

FECHA ÓPTIMA DE SIEMBRA PARA LA OBTENCIÓN DE SEMILLAS EN CANTIDAD Y CALIDAD DE *Crotalaria juncea* L. (FABACEAE)

Verónica Soledad Beltramini; Alejandra del Valle Bornand y Vanesa Ruth Cadelago

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Avda. Valparaíso y Aldo Félix Marrone. Ciudad Universitaria. Casilla de Correo 509. Córdoba, 5000, Argentina.
Email: vbeltramini@agro.unc.edu.ar

Recibido: 24/05/19

Aceptado: 04/09/19

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la fecha óptima de siembra de *Crotalaria juncea* L. para la producción de semillas en cantidad y calidad, en el centro de Córdoba, Argentina. El ensayo se realizó en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en dos fechas de siembra diferentes, noviembre y diciembre. El diseño fue completamente aleatorizado, con tres repeticiones por época de siembra. Se realizaron observaciones fenológicas, y se evaluaron los siguientes componentes de rendimiento: número de frutos por planta, número de semillas por legumbre, y rendimiento por hectárea. Se midió la altura de las plantas y para determinar la calidad, se estudió el poder germinativo y el peso de mil semillas. Esta especie mostró un comportamiento asociado al efecto fotoperiódico de día corto. Hubo diferencias significativas entre los dos tratamientos en los años evaluados. Las plantas de la primera fecha de siembra presentaron mayor altura, número de frutos por planta y rendimiento por hectárea que las de la segunda fecha de siembra; mientras que el poder germinativo en las dos fechas fue alto y no se observaron diferencias significativas en el peso de las semillas. Los resultados obtenidos en el marco de este estudio indican que la fecha de siembra recomendable para la producción de semillas en términos de rendimiento y calidad del cultivo de *C. juncea*, es a principios de noviembre. Se sugiere la evaluación del cultivo en otras zonas productoras del país para la validación de los resultados aquí obtenidos.

Palabras clave: rendimiento, época de siembra, producción, crotalaria, Córdoba-Argentina.

OPTIMAL DATE OF SEEDING FOR THE OBTAINING OF SEEDS IN QUANTITY AND QUALITY OF *Crotalaria juncea* L. (FABACEAE)

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the optimal sowing date of *Crotalaria juncea* L. for seeds production in quantity and quality, in the center of Córdoba, Argentina. The essay was carried out in the Field School of the Faculty of Agricultural Sciences in two different sowing seasons, November and December. The design was completely randomized, with three repetitions for each sowing season. Phenological observations were performed, and yield components were evaluated: number of fruits per plant, number of seeds per legume, and yield per hectare. The height of the plants was measured and, to determine the quality, the germination power and the weight of a thousand seeds were studied. This species showed a behavior associated with the short-day photoperiodic effect. Significant differences were observed between the two treatments in the years evaluated. The plants of the first planting date had a higher height, greater number of fruits per plant and higher yield per hectare than those of the second planting date; while the germination power on both dates was high and no significant differences were observed in the weight of the seeds. The results obtained in the framework of this study indicate that the recommended sowing date for seed production in terms of yield and quality of the crop of *C. juncea*, is at the beginning of November. The evaluation of the crop in other producing areas of the nation is suggested for the validation of the results obtained here.

Key words: yield, planting time, production, crotalaria, Córdoba-Argentina.

INTRODUCCIÓN

Crotalaria juncea L. (Fabaceae), comúnmente conocida como crotalaria, es una leguminosa nativa de India y Pakistán, que se cultiva en muchas regiones tropicales y subtropicales del mundo por sus múltiples aplicaciones (fabricación de papel, fibra para cordelería, forraje y abono verde) (Cook y White, 1996; Treadwell, 2007; Pascualides *et al.* 2013; Tripathi *et al.*, 2013). Las zonas de cultivo de esta especie se caracterizan por temperaturas promedio de 26°C, alta humedad relativa y precipitaciones entre los 170 a 200 mm durante la estación de crecimiento. Se sabe que la especie tiene una respuesta fotoperiódica de día corto en la etapa emergencia-floración. Fotoperíodos por encima de 14,5 hs. generan retrasos al momento de floración y mayor crecimiento vegetativo (Sorlino y Villalobos Flores, 2004).

