

## CAPÍTULO 2

# Importancia económica, usos y propiedades de lino, colza y cártamo

*Andrea V. Dellepiane, Griselda E. Sánchez Vallduví  
y Adriana M. Chamorro*

### Características y usos del producto

Las oleaginosas constituyen uno de los grupos de cultivos de mayor producción, investigación y comercialización a nivel mundial. Entre ellas se encuentran el lino, la colza y el cártamo. Su importancia radica en la variada cantidad de usos a los que se puede destinar el aceite extraído de sus semillas y los subproductos derivados de esa extracción como tortas, expellers, harinas y pellets. También, según la especie, se utilizan otros órganos de la planta como los tallos, las flores y las hojas e incluso las semillas para un destino diferente al oleaginoso. Sin embargo, estos usos dependen de cada especie y pueden prevalecer unos u otros según la zona de producción de acuerdo a características culturales, tecnológicas o de mercado.

### Lino

El lino (*Linum usitatissimum* L.) es una especie herbácea de crecimiento anual con características morfofisiológicas variables de acuerdo a las cuales se han obtenido cultivares que se destinan a dos usos principales, textil u oleaginoso y, en algunos casos, a un uso mixto (Ministerio de Agricultura, 1953). El destino oleaginoso se relaciona con el contenido de materia grasa en la semilla, que puede variar en función de la genética, el ambiente y la tecnología de cultivo (Capítulos 3 y 4). Según evaluaciones realizadas en Paraná, Argentina, los porcentajes de aceite de distintos cultivares variaron entre 42% y 44% (Milisich et al., 2009) mientras que para el lino cultivado en Canadá se citan valores promedio de alrededor de 41% (Flax Council of Canada, 2021). Este aceite está constituido por diferentes ácidos grasos, con una elevada proporción de ácidos poliinsaturados, que son esenciales para los seres humanos y deben ser adquiridos a través de los alimentos, ya que el cuerpo no los sintetiza. También se encuentra el ácido monoinsaturado, oleico, y los saturados, palmítico y esteárico, que representan la menor proporción. Los ácidos poliinsaturados son el alfa linolénico, que es uno de los ácidos grasos de la serie

omega-3 (generalmente llamado como omega 3) y linoleico que pertenece a las serie omega-6, por lo cual se lo denomina omega 6, y si bien son los ácidos grasos que se encuentran en mayor proporción, sus contenidos pueden variar en función de la temperatura durante el llenado de la semilla, la zona de cultivo y la variedad. Así, mientras que el Flax Council of Canada (2021) cita valores de 57% para el linolénico y 16% para el linoleico, en evaluaciones realizadas en Paraná (Argentina), la composición en ácido linolénico no varió entre distintos cultivares y estuvo alrededor del 48%, pero sí se diferenció significativamente el ácido linoleico, con valores entre 13% y 19% de acuerdo al cultivar (Gallardo et al., 2014). Estos autores indican que variaron también los contenidos de ácidos grasos saturados entre 11% y 15%, mientras que el oleico presentó un promedio de 26% para todos los cultivares. En Canadá se citan valores de 9% de ácidos grasos saturados (palmítico más esteárico) y 18% de oleico (Flax Council of Canada, 2021).

El aceite de lino ha sido utilizado habitualmente con fines industriales para la elaboración de pinturas, barnices y resinas para el tratamiento de maderas, jabones, tintas para impresión, etc. Este uso se ha relacionado con su alta capacidad secante en contacto con el aire debido al contenido de ácidos grasos poliinsaturados que le confieren un elevado valor de índice de iodo, el que varía entre 160 y 210 (Acosta, 1980) y es significativamente superior comparado con otros aceites vegetales (Giménez y Sorlino, 2006). También es importante el aporte en proteínas de su semilla cuyo contenido (26-28%) en el subproducto de la extracción del aceite se eleva a 40-43% (base seca) constituyendo una valiosa fuente para la suplementación (Bertoni y Cattaneo, 1972).

La elevada proporción de estos ácidos grasos y otros componentes de la semilla con propiedades beneficiosas para la salud, han contribuido a generar, más recientemente, un uso diferente del lino, como complemento nutricional, medicinal y cosmético. El omega 3, omega 6 y los lignanos, poseen un elevado poder antioxidante, reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, artritis reumatoide y cáncer. Los mucílagos contenidos en la fibra cumplen un rol importante al prevenir y curar la condición de estreñimiento. De acuerdo con estos beneficios, se ha incrementado el consumo de semilla de lino a través de su incorporación en pequeñas cantidades, en productos de panificación, lácteos y pastas (Singh et al., 2011). También pueden obtenerse carne o huevos ricos en omega 3 al suministrarse suplementos con lino a aves de corral o cerdos (Baucells et al., 2000). En la década del '80, se obtuvieron en Canadá y Australia algunas variedades de lino (solin) con menos de 5% de ácido alfa linolénico, que se destinaban a la extracción de aceite para uso comestible (Green, 1986). Sin embargo, este uso no se ha difundido y ya no se producen comercialmente por el escaso desarrollo de sus nichos de mercado (Flax Council of Canada, 2021).

El uso del lino como textil fue anterior a su uso como oleaginoso y fue una de las primeras materias para hilar conocidas por la humanidad. Se han hallado tejidos de lino que fueron empleados como lienzos para la envoltura de momias en Egipto, vestimentas y cortinados. En estas civilizaciones antiguas, los productos del lino eran muy apreciados para el trueque y la venta (Altgelt, 1958). El cultivo del lino se extendió a América durante el siglo XVIII y alcanzó su máximo esplendor mundial durante la Segunda Guerra Mundial. En el siglo XIX, el cultivo masivo del

algodón desplazó al lino y definitivamente, su cultivo fue muy minoritario cuando aparecieron las fibras sintéticas en el siglo XX. Para el uso textil del lino se utilizan las fibras, células esclerenquimáticas del tallo, que se destacan por su longitud, variable entre 60 y 120 cm, y se extraen mediante el proceso de “enriado” que se realiza por diferentes procedimientos con agua, vapor o sustancias químicas. Las variedades que se han seleccionado para uso textil, se caracterizan por tener tallos altos y rectos que generalmente no poseen ramificaciones basales (Amit y Hall, 2010). Estas fibras se destinan al hilado para la obtención de telas que son reconocidas por su resistencia y sus propiedades aislantes otorgando frescura a las prendas de vestir.

