

cebada. Montevideo. Uruguay.

Guido, R. y A. Leudikow. 1989. Alternativas técnicas para la producción de trigo. Relevamiento.. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. Oudri, N, y col, 1976. Guía para fertilización de cultivos, CIAAB, D.S.P, M.A.P.

Hoffman, E.; O. Ernst y C. Perdomo. 1999. Ajuste de la Fertilización Nitrogenada en Trigo en función de indicadores objetivos y su efecto en rendimiento y calidad de grano. In: Resúmenes de la Primer Jornada sobre Rendimiento y Calidad de Trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. pp 19-27.

Hoffman, E.; C. Perdomo y O. Ernst. 1997. Fertilización nitrogenada en cultivos de invierno. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 10. 33-36p.

Hoffman, E.; O. Ernst; D. Brassetti; G. Siri y A. Espasandín. 1992. Modificación por manejo de la curva de crecimiento, su influencia sobre rendimiento, componentes y calidad industrial de cebada cervecera. In: IIIª Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Minas, junio de 1993. Mesa Nacional de la Cebada. p 124-133.

Hoffman, E. y O. Ernst. 1996. Refertilización en cebada cervecera.. EEMAC. Facultad de Agronomía Revista Cangüé No. 6. 15 p.

Hoffman, E.; E. Borghi E.; C. Perdomo y C. Pons. 2001. Respuesta al agregado de N en cebada cervecera y su relación con los modelos de ajuste propuestos a Z 2.2 y Z 3.0 para Uruguay, para dos situaciones de alto aporte potencial de N del suelo. In: XXI Reunión Anual de Pesquisa de Cebada. Guarapuava. Paraná. Brasil.

Oudri, N. 1976. Guía para fertilización de cultivos, CIAAB, D.S.P, M.A.P.

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (a). Indicadores de Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Cebada Cervecera; XIX Reunión Anual de Pesquisa de Cebada;

Passo Fundo, Brasil..

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (b). Relación entre la concentración de NO₃- del suelo en siembra y Z-22 y la respuesta al N en Cebada Cervecera; III Congreso Latinoamericano de Cebada, Colonia, Uruguay.

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (c). Soil Nitrate Critical Levels and Nitrogen Requirements for Maltng Barley in Uruguay; ASA, CSSA, SSSA Annual Meetings; Salt Lake City, Utah, USA.

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (d). Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada cervecera. In: VIII Jornadas de Investigación en Cebada Cervecera. Mesa Nacional de Entidades Maltera. Minas. (en prensa).

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (e). Fertilización en Cebada Cervecera. In: www.fagro.edu.uy/eemac/web/investig.html.

Perdomo, C.; E. Hoffman; C. Pons y E. Borghi 2001. Fertilización en cebada Cervecera. Boletín de Divulgación Facultad de Agronomía - UDELAR - OIEA Gestión de la Nutrición de las Plantas, el Suelo y el Agua (ARCAL XXII). In: http://www.fagro.edu.uy/talleres/cebada/Fert/Fert_en_Cebada_w.html.

Perdomo C; y J. M. Bordoli. 1999. Ajuste de la Fertilización Nitrogenada en Trigo y su Relación con el Contenido de Proteína en Grano. In: Resúmenes de la Primer Jornada sobre Rendimiento y Calidad de Trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. 41-48.p.

Viega L.; A. Kemanian A.; S. González; N. Olivo y G. Meroni. 2001. Factores que afectan el número de granos por espiga en cebada cervecera. In: XXI Reunión Anual de Pesquisa de Cebada. Guarapuava. Paraná. Brasil.

