

## COMUNICACIÓN

### *Camelina sativa* L.: una alternativa en la región semiárida

Ferrari, Enzo David<sup>1</sup> y Girotti, Darío<sup>2</sup>

1 Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía

2 Doctorando Universidad Nacional del Noroeste de La provincia de Buenos Aires

@ ferrarienzo@agro.unlpam.edu.ar

Recibido: 26/01/2023

Aceptado: 25/07/2023

**RESUMEN.** *Camelina sativa* L. (camelina) es una especie de crecimiento anual que se utiliza principalmente como biocombustible de segunda generación. Respecto a otros cultivos invernales, secuestra carbono, controla malezas, promueve la recirculación de nutrientes, consume poca humedad del perfil edáfico y permite disponer del lote de forma anticipada por su corto ciclo. En esta comunicación se reporta el primer estudio sobre el cultivo de camelina en la localidad de Santa Rosa, La Pampa. Con el objetivo de analizar la respuesta productiva de la especie, se evaluaron 25 líneas experimentales pertenecientes a la empresa "Chacraservicios", durante el año 2022. Las condiciones ambientales resultaron aptas para la producción de camelina, con un rendimiento promedio de 729,4 kg.ha<sup>-1</sup> y máximos de 1131 kg.ha<sup>-1</sup>, acordes a rendimientos reportados en otras regiones de productivas. En términos de componentes fisiológicos, el rendimiento de grano fue explicado en su mayor parte por los cambios observados en la producción de biomasa ( $R^2 = 0.80$ ) y el número de granos.m<sup>2</sup> ( $R^2 = 0.79$ ). Las líneas 12, 21 y 18 resultaron promisorias por presentar alto valor de rendimiento de grano, biomasa y número de granos.m<sup>2</sup>. La complejidad en determinar la adaptación de la especie a la región, y un genotipo sobresaliente hacen necesario continuar con más evaluaciones para estimar con mayor precisión el rendimiento y la estabilidad, además, de realizar un abordaje del cultivo en mayor grado de detalle, y estudiar caracteres más específicos asociados al rendimiento y la calidad.

**PALABRAS CLAVE:** biomasa; camelina, número de granos; rendimiento.

**ABSTRACT.** *CAMELINA SATIVA L.: AN ALTERNATIVE IN THE SEMIARID REGION.* *Camelina sativa* L. (camelina) is an annual species primarily used as a second-generation biofuel. Compared to other winter crops, it helps with carbon sequestration, weed control, promotes nutrient recirculation, consumes low soil moisture from the profile, and allows early land use due to its short cycle. This communication presents the first study on the farming of camelina in Santa Rosa, La Pampa. To analyze the productive response of camelina, 25 experimental lines belonging to the company "Chacraservicios" were evaluated during the year 2022. The environmental conditions were suitable for camelina production, with an average yield of 729.4 kg.ha<sup>-1</sup> and maximum yields of 1131 kg.ha<sup>-1</sup>, consistent with yields reported in other productive regions. Grain yield was largely explained by changes in biomass production ( $R^2 = 0.80$ ) and grains per square meter ( $R^2 = 0.79$ ). Lines 12, 21, and 18 showed promising results due to their high grain yield, biomass, and number of grains m<sup>2</sup>. The complexity of determining the adaptation of the species to the region, as well as identifying different genotypes, make it necessary to perform further evaluations to estimate yield, stability, and quality with more detail.

**KEY WORDS:** biomass; camelina; number of grains; yield.

Cómo citar este trabajo:

Ferrari, E. D. y Girotti, D. (2023). *Camelina sativa* L.: una alternativa en la región semiárida. *Semiárida*, 33(2), 57-64

## INTRODUCCIÓN

Los diferentes tipos de biocombustibles que puedan sustituir a aquellos combustibles tradicionales se vislumbran hoy como la opción más lógica y socialmente más digna, con énfasis



en la búsqueda de alternativas para ayudar a reducir emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (Guimarães et al., 2014; Sosa et al., 2016). El bioetanol presenta la ventaja, con respecto a los combustibles fósiles, que se obtiene de fuentes renovables y representa una oportunidad interesante para el desarrollo agrícola; la principal desventaja es que su producción puede competir por el uso de recursos alimenticios. Por esta razón, una de las líneas de investigación más relevantes se encuentra en la búsqueda y modificación de materias primas, para interferir lo menos posible en la producción de alimentos y utilizar de forma más eficiente la energía del proceso (Chuck-Hernández et al., 2011).