Los residuos del hilado se emplean generalmente para la fabricación de papel. Las fibras cortas que poseen los tallos de lino oleaginoso, también pueden utilizarse para la fabricación de papeles especiales, estopa y recientemente, en Canadá, se ha orientado su uso a la fabricación de paneles para puertas de automóviles, macetas y tapetes de retención (Flax Council of Canada, 2021).

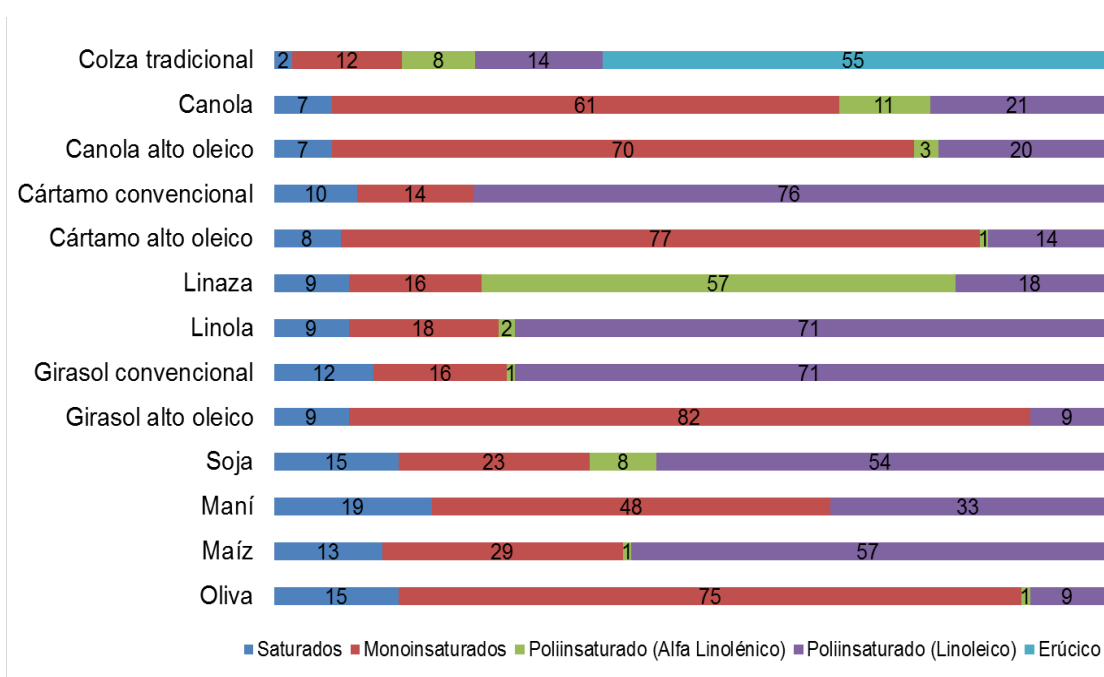
## Colza

El aceite de especies de *Brassica* fue utilizado desde la antigüedad. Existen registros históricos que han documentado el uso de colza en India, China y Japón desde el año 2000 A.C. En Europa se difundió su cultivo en el siglo XIII debido a que era una de las pocas especies oleaginosas capaz de prosperar en climas templados (Canola Council of Canada, 2021). Las características del aceite de colza y sus subproductos, determinaron diferentes usos a través del tiempo. Las colzas tradicionales presentaban un elevado contenido de ácidos grasos de cadena larga como el ecocenoico y el erúcico. La presencia de este último resultaba perjudicial por provocar alteraciones del miocardio en animales cuya dieta incluía esta clase de colza por lo que su aceite se destinaba a fines industriales (IASCAV, 1993). Su uso principal era como combustible para artefactos de iluminación por su particularidad de generar una llama blanca sin humo. Durante la Segunda Guerra Mundial se difundió su uso como lubricante en el ámbito naval, ya que el alto contenido de ácido erúcico en el aceite le aportaba la capacidad de repeler el agua (Canola Council of Canada, 2021). Posteriormente se encontraron otras aplicaciones del aceite de colza, como la fabricación de jabones, detergentes, materiales plásticos y en la industria de la cosmética, pinturas y agroquímicos (Iriarte y Valetti, 2008). Aunque los efectos cardiotoxicos del aceite de colza tradicional no fueron comprobados en los seres humanos, por precaución, se recomendó reducir el contenido de ácido erúcico a menos de 5% para obtener un aceite apto para consumo humano (IASCAV, 1993). Asimismo, se buscaba disminuir la cantidad de glucosinolatos, compuestos presentes en la harina y derivados de la extracción del aceite, que provocaban efectos deletéreos en monogástricos y, por lo tanto, restringían el uso de este producto en la alimentación animal (Giayetto, 1995).

A partir de 1970 se comenzó a investigar sobre el desarrollo de nuevas variedades de colza con bajo contenido de ácido erúcico en el aceite y de glucosinolatos en la harina. Canadá y

Francia fueron pioneros en el desarrollo de estas variedades que se denominaron CANOLA (Canadian Oil Low Acid) o COLZA 00 respectivamente. Según la norma de calidad para su comercialización en Argentina, SAGyP 1075/94, se permite hasta un 2% de ácido erúcido en el aceite y hasta 20 micromoles de glucosinolatos por gramo de grano. También, de acuerdo a esta norma, se establece una base de 43% de materia grasa en la semilla, aunque el valor más habitualmente encontrado en la colza cultivada en Argentina varía entre 45% y 52% (Iriarte y Valetti, 2007).

Respecto a la composición del aceite de colza comestible, éste posee la más baja proporción de ácidos grasos saturados y, entre los poliinsaturados, la mayor cantidad de linoléico u omega 3, comparado con otros aceites vegetales de fines culinarios. También posee un alto contenido de ácidos monoinsaturados deseables (oleico u omega 9) y es fuente de grasas omega 6 (Figura 2.1).