La introducción de cultivos eficientes en el empleo de los recursos ambientales y poco dependientes de los insumos químicos, es una estrategia importante a tener en cuenta para la diversificación de la actividad agrícola. En este sentido, *C. juncea* presenta un crecimiento rápido, elevada producción de materia verde y un valor agronómico importante, ya que proporciona nitrógeno residual al suelo al fijarlo del aire (Sorlino y Villalobos Flores 2004; Tripathi *et al.*, 2013; de Araujo *et al.*, 2018). Considerando sus requerimientos ambientales, su potencial como cultivo textil y sus aportes de nitrógeno al suelo, la crotalaria puede ser una alternativa interesante para integrarse a los sistemas agrícolas de la región central de la Argentina.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC), se estudia desde el 2005 el manejo del cultivo de la crotalaria para la producción de fibra para papel (Pascualides 2004; Pascualides y Planchuelo, 2007; Pascualides y Baigorria 2008; Rinaldi *et al.*,

2011, Pascualides *et al.*, 2015), y también el comportamiento fisiológico relacionado con las características morfológicas de las semillas (Pascualides y Ateca 2013; Beltrami y Pascualides, 2017). Si bien se sabe que en la región central de la provincia de Córdoba la fecha óptima de siembra de *C. juncea* para la producción de fibras es entre los meses de octubre-noviembre, y la cosecha de la planta entera se realiza a comienzos de la floración (Pascualides y Baigorria 2008; Rinaldi *et al.* 2011), aún no se evaluó la mejor fecha de siembra para obtener un buen rendimiento y calidad de las semillas, sabiendo que éstas tienen que completar su ciclo.

Este trabajo tiene por objetivo evaluar la fecha óptima de siembra de *C. juncea* para producción de semilla en cantidad y calidad en el centro de Córdoba, Argentina. Los resultados serán una contribución al conocimiento integral de la especie, y servirán de base para lograr una eficiente introducción del cultivo a nuestros sistemas agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante los años 2016 y 2017 en la unidad experimental del Campo Escuela de la (FCA-UNC), ubicado en Camino a Capilla de los Remedios Km 15,5 (31° 28' 49,42" S y 64°00' 36,04" O). El suelo fue clasificado como Haplustol éntico, franco limoso en superficie y subsuelos con capacidad de uso III e índice de productividad 68 (FCA-UNC, 2018). Los valores de las condiciones ambientales de precipitación, temperatura y fotoperíodo, se obtuvieron de una estación automática situada en las proximidades del ensayo (Figuras 1, 2 y 3 respectivamente). El área de estudio se caracteriza por tener un clima subtropical húmedo con invierno seco y precipitaciones anuales entre 600 y 900 mm (FCA-UNC, 2018).