*Camelina sativa* pertenece a la familia Brassicaceae, es una especie de fecundación predominantemente autógama, que se caracteriza por presentar crecimiento anual y vainas en forma de silícula, que contienen entre seis a dieciséis semillas (Miralles et al., 2015; Basalma et al., 2018); se utiliza en la alimentación humana y animal, en cosmética, en farmacología, pero por las buenas cualidades de su aceite como biocombustible, el uso más importante es el de biocombustible de segunda generación (Miralles et al., 2015). El bioqueroseno derivado de *C. sativa* logra una reducción del 84 % en las emisiones de gases de efecto invernadero durante su ciclo de vida, en comparación con el queroseno de petróleo (Falasca et al., 2014) y se considera un importante cultivo oleaginoso subutilizado con gran potencial como materia para la producción de biodiésel y otras aplicaciones industriales (Stamenković et al., 2023).

La especie posee bajos requisitos de agua y fertilizantes, y es capaz de producir rendimientos comparables a otros cultivos invernales de semillas oleaginosas, particularmente en condiciones de estrés (Bansal & Durrett, 2016); respecto a otros cultivos de invierno controla malezas, promueve la recirculación de nutrientes, consume poca humedad del perfil edáfico y permite disponer del lote para cultivos de verano por su corto ciclo (Agrositio, 2022). Argentina se presenta como una gran promesa ante el mundo para aliviar la dependencia de los

combustibles fósiles en la aviación, al utilizar camelina como materia prima para producir bioqueroseno en tierras más allá de las áreas agrícolas tradicionales (Falasca et al., 2014).

La escasez y variabilidad de las precipitaciones es el principal desafío en la producción de los cultivos de secano en la región semiárida pampeana. A este fenómeno, se le suman la incertidumbre del cambio climático que prevé una mayor inestabilidad en la distribución de las precipitaciones y un posible aumento de temperaturas que agravarían aún más la situación. La intensificación de la agricultura en la región semiárida presenta una disminución del área destinada a pasturas y un aumento de la superficie con monocultivo de trigo, y para ello son importantes las estrategias de manejo de los productores como la rotación de cultivos (Duval et al., 2013). Las crucíferas como colza o camelina son importantes en las rotaciones, debido a que detienen el período de desarrollo de los patógenos de los cereales y restringen la propagación de enfermedades a través del suelo (Akk & Ilumäe, 2005; Miralles et al., 2015).

La provincia de La Pampa presenta un clima de tipo continental con inviernos fríos y veranos calurosos. Las precipitaciones anuales promedio presentan un gradiente decreciente de noreste a sudoeste, que va desde los 850 mm a los 300 mm (Casagrande et al., 2006). El 70 % de las precipitaciones totales ocurren en el periodo primavera-estival, y los periodos de sequía son más prolongados y frecuentes en el sector oeste de la provincia. La temperatura media anual es de 16 °C en el sector sur y 18 °C en el norte, con una mínima absoluta de -15 °C. El periodo libre de heladas es de 280 días en el N y de 180 días en el S (Belmonte et al., 2010). Falasca et al. (2014) clasifica a la provincia como un área muy adecuada para el cultivo de camelina, cuando las precipitaciones anuales superan los 500 mm; y adecuada cuando las precipitaciones anuales se encuentran entre los 350 y 500 mm.

Bajo la hipótesis de que el cultivo de camelina puede ser una estrategia con enfoque en la agricultura sostenible al evitar el monocultivo de trigo, y una alternativa rentable para la región semiárida que presenta la

provincia de La Pampa, por la elevada producción de aceite de las semillas, este trabajo se plantea con el objetivo de determinar líneas promisorias con potencial productivo de camelina, bajo condiciones de secano en la localidad de Santa Rosa.