Zadoks, J., T. Chang y C. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14:415-421. ■

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON AZUFRE EN EL CULTIVO DE COLZA-CANOLA EN SUELOS DEL LITORAL NORTE DE URUGUAY

Sebastián Mazzilli y Esteban Hoffman

Facultad de Agronomía, Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" – UdelaR. Paysandú, Uruguay.

smv@adinet.com.uy

Introducción

El azufre (S) es un nutriente móvil en suelo con dinámica similar al N, que es requerido en cantidades importantes por cultivos y pasturas (Tisdale *et al.*, 1985). Un cultivo de canola 2000 kg ha⁻¹, extrae aproximadamente 13 kg de S ha⁻¹, cantidades un poco superiores a la de un cultivo de trigo de 4500 kg ha⁻¹ el cual extrae unos 7 kg de S ha⁻¹ (Ciampitti y García, 2009). Hasta el momento, no existen en Uruguay modelos ni estimadores robustos que permitan manejar la fertilización con este nutriente y aún no es tenido en cuenta por los productores al momento de decidir la fertilización de sus cultivos. Sumado a esto, tampoco existe información suficiente que permita realizar un diagnóstico sobre si todavía son puntuales y aislados los problemas con S o si estamos ingresando en una etapa en la que va a ser necesario incluirlo en los esquemas de fertilización.

Si consideramos la intensificación del sistema agrícola-pastoril uruguayo, sumado al incremento en los

potenciales de producción, deberíamos contar con más información contemporánea para el manejo de este nutriente, que la que disponemos actualmente. Además, hace ya un tiempo largo (más de 30 años), que se dejó de agregar cantidades importantes de S desde que la principal fuente de la fertilización fosforada, el superfosfato de calcio (0-21-23-0/12S) se cambiara por el superfosfato triple (0-46-0/0S). En la actualidad, podríamos estar ingresando a un período en donde la deficiencia de S, comience a establecer escalones de producción.

A este escenario en particular debemos sumarle que el cultivo de canola es conocido por su exigente demanda de S. Trabajos realizados en otros países indican que suele existir respuesta a la aplicación de S para este cultivo, en áreas donde no se detecta respuesta a este nutriente en cereales (McGrath y Zhao, 1996; Schnug y Haneklaus, 1998).

En los últimos años, INIA La Estanzuela, comenzó

a generar información de respuesta al S en soja, para suelo agrícolas del litoral sur de Uruguay. En 8 experimentos, las respuestas fueron bajas y no significativas (máximo de respuesta 250 kg de grano) a pesar de que en el 88% de los sitios los niveles de S-SO₄ en suelo fueron inferiores a < 5 ppm (Morón, 2005). García Lamothe (2002), trabajando en trigo pan desde 1998 al 2001, encontró respuesta positiva en rendimiento en grano en 25% de los experimentos realizados. Estos trabajos fueron conducidos con sulfato de calcio, y las respuestas variaron de los 250 a 550 kg ha⁻¹ (6 a 14% de incremento de potencial

en relación al testigo sin S), y eficiencias máximas de 25 kg de grano por kg de S agregado. La información de respuesta específica es escasa y parcelada, pero es más que suficiente para plantear el problema. Por este motivo el siguiente trabajo pretende evaluar la respuesta en rendimiento al agregado de S en canola, en dos momentos del cultivo, en una zona con suelos con más de 30 años de historia agrícola-ganadera. Consideramos importante comentar que el trabajo surge en forma accidental, ya que dado el alto nivel de P en suelo que arrojó el análisis, se decidió no agregar

