

## FERTILIZACION CÁLCICA EN SOJA EN LA ZONA CENTRAL DE SANTA FE

H. FONTANETTO<sup>1</sup>; S. GAMBAUDO<sup>1</sup>; O. KELLER<sup>1</sup>; J. ALBRECHT<sup>2</sup>;  
E. WEDER<sup>3</sup>; M. SILLÓN<sup>4</sup>; G. GIANINETTO<sup>3</sup>; G. MEROI<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> INTA EEA Rafaela; <sup>2</sup> AFA Centro Primario María Juana ;  
<sup>3</sup> Centro Primario AFA Humboldt y <sup>4</sup>FCA-UNL  
INTA Rafaela. Ruta 34, km 227. Rafaela (Santa Fe).  
03492-440121. [hfontanetto@rafaela.inta.gov.ar](mailto:hfontanetto@rafaela.inta.gov.ar)

### Introducción

Los suelos aptos para la agricultura de la región central de la provincia de Santa Fe presentaban en su origen una alta fertilidad química, la que se fue degradando debido al uso y a las secuencias de cultivos poco conservacionistas que se utilizaron. De la misma manera, tampoco fueron tenidas en cuenta las tasas de extracción y de reposición de nutrientes de los principales cultivos implantados (Fontanetto y Gambaudo, 1996; Fontanetto y Bianchini, 2006).

Este manejo no apropiado fue afectando progresivamente la productividad de los suelos debido a la alta demanda de nutrientes de las secuencias predominantes en las explotaciones de la región: el doble cultivo trigo/soja y el monocultivo de soja. Por lo expuesto, se produjeron deficiencias de materia orgánica (MO), de nitrógeno (N), de fósforo (P), de azufre (S) y de algunos micronutrientes en los suelos, encontrándose respuesta al agregado de los mismos en soja (Fontanetto y Keller, 2006 a y b ; Fontanetto et al., 2006 ; Gambaudo y Fontanetto, 1996 ; Vivas et al., 2002).

En la zona central de la provincia de Santa Fe los niveles de calcio (Ca) en el suelo han disminuído notablemente respecto a los valores originales, mostrando que el mencionado catión muestra actualmente niveles inferiores a 75 % de la capacidad de intercambio catiónico total (CIC), los que son considerados limitantes para la producción de cultivos agrícolas y pasturas (Fontanetto et al., 2010; Gambaudo y Fontanetto, 1996 ; Gambaudo, 2007).

Por lo mencionado, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la fertilización con Ca sobre la producción de soja con suficiencia de P y de S en dos localidades de la región central de Santa Fe.

### Materiales y Métodos

Las experiencias se condujeron en las localidades de Humboldt (sitio 1), sobre un suelo serie Esperanza y San Carlos (sitio 2) sobre uno de la serie San Carlos.

La variedad de soja utilizada fue A 6411 sembrada el 28/10/2010 en el sitio 1 y el 03/11/2010 en el 2, a una distancia de 0,52 m entre líneas.

El producto utilizado como fuente de calcio fue una calcita micronizada y aperdigonada (contenido de Ca: 25 %). Los tratamientos evaluados fueron: 0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg/ha de Ca y se agregaron además, 30 kg/ha de P (150 kg/ha de superfosfato triple de calcio: 20 % de P) y 18 kg/ha de S (100 kg/ha de yeso agrícola: 18 % de S-SO<sub>4</sub>) con el propósito de lograr suficiencia en las necesidades de P y de S. Todos los nutrientes se aplicaron en bandas (al costado y por debajo de la línea de siembra) al momento de la implantación del cultivo.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y las unidades experimentales fueron de 8 surcos de ancho por 12 m de largo. Se determinó el número de nódulos en raíces primarias y secundarias en el estadio R5 de la soja, sobre 10 plantas/parcela en todas las unidades experimentales. La cosecha se realizó con cosechadora de parcelas sobre una superficie de 15,60 m<sup>2</sup>. Los rendimientos de grano y sus componentes fueron analizados mediante el análisis de la variancia (SAS, 1989) y las diferencias entre medias de los factores en estudio mediante el Test de Duncan (P< 0,05).