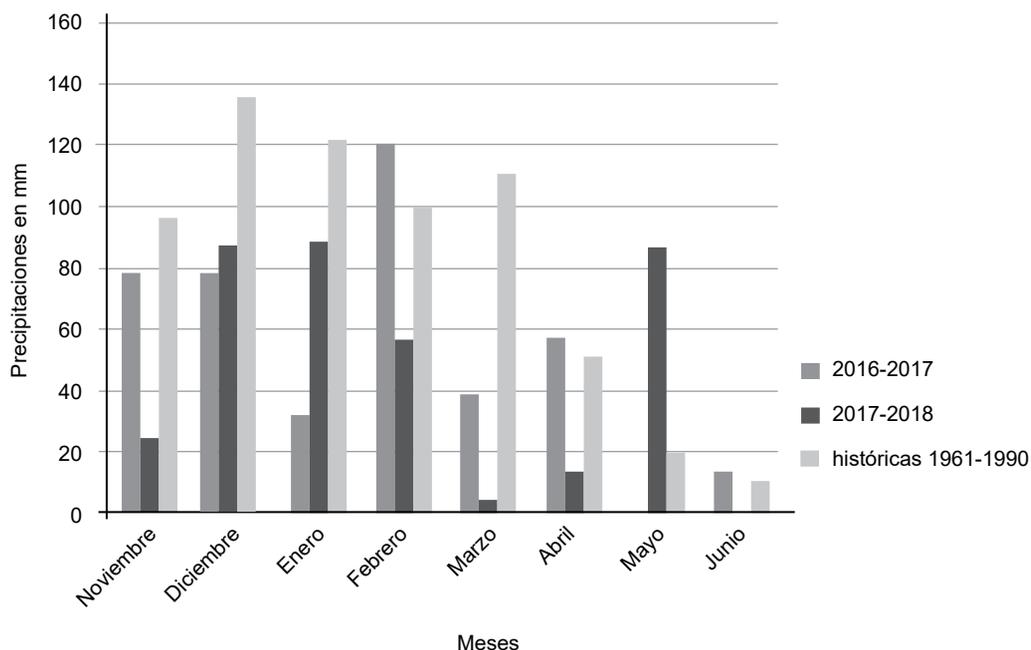


Figura 1. Precipitaciones en mm durante el ciclo del cultivo de *C. juncea* tomados en la estación meteorológica del Campo Escuela FCA-UNC. Datos del periodo histórico Fuerza Aerea, Servicio Meteorológico Nacional, Córdoba.

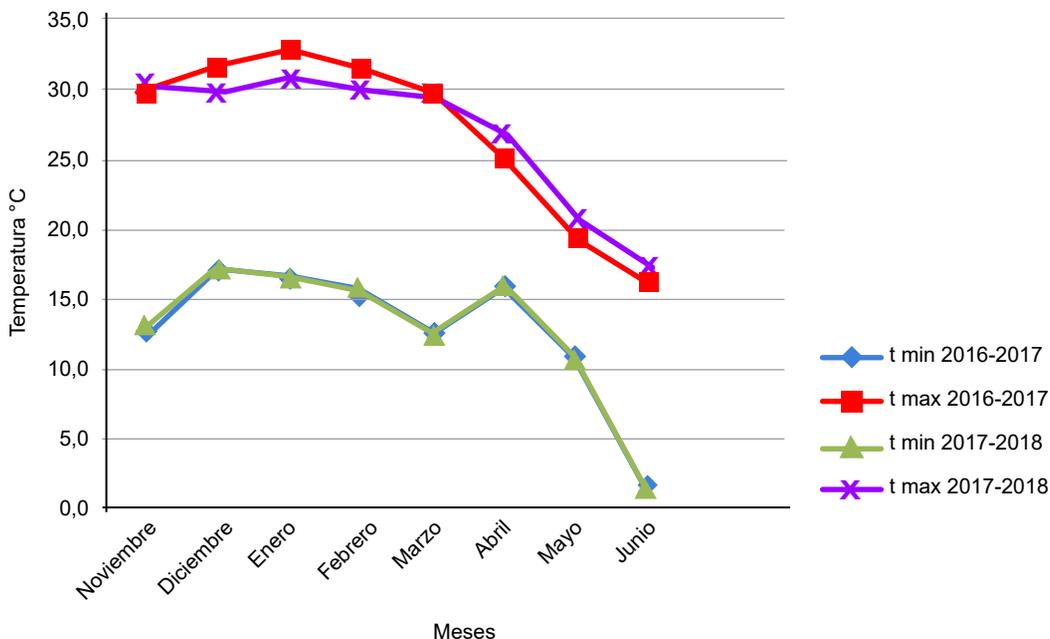


Figura 2. Temperaturas mínimas y máximas en °C durante el ciclo del cultivo de *C. juncea* entre los años 2016-2018. Elaborado con dato de la estación meteorológica del Campo Escuela FCA-UNC.