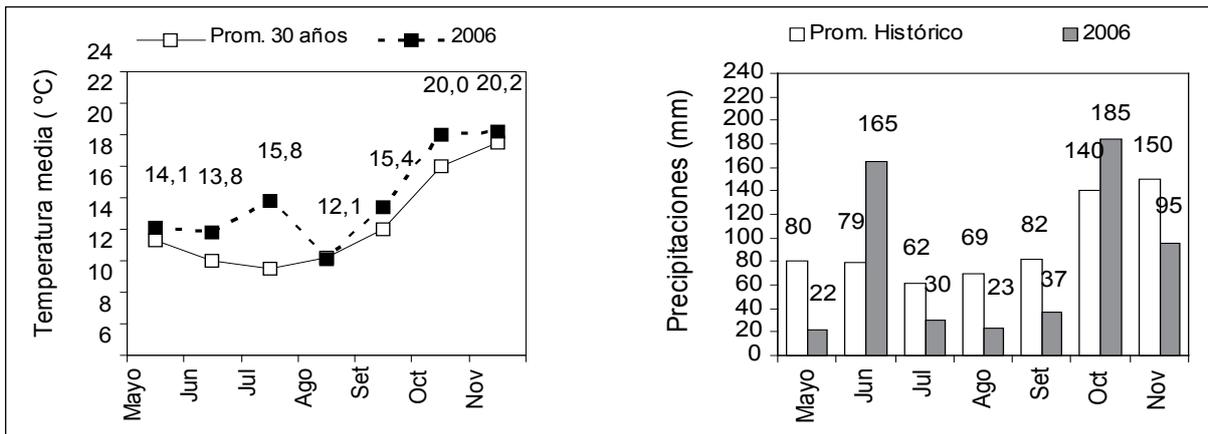


Figura 1. Precipitaciones y temperatura media mensual para el año 2006 en relación a los promedios históricos (30 años) para Paysandú.

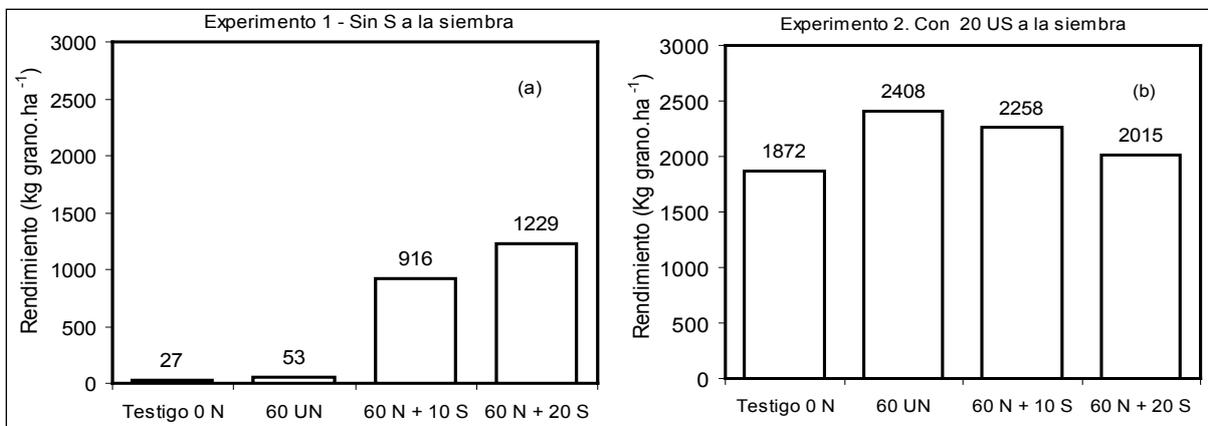


Figura 2. Respuesta al S y N en pos-emergencia en cultivo de Canola, en el 2006, para dos experimentos. a.- sin S a siembra (DMS5 = 399, CV = 17.7) y b.- con 20 kg de S ha⁻¹ a la siembra (CV = 35.9%).

