

07

Intensificación tecnológica en un nuevo cultivo invernal. Respuesta a la fertilización en *Camelina sativa*

**GUSTAVO N. FERRARIS¹*
Y ANA P. CANU²**

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Manejo de cultivos. (Argentina)

² Chacra Servicios SRL

* ferraris.gustavo@inta.gob.ar

Camelina sativa es una *Brassicaceae* de bajo porte y ciclo corto. Sus requerimientos nutricionales y su respuesta a la fertilización han sido poco explorados en Argentina. Se demuestra su potencial de respuesta a fósforo y nitrógeno. La dosis óptima preliminar de este nutriente varió entre 60 y 80 kg/ha fuente óptima fue diferente, según la dosis de nitrógeno aportada.

Palabras clave: *Camelina sativa*, Intensificación, Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Sustentabilidad.

Introducción

Camelina sativa es una *Brassicaceae* invernal, de bajo porte, ramificadora, resistente a la sequía y las heladas. Esto es muy característico de la especie, ya que en estado de roseta es capaz de soportar temperaturas de hasta -12 °C. El óptimo para su crecimiento se única entre 7 y 33 °C (Falasca *et al.*, 2014). Las temperaturas excesivamente altas durante floración y llenado perjudican severamente los rendimientos (Enjalbert y Johnson, 2011). Aunque sus requerimientos y biomasa son limitados, los máximos rendimientos se obtienen con precipitaciones entre 350 y 500 mm. Su superficie está en continuo crecimiento en países como España o México, con el objetivo de producir biocombustibles para

aeronáutica o alimentación para el ganado. Como la mayor parte de las crucíferas, es muy sensible a las deficiencias nutricionales (Miralles *et al.*, 2017; Basalma *et al.*, 2018). Los requerimientos nutricionales no han sido cuantificados en el país, y la respuesta a la fertilización ha sido poco evaluada.

Los objetivos de este experimento fueron 1. Evaluar la respuesta de *Camelina sativa* a la fertilización con nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P) en la región norte de Bs As y 2. Evaluar el efecto de diferentes fuentes sobre la respuesta agronómica. Hipotetizamos que: 1. *Camelina sativa* incrementa los rendimientos cuando se fertiliza con NPS, si estos se encuentran en concentraciones deficientes en los suelos 2. La respuesta y eficiencia agronómica varían con la fuente utilizada, y 3. Es posible ajustar una curva de respuesta que determine, preliminarmente, la dosis óptima de N.

Materiales y Métodos

Durante el año 2023, se condujo un experimento de fertilización a campo con la especie *Camelina sativa* en la EEA INTA Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Clase I-2, Argiudol típico, familia fina, illítica, térmica (USDA- Soil Taxonomy V. 2006). Se sembró el día 18 de julio, a una densidad de 150 pl/m² y con distanciamiento de 0,2 m entre líneas. El experimento se dividió en dos partes. Por un lado, se evaluó respuesta

a N y S mediante cuatro dosis, dos fuentes y un testigo totalizando nueve tratamientos. Recibió una fertilización de base con superfosfato triple de calcio (0-20-0) a la dosis de 50 kg/ha en la línea de siembra. Por otra parte, la respuesta a P se evaluó en un contraste de testigo vs fertilizado con 60 kg/ha de superfosfato triple de calcio (0-20-0), con una base de 200 kg/ha de SolMix chorreado a la siembra.

Tabla 1. Tratamientos de fertilización con nitrógeno y azufre en *Camelina sativa*. Campaña 2023.

T	Fuente	Dosis nitrógeno	Dosis azufre
T1	Testigo	0 kg ha ⁻¹	
T2	Urea	N 30 kg ha ⁻¹	
T3	Urea	N 60 kg ha ⁻¹	
T4	Urea	N 90 kg ha ⁻¹	
T5	Urea	N 120 kg ha ⁻¹	
T7	SolMix 28:5	N 30 kg ha ⁻¹	S 5,6 kg ha ⁻¹
T8	SolMix 28:5	N 60 kg ha ⁻¹	S 11,1 kg ha ⁻¹
T9	SolMix 28:5	N 90 kg ha ⁻¹	S 16,7 kg ha ⁻¹
T10	SolMix 28:5	N 120 kg ha ⁻¹	S 22,3 kg ha ⁻¹

Se utilizó un diseño estadístico en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 1. Por su parte, el

análisis de suelo del sitio se presenta en la Tabla 2. Las aplicaciones de N fueron realizadas pocos días después de la siembra, en superficie sin incorporación.

Tabla 2. Datos de suelo al momento de la siembra.

