

CAPÍTULO 8

Manejo tecnológico del cultivo de cártamo

Adriana M. Chamorro y Rodolfo Bezus

Zonas de producción de cártamo. Rotaciones y preparación del suelo

Como se mencionó, el cártamo se adapta a toda la zona semiárida de nuestro país. Si bien ya en la década del '60 del siglo pasado su cultivo fue promovido en La Pampa (Anguil) por el Ingeniero agrónomo Guillermo Covas, no llegó a consolidarse en esa zona. Por el contrario, en el noroeste del país, encontró un nicho que le permitió difundirse y adquirir cierta continuidad en la superficie sembrada, principalmente en la provincia de Salta, pero también en Santiago del Estero y Jujuy. Aunque los rendimientos obtenidos son bajos, la rusticidad y el ciclo del cártamo, que en el NOA se desarrolla en invierno (de mayo a noviembre), lo convierten prácticamente en la única opción de cultivo invernal ya que ningún otro tolera la casi inexistencia de precipitaciones durante su ciclo (Rivas y Matarazzo, 2009).

Desde hace unas décadas, nuevamente, la investigación y extensión del INTA y de distintas Universidades han puesto su atención en este cultivo, particularmente en Córdoba, La Pampa y el sur de la provincia de Buenos Aires, generando información importante para el momento en que se den las condiciones para su difusión. Por este motivo, si bien la mayor superficie de cultivo actualmente se encuentra en Salta, la mayor disponibilidad de información actualizada proviene de las provincias de Buenos Aires, La Pampa y Córdoba.

Por lo tanto, la introducción de este cultivo en un sistema productivo puede simplemente ser una opción casi exclusiva en el invierno cuando las condiciones ambientales son muy limitantes, puede ser una tentativa de diversificación cuando el ambiente productivo es algo mejor, en ambos casos, con niveles de producción muy bajos, como lo es el rendimiento promedio nacional actualmente. O puede ser una alternativa real de diversificación si el ambiente en que se va a producir reúne mejores ofertas de recursos y, en este caso, los niveles de producción serán mayores. La mayoría de los cultivos invernales extensivos en nuestro país son gramíneas, y el cártamo ofrece la posibilidad de sembrar una dicotiledónea en esta estación, con las ventajas que ofrece para el manejo de plagas, malezas y enfermedades de los cereales. Además, la profundidad de su sistema radical, le permite hacer un mayor aprovechamiento que otras especies, de la fertilidad residual del cultivo antecesor. En este contexto, otras ventajas que ofrece este cultivo es que el requerimiento de insumos es más bajo

que en otros cultivos, de bajo mantenimiento y fácil crecimiento y la maquinaria necesaria para su producción (de acuerdo al manejo) puede ser la misma que para los cereales de invierno. Además, la época de siembra y cosecha, desfasada con respecto a estos cultivos, mejora la logística de su uso (GRDC, 2017). Y como oleaginosa, aporta materia prima para la industria en una época de bajo abastecimiento, ya que la principal fuente en nuestro país son las oleaginosas estivales (soja y girasol).

Con respecto al **lugar en la rotación**, en nuestro país no se puede hablar de resultados experimentales, pero sí de experiencia en la producción. No se recomienda que lo anteceda girasol o colza, y particularmente tampoco el mismo cártamo, para evitar problemas sanitarios. El trigo, la cebada o el centeno son buenos antecesores, pero es importante controlar las plantas voluntarias ya que es muy difícil la separación de sus granos en la cosecha del cártamo. Como la zona semiárida es de producción mixta también puede antecederle una pastura de alfalfa luego de un último aprovechamiento en otoño (Rivas y Matarazzo, 2009).

Es muy importante que el cultivo antecesor permita un barbecho tal que se logre acumular agua en profundidad en el suelo, ya que ésta es la clave para que supere largos períodos con bajas o nulas precipitaciones. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que su siembra es tardía con respecto a otros cultivos de invierno.

Como su ciclo, en la región pampeana, es largo, cosechándose normalmente en enero, no es razonable pensar en sembrar un cultivo de segunda como sucesor. Además, debido al sistema radical que posee, deja el suelo con una dotación hídrica mucho menor que otros cultivos invernales (Tula, 2019). Por el contrario, en el NOA, donde las lluvias son estacionales, de verano, es posible la implantación de una soja de segunda (Sauer y Andreo, 2017).

Es importante una adecuada **elección del lote**. La posibilidad de que sus raíces profundicen se relaciona con la ausencia de impedimentos. A pesar de esto, el cártamo es reconocido como un cultivo que permite mejorar la estructura del suelo cuando existen capas compactadas, generando poros que aumentan la aireación y la infiltración del agua (GRDC, 2017). Dada su baja tolerancia a encharcamientos, no son recomendables suelos pobremente drenados ni con micro relieves que favorezcan la acumulación de agua. Estas condiciones favorecen la pudrición de raíces y pérdida de plantas (Rivas y Matarazzo, 2009).

Con respecto a los riesgos de erosión eólica, la más importante en la zona de producción, si bien el cultivo hace una buena cobertura durante el invierno, en la época más seca, también deja un rastrojo relativamente pobre, que no contribuye a prevenirla (Rivas y Matarazzo, 2009).

La **preparación del suelo** para la siembra es similar a la de los cereales de invierno pero con mayor énfasis en el control de malezas y la acumulación de agua en el perfil del suelo. Puede hacerse con labranza convencional, que en la región semiárida emplea principalmente herramientas que mantienen un alto grado de cobertura del suelo, pero el cártamo se adapta muy bien también a la siembra directa.

Siembra de cártamo

La **ÉPOCA DE SIEMBRA** en el noroeste argentino es en mayo, pero en la región semiárida pampeana es más tarde debido a que, en siembras de mayo, el cultivo queda expuesto a las heladas durante la elongación y ramificación, etapas que presentan alta susceptibilidad a las mismas (Rivas y Matarazzo, 2009).

En la región semiárida, las siembras pueden hacerse desde julio hasta septiembre. Sin embargo, aunque las siembras de julio son factibles, no ofrecen ventajas con respecto a las de agosto. En ambos casos, la floración y estados reproductivos subsiguiente se registran en fechas similares, pero la implantación en las siembras de julio es mucho más prolongada, con más pérdida de plantas y con más problemas posteriores de enmalezamiento (Rivas y Matarazzo, 2009).