**Figura 2.1: Composición de ácidos grasos en aceites vegetales. Los valores se expresan en gramos de ácido graso en 100 gramos de porción de aceite comestible.**

*Elaboración propia en base a datos de ASAGIR (2008), Katkade et al. (2018), Canola Council of Canada (2021) y Flax Council of Canada (2021)*

De acuerdo a estas características el aceite de colza representa un producto de elevada calidad para el consumo humano, ya que reduce el colesterol total, aumenta los niveles de tocoferol, previene el crecimiento de células cancerosas y aporta beneficios para el tratamiento de enfermedades cardíacas, diabetes y síndrome metabólico (Lin et al., 2013). En algunos países de Asia y norte de Europa, el aceite de colza se encuentra muy difundido y se utiliza ampliamente como aceite de cocina, así como en productos hidrogenados como la margarina. Además, se han obtenido por aplicación de mutagénesis, cultivares con altos niveles de ácido oleico (Figura 2.1) que permiten mejorar la estabilidad química disminuyendo la rancidez oxidativa característica de los aceites con elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados. Este tipo de aceite se utiliza

en el procesamiento de alimentos, para cocinar, freír y hornear ya que evita la aparición de olores y sabores desagradables ante reiteradas cocciones (Canola Council of Canada, 2021).

Las tortas, expellers y harina de colza constituyen productos de muy buena calidad para la alimentación animal, ya que poseen un elevado contenido de proteína (40-43%) y un excelente perfil de aminoácidos. Se digiere fácilmente y es muy apetecible. Se utiliza para la alimentación de ganado bovino productor de carne y leche, animales de corral y peces.

Otro destino del aceite de colza es la producción de biocombustible que se utiliza como aporte de energía alternativa para suplir, parcialmente, a los combustibles derivados del petróleo. Este uso está difundido para el cultivo de canola, principalmente en países de la Unión Europea (OCDE-FAO, 2020). Las propiedades y los diferentes usos de la colza, permiten que actualmente, en el mercado mundial, coexistan la colza tradicional y la canola ya que cada una de ellas posee un nicho de mercado específico y las estadísticas no las diferencian.

## Cártamo

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) se conoce desde la antigüedad por el aprovechamiento de sus tallos, hojas, flores y semillas que se destinan a diferentes usos y por lo tanto es considerado como un cultivo multipropósito. Originariamente fue cultivado en Egipto, Marruecos, China e India para la obtención de pigmentos presentes en las flores conocidos como cartamina (pigmento rojo) y cartamidina (pigmento amarillo). Estos pigmentos se utilizaban como tinte en prendas de vestir y para dar color a diferentes alimentos y bebidas (Zehra, 2005). El uso de cártamo como colorante natural persiste en la actualidad y se utiliza como aditivo en algunos alimentos como arroz, sopa, salsa y pan, y en la industria cosmética para elaborar shampoo, cremas, maquillaje y jabón, entre otros productos. En algunos países asiáticos se encuentra difundido su uso como especie medicinal y terapéutica, para lo cual se elaboran varios productos a partir de flores secas, hojas y aceite para prevenir enfermedades vasculares y cardíacas, disminuir la hipertensión y el colesterol, tratar los desórdenes menstruales y enfermedades respiratorias, etc. (Delshad et al., 2018).

En algunos países como Italia, Israel y México se ha evaluado el uso de variedades sin espinas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L. var. *inermis*) como forraje. Esta especie tiene la capacidad de crecer en condiciones rústicas y proveer un forraje de alta calidad por su elevado contenido de aminoácidos y minerales. Los tallos y hojas pueden aprovecharse mediante pastoreo o conservarse mediante ensilado (Danieli et al., 2011).

Además, las semillas de cártamo se utilizan, mezcladas con otras, para alimento de aves y en la elaboración de piensos para pequeños animales. Para esta finalidad, y como efecto atractivo, se utilizan variedades que poseen las semillas de color blanco brillante (GRDC, 2017).

El uso del cártamo como especie oleaginosa se remonta a la época romana, y se ha utilizado en India desde el siglo XIX. Sin embargo, este uso se difundió a partir de 1930 y se expandió a varios países, donde se lo cultiva actualmente con esta finalidad (GRDC, 2017). La semilla de

cártamo puede contener desde 20% a 45% o más de aceite (Zehra, 2005). De acuerdo a ensayos realizados con algunas variedades en la región semiárida pampeana argentina, el contenido de aceite estuvo en un rango comprendido entre 46% y 60% (Mirassón et al., 2011).

En un principio el destino del aceite era la industria, y se usaba para la elaboración de pinturas, especialmente blancas y/o claras, ya que disminuía el amarillamiento asociado al paso del tiempo (Smith, 1996). Posteriormente, el aceite comenzó a destinarse a la alimentación humana, dándole diferentes usos de acuerdo a sus propiedades que pueden ser variables según la composición de ácidos grasos del genotipo cultivado. Hay variedades que poseen un elevado contenido de ácidos poliinsaturados (71% a 75% de linoleico, Coşge et al., 2007) que le confiere al aceite propiedades beneficiosas para la salud, el cual es utilizado para condimento de ensaladas, mezclado con otros aceites vegetales, y también, mediante el proceso de hidrogenación, es utilizado en la elaboración de margarina (GRDC, 2017). Para este último uso, el aceite de cártamo, es más adecuado que el de soja y el de colza (Kleingarten, 1993). Sin embargo, por la elevada insaturación, se polimeriza fácilmente y no presenta estabilidad a altas temperaturas, por lo que no es adecuado utilizarlo reiteradas veces en cocción o frituras. Para esto, existen variedades con alrededor de 80% de ácido monoinsaturado (oleico), que producen un aceite estable, ideal para freír sin desprendimiento de humo u olor desagradable (Gyulai, 1996; GRDC, 2017). El aceite de cártamo también es utilizado en la fabricación de lubricantes industriales, jabones, productos farmacéuticos y cosméticos.