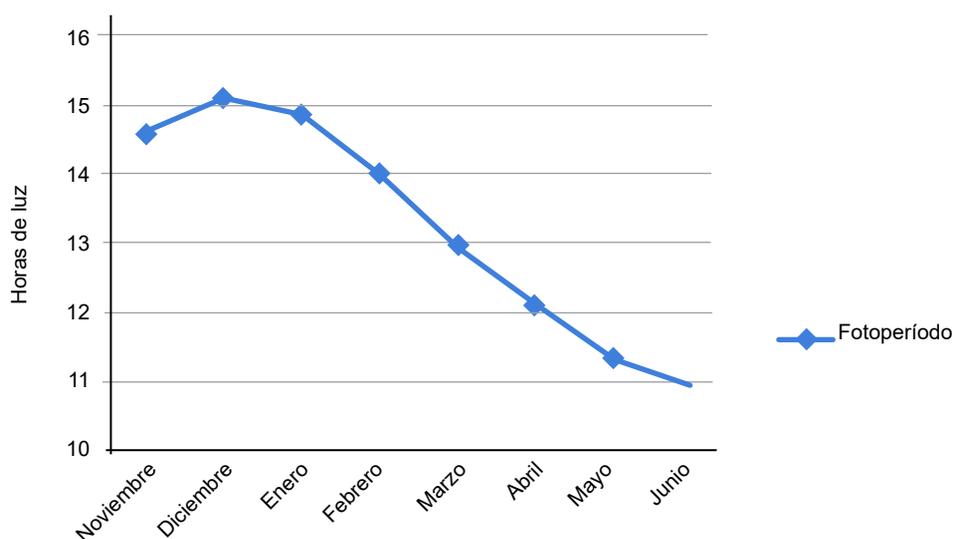


Figura 3. Valores de fotoperíodo calculados con los datos del Campo Escuela FCA-UNC en el período evaluado.

Para evaluar el efecto del mes de siembra en la cantidad y calidad de las semillas, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con tres repeticiones y dos tratamientos (época de siembra): 1) T1: primera época de siembra, a principios de noviembre, y 2) T2: segunda época de siembra, a mediados de diciembre; en los años 2016 y 2017, respectivamente. Las primeras lluvias ocurrieron en octubre, lo que favoreció la siembra de principios de noviembre. La elección de estas fechas de siembra se basó en evitar las heladas tardías en el momento de la emergencia de las plántulas (Sorlino y Villalobos Flores 2004).

Para la realización de los estudios, el terreno de la parcela experimental fue desmalezado y surcado en forma mecánica con dos pasadas de doble acción un mes antes de la siembra. Se utilizaron las semillas de *C. juncea* obtenidas en la campaña 2014-2015, con un porcentaje de germinación del 80 % y un peso de 1000 semillas de 3,4 g, sin variaciones de calidad de un año al otro. Los frutos fueron trillados en forma manual y las semillas limpias se almacenaron en bolsas de pa-

pel en lugar seco a temperatura ambiente (20 ± 2 °C) hasta el momento de la siembra. La siembra se realizó de forma manual a 2-3 cm de profundidad, en surcos de 4 m distanciados a 70 y 15 cm entre plantas (Pascualides *et al.*, 2013), resultando en un área de 20 m², con una densidad teórica de 95.238 plantas/hectárea. Durante todo el ciclo del cultivo, se realizaron prácticas culturales de desmalezados manuales.

Se seleccionaron al azar 20 plantas por tratamiento y se realizaron las siguientes observaciones fenológicas: comienzo de floración, el que se determinó cuando el 10% de las plantas presentaron 4 a 5 flores con las corolas amarillas cerradas; plena floración, se estableció cuando el 80% de las plantas presentaron flores con corolas abiertas en los dos tercios basales de la inflorescencia; y final del ciclo, cuando se observó que las tres cuartas partes inferiores de la inflorescencia presentaron frutos con las semillas sueltas en su interior (Pascualides y Baigorria, 2008; Pacheco y Silva-López 2010; de Araújo *et al.*, 2018).

En las plantas seleccionadas anteriormente, se estimaron las siguientes variables: altura de las plantas, número de frutos por planta, número de semillas por fruto, rendimiento por planta y por unidad de superficie. Además, se midió el porcentaje de germinación y el peso de mil semillas (ISTA, 2018) para cada fecha de siembra de los años analizados. Las infructescencias fueron embolsadas y a los 15 días se procedió a la trilla manual de los frutos. El ensayo de germinación se realizó entre papel con 4 repeticiones de 100 semillas cada uno, a temperatura ambiente 20 ± 2 °C, y el recuento se realizó a los 10 días. Se estimó el rendimiento por hectárea a partir del diseño de la parcela considerando: número de frutos por planta, número de semillas por fruto y el peso de mil semillas, e incorporando los valores obtenidos a la siguiente ecuación numérica:

Rendimiento: Número de semillas por unidad de superficie x el peso de 1000 semillas.

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de la varianza para todas las variables estudiadas en cada año de evaluación y la prueba de DGC para comparar las medias a un nivel de significancia de 0,05. Se utilizó el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Efecto de la fecha de siembra (noviembre o diciembre) de la crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) sobre los diferentes estados fenológicos (aparición del botón floral, plena floración, $\frac{3}{4}$ frutos llenos, cosecha) durante el crecimiento del cultivo evaluado en dos campañas sucesivas (2016-2017 y 2017-2018). Los valores mostrados son los promedios de las observaciones en las plantas seleccionadas.