Los datos de Ramonda et al. (2019), de experimentos conducidos en La Pampa, ilustran este comportamiento (Figura 8.1), si bien la producción total de biomasa pudo ser mayor en la siembra de julio, los rendimientos fueron mayores cuando el cártamo se sembró en agosto. Esto se relacionó, primeramente, con el bajo número de plantas obtenido en la siembra más temprana que, aunque compensó parcialmente con el número de capítulos por plantas no fue suficiente para igualar los rendimientos (Figura 8.2). En la siembra de septiembre, se logró un número de plantas alto debido a las mejores condiciones ambientales que permitieron una implantación más rápida que la siembra de agosto, pero esta mayor densidad de plantas obtenida modificó la arquitectura de las plantas que registraron un menor número de capítulos por planta y un bajo peso individual de los achenios.

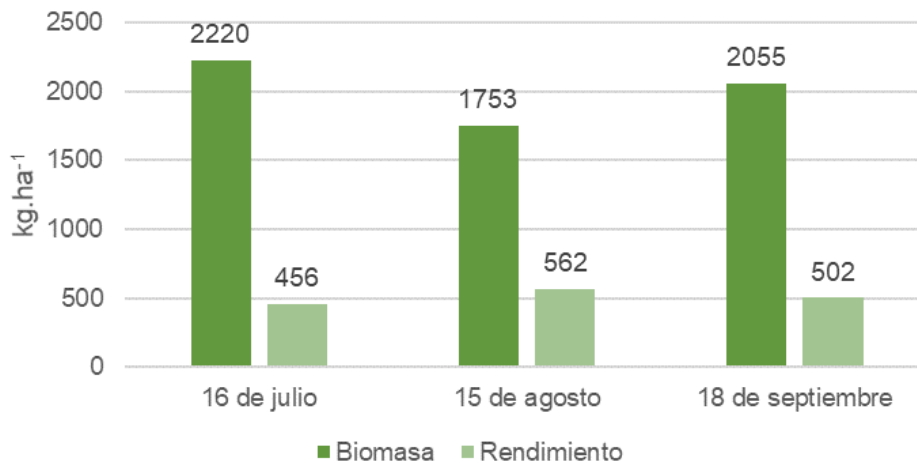


Figura 8.1: Producción de biomasa y rendimiento de cártamo en tres fechas de siembra en La Pampa

Elaborado en base a datos de Ramonda et al. (2019)

Estos resultados pueden ser explicados por las diferentes fechas de siembra que expusieron al cultivo a diferentes condiciones ambientales modificando su crecimiento y desarrollo. A medida que la siembra se atrasó, todas las etapas fenológicas se acortaron (Figura 8.3). La menor cantidad de días a emergencia y a fin del estado de roseta favorecieron al cultivo, logrando una mejor

implantación y un período más corto de competencia frente a las malezas, pero el acortamiento de la etapa de ramificación y floración determinó un menor número de capítulos. Por otro lado, la menor cantidad de días desde floración a madurez fisiológica influyeron en el menor peso de los aquenios. Como se mencionó previamente, el acortamiento del ciclo del cultivo fue más acentuado en las etapas previas a la floración, llevando ésta a diciembre para las tres fechas de siembra (10, 15 y 22 de diciembre para las siembras de julio, agosto y septiembre respectivamente). La madurez fisiológica se registró para las tres siembras en la misma fecha (21 de enero) (Ramonda et al., 2019).

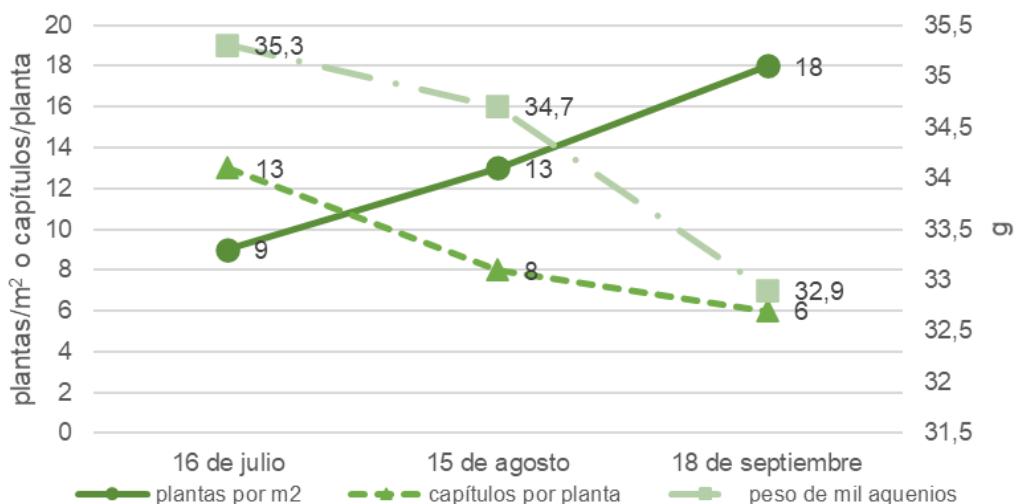


Figura 8.2: Componentes del rendimiento de cártamo en tres fechas de siembra en La Pampa
Elaborado en base a datos de Ramonda et al. (2019)

Con respecto a la **ELECCIÓN DEL CULTIVAR**, actualmente en el país la oferta es bastante restringida. Si bien hay 15 cultivares registrados en el INASE, pocos están disponibles comercialmente. Todos ellos son variedades, excepto uno, que es un híbrido denominado Taruca. El origen de los cultivares es mayoritariamente estadounidense pero el cultivar Iporá Guazú INTA fue obtenido en el INTA Las Breñas. Todos los cultivares registrados son de tipo alto oleico (poseen más de 75% de ácido oleico y aproximadamente 12% de linoleico). Estos proveen aceite de alta calidad nutricional, pero además, gran estabilidad frente al calentamiento. Existen materiales de tipo linoleico (con más de 75% de ácido linoleico y alrededor de 12% de oleico) que se destinan principalmente a la producción de aceite para consumo humano directo en ensaladas o para la elaboración de margarinas, pero no para frituras debido a su menor estabilidad en comparación con las variedades oleico (Mündel et al., 2004; GRDC, 2017).