## Resultados y Conclusiones

Las características químicas de los suelos de los lotes fueron las que se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Parámetros químicos evaluados del suelo (0-20 cm) en los dos sitios y previos a la siembra de la soja. Campaña agrícola 2010-2011.

SITIO	MO	Nt	pH	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P Bray I	S-SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	CIC
	(%)			----- ppm -----							
1- Humboldt	2,34	0,122	5,9	12,5	12,4	7,7	422	188	998	22	1.711
2- San Carlos	2,31	0,124	5,8	11,3	11,1	8,2	403	166	896	31	1.702

Ambos sitios mostraron valores bajos de MO, de P extractable, de Nt, de S-SO<sub>4</sub><sup>-</sup> y de Ca y promedios para la región de pH, K, Mg y Na. En relación al Ca, se utilizó como referencia que para un desarrollo normal de las plantas de soja, es necesario alcanzar un valor de este catión de por lo menos 75 % de las bases de intercambio (Mc Lean, 1977). En el sitio 1 y 2 los porcentajes de saturación para el Ca fueron 58,3 y 52,6 %, respectivamente, corroborando una deficiencia de Ca para esa zona de Santa Fe.

Las lluvias registradas fueron adecuadas y similares a los promedios históricos para la región durante todo el período de crecimiento de la soja en los dos ambientes bajo estudio.

Los rendimientos de granos de la soja para los diferentes niveles de Ca se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Rendimientos promedio de la soja para cada tratamiento y los incrementos respecto al testigo (sin Ca) para los dos sitios ensayados. Campaña 2010-2011.

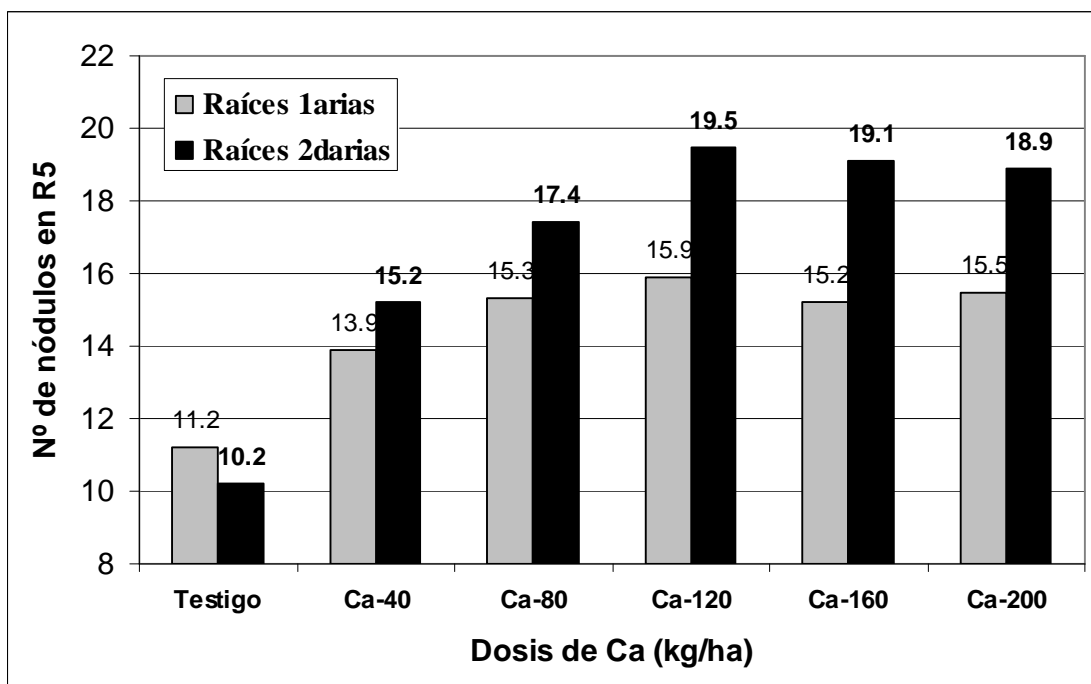
Tratamientos	SITIOS ENSAYADOS						
	1- Humboldt			2- San Carlos			
	Dosis de Ca (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Incrementos (kg/ha)	*	Rendimiento (kg/ha)	Incrementos (kg/ha)	*
<b>0</b>	3.995	-		a	4.187	-	a
<b>40</b>	4.112	117		a	4.362	175	a
<b>80</b>	4.345	350		b	4.674	487	b
<b>120</b>	4.690	695		c	4.896	709	c
<b>160</b>	4.701	706		c	4.884	697	c
<b>200</b>	4.698	703		c	4.901	714	c