Tratamientos Fechas de siembra	Días de siembra a floración (aparición del botón floral)	Plena floración	Días de emergencia a $\frac{3}{4}$ frutos llenos	Cosecha
T1 (9 de nov. 2016)	65	90	118	135
T2 (19 dic. 2016)	52	65	135	155
T1 (8 nov. 2017)	68	92	120	130
T2 (20 dic. 2017)	50	65	133	157

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observaciones fenológicas y condiciones de crecimiento

En las dos épocas de siembra evaluadas, el momento de cambio de ápice de vegetativo a reproductivo ocurrió entre mediados de enero a principio de febrero, en condiciones de días cortos, con fotoperíodos cercanos a 14,5 hs mostrando un comportamiento asociado al efecto de las temperaturas y al fotoperíodo (Figuras 2 y 3), coincidiendo con lo observado por Sorlino y Villalobos Flores (2004). Las plantas sembradas en diciembre tuvieron mayores temperaturas al comienzo del ciclo y menores al final del mismo. Estos factores hicieron que se adelante el comienzo de floración con plantas más bajas y se alargue el ciclo del cultivo hasta la cosecha (Cuadro 1).

Análisis de parámetros biológicos

Se observó una diferencia significativa en la altura de las plantas entre las épocas de siembra, siendo mayor la altura en la primera (noviembre) en relación a la segunda (diciembre) en los dos años analizados (40 % mayor en 2016-2017, y 25% en 2017-2018) (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con lo estudiado por Sorlino y Villalobos Flores (2004) quienes observaron un mayor crecimiento en altura de las plantas sembradas en noviembre con respecto a las sembradas en diciembre, apa-

rentemente debido a que tienen mayor tiempo de crecimiento vegetativo antes de que se induzca previo a la floración por el acortamiento de los días. Tripathi *et al.* (2013) encontraron valores similares a los registrados en las siembras de noviembre.

Con respecto al número de frutos por planta, en el análisis de la varianza se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, encontrándose en los dos años estudiados una reducción del 80% de la cantidad de legumbres en la segunda fecha con respecto a la primera (Cuadro 2). Los resultados para ambos años en la primera época de siembra, se asemejan con los reportados por Tripathi *et al.* (2013), quienes obtuvieron un número promedio de 56 frutos por planta.

En relación al número de semillas por fruto, los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dos épocas de siembra en los años estudiados. En la primera fecha, para los dos años evaluados, se alcanzó un promedio de 9 semillas por fruto (9,15 en 2017 y 9,23 en 2018); mientras en la segunda, se obtuvieron en promedio 7 semillas por fruto (6,77 en 2017 y 7,87 en 2018) (Cuadro 2). Valores parecidos a los obtenidos en la segunda fecha, fueron publicados por Brunner *et al.* (2009) y Tripathi *et al.* (2013), quienes determinaron 6 y 7,6 semillas por fruto respectivamente.

En referencia al rendimiento de semillas por hectárea, se obtuvo un mejor comportamiento en la primera época de siembra en los dos años evaluados, 1152 kg/ha y 1403 kg/ha, respectivamente, en comparación con la segunda época de siembra que fue de 185 Kg/ha y 291 kg/ha (Cuadro 2). Esta diferencia se puede relacionar a lo estudiado por Sorlino y Villalobos Flores (2004), quienes sostuvieron que la especie tiene una clara respuesta fotoperiódica de día corto, y el mismo juega un rol muy importante en el desencadenamiento de la floración ya que con valores menores a 14,5 comienza el estímulo para el cambio de ápice de vegetativo a reproductivo. Los valores de los rendimientos obtenidos en la siembra de noviembre concuerdan con lo informado por Bruner *et al.* (2009) (1,460 a 2,240 kg/ha) y también al valor expuesto por de Araujo *et al.* (2018) (1230.8 kg/ ha).

Análisis de parámetros de calidad

No se registraron diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre los dos tratamientos en los años evaluados, encontrándose valores que oscilaron entre el 82% y 86%, lo que reflejó el grado de viabilidad de las semillas analizadas. Los resultados obtenidos se correspondieron con lo reportado por Pascualides y Ateca (2013), quienes encontraron un alto valor que osciló

Cuadro 2. Efecto de la fecha de siembra de la crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) sobre parámetros biológicos (altura de tallo, número de frutos por planta, número de semillas por fruto y rendimiento) evaluado en dos campañas sucesivas. Se muestran los valores promedios y el error estándar de cada parámetro.