Entre las variedades disponibles actualmente en la Argentina, están CW 88 OL, CW 99 OL, ambas alto oleico, de origen estadounidense y desarrolladas para ambientes bajo riego. En ensayos comparativos de rendimiento se han evaluado también otros materiales de diferentes procedencias (españoles, australianos, estadounidenses y nacionales) observándose diferencias en el rendimiento y el contenido de materia grasa (Lang, 2011; Mirassón et al., 2011). En estos

ensayos se han logrado rendimientos en semilla de algo más de 2700 kg.ha⁻¹ y porcentajes de aceite de hasta 39%.

Recientemente ha sido aprobada en la Argentina la comercialización de una variedad transgénica de cártamo, obtenida por una empresa mixta argentina (Instituto de Agrobiotecnología Rosario, Indear SA) en trabajo conjunto entre el Conicet y la empresa Bioceres. Sin embargo, su uso no sería como oleaginosa, el objetivo es utilizar el cártamo como fuente de quimosina bovina, una proteasa que se utiliza para coagular la leche en el proceso productivo de los quesos (SENASA, 2017).

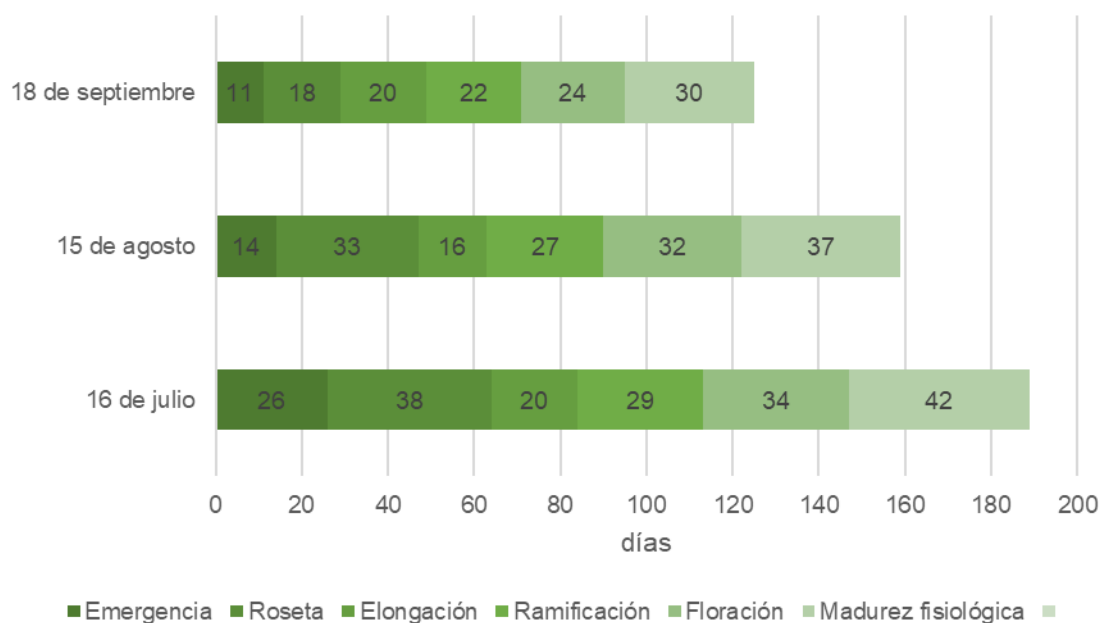


Figura 8.3: Duración de las etapas fenológicas de cártamo en tres fechas de siembra en La Pampa
Elaborado en base a datos de Ramonda et al. (2019).

Ya se mencionó que la planta de cártamo tiene una alta capacidad de ramificar, lo cual le otorga una gran plasticidad y capacidad para compensar pérdidas de plantas. Por este motivo, la **DENSIDAD DE SIEMBRA** es muy variable. Si bien, de acuerdo con el peso de la semilla y el poder germinativo se recomienda sembrar entre 14 y 18 kg.ha⁻¹ para obtener 40 a 50 plantas por m² (Marinissen et al., 2008), es muy frecuente que se obtengan densidades mucho más bajas, de alrededor de 20 plantas por m², e incluso menores atribuibles tanto a condiciones ambientales desfavorables para la germinación y emergencia como a fallas en la operación de siembra.

Cuando se utilizan densidades elevadas se producen plantas muy delgadas con pocos capítulos. Si las densidades son muy bajas, las plantas presentan tallos muy gruesos que pueden ocasionar problemas en el momento de la trilla (Marinissen et al., 2008). Densidades muy bajas rendirán menos porque el cultivo no llegará a cubrir el suelo, competirá menos con las malezas y resultará menos uniforme, pero densidades muy altas, en años húmedos pueden favorecer una mayor incidencia de enfermedades, y en años secos pueden conducir a un estrés hídrico prematuro reduciendo también los rendimientos (Mündel et al., 2004). En términos generales,

se recomienda incrementar la densidad de siembra en ambientes más fértiles y con buena humedad en el suelo, cuando se atrasa la siembra o cuando la producción es bajo riego (GRDC, 2010; 2017).

De la misma manera, es muy variable la **DISTANCIA ENTRE SURCOS**. En algunos países, como Canadá y Australia, se implanta con sembradoras de grano fino y se utilizan mayores distanciamientos entre surcos cuando la producción es bajo riego. En nuestro país, si bien se hacen siembras a 17,5 cm entre surcos, hay una tendencia a conducir el cultivo con mayores distanciamientos entre hileras, de 40 o 50 cm, sobre todo cuando se implanta bajo siembra directa en la zona semiárida (Marinissen et al., 2008; Rivas y Matarazzo, 2009).

La mejor **PROFUNDIDAD DE SIEMBRA** para el cártamo es de 2 a 3,5 cm en un suelo húmedo y bien compactado. Aumentar la profundidad a 5 cm produce importantes disminuciones en el número de plantas emergidas independientemente del tipo de suelo (Mikkelsen et al., 2008). El cártamo es particularmente sensible a la siembra en suelos secos, debido a la alta proporción de cáscara del fruto, por lo que necesita más humedad que los cereales para germinar. Por lo tanto, la semilla debe colocarse encima de la capa de suelo húmedo. Sembrando en un suelo seco se pueden producir importantes pérdidas de plántulas. El cártamo es también muy sensible a una excesiva profundidad de siembra. En estos casos, se alarga la etapa de implantación quedando las semillas y plántulas más tiempo expuestas a adversidades, tanto animales como patógenos, que pueden reducir el stand de plantas logrado (Mündel et al., 2004).

