

Respuesta a la fertilización NS en el cultivo de colza-canola en el centro-este de Entre Ríos

Carolina Alaluf^{1,*}, Juan José De Battista^{1,2}, Luciano Dobler³, Isabella Rampoldi³, Damián Gastán³, Nahuel Arlettaz³ y Florencia Sittoni³

- *La colza es uno de los principales cultivos de invierno alternativos al trigo en Argentina; no obstante, no son abundantes los ensayos realizados en el este de Entre Ríos sobre manejo y respuesta a la fertilización.*
- *El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar el efecto de estrategias de fertilización con nitrógeno (N) y azufre (S), y la aplicación de fungicidas sobre el crecimiento y el rendimiento.*
- *No se encontró efecto de los fungicidas ni interacción fungicida x fertilización en ninguna de las variables. Se determinó que S tiene un rol importante en dosis altas de fertilización nitrogenada.*

Introducción

La colza (*Brassica napus* L.) es uno de los principales cultivos de invierno de Entre Ríos, cuya superficie de siembra se ha incrementado notablemente en los últimos 10 años, pasando de 750 hectáreas en la campaña 2006-07 a 15 700 hectáreas en 2014-15, habiendo llegado a un pico de 42 000 hectáreas en la campaña 2012-13 (SIIA, 2015). A lo largo de esta última década, los rendimientos del cultivo en la provincia han variado entre 1059 y 1861 kg ha⁻¹ (SIIA, 2015), encontrándose dentro del promedio del país (1400 kg ha⁻¹), con una gran variabilidad interanual (Takashima et al., 2013), lo que hace suponer que sea uno de los motivos por los cuales el cultivo no se ha establecido de forma firme en las rotaciones de la región.

Estudios realizados por Coll y Larrosa (2010) en Paraná demuestran que en condiciones experimentales es factible lograr rendimientos mayores a 3000 kg ha⁻¹, que son, sin embargo, difíciles de alcanzar comercialmente, lo que indicaría que es necesario ajustar las prácticas de manejo del cultivo como la fertilización.

Además del aceite comestible extraído de las semillas de colza y de la torta utilizada para la alimentación de ganado últimamente se ha observado un gran interés en su uso como biodiesel para la industria. La colza se presenta como una opción, tanto para los productores como para la industria, ya que al ser un cultivo invernal sirve como rotación para las zonas que se limitan sólo a cereales de invierno. Por el mismo motivo, abastece a la industria aceitera, que sólo se enfoca en cultivos estivales.

Sin embargo, muchos son los factores limitantes de este cultivo: estrés hídrico, efectos residuales de herbicidas, calidad de siembra (implantación), plagas y enfermedades, calidad del lote, fertilización, y adversidades climáticas (heladas), entre otros. Cada uno de ellos y la sumatoria de los mismos, puede ser traducida en un detrimento del rendimiento del cultivo.

La colza es una especie oleaginosa con altos requerimientos nutricionales de N y S, por ende, puede presentar una gran respuesta a la fertilización nitrogenada y/o azufrada, siendo más sensible a las deficiencias de S que los cereales (Mengel y Kirkby, 2000). También se ha informado en numerosos trabajos sobre mejoras en la eficiencia de uso del N para la colza cuando se fertiliza complementariamente con S (Fismes et al., 2000; Orlovius, 2003; Gambaudo y Fontanetto, 2008). Esto se debe a que la mayor consecuencia de la deficiencia de S es reducir significativamente la eficiencia de uso del N (Melgar, 2013).

Numerosos estudios demostraron que el crecimiento y rendimiento del cultivo están relacionados con la aplicación de N; dependiendo la respuesta de tres condiciones: (i) la dosis de aplicación, (ii) el momento de la aplicación y (iii) la composición del fertilizante. Por su parte, el contenido de aceite en grano tiende a disminuir con elevadas dosis de N (Allen et al. 1971; Bilsborrow et al., 1993; Ahmad y Abdin, 2000; Rathke y Schuster, 2001).

Melchiori et al. (2010) observaron una gran respuesta a la fertilización con N y S sobre suelos Molisoles y a N sobre Vertisoles. Ellos proponen un umbral de N disponible (suelo + fertilizante) de 143 kg de N ha⁻¹ que permitiría obtener rendimientos de al menos 2800 kg ha⁻¹ cuando el S no es limitante. Por otra parte, la adecuada disponibilidad de S puede lograrse fertilizando con 15 kg ha⁻¹ de S.

