

## Fertilización en el cultivo de la soja: nitrógeno foliar, fósforo y azufre

Robledo, Gonzalo E.\*; G. Agustín Sanzano\*; Hugo Rojas Quinteros\*; Mario R. Devani\*\* y Franco Scalora\*\*

\*Sección Suelos y Nutrición Vegetal; \*\* Sección Granos. EEAOC. E-mail: gerobledo@eeaoc.org.ar

### Introducción

En la provincia de Tucumán, la superficie destinada a la producción de granos durante la campaña 2020/2021 fue de 265.900 ha aproximadamente, de las cuales el 64% fue ocupada por el cultivo de soja (Fandos *et al.*, 2021). Este bajo porcentaje de rotación con gramíneas durante los últimos años ha provocado la degradación física, química y biológica de los suelos de nuestra región productora de granos (Dantur *et al.*, 1989; Sánchez *et al.*, 1998). La degradación química se traduce en importantes pérdidas de materia orgánica (MO) que constituye la fuente nutricional nativa del suelo. Este problema se agrava por la aparición de nuevas variedades con mayor potencial de rendimiento y la baja reposición de nutrientes. Dicha situación no solo afecta los rendimientos del cultivo de soja, sino también la calidad industrial de los granos. En estos últimos años es común la detección de problemas vinculados con la calidad, destacándose entre ellos la disminución del contenido proteico en el grano de soja (Pierre, 2006; Cuniberti, 2006).

Con el objetivo de evaluar el impacto de la fertilización sobre el rendimiento y la calidad del grano

en el cultivo de soja, la sección Suelos y Nutrición Vegetal de la EEAOC llevó a cabo durante la última campaña ensayos con distintas estrategias de fertilización: aplicación de nitrógeno foliar en estado reproductivo, aplicación de fósforo y azufre a la siembra, y aplicación de fósforo de base.

### Materiales y Métodos

Durante la campaña 2020/2021, en la subestación Monte Redondo se realizaron tres ensayos de fertilización en el cultivo de soja.

En el primero se evaluaron cuatro tratamientos: un testigo absoluto (TA) sin fertilizar, un tratamiento con P de base solamente (45 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y dos tratamientos con P de base más dos aplicaciones foliares de urea en concentraciones distintas, 20% y 30%, respecto al volumen de aplicación utilizado, que fue de 150 l/ha, agregando así 14 y 21 kg/ha de N en las respectivas concentraciones aplicadas. El fósforo fue aplicado durante la siembra, mientras que la aplicación foliar de N se hizo entre comienzo de floración y plena floración del cultivo (R1-R2, según escala Fehr y Caviness, 1977).

En el segundo ensayo se evaluaron cinco tratamientos: un testigo absoluto, un tratamiento con P de base (45 kg/ha de P2O5) y tres tratamientos también con P de base, pero con tres dosis crecientes de S (20, 40 y 60 kg/ha de S). En este caso todos los tratamientos fertilizados fueron aplicados a la siembra.

En el tercer ensayo, se evaluaron tres tratamientos: un testigo absoluto y dos dosis de P aplicadas durante la siembra (45 y 70 kg/ha de P2O5). En este caso se realizó un muestreo de suelos hasta 20 cm de profundidad durante la siembra y luego de la cosecha para conocer la variación en el contenido de P Bray I luego de la extracción por parte del cultivo en dicho período.

Las fuentes utilizadas en todos los ensayos fueron: superfosfato triple de Ca (0-46-0, 12-14% Ca) como fuente fosfatada, urea (46-0-0) como fuente nitrogenada y CaSO4 (20% S) como fuente azufrada.