## METODOLOGÍA

Los ensayos se realizaron en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam., Santa Rosa, La Pampa, Argentina, ubicado en la región semiárida pampeana a 36°32'49" S y 64°18'20" W, y a 210 msnm, durante el período invierno primavera de 2022. La precipitación histórica anual es de 729.9 mm (promedio desde 1977 a 2021) con una distribución anual del 73 % de octubre a marzo (Vergara et al., 2022). El suelo se clasificó como Paleustol petrocálcico (Soil Survey Staff, 2014), con escasa pendiente superficial, un manto de tosca en el subsuelo a una profundidad que varió entre 1,0 y 1,5 m; y proporciones de 10 % de arcilla, 25 % de limo y 65 % de arena, que clasificaron al suelo como de textura franco arenoso. El suelo se caracterizó por presentar, a los 25 cm de profundidad, valores promedio de pH = 6,1; nitratos = 16,4 mg.kg<sup>-1</sup>; fósforo = 10,8 mg.kg<sup>-1</sup> y 1,5 % de materia orgánica. El agua útil antes de la siembra fue de 14.9 mm (0 - 20 cm), 13,7 mm (20 - 40 cm), 12,6 mm (40 - 60 cm), 12,5 mm (60 - 80 cm) y 12,8 mm (80 - 100 cm).

El lote del ensayo presentó como cultivo antecesor alfalfa degradada y malezas. Las labores culturales comenzaron a principio del mes de abril con rastra mecánica para generar barbecho mecánico, y dos días antes de la siembra se realizó un laboreo de repaso con rastra liviana para mantener la superficie libre de malezas y propicia para la implantación. El control de malezas se realizó mediante la aplicación química de Trifluralina en preemergencia del cultivo a razón de 1 lt.h<sup>-1</sup>. Durante el desarrollo del cultivo no se presentaron enfermedades ni se observó daño por insectos, por lo que no fue necesaria ninguna aplicación química.

El germoplasma utilizado en este estudio fueron 25 líneas endocriadas experimentales de *C. sativa*, pertenecientes a la empresa

“Chacraservicios” y pre-caracterizadas por su alto rendimiento y variabilidad genética. Las líneas se sembraron de forma manual el 1 de agosto de 2022 en un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones, con una densidad de 1000 semillas.m<sup>2</sup>. La unidad experimental estuvo constituida por una superficie de 1,5 m de ancho por cinco metros de longitud. La cosecha se realizó de forma manual el 25 de noviembre cuando cada línea alcanzó la madurez fisiológica, con un 80 a 90 % de las silículas de color entre amarillo a marrón (Miralles et al., 2015), escala BBCH código 88 - 89 (Martinelli & Galasso, 2011).

### *Mediciones en el cultivo*

En estadio BBCH 88 - 89 (Martinelli & Galasso, 2011), se cosecharon a nivel del suelo y de forma manual las plantas en un área de 1 m<sup>2</sup>, se pesó la biomasa aérea (incluyó tallos, hojas, y vainas), se trilló la muestra y se pesaron los granos. Estos valores se expresaron en kg.ha<sup>-1</sup> y resultaron en biomasa aérea y el rendimiento de grano. El número de granos m<sup>2</sup> se calculó a partir del rendimiento y el peso de mil granos (PMG). El PMG se midió sobre dos muestras de 300 granos, con una balanza analítica marca Ohaus, modelo PA1502 (0,01 g) y se convirtió a peso de 1000 granos. El índice de cosecha (IC) se calculó como el cociente entre el rendimiento de grano y la biomasa aérea.

### *Análisis estadístico*

El rendimiento y sus componentes fueron analizados mediante un análisis de la varianza (ANAVA) combinado, mediante modelos lineales generales y mixtos, en que el factor genotipo se consideró como efecto fijo y las repeticiones como efecto aleatorio. Cuando el ANAVA fue significativo (p<0.05), se utilizó la prueba de diferencias mínimas significativas (LSD). Los análisis de regresión lineal y correlación se realizaron con los valores promedios de cada genotipo. Para los análisis se utilizó el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2020)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo desde la siembra a la cosecha de camelina fue de 116 días y no presentó daños