Finalmente, es recomendable el **TRATAMIENTO DE LAS SEMILLAS** con fungicidas a fin de prevenir el damping off o la roya del cártamo (Rivas y Matarazo, 2009).

Adversidades del cártamo

Con relación a las adversidades abióticas, ya se ha mencionado que es muy resistente a diversas condiciones del ambiente que normalmente no son toleradas por otras especies. Soporta condiciones de baja disponibilidad hídrica y de bajas temperaturas mejor que otros cultivos, tolera fuertes vientos sin volcarse ni registrar pérdidas importantes de granos, ya que están protegidos en el involucro. Sin embargo, no significa que su capacidad de producir en ambientes adversos no afecte sus rendimientos, éstos pueden ser mucho mayores si las condiciones de crecimiento son favorables. Además, también posee etapas de su desarrollo que son más susceptibles, por ejemplo, una baja disponibilidad hídrica reduce fuertemente los rendimientos si se registra durante la floración, igualmente excesos de agua que resulten en encharcamientos son críticos durante la misma etapa.

El cártamo en nuestro país, como en muchas partes del mundo, es aún un cultivo potencial que no logra afianzarse. Por este motivo, las adversidades bióticas que le son propias tampoco han logrado un amplio desarrollo. La información que se expone a continuación proviene, principalmente, de otros países con mayor experiencia en este cultivo, siendo de gran valor como

punto de partida. Pero en la medida de lo posible, se han rescatado y presentan todos los registros de distintos patógenos, plagas y malezas encontrados en nuestro país afectando al cultivo.

Enfermedades del cultivo

En Canadá las principales enfermedades son la podredumbre de los capítulos producida por *Sclerotinia sclerotiorum*, la mancha de la hoja producida por *Alternaria carthami* y *A. alternata*, la roya del cártamo, producida por *Puccinia carthami*, y el damping off producido por un complejo de hongos que incluye a *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*. Todas ellas pueden causar serias pérdidas en el cultivo, especialmente en años con más lluvias de lo normal (Mündel et al., 2004).

En Australia, mencionan como las más importantes a la mancha de la hoja producida por *Alternaria carthami*, la podredumbre de raíces producida por *Phytophthora cryptogea* y la roya (*Puccinia carthami*), y también se mencionan como enfermedades menos prevalentes a la podredumbre producida por *Sclerotinia sclerotiorum* y al damping off (GRDC, 2017).

En nuestro país, aunque hay poca información sistematizada al respecto, se han registrado, produciendo pérdidas de cierta importancia, los siguientes patógenos: *Verticillium dahliae* (verticilosis o marchitamiento), *Phytophthora* spp. (podredumbre del pie o de la base del tallo), *Puccinia carthami* (roya del cártamo) y *Alternaria carthami* (mancha de la hoja) (Rivas y Matarazzo, 2009; Esquivel et al., 2016). También se ha identificado una mancha foliar producida por *Cercospora carthami* (Casse, 2018).

La **MANCHA FOLIAR producida por *Alternaria* spp.** se registra principalmente en condiciones de altas precipitaciones o alta humedad ambiental y temperaturas relativamente altas (25-30°C). Normalmente los síntomas se observan antes de la floración como pequeñas manchas oscuras, marrones o negras, de un centímetro de diámetro, ubicadas sobre las hojas y las brácteas, las que luego se van uniendo, formando manchas más grandes e irregulares. La planta entera puede volverse marrón, es decir, posteriormente afecta también tallos, capítulos y semillas. El manejo es principalmente preventivo, mediante el uso de semilla sana, ya que el patógeno se puede transmitir a través de ella (también reduce el poder germinativo) y mediante rotaciones, para reducir el inóculo, porque se perpetúa en el rastrojo. En Australia se han logrado variedades resistentes a esta enfermedad (Mündel et al., 2004; GRDC, 2017).

La **ROYA DEL CÁRTAMO** producida por *Puccinia carthami* puede ser fácilmente identificada por las típicas pústulas sobre las hojas, muy pequeñas, de 1-2 mm de diámetro, que inicialmente son anaranjadas y luego se vuelven negras. Esta enfermedad, puede transmitirse a través de la semilla, en cuyo caso afecta las plántulas que normalmente no sobreviven, o puede observarse más avanzado el ciclo del cultivo, a veces sin grandes consecuencias sobre los rendimientos. El manejo se realiza usando semilla sana, rotando cultivos, ya que el patógeno se perpetúa también en el rastrojo, y controlando plantas voluntarias (Mündel et al., 2004; GRDC, 2017).

La **PODREDUMBRE producida por *Phytophthora* spp.** ha sido reportada en el NOA (Rivas y Matarazzo, 2009). Normalmente se asocia al exceso de humedad y altas temperaturas sobre

todo en las áreas más bajas del relieve, siendo más prevalente en áreas de riego (GRDC, 2017). Se ha mencionado que ciclos de estrés y exceso de humedad propician el desarrollo de esta enfermedad (Rivas y Matarazzo, 2009). Este patógeno puede infectar las plántulas, pero más frecuentemente la infección se produce a partir de la floración. Suele observarse en plantas aisladas o en manchones. Las plantas se marchitan, se decoloran y mueren, mientras que la base del tallo y las raíces se tornan completamente oscuras. El patógeno afecta también a muchas malezas y tiene la capacidad de perpetuarse largo tiempo en el suelo. En Australia se han obtenido variedades resistentes a esta enfermedad (GRDC, 2017).

La **VERTICILLOSIS** producida por *Verticillium dahliae* puede afectar al cártamo en cualquier estado de desarrollo. Normalmente se presenta en manchones porque el patógeno se perpetúa, principalmente, a través de microesclerocios en el rastrojo, perdurando en el suelo, pero también puede transmitirse por los microesclerocios llevados por las semillas. Es una enfermedad vascular que se inicia como una clorosis internerval en las hojas y produce una madurez prematura de las plantas (Rivas y Matarazzo, 2009). El patógeno también afecta numerosos cultivos y malezas (GRDC, 2017), por lo que el manejo de la enfermedad incluye la siembra de semilla limpia, rotaciones y control de malezas.