Profundidad	PH	CE	Materia Orgánica	P-disp.	N-Nitratos	S-Sulfatos	Zn-EDTA suelo
cm	agua 1:2,5	dS/m	%	ppm	kg/ha	kg/ha	ppm
0-20 cm	5,8	0,05	2,23	10,3	35,6	10,3	1,03
20-40 cm					24,1		

Resultados y Discusión

En la Tabla 3 se presentan datos de observaciones tomadas durante el ciclo de cultivo, mientras que en las Figuras 1 y 2 los rendimientos como resultado

del agregado de nitrógeno-azufre, fósforo y un ajuste de la curva de respuesta a N.

Tabla 3. Biomasa aérea (BA) en floración plena (F2), contenido de N foliar por Spad y NDVI por Green seeker, **a)** fertilización con nitrógeno – azufre. **b)** Fertilización con fósforo. Fertilización nitrogenada en Camelina sativa. Pergamino, año 2023.

T	Dosis N	Biomasa Aérea F2 (kg/ha)	Intercepción F2 (%)	Spad F2	NDVI F2
T1	N0	1305,6	64,5	35,2	0,39
T2	Urea – N30	1480,8	75,9	39,1	0,45
T3	Urea – N60	1385,6	74,3	38	0,48
T4	Urea – N90	1564,0	75,1	40	0,47
T5	Urea – N120	1617,6	73,0	39,5	0,48
T6	SolMix – N30	1400,8	77,1	41	0,47
T7	SolMix – N60	1358,4	75,3	38,5	0,45
T8	SolMix – N90	1631,2	74,0	40,2	0,49
T9	SolMix – N120	1613,6	79,3	38,3	0,49
	R2 vs rend	0,63	0,74	0,37	0,79

a)

T	Dosis P	Biomasa Aérea F2 (kg/ha)	Intercepción F2 (%)	Spad F2	NDVI F2
T1	SPT 0	1115,0	55,1	41,3	0,30
T2	SPT 60	1431,5	65,3	39,7	0,42

b)

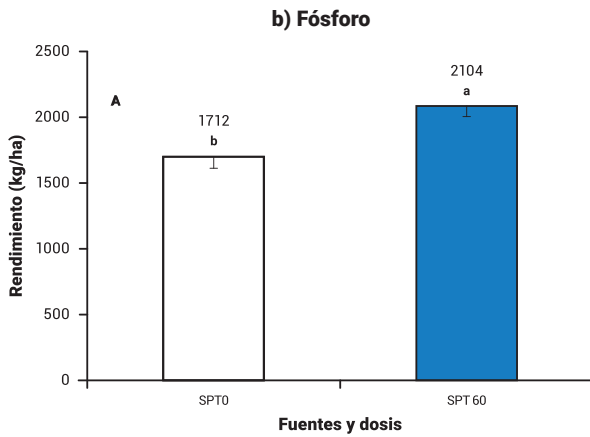
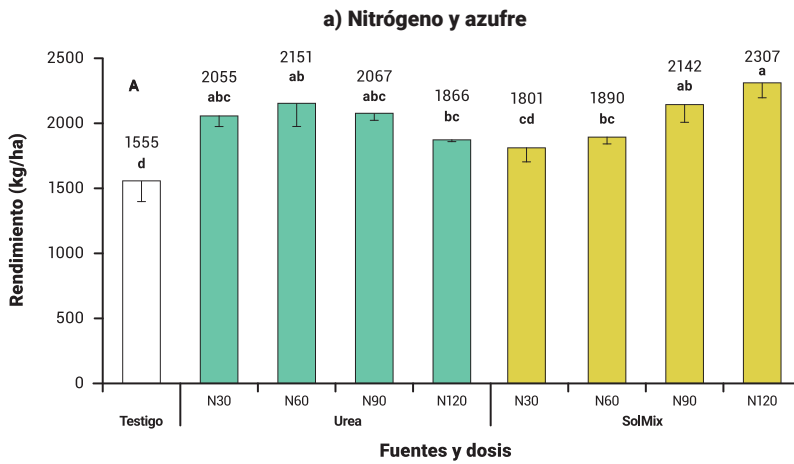


Figura 1. Rendimiento de *Camelina sativa* según fuente y dosis de fertilizante agregado. **A)** Nitrógeno – azufre. **b)** Fósforo. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos (LSD $\alpha=0,05$), INTA Pergamino, año 2023.