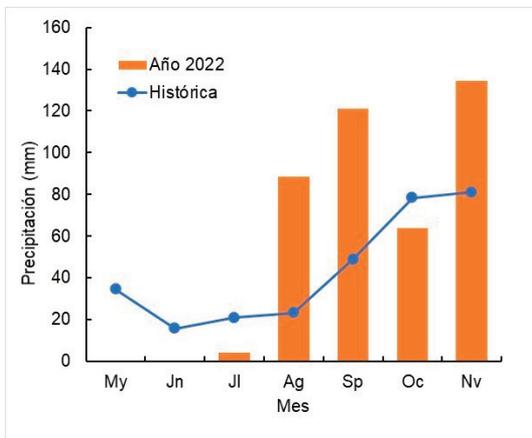
por bajas o altas temperaturas. Kinay et al. (2019) reportaron que las siembras de invierno no sufren daños severos por frío incluso a temperaturas mínimas de  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En comparación con el ciclo de cultivo de trigo, Fernández et al. (2021) reportaron como fecha de siembra promedio el 2 de julio a partir de ensayos realizados durante 7 años en Santa Rosa. Si se considera que la fecha óptima de cosecha de trigo comienza el 15 de diciembre, el ciclo del cultivo resulta en promedio de 166 días lo que representa una diferencia mínima de 50 días entre el ciclo de cultivo de camelina y el de trigo. La región semiárida y subhúmeda, comparada con la región húmeda, presenta un menor desarrollo del perfil, una disminución de las precipitaciones y del periodo libre de heladas, lo que, sumado a la falta de humedad en el suelo al momento de la siembra, dificulta la implantación de cultivos estivales con antecesor invernal (Otegui & Mercau, 2018). La cosecha de camelina el 25 de noviembre permitió liberar el lote como mínimo 20 días antes, si se compara con el cultivo de trigo, lo que permitiría una mayor recarga del perfil si se considera la siembra de un cultivo estival.

Las precipitaciones durante el periodo del ensayo tuvieron un comportamiento por encima del promedio histórico, con un total de 408 mm en el ciclo respecto de los 231,6 mm históricos (Figura 1). Falasca et al. (2014) clasifica a Santa Rosa como de tipo muy adecuada para la producción de camelina, por presentar precipitaciones superiores a los 500 mm anuales. Sin embargo, durante el 2022 los milímetros de precipitación acumulados en prefloración fueron de 230,5 mm y posfloración de 177,5 mm, lo que se acerca más a una clasificación de tipo área óptima, que considera 150 mm durante el período de crecimiento y 200 mm durante el desarrollo reproductivo. La mayor deficiencia de precipitaciones se registró previo a la siembra, durante los meses de mayo, junio y julio. Esto condujo a un retraso de la siembra debido a que fue necesario esperar los 4 mm ocurridos a finales del mes de julio

para lograr una cama de siembra óptima. Las precipitaciones mayores resultaron en el mes de septiembre (121 mm), y se registraron a partir del 18 de septiembre, que, sumadas a los 21 mm ocurridos en el mes de octubre, propiciaron a un buen desarrollo del cultivo durante la etapa de floración, escala BBCH 65 (Martinelli & Galasso, 2011), que se registró en las líneas el 10 de octubre en promedio.

### Rendimiento y componentes de rendimiento

El ANAVA presentó diferencias significativas entre las líneas en el carácter rendimiento de grano ( $p= 0,02$ ); este resultado denotó la variabilidad fenotípica. El rendimiento de grano promedio fue de  $729,4\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con valores mínimos de  $313,6\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y máximos de  $1131\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Tabla 1). Los genotipos de camelina de alto rendimiento de grano son deseables, debido a que logran mayor producción total de biocombustible (Obour et al., 2017). Las líneas 12, 21, 18, 25 y 13 promediaron  $1017\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , y se caracterizaron como las de mayor rendimiento y superar los  $1000\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Los rendimientos de grano en el presente estudio estuvieron dentro del rango de valores reportados por otros autores en diversas regiones, como ser Solis et al. (2013) con  $942\text{ a }2390\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; Obour et al. (2017) con  $447\text{ a }$



**Figura 1.** Precipitaciones mensuales previas y durante el ciclo del cultivo 2022, en Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de Vergara et al. (2022) y Policía de La Pampa (2022).