La **PODREDUMBRE DE LOS CAPÍTULO**s producida por *Sclerotinia sclerotiorum* es una enfermedad de gran importancia en algunas zonas de Canadá. Si durante la floración del cultivo se dan condiciones que favorezcan la germinación de los esclerocios de este patógeno y producción de esporas (tiempo húmedo y fresco), se producirá la podredumbre de los capítulos con enormes pérdidas de producción. En algunas condiciones, *Sclerotinia* puede infectar las plantas de cártamo a través de las raíces produciendo marchitamiento, pero su efecto no es tan nocivo como cuando afecta los capítulos. Este patógeno afecta muchas otras especies de cultivo y de malezas, sólo las gramíneas parecen no ser susceptibles. Además, los esclerocios pueden sobrevivir mucho tiempo en el suelo, por lo cual es necesario realizar rotaciones de por lo menos cuatro años sin hospedantes susceptibles para reducir el inóculo. También es importante la calidad de la semilla, que debe estar libre de esclerocios. En Canadá existen algunas variedades resistentes (Mündel et al., 2004).

El **DAMPING OFF**, como se mencionó, es producido por un complejo de hongos y puede producir importantes pérdidas de plantas, por lo cual las recomendaciones son sembrar en condiciones que favorezcan una rápida implantación, y curar la semilla con fungicidas.

Cercospora carthami sólo se ha encontrado en el Chaco produciendo manchas necróticas sobre las hojas (Casse, 2018). Pero *Cercospora* puede producir una necrosis internerval en las hojas, las cuales pueden deformarse. Es posible que también tallos, brácteas y botones florales presenten síntomas. Cuando son afectados los órganos reproductivos no llegan a producirse frutos. Para que se produzca la infección, es necesario tiempo cálido y húmedo. El patógeno se perpetúa en los rastrojos o en plantas guachas. Se recomiendan rotaciones de al menos tres años sin cártamo (Schwartz y Gent, 2005).

Plagas insectiles del cártamo

Recientemente se han realizado algunas revisiones sistematizadas sobre los insectos que afectan al cártamo en nuestro país, una en la región semiárida pampeana (Fritz et al., 2018) y otra en la región chaqueña (Esquivel et al., 2016) y, algunas de las especies relevadas como perjudiciales son coincidentes. Las especies relevadas se presentan en la tabla 8.1.

Melanagromyza cunctanoides, la **mosquita minadora del tallo**, es la plaga que apareció más tempranamente. Fue observada, en Chaco, desde la emergencia y durante el estado de roseta realizando galerías en el tallo de plantas aisladas, produciendo su muerte (Esquivel et al., 2016).

La **vaquita de San Antonio** (*Diabrotica* sp.) también se encontró en Chaco produciendo daños en las hojas principalmente en el estado de roseta (Esquivel et al., 2016).

Tabla 8.1: Insectos perjudiciales relevados en el cultivo de cártamo, en la región chaqueña y en la región semiárida pampeana argentinas

Orden	Nombre científico	Nombre vulgar
Hemíptera	<i>Uroleucon jaceae</i>	Pulgón negro del cártamo
	<i>Capitophorus elaeagni</i>	Pulgón verde del alcaucil
	<i>Athaumasthus haematicus</i>	Chinche roja
	<i>Nezara viridula</i>	Chinche verde
	<i>Piezodorus guildinii</i>	Chinche de la alfalfa
	<i>Dichelops furcatus</i>	Chinche de los cuernos
	<i>Edessa meditabunda</i>	Alquiche chico
	<i>Nysius simulans</i>	Chinche diminuta
Thysanoptera	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Trips californiano de las flores
Lepidóptera	<i>Helicoverpa zea</i>	Isoca de la espiga
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Isoca militar tardía
	<i>Rachiplusia nu</i>	Isoca medidora
	<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	Oruga capullera
Coleóptera	<i>Epicauta adspersa</i>	Bicho moro
	<i>Chauliognathus scriptus</i>	Escarabajo escrito
	<i>Pantomorus auripes</i>	Gorgojo de la alfalfa
	<i>Diabrotica</i> sp.	Vaquita de San Antonio
Díptera	<i>Melanagromyza cunctanoides</i>	Mosquita minadora del tallo

Elaboración propia en base a Esquivel et al. (2016) y Fritz et al. (2018).

A partir de la elongación del cultivo, en brotes y tallos tiernos, se presentó el **pulgón negro del cártamo** (*Uroleucon jaceae*) (Esquivel et al., 2016). En La Pampa, además, se encontró, aunque en menor proporción, el **pulgón verde del alcaucil** (*Capitophorus elaeagni*). Los pulgones son el grupo de insectos que se encontró en mayor proporción, siendo considerados la plaga de mayor importancia en la región pampeana, principalmente a inicios de floración, afectando significativamente el tercio superior de las plantas (hojas, tallos tiernos y capítulos) (Fritz et al., 2018).

También hacia el inicio de la elongación del tallo, se detectó la presencia de **chinche roja** (*Athaumasthus haematicus*) (Fritz et al., 2018), la cual en floración se encontró alimentándose de los granos (Esquivel et al., 2016).

En el Chaco, en los brotes terminales de los pimpollos en formación y en las brácteas de los pimpollos ya formados, se registraron estados juveniles y adultos de **trips** (Thysanoptera) cuya especie no fue determinada (Esquivel et al., 2016). Sin embargo, en La Pampa se identificó a *Frankliniella occidentalis* (trips californiano de las flores) como representante de ese orden (Fritz et al., 2018).

La **oruga capullera** (*Helicoverpa gelotopoeon*) se encontró en Chaco. En los primeros estados de desarrollo fue observada produciendo daño en las brácteas de los capítulos al estado de floración para luego alimentarse de los frutos en formación (Esquivel et al., 2016).

Rivas y Matarazzo (2009) citan también daños producidos, en cultivos de cártamo en el NOA, por insectos del suelo durante la etapa de implantación: gusanos blancos (*Diloboderus abderus*), gusanos grasientos (*Agrotis ipsilon*) y gusanos alambre (*Agriotes* spp., *Conoderus* spp.), especialmente cuando la emergencia es lenta, ya sea por mala calidad de la semilla o por falta de humedad.

