólicos	274	3173	2863	-310	0,30
4	2020	Argiudol ácuico	321	1042	1033	-9	0,97
5	2020	Argiacuol vértico	305	2716	2980	265	0,27
Promedio				2269	2182	-87	

*P-valor < 0,05 indica diferencias significativas debidas a la fertilización con potasio.

La falta de respuesta al agregado de K se debe, probablemente, a que los valores de K disponible son relativamente altos.

Zinc:

Este elemento se considera un micro nutriente, es decir, que las plantas lo necesitan en pequeñas cantidades. También para el Zn se usan índices de disponibilidad a partir del análisis de muestras de suelo.

Recientemente, se definieron rangos Zn-DTPA (Zn extraído con ácido dietilen triamino penta acético) con diferente probabilidad de respuesta a la fertilización para el cultivo de maíz, con valores de alrededor de 1 ppm (Sainz Rozas, 2018), pero no hay información regional de respuestas a este nutriente para el cultivo de soja.

En diversos ciclos agrícolas (Tabla 4) se realizaron 9 experimentos a campo con diseños en BCA y tres repeticiones con el agregado de Zn. Los tratamientos testigos recibieron P (20 kg ha⁻¹) y S (10 kg ha⁻¹), mientras que las fertilizadas con Zn además de la fertilización del tratamiento testigo recibieron 1 kg de Zn por hectárea a la siembra. En el análisis conjunto, el efecto del agregado de Zn no fue significativo ($p=0,93$).

Tabla 4. Detalle general de los ensayos

Ensayo	Ciclos agrícola	Suelo	Zn ppm	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Respuesta kg ha ⁻¹	Efecto Fertilización Zn
				Testigo	Zn		P-valor*

1	2017	Argiudol ácuico	0,9	2318	2024	-294	0,32
2	2017	Argiudol vértico	0,4	774	874	100	0,25
3	2018	Peludertes argiacuólicos	0,4	5155	4883	-272	0,73
4	2018	Argiudol vértico	0,4	2038	1837	-202	0,45
5	2020	Argiudol ácuico	0,7	1252	1504	252	0,57
6	2020	Argiudol ácuico	1,1	2782	3079	297	0,06
7	2020	Peludertes argiudólicos	0,5	2863	2968	105	0,66
8	2020	Argiudol ácuico	0,8	1033	1023	-10	0,80
9	2020	Argiacuol vértico	0,5	2980	3082	102	0,57

0,6 2355 2364 9

*P-valor < 0,05 indica diferencias significativas debidas a la fertilización con zinc.

Consideraciones finales

En el área de influencia del INTA EEA Paraná, el cultivo de soja presenta respuestas al agregado de P cuando el nivel de P Bray I del suelo tiene niveles inferiores a 14,8 ppm.

La respuesta a S es relativamente baja y no se posee un método de diagnóstico confiable.

Con respecto al K, en los sitios estudiados no se encontró respuesta positiva al agregado de este nutriente. Los niveles de K disponible de los sitios evaluados son los esperables para la región.

A pesar de haber realizado los ensayos de respuesta a Zn en suelos con baja disponibilidad de este nutriente, la soja no registró un efecto positivo al agregado del mismo.

Agradecimientos

A los productores que generosamente colaboran con sus campos y su tiempo para realizar estos ensayos: Andrés Rattero, Alfredo y Francisco Gutiérrez, Mauricio y Andrés Olivero, Oscar Larracochea, Germán Bierig, Abel Lauck y Elbio Fischer. Y a las empresas que apoyan el trabajo de la AER Diamante.

Los ensayos se realizaron con recursos INTA (Proyecto Estructural Desarrollo y aplicación de tecnologías de mecanización, precisión y digitalización de la Agricultura) y extra INTA (Fundación ArgenInta).

Para seguir leyendo...

BARBAZÁN M., CONTI M. y F. GARCÍA 2015. Potasio . En Echeverría H. y F. García (Eds). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Capítulo 9. Ediciones INTA. Bs. As. Argentina. p. 265-285.

ECHEVERRÍA H., REUSSI CALVO N. y A. PAGANI 2014. Azufre.. En: H. Echeverría y F. García (Eds). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina. pp. 287-315

GUTÉRREZ BOEM F. y F. SALVAGIOTTI 2014. Soja. En: H. Echeverría y F. García (Eds). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina. pp. 479-508.

SAINZ ROZAS H. 2018. El zinc: un micronutriente limitante para el maíz. <https://inta.gob.ar/documentos/el-zinc-un-micronutriente-limitante-para-el-maiz> [Verificación: mes y año]

Para más información:

Pautasso, Juan Manuel

Tel. +541167946392

Correo: pautasso.juan@inta.gob.ar