El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar el efecto de la estrategia de fertilización NS, y la aplicación de fungicidas sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de colza en el centro-este de la provincia de Entre Ríos, con el propósito de poder generar recomendaciones de manejo.

¹ Docentes Universidad de Concepción del Uruguay, U.C.U., Entre Ríos, Argentina

² INTA EEA Concepción del Uruguay

³ Alumnos colaboradores, U.C.U.

* Autor de contacto. Correo electrónico: carolina.alaluf@gmail.com

Tabla 1. Características del suelo del sitio experimental (0-20 cm de profundidad). Villa Elisa, Entre Ríos.

P	C orgánico	N total	N - NO ₃ ⁻
ppm	%	%	ppm
7.3	2.17	0.172	19.6

Materiales y métodos

El ensayo se ubicó en un lote comercial sobre la ruta provincial 130, km 24, de la localidad de Villa Elisa (Entre Ríos, Argentina), en un suelo serie La Paulina, Peluderte argiudólico, cuyas características se muestran en la **Tabla 1**. El cultivar utilizado fue 'Nuvette 2286', de Nuseed, sembrado el 13 de junio de 2016. El lote se laboreó con una pasada de disco y un rastrón. El control de malezas se realizó con clorpiralid (Lontrel) 200 cc ha⁻¹ en estado de roseta.

El ensayo se realizó con un diseño de parcela dividida con tres repeticiones, siendo la parcela principal la estrategia NS (5 niveles) y la sub-parcela la aplicación de fungicida (2 niveles) (**Tabla 2**). Para garantizar la suficiencia de fósforo (P), se realizó una fertilización de base en todas las parcelas que constó de 100 kg ha⁻¹ de fosfato monoamónico (11-52-0) a la siembra, cuyo aporte de N (11 kg N ha) fue el mismo para todas las parcelas (**Tabla 2**). En estado de V3-4 se aplicaron los tratamientos referidos a la estrategia de fertilización NS, donde las fuentes de nutrientes fueron urea granulada (46-0-0) y sulfato de amonio (21-0-0-24S). El fungicida fue aplicado en estado de silicuas menores a 4 cm, para los cual se utilizó Pyraclostrobin + Epoxiconazole (Ópera) 1 L ha⁻¹.

Durante el ciclo del cultivo se hicieron 2 muestreos de biomasa aérea en G2 (silicuas de 4 cm) el 30/09 y G3 (silicuas mayores a 4 cm) el 17/10 sobre una superficie de 0.40 m². La cosecha se realizó en forma manual sobre

una superficie de 2 m² (2 surcos por 5 m de largo) el 22/11. Además, se determinó contenido de humedad edáfica hasta el metro de profundidad (cada 20 cm) en ambos muestreos.

En los 2 primeros muestreos la biomasa aérea se particionó en hojas, tallos y silicuas. A la cosecha se separó grano de rastrojo. Los resultados se expresaron en materia seca (kg ha⁻¹) a 60 °C.

Se realizó un análisis de varianza para un diseño en parcelas divididas utilizando el software Infostat (Di Rienzo et al., 2013). Las diferencias de medias se compararon mediante el Test de Duncan.

Resultados

Para todas las variables analizadas en ninguno de los muestreos hubo efecto de fungicidas ni de interacción fertilización x fungicida. Esto estaría asociado a la baja presión de enfermedades registrada en el lote, posiblemente por ausencia de inóculo debido a no tener antecedentes de colza en el mismo y al laboreo previo a la siembra. A partir de estos resultados solo analizaremos el efecto de la fertilización.

Las precipitaciones se concentraron principalmente en el momento de llenado (126 mm) mientras que de siembra a floración llovieron 104 mm, principalmente al inicio del ciclo (**Figura 1**). El cultivo no presentó síntomas de estrés hídrico a pesar de haber transitado por un periodo de 40 días sin precipitaciones en prefloración. En V4 contaba con el 73% de agua útil a 1 m y en G2 con el 57%.

Biomasa

En los 2 primeros muestreos se encontraron diferencias entre el testigo y los tratamientos fertilizados ($p < 0.10$), mientras que en cosecha se observó la misma tendencia, pero debido a la alta variabilidad no fue significativa (CV

Tabla 2. Descripción de los tratamientos aplicados sobre el cultivo de colza. Campaña 2016. Villa Elisa, Entre Ríos.