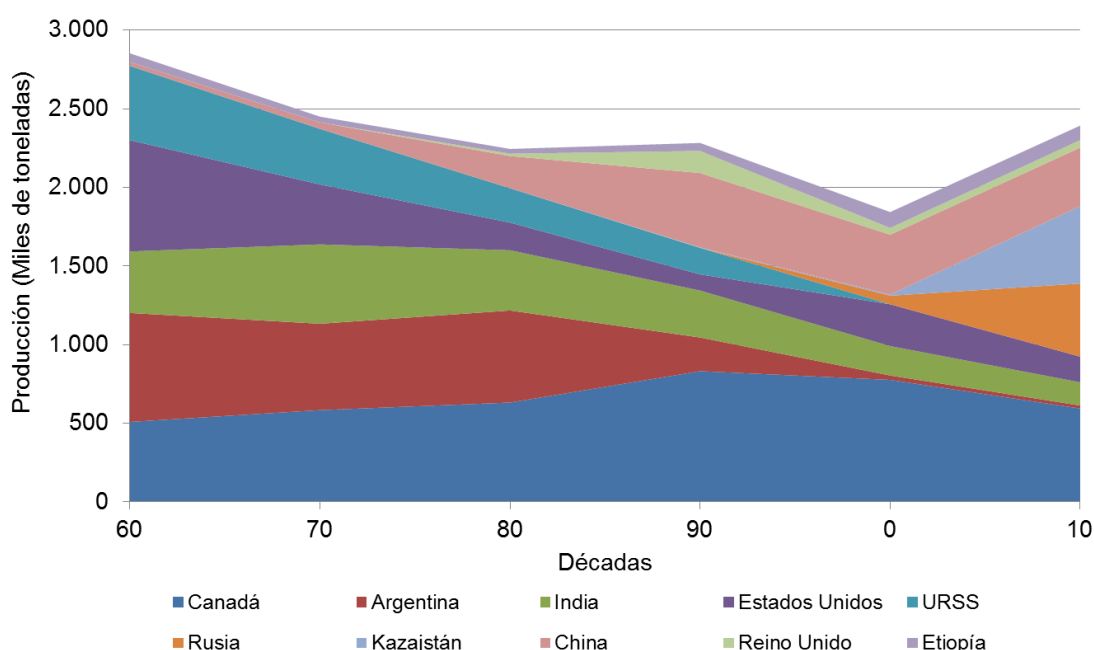
También se menciona la posibilidad de utilización del aceite de cártamo como biocombustible (Rivas y Matarazzo, 2009).

## **Producción y comercio mundial de lino. Situación nacional**

El lino es una especie difundida en regiones templadas y templado frías del mundo. Se lo cultiva desde el Ecuador (Etiopía) hasta el círculo polar (Rusia, Canadá). Existen cultivares de tipo invernal y otros primaverales, los que se diferencian en la tolerancia al frío y se adaptan a distintos climas. Su cultivo con destino textil tuvo un gran desarrollo en Europa Occidental durante el siglo XVIII y principios del XIX, pero luego comenzó a ser reemplazado por otras fibras, como la de algodón (Lay y Dybing, 1989) y más tarde, por fibras sintéticas. A partir de esta situación, se produjo una disminución de su producción y superficie sembrada. La Unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) encabezó el ranking de producción mundial de fibra y estopa hasta los años '90 y a partir de entonces, Francia se convirtió en el principal productor mundial, seguido por Bélgica, Rusia, Belarús y China. Para el año 2019 se produjeron 1,08 millones de toneladas en un área cosechada de 259 mil hectáreas (FAO, 2021). La disminución en la demanda de lino textil durante el siglo XX ocasionó un mayor desarrollo del cultivo con destino oleaginoso (Alburquerque y Pascual Villalobos, 1996). Sin embargo, hacia la segunda mitad de este siglo, la producción mundial de aceite de lino comenzó a disminuir debido a la sustitución por productos de origen sintético y al desplazamiento de este cultivo por otros más rentables (Giménez y Sorlino,

2006). Esta tendencia decreciente no fue estable y hubo períodos donde se observó una reactivación, pero la disminución en la producción de semilla de lino con destino oleaginoso hasta ahora no se pudo revertir, y los valores actuales de área cosechada y producción son significativamente menores a los de principios del siglo XX registrándose cerca de 3 millones de hectáreas y 3 millones de toneladas respectivamente para el año 2019 (FAO, 2021).

A nivel mundial, los países donde se ha dado la mayor producción de lino para obtención de aceite fueron Canadá, Argentina, Estados Unidos, India y URSS que representaban un 84% de la producción mundial durante las décadas del '60 y '70. A partir de la década del '80 aparecieron China, Reino Unido y Etiopía entre los principales productores y a partir del año 2011, Kazajstán se incorporó a esta lista y es, actualmente el primer productor, seguido por Rusia, Canadá y China (FAO, 2021) (Figura 2.2).



**Figura 2.2: Principales países productores de lino oleaginoso entre las décadas del '60 y del '10**

*Elaboración propia en base a datos de FAO (2021)*

Respecto a los rendimientos en grano de los principales países productores, Canadá y China poseen valores algo inferiores a  $1500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  mientras que Rusia y Kazajstán se encuentran por debajo, con alrededor de  $800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Estos países han sido los mayores exportadores de semilla de lino en los últimos años. Entre 2018 y 2019 las exportaciones mundiales crecieron alrededor de un 10% alcanzando para este último año un valor de 1,9 millones de toneladas. Mientras que los principales importadores fueron Bélgica, China y Alemania (FAO, 2021).