**Figure 1.** Monthly precipitation prior to and during the 2022 crop cycle in Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Source: Compiled from data provided by Vergara et al. (2022) and Policía de La Pampa (2022).

**Tabla 1.** Valores promedio de rendimiento de grano, rendimiento de biomasa, peso de mil granos (PMG), número de granos e índice de cosecha (IC) de líneas experimentales de camelina en Santa Rosa, La Pampa, durante el año 2022.

**Table 1.** Average values for grain yield, biomass yield, thousand grain weight (PMG), grain number, and harvest index (IC) of experimental lines of camelina in Santa Rosa, La Pampa, during the year 2022.

Línea	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Biomasa (Kg.ha <sup>-1</sup> )	PMG (g)	N° de granos.m <sup>-2</sup>	IC		
1	645,3	3045	0,90	ghi	71704	0,21	abc
2	777,3	3916	0,93	ghi	83474	0,20	abc
3	643,0	3727	0,92	ghi	70896	0,18	bcdef
4	741,7	3542	0,97	fghi	77237	0,21	abc
5	563,0	2940	0,88	hi	63830	0,20	abcd
6	575,0	3547	0,87	i	66471	0,16	cdef
7	769,0	3311	0,92	ghi	86977	0,23	a
8	313,7	2344	0,95	ghi	34956	0,13	f
9	636,0	3273	0,93	ghi	68289	0,19	abcde
10	778,3	3547	0,98	efgh	79427	0,23	ab
11	911,3	4160	0,98	efgh	96710	0,21	abc
12	1131,0	5105	1,10	bcd	102818	10,22	ab
13	945,3	4912	1,10	bcd	85179	0,19	abcde
14	581,3	2719	1,25	a	46161	0,21	abc
15	618,7	3065	1,07	cdef	59251	0,20	abc
16	757,0	4110	0,88	hi	85301	0,19	abcde
17	468,3	3204	1,20	ab	38560	0,14	ef
18	968,3	4210	1,07	cdef	90281	0,23	a
19	431,7	2767	1,08	cde	40290	0,15	def
20	759,0	3424	1,08	cde	69964	0,22	ab
21	1096,3	5410	1,30	a	83397	0,20	abcd
22	816,3	3627	1,10	bcd	74212	0,22	ab
23	713,3	4307	1,00	defg	70900	0,17	cdef
24	646,7	3670	1,08	cde	59939	0,18	abcdef
25	948,0	4487	1,13	bc	82869	0,21	abc
DMS	400,0	-	0,11	-	-	0,05	

972 kg.ha<sup>-1</sup>; Kinay et al. (2019) con 334 a 5477 kg.ha<sup>-1</sup> y Javaid et al. (2021) con 480 a 1249 kg.ha<sup>-1</sup>.

La biomasa aérea no presentó diferencias significativas entre líneas (p= 0,123), pese a presentar un valor promedio de 3694 kg.ha<sup>-1</sup>, máximos de 5410 kg.ha<sup>-1</sup> y mínimos de 2344 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabla 1). Los resultados obtenidos estuvieron dentro del rango de 2693 a 9897 kg ha<sup>-1</sup> reportados por Solis et al. (2013), y fueron superiores a los de Javaid et al., (2021) con un máximo de 2674 kg.ha<sup>-1</sup>. El IC fue en promedio de 0,19 y presentó diferencias entre las líneas (p= 0,006). Las líneas de mayor IC fueron la 7, 18 y 10 que se caracterizaron por superar el 0,23. Estos valores resultan inferiores a los reportados

por Solis et al. (2013) que obtuvieron valores de entre 0,21 a 0,32; y a los de Javaid et al. (2021) con un rango de entre 0,20 a 0,47.