Medias de rendimiento con distintas letras difieren entre sí (Duncan P < 0,05).

Los rendimientos promedio de la soja para el ambiente 1 fueron de 4.424 kg/ha (C.V: 8,8 %) y para el 2 de 4.682 kg/ha (C.V: 11,1 %) y en ambos lugares hubo respuesta al agregado de Ca, de 117 a 703 kg/ha y de 175 a 714 para los ambientes 1 y 2, respectivamente. Para ambos sitios la dosis menor no difirió del testigo y sí fueron diferentes las restantes (80, 120, 160 y 200 kg/ha), mientras que las tres dosis más altas de Ca fueron similares entre sí para ambos ambientes. Los aumentos en la producción de la soja se pueden atribuir a la rápida provisión de Ca soluble que los fertilizantes provocaron en la solución del suelo y a la mayor oferta natural del complejo de intercambio.

Los resultados demostraron que los niveles de Ca en el complejo de intercambio del suelo de los dos sitios estudiados no fueron adecuados para optimizar los rendimientos de la soja.

En la Figura 1 se detalla la evaluación del número de nódulos promedio para ambos sitios (ya que el comportamiento fue muy similar) y evaluados en raíces primarias y secundarias con los tratamientos ensayados.



**Figura 1.** Número de nódulos promedio de los dos sitios (Humboldt y San Carlos) en raíces primarias y secundarias de la soja. Campaña 2010-2011.

Se verificó un efecto positivo de las dosis de Ca sobre el número de nódulos de la soja, tanto en raíces primarias como en las secundarias. Asimismo, como el Ca aumentó la nodulación pudo haber provocado una mayor absorción de N por el mecanismo de fijación biológica de nitrógeno (FBN) y además una mayor absorción de otros aniones tales como fosfatos y sulfatos (Foote and Hanson, 1964).

Los componentes del rendimiento de la soja para los tratamientos ensayados en las dos localidades bajo estudio se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Componentes del rendimiento de la soja para cada tratamiento para los dos sitios. Campaña 2010-2011.

Dosis de Ca (kg/ha)	SITIOS ENSAYADOS			
	1- San Jerónimo Norte		2- San Carlos	
	Peso 1000 granos (g)	N° Granos/m <sup>2</sup>	Peso 1000 granos (g)	N° Granos/m <sup>2</sup>
0	161,2 a	2.445 a	155,8 a	2.554 a
40	163,4 a	2.556 ab	156,4 a	2.655 ab
80	165,2 a	2.622 b	157,3 a	2.790 b
120	165,3 a	2.609 b	155,1 a	2.802 b
160	165,1 a	2.611 b	156,2 a	2.778b
200	166,1 b	2.708 b	156,5 a	2.798 b

\* Medias de rendimiento con distintas letras difieren entre sí (Duncan P < 0,05).

La fertilización con Ca afectó positivamente al componente número de granos/m<sup>2</sup> y no tuvo efecto sobre el peso de 1.000 granos. Para ambos sitios las diferencias debidas al Ca se dieron a partir de la dosis de 80 kg/ha (Cuadro 2).

En condiciones de adecuadas precipitaciones y con suficiencia de P y S en el suelo se lograron incrementos significativos en la producción de soja, en el número de granos/m<sup>2</sup> y en la nodulación de las raíces primarias y secundarias con el agregado de niveles crecientes de Ca.

Se demostró que en los suelos de las dos localidades de la región central de Santa Fe, el Ca es un nuevo nutrimento a incorporar en un programa de fertilización balanceada y que su contenido en el complejo de intercambio de los suelos estudiados no fue suficiente para satisfacer las necesidades de la soja.