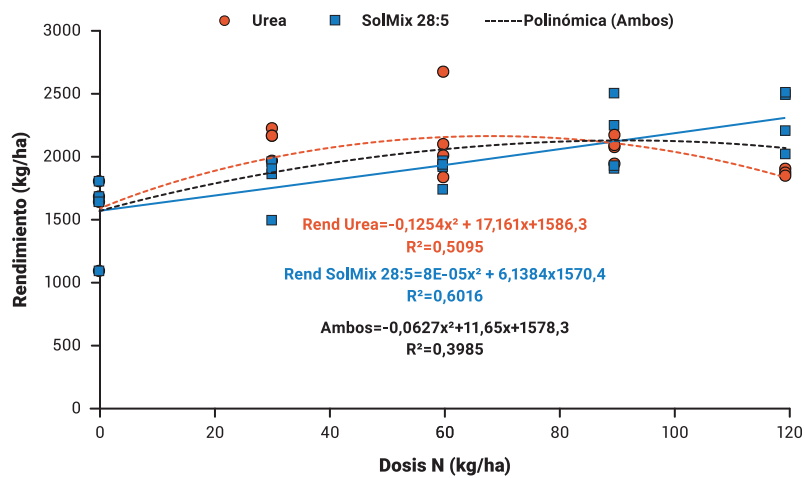


Figura 2. Relación entre rendimiento y dosis de nitrógeno agregada, para Urea, SolMix y el conjunto de ambas fuentes, ajustado según una función cuadrática. Fertilización con nitrógeno y azufre en *Camelina sativa*. Pergamino, año 2023.

Camelina se adaptó bien a un ambiente seco inicial, y presentó una reacción muy favorable a la mejora del mismo desde septiembre. Las plantas expresaron un porte moderado, con una muy buena fructificación. No se registraron adversidades bióticas de relevancia, que comprometieran los rendimientos. La productividad media, de 1978 kg/ha, es de las más altas observadas en la región.

Las variables intermedias reflejaron el efecto de tratamiento y presentaron buena correlación con rendimiento, especialmente materia seca, interceptación y NDVI (Tabla 3). El mayor contraste se comprobó entre testigo y tratados. Los rendimientos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para N (Figura 1.a) y P (Figura 1.b). La respuesta a P fue notable, en crecimiento (Tabla 3.b) y productividad (Figura 1.b). Respecto de N, las fuentes presentaron un comportamiento dispar. La fuente Urea evidenció un incremento sensible hasta la dosis de N60, pero disminuyó en adelante, sin explicación aparente. SolMix en cambio, mostró un aumento sostenido en todo el rango de dosis evaluado (Figura 1.a). Un ajuste conjunto de ambas fuentes ubica el rendimiento máximo en N80, pero con valores cercanos a los de N60, donde estaría el óptimo económico para cultivos de alto rendimiento. Cabe consignar que este comportamiento se comprueba en un sitio con moderado a alto nivel de N en suelo (Tabla 2), como resultado de la magra cosecha de la campaña anterior.

Los resultados obtenidos permiten aceptar las hipótesis propuestas: 1. *Camelina sativa* responde a P y N alcanzando su máximo en dosis moderadas. A diferencia de otras *Brassicaceas*, la respuesta a S aparece más errática, y asociada a altos niveles de N. 2. El comportamiento medio de ambas fuentes fue similar, pero con diferente dinámica, prevaleciendo el líquido NS en las dosis más altas de N. Esto puede sugerir una interacción N x S significativa, o una dosis mínima de S para visibilizar efectos. 3. Se propone una relación funcional entre rendimiento y dosis de N agregada, para un sitio de buen rendimiento.



Fotografía 1. Vista general del experimento, durante la floración.



Fotografía 2. Vista aérea del experimento en el estado F2 de la escala CETIOM.

Bibliografía

Agosti, M.; Gómez, N; Vilariño, M.; Miralles, D. 2009. *Fenología y generación del rendimiento y la calidad de canola*. En: Congreso "A Todo Trigo". Federación de Acopiadores de Granos.

Alajarín, M. 2016. *Tolerancia de Camelina (Camelina sativa L. Crantz) a diferentes aplicaciones herbicidas*. Tesis.Grado en Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid.

Basalma, D.; Gursoy, M.; Nofouzi, F. 2018. *Factors affecting agricultural characteristics of Camelina sativa (L.) Crantz under dry-summer subtropical and warm temperate climates*. En: Revista de la Facultad de Agronomía 35(3):248-269.

Falasca, S. L.; Del Fresno, M. C.; Waldman, C. 2014. *Developing an agro-climatic zoning model to determine potential growing areas for Camelina sativa in Argentina*. En: QScience Connect 4 (1) : 1-11.

Enjalbert, J. N.; Johnson, J. J. 2011. *Guide for producing dryland camelina in eastern Colorado*. Fact sheet (Colorado State University. Extension). En: Crop series Production no. 0.709.

Miralles de Imperial Hornedo, R.; Delgado Arroyo, M.; García Manso, Á.; González Gullón, M.; Martín Sánchez, J. 2017. *Efecto del residual de estiércol avícola o residual de fertilizante mineral en el rendimiento y la calidad de camelina (Camelina sativa L. Crantz)*. En: Revista mexicana de ciencias pecuarias 8 (4): 353-363.