Las variaciones en el rendimiento de grano, entre las líneas, estuvieron asociadas principalmente con la biomasa (R<sup>2</sup>= 0,8; p<0,01) y en menor medida al índice de cosecha (R<sup>2</sup>= 0,47; p<0,01) (Figura 2). La alta relación del rendimiento de grano con la producción de biomasa también fue reportada por García-Hernández et al. (2022) en canola (R<sup>2</sup>= 0,81) y por Ghorbani et al. (2020) en camelina (R<sup>2</sup>= 0,82). Ghorbani et al. (2020), al igual que en el presente estudio, también determinaron una baja asociación entre el rendimiento de grano y el IC (R<sup>2</sup>= 0,33)

El número de granos.m<sup>2</sup> no presentó diferencias significativas entre las líneas (p= 0,067) y fue en promedio de 71564, pero con un amplio

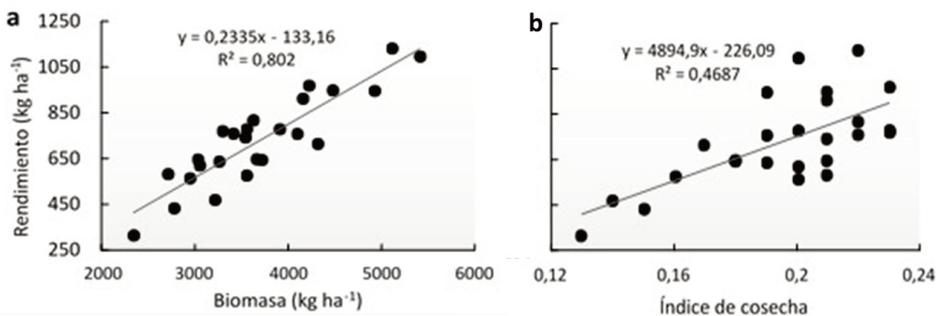
rango que varió desde los 34956 a los 102818 (Tabla 1). El peso de mil granos (PMG) arrojó diferencias entre líneas (p<0,001). Las líneas de mayor PMG fueron la 21, 14 y 17, las cuales promediaron 1,25 g y resultaron superiores 17,6 % respecto al promedio general (1,03 g). Las líneas 6, 16 y 5 lograron los menores PMG, con valores por debajo de los 0,9 g (Tabla 1). Los valores de PMG fueron similares a los reportados por Obour et al. (2017). Se encontraron dentro del rango de 0,34 a 1,34 g presentado por Kinay et al. (2019) aunque fueron inferiores a los mencionados por Vollmann et al. (2007) con 1,35 g de promedio, Javaid et al. (2021) con valores de 1,09 a 1,84 g y Solis et al. (2013) con un rango de 1,31 a 1,47 g.

El número de granos.m<sup>2</sup> explicó un 79 % la

variación del rendimiento de grano ( $p < 0,01$ ) (Figura 3a). Valores similares de asociación fueron reportados en colza por Coll (2010) y García-Hernández et al. (2022). Göre et al. (2023) determinó en camelina que el 90 % de la variación del rendimiento estuvo explicada por el número de semillas por vaina y el número de vainas por planta. Pese a las diferencias entre líneas del PMG, este componente no explicó las variaciones de rendimiento entre las líneas ( $p = 0,14$ ; Figura 3b). Resultados similares fueron reportados en canola por García-Hernández et al. (2022). Vollman et al. 2007 obtuvo en camelina una correlación negativa entre el peso de mil granos y el rendimiento ( $R^2 = -0,69$ ). Obour et al. (2017) sugiere que el PMG podría tener un valor limitado para predecir el rendimiento de la semilla en camelina.