Respecto a la situación nacional, el cultivo de lino comenzó a tener importancia hacia fines del siglo XIX y su destino principal era la industria textil para la elaboración de lienzos y paños. Posteriormente, tuvo mayor preponderancia el cultivo de esta especie con fines oleaginosos para la extracción de aceite y subproductos de la semilla. Durante las décadas del '20 y del '30, la

producción y el área sembrada experimentaron un acelerado crecimiento con valores promedio anual de 1,6 millones de toneladas y 2,5 millones de hectáreas en el período 1920/39. Este crecimiento estuvo vinculado a las condiciones ambientales favorables para el cultivo en nuestro país y a la demanda internacional, donde Argentina ocupó un lugar predominante exportando entre el 70 y 80% del volumen total del comercio internacional. También se realizó la introducción de material genético y la instalación de fábricas textiles. Sin embargo, desde 1940 hasta 1955, la superficie se redujo rápidamente llegando a ser la cuarta parte de la correspondiente al período anterior, debido principalmente a una disminución de las exportaciones provocada por el crecimiento de Estados Unidos y Canadá como productores lineros. Al cabo de este período la producción volvió a ser impulsada por la implementación de políticas estatales, pero a partir de 1965, el área sembrada con lino comenzó a decrecer, fluctuando entre 400 y 800 mil hectáreas en las décadas del '70 y el '80. Esta tendencia decreciente continuó y se acentuó a partir de la campaña 2000/01 con valores inferiores a 50 mil hectáreas sembradas con lino, que se mantienen hasta la actualidad (MAGyP, 2021).

El lino se industrializaba en pequeñas fábricas situadas en Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires, donde se elaboraban principalmente expeller para alimentación animal con omega 3 y aceite crudo para la fabricación de pinturas, tintas, resinas y barnices. El cierre progresivo de estas fábricas, la sustitución del aceite de lino con productos sintéticos y la desaparición de la Unión Soviética, fueron las principales causas que ocasionaron la disminución de la superficie y producción linera. En la campaña 2020/21 la producción fue de alrededor de 19 mil toneladas en una superficie sembrada de 14 mil hectáreas que corresponden en un 98% a la provincia de Entre Ríos. Según las referencias históricas, el lino también se cultivó en Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa, Santiago del Estero, Chaco y Corrientes, pero ninguna de estas provincias se mantuvo con una producción estable en el tiempo y, en las últimas campañas, solamente Buenos Aires y Córdoba aparecen en los datos estadísticos con menos de 1000 hectáreas sembradas (MAGyP, 2021).

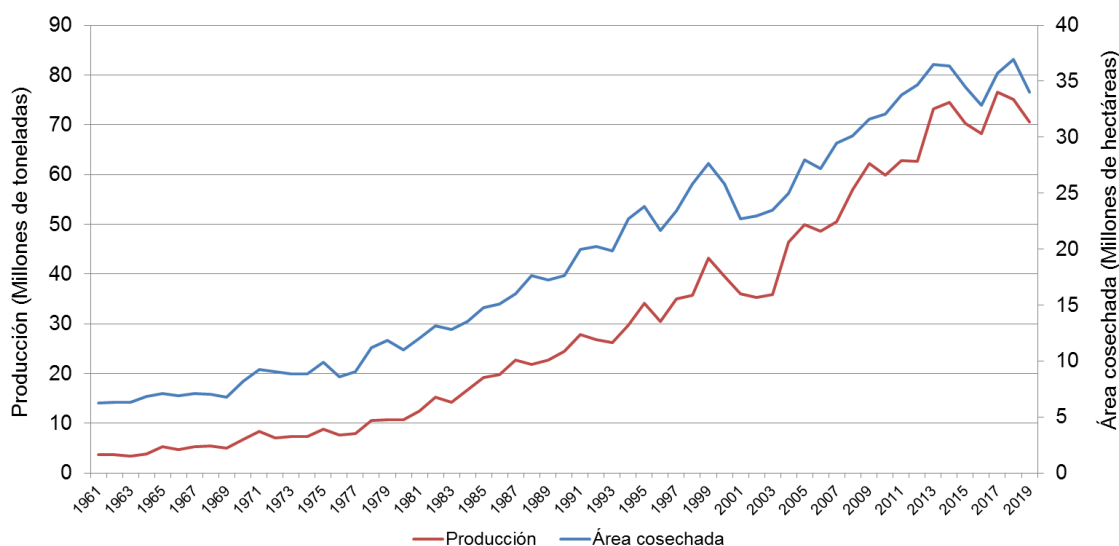
En cuanto a los rendimientos, el promedio nacional fue de aproximadamente 800 kg.ha<sup>-1</sup> hasta principios de los años 2000, variando entre años y provincias productoras. A partir de la campaña 2005/06 y hasta la actualidad se produjo un aumento y el rendimiento promedio llegó a un valor cercano a 1400 kg.ha<sup>-1</sup>. En zonas áridas los mayores rendimientos en grano y aceite se lograron en años húmedos (Zingaretti et al., 2018). A nivel experimental, los rendimientos en Entre Ríos se mantuvieron cercanos a los registrados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP, 2021) y los cultivares evaluados no se diferenciaron estadísticamente en los rendimientos en grano obtenidos, aunque hubo cultivares que se destacaron respecto a los demás por presentar elevados contenidos de aceite que rondaron en un 44% (Milisich et al., 2009). Además, el atraso en la fecha de siembra de junio a julio en Paraná, tuvo un efecto negativo tanto en la producción de semilla como en su contenido de aceite (Gallardo et al., 2014).



## Producción y comercio mundial de colza. Situación nacional

Para *Brassica campestris* se consideran como regiones de origen Asia, Región Mediterránea y Europa Occidental. *Brassica napus* se originó probablemente en zonas donde existían las especies que le dieron origen, *Brassica campestris* y *Brassica oleracea* (Capítulos 5 y 9). Sin embargo, el cultivo de colza se difundió hacia otras zonas diferentes a sus lugares de origen, ya que es una de las pocas oleaginosas que puede prosperar en las regiones templadas y templado frías del mundo (Mc Vetty y Lukow, 2004) y actualmente, es la segunda oleaginosa en importancia mundial luego de la soja (FAO, 2021). La expansión del cultivo de colza en América estuvo asociado al mejoramiento genético para obtener un aceite de alta calidad para consumo humano (IASCAV, 1993). Posteriormente, se expandió en la Unión Europea por el creciente desarrollo de biodiesel y en otros países como China, Estados Unidos y Corea, su cultivo se basa en el creciente interés por los usos alimentarios del aceite (Carré y Pouzet, 2014).