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El análisis de la varianza de las medias de cada tratamiento fue realizado mediante Test LSD Fisher, con una probabilidad de error del 95% ( $P > 0,05$ ). Cada parcela estuvo constituida por seis líneas sembradas a 52 cm, con un largo de 10 m, sumando así una superficie por parcela de aproximadamente 31 m<sup>2</sup>. La variedad de soja utilizada en el primer ensayo fue CZ 6505 RG y en los restantes se sembró DM 60i62 IPRO. Durante la madurez del cultivo se cosecharon plantas enteras de tres líneas centrales de cada parcela, en una longitud de 5 m. Estas se trillaron en máquinas fijas para obtener peso de granos y finalmente estimar kg/ha corregidos por humedad. Se extrajeron las muestras de cada parcela para

realizar el molido de los granos y mediante el método de Kjeldahl se determinó % de N total, a partir del cual se obtuvo el contenido de proteínas de los granos (%) en laboratorio. Durante la instalación de los ensayos se realizó un muestreo de suelos para conocer las características edáficas del lugar. La Tabla 2 muestra el resultado de los análisis.

## Resultados

Como se observa en la Figura 1, en el ensayo de fertilización foliar con N, los rendimientos de los tratamientos fertilizados se diferenciaron de manera significativa con el TA sin fertilizar, no así la calidad de los granos (% de proteína). Sin embargo, entre los mismos no se observaron diferencias significativas, por lo que se manifiesta solo respuesta del cultivo al agregado de P a la siembra. Esto ocurrió posiblemente debido a los bajos valores de P disponible en el suelo en el momento de la siembra, estando por debajo de los umbrales críticos para este cultivo. Con valores de P disponible inferiores a 8 ppm en los suelos de nuestra región sojera, es alta la probabilidad de respuesta a la fertilización fosfatada (Hernández *et al.*, 2001).

En la Figura 2 se observan los resultados de rendimiento y calidad de grano en el ensayo de fertilización fosfatada y azufrada durante la siembra. En este caso no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, tanto en rendimiento como en calidad de grano. Posiblemente el cultivo no respondió al agregado de S ya que los valores de azufre disponible en el suelo a la siembra fueron elevados. En general, las situaciones comunes en las que se encuentran deficiencias de S son: 1) suelos arenosos de bajo contenido de materia orgánica; 2) sistemas de cultivo intensivo, suelos degradados; 3) uso de

**Tabla 1.** Tratamientos de fertilización ensayados en la campaña de evaluación 2020/2021, en Monte Redondo, Tucumán.

N Foliar (R1-R2)	P y S (Siembra)	P (Siembra)
T1: Testigo absoluto (TA)	T1: Testigo absoluto (TA)	T1: Testigo absoluto (TA)
T2: P45 (45 kg/ha de P2O5)	T2: P45 (45 kg/ha de P2O5)	T2: P45 (45 kg/ha de P2O5)
T3: P45 (45 kg/ha P2O5) + Urea foliar 20%	T3: P45 + S20 (20 kg/ha de S)	T3: P70 (70 kg/ha de P2O5)
T4: P45 (45 kg/ha de P2O5) + Urea foliar 30%	T4: P45 + S40 (40 kg/ha de S)	
	T5: P45 + S60 (60 kg/ha de S)	

**Tabla 2.** Características edáficas de los sitios de ensayo durante la última campaña en Monte Redondo, Tucumán.

Ensayos	Prof. (cm)	pH	Sales (DS/m)	Textura	M.O. (%)	P Bray I (ppm)	Sulfatos (ppm)
N Foliar (Lote 8)	0-30	6,2	0,3	Franco limoso	1,7	6	-
P y S a la siembra (Lote 4)	0-30	6,3	0,3	Franco limoso	1,5	10	40,6

fertilizantes con menor contenido de S; y 4) exceso de precipitaciones o riego (Tisdale *et al.*, 1993).

Como muestra la Figura 3, en el ensayo de fertilización fosfatada durante la siembra, los rendimientos del cultivo de soja de ambos tratamientos fertilizados con distintas dosis se diferencian significativamente

del testigo absoluto sin fertilizar, pero sin diferencias entre ambas dosis. En este caso se puede decir que la mejor dosis desde el punto de vista económico es la más baja (T2: P45). Sin embargo, como se observa en la Figura 4, el único tratamiento que permitió un aumento en los contenidos de P Bray I en el suelo fue la dosis más alta (T3: P70).