De la tabla 8.1 se desprende que hay otras especies de hemípteros además de la chinche roja, que también afectan al cultivo, al igual que otras isocas defoliadoras, algunas de las cuales también pueden alimentarse de los aquenios. Según Fritz et al. (2016), los pulgones fueron los insectos que afectaron en mayor proporción al cultivo, siguiéndoles las chinches, los trips y las orugas defoliadoras en orden decreciente. Estos autores identificaron también una serie de organismos benéficos, entre ellos, algunos coccinélidos, nábidos, himenópteros y arácnidos.

En el país no hay insecticidas registrados para el control de plagas en cártamo y mucho menos umbrales de daño económico determinados. En Australia, para el caso de los pulgones se recomienda el control cuando un 20% de las plantas cuenta con más de 20 pulgones por tallo, botón floral o capítulo. Sin embargo, recomiendan el monitoreo también de insectos benéficos que realizan control biológico (GRDC, 2017).

Para el control de *Helicoverpa* se considera necesario relevar más de 4 a 8 larvas de 5 a 7 mm de longitud por botón floral, aunque si la disponibilidad hídrica para el cultivo es buena es posible que pueda tolerar una mayor cantidad de isocas. Para esta oruga se pueden aplicar insecticidas convencionales, pero también es susceptible a los elaborados en base a *Bacillus thuringiensis* y al virus de la poliedrosis nuclear. Las labranzas una vez finalizado el cultivo también son efectivas para enterrar las pupas de esta plaga y reducir su sobrevivencia (GRDC, 2017).

Las malezas y el cártamo

La siembra tardía del cártamo con respecto a los cereales de invierno permite el control de las malezas durante el barbecho, lo cual es muy importante porque el cártamo es muy mal competidor durante las primeras etapas de crecimiento, incluido el estado de roseta (GRDC, 2017). Este período, en el cual el cártamo crece lentamente, es crítico porque las malezas pueden establecerse fácilmente y, sin controles, es común que su altura sobrepase al cultivo en los estadíos más avanzados (Rivas y Matarazzo, 2009).

En la región semiárida pampeana, las malezas más importantes son el cardo ruso (*Salsola kali*), abrepuño amarillo (*Centaurea solstitialis*), flor amarilla (*Diplotaxis tenuifolia*), yuyo moro (*Lycopsis arvensis*) y mostacilla (*Rapistrum rugosum*) entre las latifoliadas, y cebadilla (*Bromus catharticus*) y raigrás (*Lolium multiflorum*) entre las gramíneas (Rivas y Matarazzo, 2009).

Como en otros cultivos, las alternativas de manejo de las malezas pueden ser culturales, mecánicas o químicas. Entre las culturales, en primer lugar, hay que favorecer una buena implantación del cultivo, pero también la modificación de la fecha de siembra es una herramienta, al permitir el control de las malezas previo a la implantación del cultivo. Se puede favorecer la competencia del cártamo frente a las malezas a través del distanciamiento entre los surcos, pero siempre dentro de los rangos recomendables según la zona de producción, disponibilidad de agua y nutrientes. En este cultivo es particularmente necesario apelar a medidas preventivas como usar semilla limpia, elegir lotes con baja infestación de malezas que puedan ser difíciles de controlar en el cártamo y limpiar las maquinarias antes de ingresar al lote de producción (Mündel et al., 2004).

El control mecánico es factible si no se produce en siembra directa. En tal caso, el uso de rastras rotativas en preemergencia y emergencia del cultivo es una opción, sobre todo si fuese necesario romper un posible “planchado”. Si la distancia entre surcos lo permite, es posible también hacer controles mecánicos entre las líneas de siembra hasta la ramificación del cultivo (Rivas y Matarazzo, 2009).

Con respecto al control químico, en el país no hay actualmente herbicidas registrados para su uso en el cártamo. En otros países se resalta, en primer lugar, la necesidad de planificar su siembra con anticipación ya que es sensible a la presencia de residuos de herbicidas aplicados a cultivos previos o al mismo barbecho si no se hace con suficiente antelación, por ejemplo, picloram o 2,4-D (GRDC, 2017).

En Canadá, recomiendan el uso de glifosato o paraquat, previo a la siembra, para controlar las malezas ya emergidas, no se recomienda 2,4-D ni dicamba por su efecto sobre el cártamo. Como herbicidas de presiembra, en ese país está registrada la trifluralina, que controla algunas latifoliadas y gramíneas, y como postemergente graminicida, el setoxidim (Mündel et al., 2004). En Australia también está registrado el pendimetalín como herbicida de presiembra que controla un espectro de malezas gramíneas y latifoliadas. Como graminicidas postemergentes están registrados propaquizafop y diclofop metil pero para control de latifoliadas en postemergencia, sólo puede usarse metsulfurón metil en estados tempranos del cultivo (GRDC, 2010; 2017).

Sin duda, deben tomarse medidas integradas para obtener los mejores resultados y a más largo plazo, siendo necesaria la experimentación en las diferentes zonas de cultivo y considerando las malezas invernales y primaverales ya que ambas quedan abarcadas en el ciclo del cultivo del cártamo.

Fertilización del cultivo

En el capítulo 7 se hizo referencia a las necesidades de nutrientes del cultivo, las cuales, en parte por sus bajos requerimientos y en parte por sus bajos niveles de productividad, resultan mucho más bajas que las de otros cultivos invernales.

Como para todos los cultivos, un nutriente central para el crecimiento y la producción es el **NITRÓGENO**. Para los niveles de rendimiento actuales en el país, la necesidad es de unos 25 kg.ha⁻¹, que podrían incrementarse a unos 52 kg.ha⁻¹ si se mejorara la producción. En Australia y Canadá, se recomienda la fertilización con unos 20 a 40 kg.ha⁻¹ de N, aunque si se efectúa a la siembra, junto con la semilla no debería superarse los 20 kg.ha⁻¹ de N ya que afectaría la implantación por producir fitotoxicidad a la semilla (Mündel et al., 2004; GRDC, 2017). Mündel et al. (2004) señalan la necesidad de analizar la disponibilidad hídrica en el suelo al momento de la siembra para decidir la dosis. Por supuesto, la cantidad de N a aplicar se incrementa cuando la producción se hace bajo riego.

Por otro lado, ya se ha mencionado que el profundo sistema radical del cártamo le otorga una alta capacidad de utilizar el N residual, sobre todo el que lixivió por debajo de la zona de raíces del cultivo antecesor. Esto explica que, cuando sucede a un cultivo que ha sido bien fertilizado, es frecuente que el cártamo no responda a la aplicación de N con un mayor rendimiento (Elfald et al., 2009; Yau y Ryan, 2010).