En este sentido, la producción y área cosechada a nivel mundial de colza tuvieron un aumento considerable y sostenido desde la década del '60 hasta la actualidad (Figura 2.3).



**Figura 2.3: Producción y área cosechada de colza a nivel mundial desde 1961 hasta 2019**

Elaboración propia en base a datos de FAO (2021)

Algunos países de Asia y Europa poseen una larga tradición en el cultivo de colza y son los que se sitúan en los primeros puestos como productores mundiales. Ellos son China, India, Alemania, Francia, Reino Unido y Polonia. Sin embargo, el primer productor es Canadá con alrededor de 18 millones de toneladas producidas en el año 2019 (FAO, 2021). Allí, este cultivo ha tenido un importante crecimiento vinculado a los grandes avances en el mejoramiento genético, con la obtención de variedades e híbridos de mayor rendimiento y con características diferenciales para los distintos usos (Canola Council of Canada, 2021). Canadá es también el primer exportador mundial y le siguen Francia y Australia quienes son también importantes

consumidores de aceite de colza. Japón es el mayor importador mundial seguido por China y México (Mailer, 2004).

El rendimiento promedio mundial de colza manifestó un aumento sostenido desde el año 1960, con valores cercanos a 600 kg.ha<sup>-1</sup> hasta alcanzar, en el año 2019, 2072 kg.ha<sup>-1</sup> (FAO, 2021). Esto obedeció a los grandes avances en el mejoramiento genético del cultivo, con la obtención de la Canola o Colza 00 y posteriormente con la obtención de híbridos (Canola Council of Canada, 2021). Los mayores rendimientos son obtenidos en la Unión Europea con un promedio aproximado de 2600 kg.ha<sup>-1</sup>. Esto se debe a que, en Europa, se cultivan variedades o híbridos de tipo invernal mientras que, en Canadá y la mayor parte del resto de los países, se cultivan materiales primaverales, los cuales por su fisiología tienen un rendimiento potencial menor que los primeros.

En Argentina, el cultivo de colza se conoce desde la década del '30. En ese momento se comercializaban para elaboración de aceite *Brassica napus* L. y *Brassica campestris* L., que abundaban como maleza en los cultivos de trigo y lino (Gómez et al., 2018). Cuando los precios de estos cultivos cayeron fuertemente, la colza se expandió principalmente en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, pero su crecimiento se detuvo años antes de la Segunda Guerra Mundial. Con el transcurso del tiempo comenzaron los trabajos de mejoramiento, principalmente en Canadá, con materiales provenientes de Argentina y Polonia para mejorar características agronómicas en colzas de uso industrial y, posteriormente, obtener variedades para extraer aceite de calidad para consumo humano. En la década del '70, el INTA junto a la Universidad de Buenos Aires realizaron ensayos de evaluación de cultivares y de aspectos de manejo tecnológico del cultivo, multiplicaron cultivares de bajo contenido de ácido erúxico y difundieron las prácticas de su manejo entre los productores. En 1978, la Secretaría de Agricultura y Ganadería importó semilla proveniente de Francia y la Junta Nacional de Granos estableció las bases de comercialización para los rubros de materia grasa, acidez, cuerpos extraños y humedad (actualmente Normas VII y VIII, SAGPyA 1075/94) (IASCAV, 1993). Sin embargo, en la campaña 1978/79 ocurrieron condiciones desfavorables que situaron la producción en valores aproximados a 5000 toneladas en una superficie sembrada de 6000 hectáreas. Esta situación se revirtió solamente en la campaña siguiente ya que luego volvió a descender manteniéndose estable durante una década (MAGyP, 2021). A fines de los años '80 y principios de los '90, como respuesta a la expansión de la colza 00 en el mundo, comenzó en Argentina una etapa de difusión del cultivo donde instituciones estatales y empresas privadas lo promocionaban basándose en experiencias científicas. También se creó una red de ensayos territoriales para evaluar el comportamiento de cultivares de colza en distintas localidades (Giayetto, 1995). Esto se tradujo en un aumento de la producción y la superficie sembrada, pero cuestiones vinculadas a la comercialización e industrialización de la colza, impidieron que este crecimiento se consolide y se mantenga estable en el tiempo (IASCAV, 1993). La situación cambió a partir de la campaña 2005/06 donde se observó nuevamente un importante crecimiento del cultivo que estuvo relacionado, probablemente, a la posibilidad de implantar soja de segunda en una fecha más adecuada, por una liberación del lote más temprana de la colza respecto al trigo. El incremento de la superficie

sembrada en este momento, se relacionó con la incorporación de nuevas áreas como el NEA, especialmente en la provincia de Entre Ríos y algunas áreas marginales del norte de Córdoba y Santiago del Estero (Iriarte y López, 2014). A partir de la campaña 2012/13 la producción y superficie sembrada con colza en Argentina comenzaron a disminuir notablemente, alcanzando en la campaña 2020/21 una producción cercana a las 17 mil toneladas y 19 mil hectáreas sembradas (MAGyP, 2021). Las fluctuaciones que han sufrido la producción y superficie sembrada demuestran que, a pesar de ser la segunda oleaginosa de importancia mundial después de la soja, el cultivo de colza no se ha consolidado en Argentina debido a varios factores que lo convierten en un cultivo poco adoptado por los productores.

Existe en Argentina una extensa zona potencialmente apta para el cultivo de colza que presenta similitudes en sus características climáticas con otras áreas mundiales del cultivo (Murphy y Pascale, 1989). Sin embargo, en la última década, la colza se cultivó principalmente en la provincia de Buenos Aires que presentó en promedio 17 mil hectáreas y 33 mil toneladas de producción de granos aproximadamente. La siguiente fue Entre Ríos, con alrededor de 13 mil hectáreas sembradas y 16 mil toneladas producidas. Otras provincias productoras fueron Santa Fe y Córdoba. Además, La Pampa y San Luis, produjeron sólo durante la primera mitad de esta década (MAGyP, 2021).