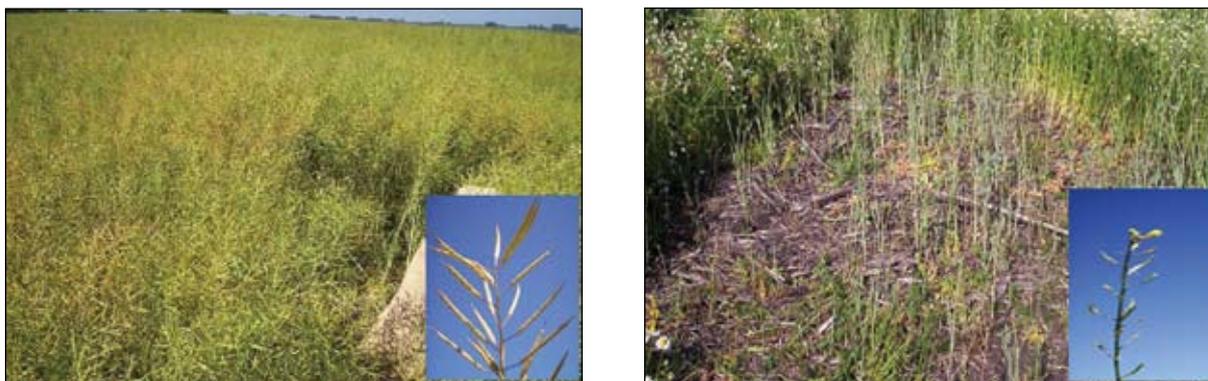


Figura 3. Estado del cultivo de colza con 20 kg ha⁻¹ de S a la siembra (izq.) y sin agregado de S (der.) a la siembra.

fertilizante fosfatado a la siembra y el ajuste del N se realizó con sulfato de amonio que en la operativa no alcanzó para toda la chacra y el productor terminó la misma con urea. Las diferencias entre zonas se hicieron muy evidentes antes de elongación del cultivo.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos experimentos en una chacra comercial de colza-canola sembrada en el año 2006. La chacra se encuentra ubicada a 25 km de la ciudad de Paysandú sobre Ruta Nacional N° 90 (32° 19' 51.52 S 57° 52' 40.99 W). El suelo corresponde a un Brunosol Sub-Eutrítico de la formación Fray Bentos. La chacra presenta más de 30 años de agricultura en rotación con pasturas (4 años de cultivos – 2-3 de pasturas aproximadamente). En la fase agrícola los cultivos predominantes fueron trigo y cebada en invierno, y girasol y sorgo en verano, mientras que en la fase de pasturas la mezcla estuvo compuesta básicamente por Achicoria (*Chichorium intibus*), trébol rojo (*Trifolium repens*) y Lotus (*Lotus corniculatus*). Los antecesores del cultivo y manejo general se resumen en la Tabla 1. Los tratamientos aplicados se detallan en la Tabla 2. En los mismos se utilizó sulfato de amonio como fuente de nitrógeno y azufre y urea como fuente de nitrógeno.

Caracterización climática del año

En la Figura 1 se presenta la información de evolución de la temperatura y las precipitaciones durante el ciclo de cultivo, en relación a la media regional. Las condiciones climáticas no fueron favorables para el buen desarrollo de un cultivo de invierno. En términos generales, puede ser considerado un año muy cálido y con escasas precipitaciones durante gran parte del ciclo del cultivo. El déficit hídrico durante julio, agosto y setiembre, sumado a un suelo con escasa capacidad de almacenaje, llevaron a que el cultivo de canola se viera sometido a un severo estrés durante gran parte del periodo de elongación de vástagos (momento de máxima tasa de crecimiento y concreción del potencial de rendimiento).

Tabla 1. Historia de chacra, características del suelo y manejo del cultivo.

Tipo Suelo	Brunosol Sub-Eutrítico
Formación	Fray Bentos
Textura	Franco Arcillo-Limosa
Profundidad a tosca	Aprox. 50 cm
Antecesores	Canola/Girasol/Trigo/Soja/Cebada/Pastura
Varietal	Filial Uofa
Fecha Siembra	28/5/2006
Población (pl m ⁻²)	47
N-NO3 (0-20 cm) - Siembra (ppm)	7
P Bray 1 (0-20 cm) - Siembra (ppm)	14
S-SO4 (0-20 cm) - Siembra (ppm)	4

Resultados y Discusión

Al tratarse de un experimento exploratorio de campo no fueron realizadas las determinaciones necesarias para poder realizar un análisis exhaustivo de los resultados. A pesar de ello y considerando la magnitud de la respuesta al S, se considera oportuno mostrar los resultados. En la Figura 2 se presenta el rendimiento en grano en respuesta a los distintos tratamientos de agregado de N y S en pos-emergencia.