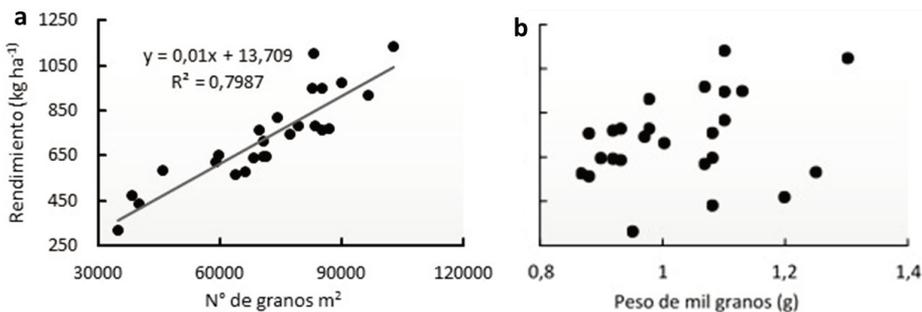
## CONCLUSIONES

La localidad de Santa Rosa, La Pampa, durante al año 2022, se comportó como un ambiente apto para la producción de camelina, con rendimientos acordes a la especie. Las líneas experimentales evaluadas en este ensayo exhiben variabilidad fenotípica en rendimiento de grano, peso de mil granos e índice de cosecha. En términos de componentes fisiológicos, el rendimiento de grano fue explicado en su mayor parte por los cambios observados en la producción de biomasa y el número de granos por superficie ( $m^2$ ). Las líneas 12, 21 y 18 resultaron promisorias, en este ensayo, por presentar alto rendimiento de grano, biomasa y número de granos. $m^2$ . No obstante, por la complejidad en determinar la adaptación de la especie a la región, y un genotipo sobresaliente es necesario continuar con más años de evaluaciones



**Figura 2.** Relación entre rendimiento de granos con a: la biomasa y b: el índice de cosecha en líneas experimentales de camelina, durante la temporada 2022, en Santa Rosa, La Pampa.

**Figure 2.** Relationship between grain yield and a: biomass, and b: harvest index in experimental lines of camelina during the 2022 season in Santa Rosa, La Pampa.



**Figura 3.** Relación entre rendimiento de granos con a: el número de granos  $m^2$  y b: el peso de mil granos, en líneas experimentales de camelina, durante la temporada 2022, en Santa Rosa, La Pampa.

**Figure 3.** Relationship between grain yield and a: grain number per  $m^2$ , and b: thousand grain weight in experimental lines of camelina during the 2022 season in Santa Rosa, La Pampa.

para estimar con mayor precisión el rendimiento y la estabilidad, además, de realizar un abordaje del cultivo en mayor grado de detalle, y estudiar caracteres más específicos asociados al rendimiento y la calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrositio (1 de febrero de 2022). Los beneficios de sumar *Camelina*. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/221092-los-beneficios-de-sumar-camelina>
- Akk, E., & Ilumäe, E. (2005). Possibilities of growing *Camelina sativa* in ecological cultivation. *Estonian Crop Research Institute*, 1, 28-33.
- Casagrande, G. A., Vergara, G. T. y Bellini Saibene, Y. N. (2006). Cartas agroclimáticas actuales de temperaturas, heladas y lluvia de la provincia de La Pampa (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 17(1), 16-22.
- Bansal, S., & Durrett, T. P. (2016). *Camelina sativa*: An ideal platform for the metabolic engineering and field production of industrial lipids. *Biochimie*, 120, 9-16.
- Basalma, D., Gursoy, M., & Nofouzi, F. (2018). Factors affecting agricultural characteristics of *Camelina sativa* (L.) Crantz under dry-summer subtropical and warm temperate climates. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 35, 248-269.
- Belmonte, M. L., Fernández, M. D., Bellini Saibene, Y. N., Lorda, H. O., Fuentes, M. E., Rossi, A. & Rivarola, R. (2010). Caracterización tecnológica y productiva del cultivo de trigo y otros cereales de invierno para la región semiárida pampeana central. El cultivo de trigo en la región semiárida y subhúmeda pampeana. La Pampa, Argentina: EEA INTA Anguil, 13-31.
- Chuck-Hernández, C., Pérez-Carrillo, E., Heredia-Olea, E., & Serna-Saldívar, S. O. (2011). Sorgo como un cultivo multifacético para la producción de bioetanol en México: tecnologías, avances y áreas de oportunidad. *Revista mexicana de ingeniería química*, 10(3), 529-549.
- Coll, L. (2010). Efecto de la densidad de plantas en el rendimiento de colza. *Actualización técnica. EEA Paraná*, (1), 39-43.
- Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C. (2020). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Duval, M., Galantini, J., Iglesias, J., & Krüger, H. (2013). El cultivo de trigo en la región semiárida bonaerense: impacto sobre algunas propiedades químicas del suelo. *RIA*, 1669-2314.
- 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. *QScience Connect*, 2014(1), 4.
- Fernández, M. A. (2021). Efecto de la incorporación de genes de enanismo sobre el rendimiento de trigo pan en la región subhúmeda seca pampeana. *Semiárida*, 31(2), 45-56.
- García-Hernández, G., Araujo-Díaz, R., Estrada-Campuzano, G., Martínez-Rueda, C. y Domínguez-López, A. (2022). Componentes fisiológicos y numéricos del rendimiento en canola afectados por la densidad y sistema de siembra. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 661-673.
- Ghorbani, M., Kahrizi, D. & Chaghakaboodi, Z. (2020). Evaluation of *Camelina sativa* doubled haploid lines for the response to water-deficit stress. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 9(2), 193-199.
- Göre, M., Zeinalzadeh-Tabrizi, H. & Kurt, O. (2023). Correlation and sequential path analysis of oil yield and related characteristics in camelina under seasonal variations. *OCL*, 30 (2), 1-10.
- Guimarães, C. C., Simeone, M. L. F., Parrella, R. A. & Sena, M. M. (2014). Use of NIRS to predict composition and bioethanol yield from cell wall structural components of sweet sorghum biomass. *Microchemical Journal*, 117(1), 194-201.
- Javaid, M. M., Saeed, M. A., Waheed, H., Nadeem, M. A., Ahmad, M. F., Aziz, A., ... & Balal, R. M. (2021). Optimizing the rate of phosphorus to enhance grain yield and quality in two *Camelina sativa* (L.) crantz accessions. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(5), 2735-2750.
- Kinay, A., Yilmaz, G., Ayisigi, S., & Dokulen, S. (2019). Yield and quality parameters of winter and summer-sown different camelina (*Camelina sativa* L.) genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 24(2), 164-169.
- Martinelli, T., & Galasso, I. (2011). Phenological growth stages of *Camelina sativa* according to the extended BBCH scale. *Annals of applied Biology*, 158(1), 87-94.
- Miralles, R., Martín Sánchez, J. V., Lobo Bedmar, M., Plaza Benito, A., & Delgado Arroyo, M. (2015). Respuesta del rendimiento biológico y agrícola de plantas de camelina (*Camelina sativa*) y del contenido de proteína y aceite de sus granos al efecto residual de la fertilización orgánica y mineral. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(4), 377-387.
- Obour, A. K., Obeng, E., Mohammed, Y. A., Ciampitti, I. A., Durrett, T. P., Aznar-Moreno, J. A., & Chen, C. (2017). Camelina seed yield and fatty acids as influenced by genotype and environment. *Agronomy Journal*, 109(3), 947-956.
- Otegui, M. E. y Mercáu, J. L. (2018). Fecha de siembra