### Ensayo N Foliar en soja Monte Redondo 2021

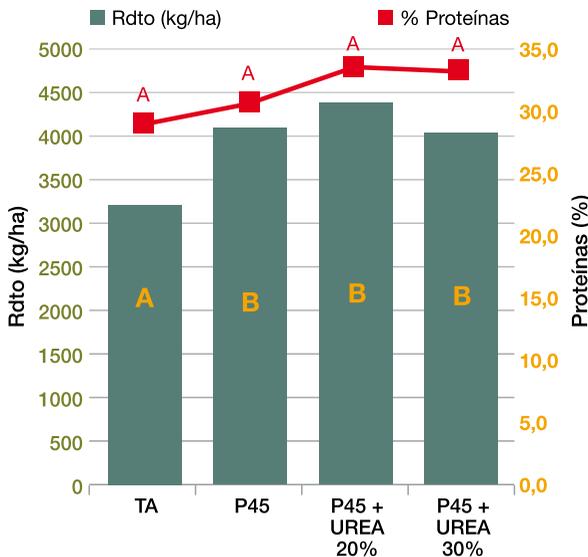


Figura 1. Respuesta del cultivo de soja a la aplicación de N foliar en estado reproductivo del cultivo. Campaña 2020/2021. Monte Redondo, Tucumán.

### Fertilización con P Monte Redondo 2021

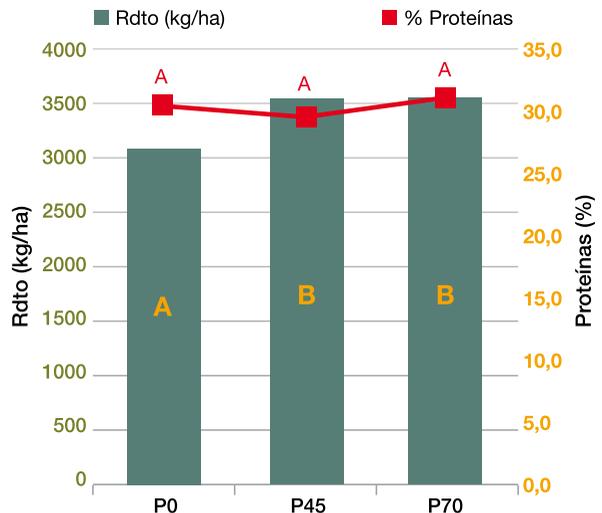


Figura 3. Respuesta del cultivo de soja a la fertilización con durante la siembra. Campaña 2020/2021. Monte Redondo, Tucumán.

### Fertilización con P y S en soja Monte Redondo 2021

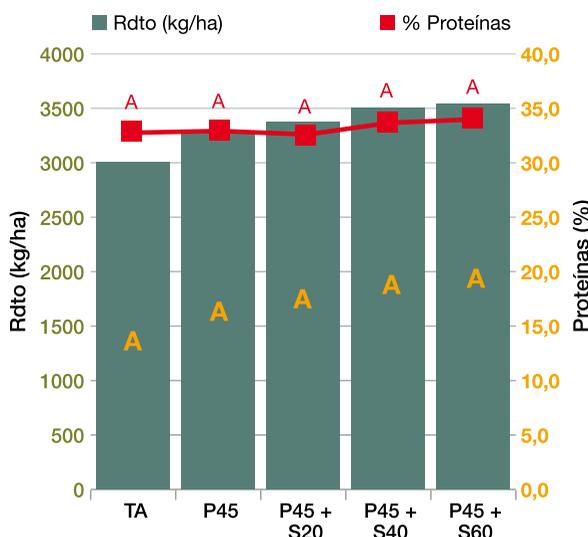


Figura 2. Respuesta del cultivo de soja a la fertilización con P y S durante la siembra. Campaña 2020/2021. Monte Redondo, Tucumán.