Si bien ambos experimentos no son estrictamente comparables en cuanto a la importancia del agregado de S a siembra, se puede observar que el sitio sin S a siembra (Experimento 1 (E1)) logró un rendimiento promedio muy bajo (556 kg ha⁻¹), mientras que el Experimento 2 con 20 kg S ha⁻¹ a la siembra, concreta un rendimiento cuatro veces superior (2138 kg ha⁻¹). El crecimiento del cultivo mostró diferencias importantes desde el comienzo: mientras el ensayo sin S a la siembra, acumulaba solo 660 Kg.ha⁻¹ de biomasa al inicio de elongación, el sitio con agregado de S a la siembra había acumulado al mismo estadio, un 56% más de biomasa (1029 Kg.ha⁻¹).

Las fotos son muy elocuentes, y las diferencias visibles se hicieron máximas en torno a floración, cuando el experimento y tratamientos con S mostraban muy buen desarrollo (altura de 140 a 150 cm) y el cultivo deficiente en S, prácticamente no presentaba ramificaciones, muy pocas silicuas fértiles, escaso crecimiento (altura de 35 a 40 cm) y elevada proporción de plantas muertas. En el E1, se pudo observar que la ausencia total de S, llevó al cultivo a cosecha nula. El agregado tardío de S, si bien mostró una respuesta muy importante (86 kg de grano kg⁻¹ de S, en respuesta a las primeros 10 kg.ha de S), fue un 66% menos eficiente por kg de S, que el agregado desde la siembra en el Experimento 2 (E2).

Cabe resaltar que el agregado de más S en elongación (E₁), cuando ya se había agregado a la siembra (E2), no solo no mostró respuesta, sino también una leve tendencia de disminución de rendimiento.

Tabla 2. Nitrógeno y azufre agregado en cada uno de los tratamientos en los dos ensayos instalados.

Experimento 1				
Tratamiento	N Siembra	S Siembra	N Elongación	S Elongación
kg ha ⁻¹				
1	20	0	0	0
2	20	0	60	0
3	20	0	60	10
4	20	0	60	20
Experimento 2				
Tratamiento	N Siembra	S Siembra	N Elongación	S Elongación
kg ha ⁻¹				
1	18	20	0	0
2	18	20	60	0
3	18	20	60	10
4	18	20	60	20

Esto coincidiría con la bibliografía consultada, de la cual se puede concluir que para la mayoría de las situaciones de cultivo (aún para los más exigentes como la canola), no serían necesarios más de 15 a 20 kg de S ha⁻¹, y que cantidades adicionales, en algunos casos, determinarían pérdidas de potencial. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por García (2003) trabajando en INIA La Estanzuela con Trigo pan y Díaz Zorita (1998) en el oeste de Buenos Aires con canola.

Consideraciones Finales

Si bien los resultados mostrados forman parte de un ensayo aislado, explican el principal problema agronómico que ha enfrentado el cultivo de colza en la zona. Hasta el momento la fertilización azufrada no estaba siendo tenida en cuenta por los asesores y productores locales, y esto seguramente estuviera limitando los potenciales de rendimiento de todos los cultivos sembrados. La diferencia es que el cultivo de colza ha mostrado ser extremadamente sensible a la deficiencia de este nutriente, llegando a no producir grano en condiciones de deficiencia severa. Hasta que la investigación en su conjunto no logre identificar un estimador objetivo de la respuesta probable al agregado de S, al menos para la producción de colza

en la zona del litoral norte de Uruguay se sugiere considerar el agregado sistemático a siembra de S.

Agradecimientos

El trabajo fue realizado en una chacra asesorada por Unicampo Uruguay SRL y el trabajo experimental fue financiado con recursos de esta empresa.