Tratamiento	Fosfato monoamónico 11-52-0	Urea granulada 46-0-0	Sulfato de amonio 21-0-0-24S	N	S	Fungicida
----- kg ha ⁻¹ -----						
1-N11	100	0	0	11	0	Sin
2-N11f	100	0	0	11	0	Con
3-N61	100	109	0	61	0	Sin
4-N61f	100	109	0	61	0	Con
5-N78S	100	109	83	78	20	Sin
6-N78Sf	100	109	83	78	20	Con
7-N111	100	218	0	111	0	Sin
8-N111f	100	218	0	111	0	Con
9-N128S	100	218	83	128	20	Sin
10-N128Sf	100	218	83	128	20	Con

24.5%). En ninguno de los casos se observó efecto de la dosis de N o de S (**Figura 2**).

En cuanto al índice de cosecha no presentó diferencias entre tratamientos, aunque los tratamientos fertilizados mostraron una tendencia a presentar valores relativamente superiores de partición a grano respecto al testigo (**Tabla 3**).

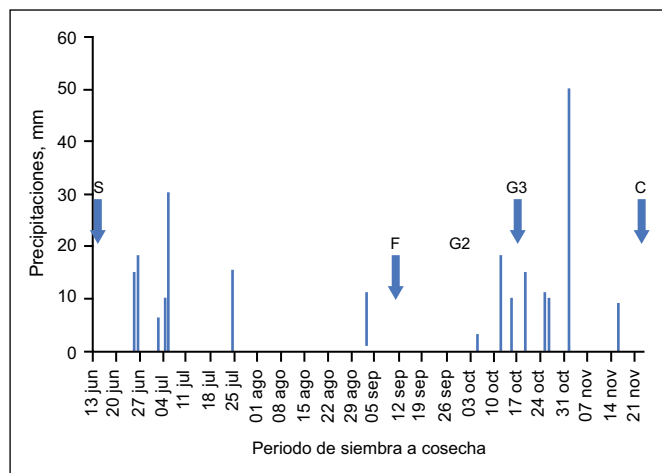


Figura 1. Precipitaciones (mm) desde siembra a cosecha. Las flechas indican distintos estados fenológicos S (siembra), F (floración), G2 (siliculas menores a 4 cm), G3 (siliculas de 4 cm) y C (cosecha). Campaña 2016. Villa Elisa, Entre Ríos.

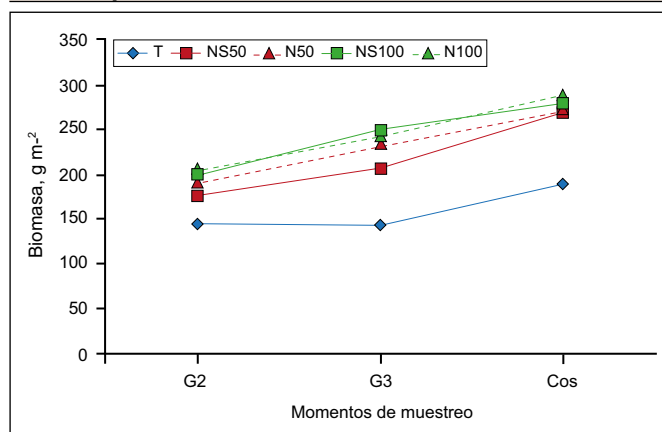
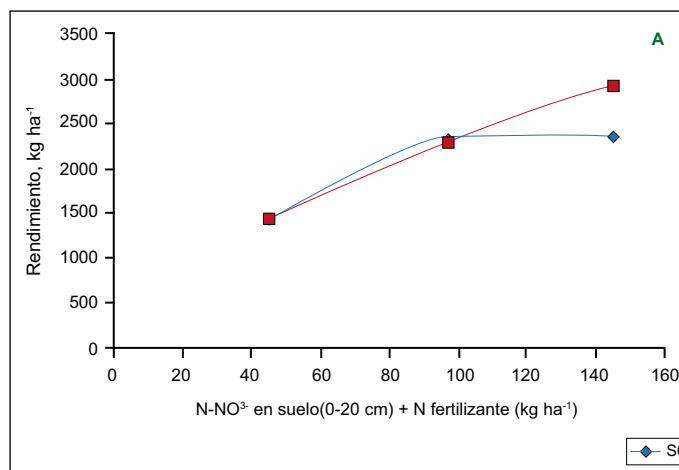


Figura 2. Evolución de la biomasa (g m^{-2}) en los diferentes tratamientos de fertilización en colza. Campaña 2016. Villa Elisa, Entre Ríos.