Año	Altura de tallo (cm)	Número de frutos por planta	Número de semillas por fruto	Rendimiento (kg/ha)
Tratamiento 1 Noviembre 2016-2017	226,3 ± 4,14 b	42 ± 2,82 b	9,15 ± 0,30 b	1152 ± 65,4 b
Tratamiento 2 Diciembre 2016-2017	137,04 ± 4,14 a	9 ± 2,82 a	6,77 ± 0,30 a	185,26 ± 65,4 a
Tratamiento 1 Noviembre 2017-2018	186,88 ± 3,67 b	53 ± 2,82 b	9,23 ± 0,30 b	1403 ± 79,86 b
Tratamiento 2 Diciembre 2017-2018	141,85 ± 3,67 a	12 ± 2,82 a	7,87 ± 0,30 a	291 ± 79,86 a

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas entre los tratamientos (n=20) a $p < 0,05$ (DGC)

Cuadro 3. Efecto de la fecha de siembra (noviembre o diciembre) de la crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) sobre el porcentaje de germinación ($n=400$) y el peso de la semilla ($n=1000$), evaluado en dos campañas sucesivas (2016-2017 y 2017-2018). Se muestran los promedios de las variables y su error estándar en dos fechas de siembra realizadas en el Campo Escuela de la FCA-UNC en los años 2016 y 2017.

Época de siembra	Año 2016-2017		Año 2017-2018	
	Peso (g)	% de Germinación	Peso (g)	% de Germinación
Noviembre	31,4 ± 0,08 a	83 ± 0,94 a	30,43 ± 0,08 a	86 ± 0,94 a
Diciembre	32,4 ± 0,08 b	82 ± 0,94 a	30,19 ± 0,08 a	85 ± 0,94 a

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas entre los tratamientos (época de siembra) a $p < 0,05$ (DGC)

entre 80 y 96% de germinación, en cambio Araujo *et al.* (2018) obtuvieron resultados inferiores, con un 74.5% de germinación.

En relación al peso ($n=1000$), se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el primer año del ensayo, siendo las de la segunda época de siembra aproximadamente 1 g más pesadas que las de la primera época de siembra, mientras que no se encontraron diferencias en el segundo año del ensayo (Cuadro 3). Las diferencias encontradas en el primer año se debieron probablemente a que se registraron mayores precipitaciones previas a la época de llenado de la semilla (Figura 1). Estos resultados difieren de los observados por Pascualides y Ateca (2013), quienes encontraron que el peso promedio de 1000 semillas varió entre 37 y 47 g. La diferencia observada se podría atribuir a las condiciones de secano en que se realizó el presente trabajo. Por otra parte, se trabajó con riego al momento del llenado de los granos, influyendo en el tamaño y peso de las semillas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la fecha de siembra óptima para la produc-