En referencia al rendimiento, el valor promedio para nuestro país, considerando la última década, es cercano a 1800 kg.ha<sup>-1</sup> con una tendencia relativamente estable entre años y una marcada disminución en la última campaña 2020/21 donde la colza rindió 996 kg.ha<sup>-1</sup> debido a malas condiciones ambientales en ese ciclo de cultivo (MAGyP, 2021). Si bien el rendimiento promedio de Argentina es similar al obtenido en el resto de los países productores, se observa una amplia brecha con los rendimientos obtenidos en ensayos de evaluación de cultivares de colza en distintas zonas productoras de Argentina (Coll, 2010).

## **Producción y comercio mundial de cártamo. Situación nacional**

El cártamo es una especie con características morfofisiológicas que le confieren rusticidad, las que permitieron que tradicionalmente se cultivara en una amplia zona, desde el Mediterráneo hasta el Océano Pacífico, entre los 20° de latitud sur hasta los 40° de latitud norte (Dajue y Mündel, 1996). Sin embargo, su cultivo en condiciones limitantes tiene un impacto negativo que se traduce en bajos rendimientos y, por lo tanto, si se lo cultiva en aquellas zonas donde se cumplen sus requerimientos, el rendimiento puede alcanzar valores significativamente superiores (Capítulo 8).

La producción mundial de cártamo fue variando a través del tiempo. La superficie cultivada que era de aproximadamente 800 mil hectáreas en los años '60, fue aumentando hasta superar 1 millón de hectáreas en la década de los '80 y a partir de ese momento comenzó a disminuir hasta cosecharse en el año 2019 alrededor de 900 mil hectáreas. Algo similar ocurrió con la producción, que aumentó significativamente en los '70 respecto a décadas anteriores y tuvo un

valor aproximado de 850 mil toneladas. Desde ese momento hasta la actualidad, la mayor disminución se produjo durante los años '60, y en el año 2019 la producción mundial de semilla de cártamo fue de alrededor de 624 mil toneladas (FAO, 2021) (Figura 2.4).



**Figura 2.4: Producción y área cosechada de cártamo a nivel mundial desde 1961 hasta 2019**

*Elaboración propia en base a datos de FAO (2021)*

Así como la producción y la superficie mundial del cultivo de cártamo variaron en el tiempo, también lo hicieron los países productores. Los más importantes durante muchos años, entre 1960 y 1989, fueron México, Estados Unidos, India y Etiopía tanto en el volumen producido como en la superficie cosechada, mientras que Estados Unidos obtenía los rendimientos más altos, entre 1800 y 2000 kg.ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, desde 1990 varios países se incorporaron a la lista y comenzaron a producir cártamo para aprovecharlo en sus diferentes usos, aunque sus producciones, en algunos casos, representaban un pequeño aporte al total mundial. En este contexto apareció China, donde esta especie se emplea mayoritariamente como medicinal, cosechando sus flores y hojas para elaborar infusiones y medicamentos naturales. En otros países, el cártamo constituye un cultivo secundario para diversificar ecológica y económicamente la producción. Sin embargo, la producción y superficie sembrada en estos países no se mantiene estable debido a que, al ser un cultivo alternativo, está su-peditado a condiciones económicas, climáticas y ecológicas.

Actualmente los principales productores son Kazajstán, Estados Unidos, Rusia, México, India y Argentina, que producen alrededor del 80% del total. Kazajstán, apareció como productor a partir de la década de los '90 y su producción va en aumento hasta aportar en la actualidad algo más del 30% de la producción mundial. Lo mismo ocurre con la superficie cosechada, donde este país representa un 40% de las 675 mil hectáreas cosechadas a nivel mundial.

El rendimiento promedio mundial se situó en 900 kg.ha<sup>-1</sup> pero los mayores rendimientos se encuentran en México, Turquía y Estados Unidos y se aproximan a 1500 kg.ha<sup>-1</sup> (FAO, 2021).

En el comercio internacional del aceite de cártamo, Ucrania es el país que lidera la exportación con el 50% de un total de 45 mil toneladas. Este país también aparece como principal exportador de girasol. Luego se ubica Estados Unidos y detrás de él, pero con cantidades mucho menores, están México, Polonia e India. Los principales importadores de aceite de cártamo son Polonia y Estados Unidos (FAO, 2021).

En Argentina el cártamo se cultiva en el noroeste del país, pero una de las regiones potencialmente aptas es la región pampeana central semiárida, que se extiende entre los 34° y 39° de Latitud Sur y los 63° 30' y 66° de Longitud Oeste. Esta zona coincide en gran parte con la región girasolera y posee suelos de profundidad variable por la presencia de mantos de tosca que pueden encontrarse desde la superficie hasta 1,40 metros de profundidad. En cuanto a las características climáticas, la principal limitante es el régimen hídrico que presenta variaciones interanuales y mensuales, lo que compromete la estabilidad de rendimiento de los cultivos (Mirassón et al., 2011). El cártamo no se ha difundido en nuestro país obteniéndose una producción total de 53 millones de toneladas de granos en la campaña 2019/20 (MAGyP, 2021). Esta situación ha ocurrido desde los inicios de su cultivo en la década de los '70. En ese momento, el INTA Anguil, en La Pampa, intentó difundirlo por su buen comportamiento agronómico en la zona, pero no pudo consolidarse debido, principalmente, a la difusión del girasol que se generalizó con la llegada de los híbridos (Rivas y Matarazzo, 2009). En 1970 comenzó a cultivarse cártamo en Chaco, que fue la principal provincia productora durante esa década y en Formosa, que aportó menos del 10% de la producción total pero sólo hasta la campaña 1973/74 (MAGyP, 2021). El INTA realizó trabajos de mejoramiento genético para obtener materiales con resistencia al frío, mayor rendimiento y alto contenido de ácido linoleico y a fines de la década de los '80 se introdujeron nuevos cultivares (Lang, 2011). En ese momento el noroeste argentino pasó a ser la zona productora de cártamo en las provincias de Salta, Jujuy, Santiago de Estero y Tucumán. Sin embargo, Salta fue la que concentró la mayor producción y superficie sembrada aportando, según años, el 50% o más respecto al total nacional. Además, aunque ocurrieron fluctuaciones entre años, fue la única provincia que mantuvo una relativa estabilidad a través del tiempo ya que Jujuy, Santiago del Estero y Tucumán, tuvieron períodos improductivos. Incluso, en las dos últimas campañas, 2019/20 y 2020/21, Salta fue la única provincia argentina productora de cártamo con 4344 toneladas de grano producidas en una superficie de 6000 hectáreas (MAGyP, 2021).