Cuando la fertilización nitrogenada produce incrementos del rendimiento, estos se deben a una mayor producción de materia seca y entre los componentes del rendimiento, el que más se modifica es el número de capítulos (Steer y Harrigan, 1986; Elfald et al., 2009; Ferreira Santos et al., 2018), pero también puede mejorar el número de achenios por capítulo y su peso (Dordas y Sioulas, 2008). Dordas y Sioulas (2009) encontraron, además, que la fertilización con N produjo un alargamiento del período de llenado de los granos, modificando la removilización del N, y que la duración del período de llenado de los achenios se correlacionó positivamente con el rendimiento. Encontraron también, que un mayor período de llenado no sólo mejora el rendimiento sino también la calidad de los achenios (contenido de aceite).

Es posible encontrar disminuciones del contenido de aceite de los achenios como resultado de la aplicación de N (Shahrokhnia y Sepaskhah, 2016), sobre todo cuando las dosis son altas (mayores a 200 kg.ha⁻¹, Ferreira Santos et al., 2018) o son tardías (cuando se visualizan de los botones florales, Steer y Harrigan; 1986).

Una buena dotación de **FÓSFORO** en el suelo favorece la implantación del cultivo y acelera su maduración (Mündel et al., 2004), siendo también importante para la producción de aceite.

La baja movilidad de este nutriente en el suelo determina que su aplicación deba ser previa a la siembra o en el momento de la misma, cerca de la semilla. En general, la fertilización con P no es frecuente que redunde en incrementos de los rendimientos excepto cuando los niveles de disponibilidad son muy bajos. Por ejemplo, Sofy et al. (2020) con dosis de 22 kg.ha⁻¹ y de 43 kg.ha⁻¹ de P registraron, en el cártamo, incrementos en la biomasa total producida, el rendimiento y el porcentaje de aceite. El mayor rendimiento se debió tanto a un mayor número de aquenios como a su mayor peso individual.

En nuestro país, Rivas y Matarazzo (2009) indican que el umbral crítico para P estaría en las 10 ppm (Bray-Kurtz 1), en cuyo caso las dosis usuales son de 8 a 10 kg.ha⁻¹ de P, mientras que con niveles superiores a 16 ppm no se suele fertilizar. Marinissen et al. (2008) recomiendan para las condiciones del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, una fertilización a la siembra con 35-40 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico y 15-25 kg.ha⁻¹ de N al final del estado de roseta.

El cártamo es una especie capaz de establecer asociación simbiótica con hongos micorrízicos, habiéndose observado un mejor crecimiento del cultivo, en suelos de baja fertilidad, cuando fue inoculado con *Glomus intraradices* (Díaz Franco y Garza Cano, 2007). La inoculación con *Glomus hoi*, también mejoró el crecimiento y el rendimiento del cártamo aun en condiciones de estrés hídrico, efecto que fue mayor aún, cuando se inoculó conjuntamente con bacterias del género *Azotobacter*, considerándose una alternativa de gran interés para planteos de bajo uso de insu- mos (Shariati et al., 2015).

Cosecha y comercialización de cártamo

La cosecha del cártamo se realiza con cosechadora de grano fino cuando se observa el cultivo de color marrón lo cual ocurre entre fines de enero y febrero, aproximadamente un mes después de finalizada la floración (Marinissen et al., 2008; Rivas y Matarazzo, 2009; GRDC, 2017). Al igual que la floración, la maduración de los aquenios se registra primero en el capítulo principal y luego en los secundarios y terciarios progresivamente. El porcentaje de humedad para garantizar un almacenaje seguro es de alrededor del 8%. No es deseable retrasar mucho la cosecha, sobre todo si el tiempo es muy seco y cálido debido a que cuando las plantas están demasiado secas se incorpora mucho material extraño a la cosecha siendo muy difícil de limpiar. Además, los aquenios van perdiendo el color blanco brillante que los caracteriza y, cuando el destino es la venta como alimento para pájaros, baja mucho la calidad del producto (GRDC, 2017).

Es un cultivo que normalmente no presenta desgrane, ya que los aquenios están muy comprimidos dentro de los capítulos, ni tiene problemas con las palomas en pre-cosecha ya que no les ofrece un lugar donde posarse para alimentarse debido a sus hojas espinosas y tiene muy buena resistencia al vuelco, aun ante fuertes vientos (Mündel et al., 2004; Rivas y Matarazzo, 2009; GRDC, 2017). Sin embargo, si la cosecha se retrasa y las plantas se encuentran muy secas y frágiles, el viento o incluso la barra de corte de la cosechadora pueden producir el desgrane (Mündel et al., 2004; GRDC, 2017). Aunque no es común, si se presentan condiciones de

precipitaciones frecuentes y humedad luego de la madurez fisiológica y antes de la cosecha, puede registrarse el brotado de los aquenios (Rivas y Matarazzo, 2009).

El cártamo se comercializa según Bases estatutarias según la Norma IV – S.A.G.yP.1075/94 (Tabla 8.2) y para la fijación del precio se toma como referencia el precio del girasol.

Tabla 8.2: Norma de calidad para la comercialización de cártamo

Rubros	Base	Tolerancia de recibo	Bonificaciones	Rebajas
Contenido de materia grasa S.S.S.y L. (1)	33%	-	Para valores superiores a 33% a razón de 2% por cada % o fracción proporcional.	Para valores menores a 33%, a razón de 2% por cada % o fracción proporcional.
Acidez de la materia grasa	2,0%	-	-	Para valores superiores a 2%, a razón de 2,5% por cada % o fracción proporcional.
Materias extrañas	-	2,0%	-	Hasta tolerancia de recibo, a razón de 1% por cada % o fracción proporcional. Para valores superiores a 2%, a razón de 1,5% por cada % o fracción proporcional.
Humedad	10,0%	13,0%	(2)	

LIBRE DE INSECTOS Y ARACNIDOS VIVOS

(1) Sobre sustancia seca y limpia

(2) Cuando la mercadería exceda la base de humedad (10 %) se descontará la merma correspondiente de acuerdo a las tablas establecidas y la tarifa convenida de secado

Semillas de chamico (*Datura ferox* L): Para valores superiores a la tolerancia establecida (2 semillas cada 100 gramos) se descontará 1,3 % de merma en peso y gastos de zarandeo

Referencias

- Casse, M. F. (2018). Enfermedades foliares detectadas en cártamo. Campaña 2018. Laboratorio Fitopatología, EEA Sáenz Peña. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/enfermedades-foliares-detectadas-en-cartamo>
- Díaz Franco, A. y Garza Cano, I. (2007). Crecimiento de genotipos de sorgo y cártamo asociados a la colonización micorrízica arbuscular en suelo con baja fertilidad. *Universidad y Ciencia* 23(1), 15-20.