Las respuestas determinadas indicarían que las dosis mínimas de Ca a aplicar son de aproximadamente 100 kg/ha de Ca.

## **Bibliografía**

- Fontanetto, H. y Gambaudo, S. 1996. Necesidades de nutrientes para diferentes cultivos. *Nuestro Agro*. Año 3 (35): 8.
- Fontanetto, H. y O. Keller. 2006a. Manejo de la fertilización en maíz. Experiencias en la Región Pampeana Argentina. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de verano. Campaña 2006. Publicación Miscelánea N° 106: 85-109.
- Fontanetto, H. y O. Keller. 2006b. Consideraciones sobre el manejo de la fertilización de la soja. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de verano. Campaña 2006. Publicación Miscelánea N° 106: 45-79.
- Fontanetto, H ; O. Keller ; C. Negro ; L. Belotti y D. Giailevra. 2006. Inoculación y Fertilización con cobalto y molibdeno sobre la nodulación y la producción de soja. 3° Congreso de Soja del MERCOSUR. Mesas Científico-Técnicas/Resúmenes Expandidos: 553-556.
- Fontanetto, H. y A. Bianchini. 2006. El balance de nutrientes en sistemas agrícolas. *AGRICULTORES*. Diciembre 2005-Enero 2006, N° 71: 13-16.
- Fontanetto, H ; Gambaudo, S. ; Sosa, N. ; Albrecht, J. ; Boschetto, H. y Meroi, G. 2010. Fertilización cálcica en maíz en la región central de Santa Fe. Actas Congreso Argentino de Maíz. Organizado por AIANBA. Rosario 17-19 de noviembre 2010.
- Foot, B. D., and J. B. Hanson. 1964. Ion uptake by soybean root tissue depleted of calcium by ethylenediaminetetraacetic acid. *Plant Physiol.* 39: 450-460.
- Gambaudo, S. y Fontanetto, H. 1996. Respuesta del cultivo de soja al encalado. *Gaceta Agronómica XVI* (89):26-31.
- Gambaudo, S. y Fontanetto, H. 1996. Respuesta del cultivo de soja al encalado. INTA EEA Rafaela. Area de Investigación Agronomía. Información Técnica N° 196. 4p.
- Gambaudo, S. 2007. Identificación de zonas para encalado y criterios a tener en cuenta para el cálculo de la dosis variable. 7mo Curso Internacional de Agricultura de Precisión. Ediciones INTA, EEA Manfredi, pp: 82-87.
- Mc Lean, E. O. 1977. Contrasting Concepts in Soil Test Interpretation: Sufficiency Levels of Available Nutrients Versus Basic Cation Saturation Ratios. In. *Soil Testing:*

- Correlating and Interpreting the Analytical Results. Eds. Peck, T. R.; J. T. Cope and D. A. Whitney. ASA Special Publication Number 29. Madison, Wisconsin.
- SAS, Institute Inc. 1989. SAS/STAT<sup>®</sup> Users Guide, Version 6, 4<sup>th</sup> Edition, Volume 1, Cary, NC: SAS Institute Inc. 943 pp.
- Vivas, H. S. 1996. Corrección del fósforo edáfico en una rotación agrícola del centro-este de la provincia de Santa Fe. II. Residualidad del fósforo en la producción de soja. Campaña 1995/96. INTA EEA Rafaela. Publicación miscelánea N°80.
- Vivas, H. S. y O. Quaino. 2000. Fertilización y Refertilización fosfatada de alfalfa en un suelo del centro este de Santa Fe, con y sin enmienda cálcica. Jornada de Actualización Técnica para Profesionales. "Fertilidad 2000". INPOFOS Cono Sur. Bolsa de Comercio de Rosario.
- Vivas, H. S.; H. Fontanetto; R. Albrecht; J. L. Hotián y M. Vega. 2002. Fósforo y Azufre en la secuencia trigo-soja-soja 1° en la región central de Santa Fe. INTA EEA Rafaela. Anuario 2002. pp 138-142.