### P BRAY I (ppm) Monte Redondo 2021

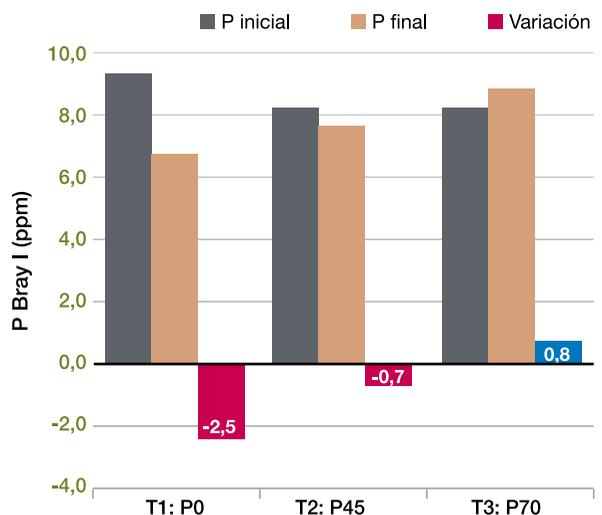


Figura 4. Variación de P disponible en suelo entre la siembra y la cosecha de soja. Campaña 2020/2021. Monte Redondo, Tucumán.

## Conclusiones

**E**l cultivo de la soja no respondió al agregado de nitrógeno foliar en estado reproductivo en cuanto a rendimiento y calidad. Se observó una respuesta al agregado de P de base solo por parte del rendimiento del cultivo.

La leguminosa no respondió a la aplicación de P y S en el ensayo correspondiente, debido posiblemente a que los valores de suelo determinados en laboratorio fueron superiores a los valores críticos para este cultivo. Se hace necesario calibrar el valor crítico de S para nuestra zona.

Con respecto a la fertilización fosfatada a la siembra,

el rendimiento del cultivo respondió a ambas dosis evaluadas. Sin embargo, la dosis más alta fue la única que incrementó los valores de P disponible en el suelo luego de la cosecha.

Con respecto a la calidad de grano en el cultivo, en los tres ensayos evaluados se observaron contenidos de proteínas muy bajos.

Los resultados demuestran la importancia de profundizar los estudios y seguir evaluando durante las próximas campañas fertilizaciones combinadas con fósforo y azufre; y también la fertilización foliar con urea a distintas concentraciones en estado reproductivo del cultivo, con el fin de incrementar rendimiento y calidad del grano.

## Bibliografía citada

**Cuniberti, M. 2006.** Influencia ambiental sobre el contenido proteico de la soja. Taller de calidad. ACSoja, 27 de septiembre de 2006.

**Dantur, N. C.; C. F. Hernández; M. R. Casanova; V. Bustos y L. Guzmán. 1989.** Evolución de las propiedades de los suelos de la Región Chaco-Pampeana de Tucumán bajo diferentes alternativas de producción. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 66 (1): 33-66.

**Fandos C.; P. Scandaliaris; J. Carreras Baldrés; F. Soria; M. Devani; D. Gamboa; F. Ledesma y C. Espeche. 2021.** Relevamiento de la superficie cultivada con soja, maíz y poroto en la campaña 2020-

2021 en Tucumán y comparación con campañas presedentes. Reporte Agroindustrial 213.

**Fehr, W. R. and C. E. Caviness. 1977.** Stages of soybean development. Special Report 80. Cooperative Extension Service. Agriculture and Home Economics Exp. Stn Iowa State University, Ames, Iowa. 11: 929-931.

**Hernández, C.; M. Morandini y R. Figueroa. 2001.** Calibración del método Bray 1 para soja en la provincia de Tucumán, Argentina. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 78 (1-2): 25-29.

**Pierre, G. 2006.** La proteína y la situación de la industria. Cámara de

la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA). Taller de calidad. ACSoja. 27 de septiembre de 2006.

**Sánchez, H. A.; J. R. García; M. R. Cáceres y R. D. Corbella. 1998.** Labranzas en la Región Chacopampeana Subhúmeda de Tucumán. En: Panigatti, J. L.; H. Marelli; C. Buzchiazzo y R. Gil (eds.), Siembra Directa. INTA. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, R. Argentina, pp. 245-256.

**Tisdale S.; W. Nelson; J. Beaton and J. Havlin. 1993.** Soil fertility and fertilizers. 5ª. Edición. Mac Millan Pub. Co. New York, EEUU.