- Dordas, C. A. y Sioulas, C. (2008). Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products* 27 (1), 75-85.
- Dordas, C. A. y Sioulas, C. (2009). Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, 110, 35–43.
- Elfadl, E., Reinbrecht, C., Frick, C. y Claupein, W. (2009). Optimization of nitrogen rate and seed density for safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production under low-input farming conditions in temperate climate. *Field Crops Research*, 114, 2–13.
- Esquivel, C. E., Casuso, V. y Tarragó J. (2016). Monitoreo de plagas y enfermedades presentes en el cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) del sudoeste chaqueño. *Agrotecnia*, 24, 22-29.
- Ferreira Santos, R., Bassegio, D., Pereira Sartori, M. M., Dutra Zannoto, M. y de Almeida Silva, M. (2018). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield as affected by nitrogen fertilization and different water regimes. *Acta Agronómica*, 67 (2), 264-269.
- Fritz, F., Ramonda, F. y Baudino, E. M. (2018). Insectos perjudiciales y benéficos en cultivo de cártamo en la Región pampeana semiárida. *SEMIÁRIDA Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 28 (2), 35-44.
- GRDC (2010). *Grain research and development corporation. Raising the bar with better safflower agronomy*. Recuperado de: https://grdc.com.au/data/assets/pdf_file/0016/210634/grdc-raising-the-bar-with-better-safflower-agronomy.pdf.pdf
- GRDC (2017). *Grain research and development corporation. Grownotes Safflowers Northern*. Recuperado de: https://grdc.com.au/data/assets/pdf_file/0031/238990/GRDC-GrowNotes-Safflower-Northern.pdf?utm_source=website&utm_medium=download_button&utm_campaign=pdf_download&utm_term=North&utm_content=Safflower%20Northern%20Region%20-%20GrowNotes%E2%84%A2
- Lang, M. (2011). El cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la región semiárida pampeana: ensayo comparativo de rendimiento. *Revista de la Facultad de Agronomía. UNLPam*, 22, 32-36.
- Marinissen, A., Torres Carbonell, C., Lauric, A., Coma, C., y Rivas, J. (2008). Cultivo de cártamo. Ensayos en la zona. Hoja Técnica N°4. Oficinas de Extensión INTA Bahía Blanca y Coronel Rosales, EEA INTA Bordenave. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2_ensayos_cartamo.pdf
- Mikkelsen, E., Ponder, A., Pickersgill, K. y Wachsmann, N. (2008). The effect of sowing depth on safflower germination and early growth in clay and sandy soils. *7th International Safflower Conference*. Waga Waga, Australia. Recuperado de: <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2171/2017/11/General-Mikkelsen-poster-paper.pdf>
- Mirassón, H. R., Palomo, I. R., Bredan, R. E. y Fioretti, M. N. (2011). Rendimiento y estabilidad de variedades de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la Región Pampeana Semiárida. *Fiton*, 80, 147-151.

- Mündel, H. H., Blackshaw R. E., Byers, J. R., Huang, H. C., Johnson, D. L., Keon, R., Kubik, J., McKenzie, R., Otto, B., Roth, B. y Stanford, K. (2004). *Safflower Production on the Canadian Prairies: Revisited in 2004*. Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre, Alberta. Recuperado de: <http://publications.gc.ca/site/eng/333269/publication.html>
- Ramonda, F., Ferrero, C., J., Fritz, F. y Baudino, E. M. (2019). Influencia de la fecha de siembra sobre los determinantes fisiológicos y numéricos del rendimiento en el cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en La Pampa. *SEMIÁRIDA Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 29(1), 63-69.
- Rivas, J. y Matarazzo, R. (2009). Producción de cártamo. Consideraciones generales. Boletín de divulgación N°20. Estación Experimental Hilario Ascasubi, INTA. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-prodcartamo_.pdf
- Sauer, M. V. y Andreo, A. I. (2017). Rotaciones de cultivos bajo siembra directa para el sudoeste chaqueño. *Simposio de Fertilidad*, Rosario, Actas, 17-25.
- Schwartz, H. F. y Gent, D. H. (2005). Safflower. Cercospora leaf spot. Recuperado de: <https://bugwoodcloud.org/bugwoodwiki/CercosporaLeafSpot-Safflower.pdf>
- SENASA (2017). Documento de decisión. Evaluación de la aptitud alimentaria del evento de cártamo SPC IND-10003-4 x IND-10005-7 y de los Eventos simples IND-10003-4 e IND-10005-7. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gmfp/docs/Documento%20decisi%C3%B3n%20C%C3%A1rtamo%20SPC.pdf
- Shahrokhnia, M.H. y Sepaskhah, A.R. (2016). Effects of irrigation strategies, planting methods and nitrogen fertilization on yield, water and nitrogen efficiencies of safflower. *Agricultural Water Management*, 172, 18–30.
- Shariati, J., Weisany, W. y Torabian, S. (2015). Effect of azotobacter and arbuscular mycorrhizal on growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different irrigation regimes. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 18 (4), 1.
- Sofy, S. O., Hama, S. J. y Hama-Umin, B. O. (2020). Influence of phosphorus fertilizer on yield and oil of safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties under rain fed condition. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(2), 3409-3418.
- Steer, B. T. y Harrigan, E. K. S. (1986). Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Field Crops Research*, 14, 221-231.
- Tula, A. A. (2019). *Patrones de absorción y eficiencia de uso del agua de cultivos invernales en el centro de Córdoba*. (Tesis de especialización). Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Recuperado de: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/16965>.
- Yau, S-K. y Ryan, J. (2010). Response of rainfed safflower to nitrogen fertilization under Mediterranean conditions. *Industrial Crops and Products*, 32, 318–323.