Rendimiento

El rendimiento promedio del ensayo fue de 2264 kg ha^{-1} , con un coeficiente de variación (CV) de 17.6%. El efecto de los tratamientos de fertilización fue significativo ($p < 0.05$). El tratamiento N128S con 2920 kg ha^{-1} , se diferenció de los demás tratamientos fertilizados en aproximadamente 600 kg ha^{-1} , y éstos del testigo en 900 kg ha^{-1} (**Tabla 4**).

La respuesta a N sin S llegó a un plateau con 95 kg de N disponible a 0-20 cm, mientras que con S la respuesta resultó prácticamente lineal hasta los 145 kg de N disponible (**Figura 3**). Esto indicaría que la respuesta a altos niveles de N estaría limitada a la disponibilidad de S. Este comportamiento fue similar al reportado por Burzaco et al. (2013) en una revisión de experimentos de fertilización en colza.

Tabla 3. Índice de cosecha para los diferentes tratamientos. Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas (5%).

Tratamiento	Medias
N111S	0.36
N61	0.35
N111	0.33
N61S	0.31
N11	0.30

Tabla 4. Rendimiento de colza para los tratamientos de fertilización NS. Medias de tratamientos sin y con fungicida para cada tratamiento de fertilización.

Tratamiento	Rendimiento, kg ha^{-1}
N11	1451 c
N61	2327 b
N78S	2285 b
N111	2336 b
N128S	2920 a

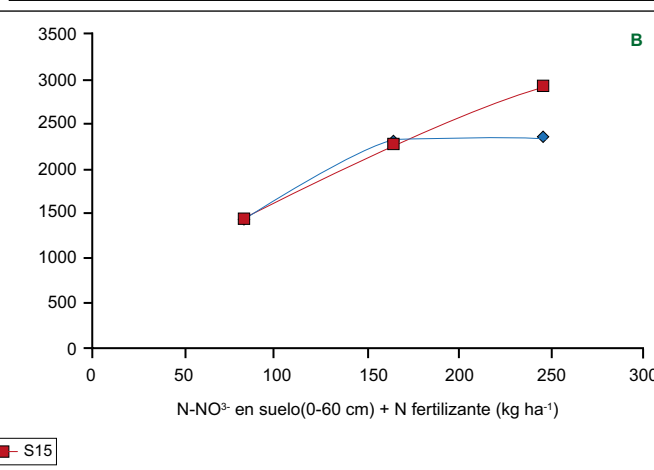


Figura 3. Relación entre el rendimiento del cultivo y el N disponible a 0-20 cm (A) y a 0-60 cm (B) para tratamientos con y sin S. Campaña 2016. Villa Elisa, Entre Ríos.

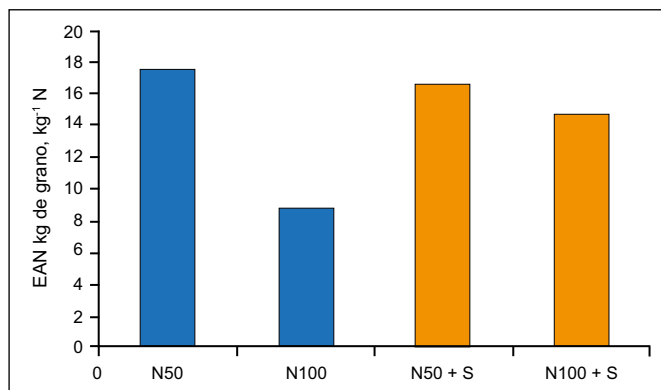


Figura 4. Eficiencia Agronómica de N (EAN) para los distintos tratamientos con y sin S.

Para una profundidad de 0-60 cm los valores de N disponible estimados según la ecuación propuesta por Melchiori y Barbagelata (2002) fueron de 94.5, 176 y 258 kg ha⁻¹ para N11, N61 y N111, respectivamente. Esto nos permitió comparar resultados con los obtenidos por Melchiori et al. (2010) quienes reportaron saturación de la respuesta a N con niveles menores de disponibilidad de N (143 kg N ha⁻¹). Sin embargo, Burzaco et al. (2013) reportaron, en una revisión, casos donde la fertilización con S incrementó la respuesta a N hasta niveles de alrededor de 200 kg N ha⁻¹ (Zamora y Massigoge, 2008).