Bibliografía

- Ciampitti, I.A. y F. García.** 2009. Requerimientos Nutricionales. Absorción y Extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, Oleaginosos e Industriales. IPNI. Disponible en <http://www.ipni.net/lasc>
- Díaz Zorita, M.; G. Grosso G. y O. Peralta.** 1998. Nitrógeno y azufre en cultivos de canola en el oeste bonaerense. Actas III Reunión Nacional de Oleaginosos Bahía Blanca. 2003-2004
- García, A.** 2002. Respuesta a la fertilización con Azufre en trigo pan. In. Jornada de Cultivos de Invierno. Serie AD Nro 282. INIA - LA Estanzuela.
- McGrath, S.P. y F.J. Zhao.** 1996. Sulphur uptake, yield response and the interactions between N and S in winter oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science (Cambridge) 126: 53-62.
- Morón, A.** 2005. Informe de la red de Fertilización de Soja 2002-03. In Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Serie AD. Nro 417. INIA - La Estanzuela.
- Schnug, E. y S. Haneklaus.** 1998. Diagnosis of sulphur nutrition. In E. Schnug (ed.) Sulphur in Agroecosystems, Kluwer Academic Publishers, 1-38 pp.
- Tisdale, S.L.; W.L. Nelson y J.D. Beaton.** 1985. Soil and fertilizer sulfur, calcium and magnesium. In: Soil fertility and fertilizers. Capítulo 8. p 292-328. ■

EFFECTO DE DIFERENTES COMBINACIONES DE NITRÓGENO Y AZUFRE SOBRE EL CULTIVO DE SORGO GRANÍFERO (CAMPAÑA 2008/09)

Hugo Fontanetto ¹, Oscar Keller ¹, Leandro Belotti ², Carlos Negro ² y Dino Giailevra ²

¹EEA INTA Rafaela, Santa Fe, Argentina - hfontanetto@rafaela.inta.gov.ar; ²Actividad privada

Introducción

A nivel mundial, con una producción de 60 millones de toneladas, la producción de sorgo ocupa el quinto lugar entre los cereales luego del arroz, el maíz, el trigo y la cebada. En un comercio internacional de 6 millones de toneladas, los Estados Unidos de América (principal exportador), dominan un 70% del mercado. Por lo mencionado, la producción de sorgo puede ser ventajosa para países como Argentina, donde el cultivo ha mostrado una gran adaptación a sus diferentes áreas productivas.

Por otra parte, el uso de especies gramíneas que aportan un alto volumen de rastrojo es clave para la estabilidad de los sistemas agrícolas. La inclusión del sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] en las rotaciones agrícolas, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, debido al gran aporte de residuos de cosecha. Adicionalmente, la presencia del sorgo en las secuencias contribuye a controlar la erosión hídrica y a la fijación de carbono.

En el Norte de la Región Pampeana, el sorgo compete en la rotación con otros cultivos estivales y puede ser implantado en zonas donde el maíz no es rentable

debido a la ocurrencia de sequías durante el período crítico del cultivo y su grano puede reemplazar o complementar al grano de maíz en la elaboración de alimentos balanceados.

Otra ventaja que tiene este cultivo en relación a la soja es su menor exportación de nutrientes del sistema y su mayor aporte de rastrojos. Sin embargo, las bajas producciones obtenidas, debidas principalmente a serias limitantes de índole nutricional, limitan la obtención de rendimientos suficientemente rentables como para mantenerlo en la rotación.

En base a lo antes expuesto, surge la necesidad de disponer de información de cuales son las diferentes limitantes nutricionales de la producción del cultivo. En este sentido, son muy escasas las experiencias realizadas en la región, siendo en la mayoría referidas a nitrógeno (N) (Fontanetto y Keller, 1999; Fontanetto, 2000; Fontanetto y Keller, 2000; Fontanetto, 2003; Fontanetto et al.; 2008). La finalidad del presente trabajo es evaluar el efecto de combinaciones de N y azufre (S) sobre la producción del sorgo granífero y determinar la curva de respuesta a N del cultivo con suficiencia de S.