Ferrari, E. D. y Girotti, D.

y rendimiento de maíz en ambientes con provisión hídrica contrastante de la región central de Argentina. *ANAV*, 71(1), 150-160.

Policía de La Pampa. (2022). Registros Pluviales de la provincia. Gobierno de La Pampa. <https://policia.lapampa.gob.ar/contenidos/ver/lluvias>

Solis, A., Vidal, I., Paulino, L., Johnson, B. L., & Berti, M. T. (2013). *Camelina* seed yield response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in South Central Chile. *Industrial Crops and Products*, 44, 132-138.

Soil Survey Staff. (2014). *Claves para la taxonomía de suelos*.

Sosa, M. A., Espinosa, J. y Basílico, J. C. (2016). Producción de bioetanol a partir de cultivos contaminados: una alternativa para salvar las

cosechas dañadas. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 26(1), 47-52.

Stamenković, O. S., Gautam, K., Singla-Pareek, S. L., Dhankher, O. P., Djalović, I. G., Kostić, M. D., Mitrović, P. M., Pareek, A., & Veljković, V. B. (2023). Biodiesel production from camelina oil: Present status and future perspectives. *Food and Energy Security*, 12(1), e340.

Vergara, G., Casagrande, G. y Méndez, M. (2022). Estadísticas agroclimáticas de la Facultad de Agronomía, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Período 1977-2021. *Semiárida*, 32(1), 7-41.

Vollmann, J., Moritz, T., Kargl, C., Baumgartner, S., & Wagenristl, H. (2007). Agronomic evaluation of camelina genotypes selected for seed quality characteristics. *Industrial Crops and Products*, 26(3), 270-277.