La eficiencia agronómica de N (EAN) para la dosis de N50 de urea fue similar con y sin S, con un valor medio de 17.1 kg de colza kg de N⁻¹ (Figura 4). Estas respuestas fueron superiores a los 7 kg de colza kg N⁻¹ encontradas por Melgar (2013) como mediana de una serie de ensayos realizados en la zona pampeana. Con N100 de urea, la EAN se mantuvo relativamente alta con el aporte de S y se redujo a casi la mitad sin S.

Comentarios finales

Si bien el trabajo fue realizado en una sola compañía, permitió dar cuenta de la importancia de la fertilización nitrogenada, así como también sugiere un rol importante del S asociado a altas dosis de N.

En este caso no se detectó efecto de fungicida por hallarse el cultivo con un buen estado sanitario debido a la ausencia de *Phoma lingam*, principal enfermedad del cultivo.

Bibliografía

Ahmad, A., y M.Z. Abdin. 2000. Interactive effect of sulphur and nitrogen on the oil and protein contents and on the fatty acid profiles of oil in the seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.) and mustard (*Brassica juncea* L. Czer. and Coss). *J. Agron. Crop Sci.* 185:49-54.

Allen, E.J., D.G. Morgan, y W.J. Ridgman. 1971. A physiological analysis of the growth of oilseed rape. *J. Agric. Sci. Camb.* 77:339-341.

Bilsborrow, P.E., E.J. Evans, y F.J. Zhao. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumnsown oilseed rape. *J. Agric. Sci. Camb.* 120:219-224.

Burzaco, J.P., I.A. Ciampitti, y F.O. García. 2013. Mejores Prácticas de Manejo para la Nutrición del Cultivo de Colza-Canola: Una revisión. IPNI Canola Council of Canada. 2000. Canola Growers Manual. <http://www.canolacouncil.org/>

Coll, L., y L. Larrosa. 2010. Efecto de la fecha de siembra y el ciclo sobre el rendimiento de colza. Actualización técnica en cultivos de invierno. INTA EEA Paraná. Serie Extensión N° 57.

Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Fismes, J., P.C. Vong, A. Guckert, y E. Frossard. 2000. Influence of sulphur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. *European Journal of Agronomy* 12:127-141.

Gambaudo, S., y H. Fontanetto. 2008. Fertilización de colza en la región central de Santa Fe. En: Cultivo de Colza. Eds. Iriarte, L., y O. Valetti. pp. 77-85.

Melchiori, R.J.M., y P.A. Barbagelata. 2002. Recomendación de Fertilización Nitrogenada en trigo. Actualización Técnica en Trigo. EEA INTA Paraná. Serie Extensión. N° 22. pp. 33-38.

Melchiori, R.J.M., P.A. Barbagelata y L. Coll. 2010. Fertilización de Colza con nitrógeno y azufre en Entre Ríos. Actualización Técnica N° 1 – Cultivos de Invierno 2010.

Melgar, R. 2013. Manejo de la fertilización de la colza. Un cultivo en ascenso. *Revista Fertilizar* N°26.

Mengel, K., y E.A. Kirkby. 2000. Azufre. En: Principios de Nutrición Vegetal, 4ta. Edición 1ra. en español. Instituto Internacional de la Potasa, Basilea, Suiza. pp. 339-354.

Orlovius, K. 2003. Oil seed rape. In: E. A. Kirkby (ed), *Fertilizing for High Yield and Quality*, Bulletin 16. IPI, Basel.

Rathke, G.W., y C. Schuster. 2001. Yield and quality of winter oilseed rape related to nitrogen supply. In: W. J. Horst, M. K. Schenk and A. Bürkert (eds), *Plant Nutrition – Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems*, pp. 798-799. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Sistema Integrado de Información Agropecuaria. 2015. www.SIIA.gov.ar

Takashima, N.E., D.P. Rondanini, L.E. Puhl, y D.J. Miralles. 2013. Environmental factors affecting yield variability in spring and winter rapeseed genotypes cultivated in the southeastern Argentine Pampas. *Europ. J. Agronomy* 48:88-100.

Zamora, M. y J. Massigoge. 2008. Colza: fertilización con nitrógeno y azufre. *Visión Rural* Año XV N° 72. Mayo-Junio, 2008. pp. 5-9. ❖