ción de semillas del cultivo de *Crotalaria juncea* L., en el centro de Córdoba, Argentina, es a principios de noviembre. Esta fecha maximiza componentes numéricos (número de frutos/planta y número de semillas/fruto) y el rendimiento por hectárea. Sin embargo, los parámetros de calidad evaluados (porcentaje de germinación y peso de 1000 semillas) se mantuvieron igual en las dos fechas de siembra exploradas en el presente estudio (noviembre y diciembre). Se sugiere la evaluación del cultivo en otras zonas productoras del país para la validación de los resultados aquí obtenidos y su recomendación.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba por el subsidio otorgado, a la Ing. Agr. Ana Lía Pascualides por el acompañamiento y asesoramiento en todas las etapas del proceso realizado, a la Ing. Agr. Fátima Romero y a los alumnos Cristian Pacchiorretti, Ignacio Culasso, Martina Berta y Francisco Dehil por su colaboración en el trabajo a campo y laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltramini, V.S. y Pascualides, A.L. (2017). Efecto del color de la cubierta seminal sobre la imbibición, la germinación y la estructura de la semilla de *Crotalaria juncea* L. (Fabaceae). *Lilloa*, 54(2), 101-109.
- Brunner, B., Martínez, S., Flores, L. y Morales, P. (2009). *Crotalaria*. Hoja informativa. Estación experimental agrícola de Lajas. Recuperado de <https://studylib.es/doc/5333359/crotalaria---agricultura-org%C3%A1nica>
- Cook, C.G. y White, G.A. (1996). *Crotalaria juncea*: A potential multi-purpose fiber crop. En: J. Janick (ed.), *Progress in new crops* (pp. 389-394). Arlington, VA: ASHS Press. Recuperado de: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-389.html>
- De Araújo, A., Araújo, E., Ribeiro Amaro, H., Silva Santos, R. y Cecon, P. (2018). Time of harvest and storability of *Crotalaria juncea* L. seeds. *Revista Ciência Agronômica*, 49(1), 103-111.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C. (2018). Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de: <http://www.infostat.com.ar>
- Facultad de Ciencias Agropecuarias UNC (2018). Estación meteorológica, Campo escuela UNC. Recuperado de <http://clima.bccba.com.ar/> y <http://www.agro.unc.edu.ar/campoactivo/ce>.
- International Seedling Test Association (ISTA). (2018). International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association (ISTA). Switzerland.
- Pacheco, J. y Silva-López, R. (2010). Genus *Crotalaria* L. (Leguminosae). *Revista Fitos*, 5(3), 43-52.
- Pascualides, A. (2004). *Caracterización morfológica de las semillas de Crotalaria juncea L. y su relación con la calidad fisiológica*. (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- Pascualides, A.L. y Planchuelo, A.M (2007). Seed morphology and imbibition pattern of *Crotalaria juncea* L. *Seed Science and Technology*, 35(3), 760-764.
- Pascualides, A.L. y Baigorria, M.delC. (2008). Comportamiento agronómico de cultivos para fibras alternativas para la fabricación de papel en la región semiárida de Córdoba. *Libro de Resúmenes de las Jornadas Universitarias del Norte Grande Argentino sobre Medioambiente* (pp.135). Tucumán, Argentina. Universidad Nacional de Tucumán.
- Pascualides, A.L., Baigorria, M. del C., Rinaldi, G., Buffa Menghi, M.N. y Bornand, A. (2013). Evaluación de dos fechas de siembra sobre los componentes de rendimiento de fibra de *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf". *Agronomía & Ambiente*. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, 33(1-2), 31-42.
- Pascualides, A.L. y Ateca, N.S. (2013). Germinación y vigor de morfotipos de semillas de *Crotalaria juncea* L. (Fabaceae). *Phyton*, 82, 313-319.
- Pascualides, A., Bornand, A., Romero, F. y Beltramini, V. (2015). Evaluación de calidad de las fibras floemáticas de *Crotalaria juncea* L. para la fabricación de papel. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*, 50 (Supl.), 64.
- Rinaldi, G., Buffa Menghi, M.N., Pascualides, A.L., Baigorria, M.delC., Serena, J., Bornand, A. y Malpiedi, A. (2011). Análisis de los componentes del rendimiento de fibra y su incidencia económica para dos densidades de siembra en *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" y *Crotalaria juncea* L. "crotalaria de fibra" en la provincia de Córdoba". Actas VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://www.dropbox.com/sh/rzkvlue94le9nkm/AABIB3OeJj6sU7CuO9SEN948a/Recursos%20naturales%2C%20medioambiente%20y%20desarrollo%20rural.%20Sostenibilidad%20del%20desarrollo%20agrario.%20Agroecolog%C3%ADa?dl=0&preview=Rinaldi.doc&subfolder_nav_tracking=1
- Sorlino, D. M. y Villalobos Flores, R. (2004). Evaluación preliminar de la respuesta de *Crotalaria juncea* L. en ambientes de la Argentina (Buenos Aires) y Costa Rica (San José y Limón). *Revista Argentina de Agrometeorología*, 3-4, 59-66.
- Treadwell, D.D. (2007). The Cover Crop Corner: Sunn Hemp (*Crotalaria juncea* L.) *Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences*. Recuperado de: http://old-hos.ifas.ufl.edu/vegetarian/07/July%2007/July07_DDT_VeggieT_Sunn hemp.pdf
- Tripathi, M.K., Chaudhary, B., Singh, S.R. y Bhandari, H.R. (2013). Growth and yield of sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) as influenced by spacing and topping practices. *African journal of agricultural research*, 8(28), 3744-3749. doi: 10.5897/AJAR12.6919