Los rendimientos nacionales de cártamo presentaron una variación errática a través del tiempo y variaron entre un mínimo de 432 kg.ha<sup>-1</sup> en la campaña 1986/87 y un máximo de 1062 kg.ha<sup>-1</sup> en la campaña 2004/05. A nivel experimental en la región semiárida pampeana, los rendimientos variaron entre 1500 y 1800 kg.ha<sup>-1</sup> de grano y entre 460 y 600 kg.ha<sup>-1</sup> de aceite, lo que demuestra la potencialidad de esta zona para la difusión del cultivo (Mirassón et al., 2011).

## Consideraciones finales

Las oleaginosas de invierno son una alternativa interesante para incluir en las rotaciones ya que podrían aportar diversidad, favorecer el manejo de adversidades y abastecer al mercado en un momento diferente dado que la producción de aceite en Argentina se basa en cultivos estivales. Además, producen aceite de calidad especial, lo cual las diferencia de otras oleaginosas y pueden destinarse a alimentación humana y animal, industria, cosmética y medicina, según la especie. Sin embargo, a nivel mundial, sólo el cultivo de colza se ha difundido, mientras que el lino y el cártamo tienen una posición secundaria respecto al resto de las oleaginosas. En Argentina, el área sembrada con oleaginosas de invierno es significativamente inferior respecto a las de verano, representadas principalmente por la soja y luego el girasol. Entre los factores que han limitado el crecimiento de estos cultivos se puede mencionar la alta demanda internacional de granos proteicos que conllevó a un aumento de la superficie sembrada con soja en detrimento de otras especies. En el caso del lino y la colza, son considerados como cultivos con alto nivel de riesgo por aspectos vinculados a la siembra y dificultades en la cosecha, transporte y almacenamiento. Otras causas aluden a la comercialización, que no se hace en base a un mercado fijo y está expuesta a precios muy fluctuantes. También, la falta de políticas estatales y el interés por parte de los productores de realizar cultivos más rentables hacen que las oleaginosas de invierno no aumenten su producción y superficie sembrada. Sin embargo, poseen características que demuestran los aportes que podrían realizar en un marco ecológico, social y económico y cambiar la situación nacional e internacional de estos cultivos.

## Referencias

- Acosta, P. P. (1980). Lino para semilla y fibra. En: Dimitri, M. (Director) *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 12-2. Buenos Aires, Editorial ACME S.A.C.I.
- Alburquerque, N. y Pascual Villalobos, M. (1996). El lino, un cultivo no alimentario para producción de aceite y fibra. *Agricultura: Revista Agropecuaria*, 65(770), 764-770.
- Altgelt, L. G. (1958). *El lino textil en la República Argentina* (Tesis doctoral). Recuperada de: [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/econ/collection/tesis/document/1501-0710\\_AltgeltLG](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/econ/collection/tesis/document/1501-0710_AltgeltLG)
- Amit J. J. y Hall, L. M. (2010). Flax (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications. *Australian Journal of basic and applied sciences*, 4(9), 4304-4312.
- ASAGIR (Asociación Argentina de Girasol). (2008). Red Nacional del INTA de Evaluación de Cultivares Comerciales con Calidades Especiales. Cuadernillo Informativo N° 14.
- Baucells, M. D., Crespo, N., Barroeta, A. C., López-Ferrer, S. y Grashorn, M. A. (2000). Incorporation of polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poultry Science* 79(1):51-59.
- Bertoni, M. H. y Cattaneo, P. (1972). Aislamiento de proteínas de harina integral de semillas de lino. *Anales Asociación Química Argentina*. 60, 363-374.

- Canola Council of Canada. (2021). History of Canola Seed Development. *Canola Encyclopedia*. Recuperado de: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/history-of-canola-seed-development>
- Carré, P. y Pouzet, A. (2014). Rapeseed market, worldwide and in Europe. *Oilseeds & fats Crops and Lipids. EDP Sciences*, 21(1), 1-12.
- Coll, L. (2010). Evaluación de cultivares de colza. Campaña 2009. *Actualización Técnica Cultivos de invierno. INTA EEA Paraná*, 1, 29-32. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-evaluacin-de-cultivares-de-colza-campaa-2009.pdf>
- Coşge, B., Gürbüz, B. y Kiralan, M. (2007). Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Nature and Engineering Science*, 1, 11-15.
- Dajue, L. y Mündel, H. H. (1996). *Safflower (Carthamus tinctorius L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 7. Roma, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute.
- Danieli, P. P., Primi, R., Ronchi, B., Ruggeri, R., Rossini, F., del Puglia, S. y Cereti, C. F. (2011). The potential role of spineless safflower (*Carthamus tinctorius* L. var. *inermis*) as fodder crop in central Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 6(1), 19-22.
- Delshad, E., Mahdi, Y., Sasannezhad, P., Rakhshandeh, H. y Ayati, Z. (2018). Medical uses of *Carthamus tinctorius* L. (Safflower): a comprehensive review from traditional medicine to modern medicine. *Electronic Physician*, 10(4), 6672–6681.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2021). Food and agriculture data. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Flax Council of Canada. (2021). Flax usage. Recuperado de: <https://flaxcouncil.ca/spanish/la-linaza-canadiense/>
- Flax Council of Canada. (2021). Descripción y Composición de la linaza. 21 pp.
- Gallardo, M. A., Milisich, H. J., Drago, S. R. y González, R. J. (2014). Effect of cultivars and planting date on yield, oil content, and fatty acid profile of flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Agronomy*, V2014, 1-7.
- Giaetto, O. (1995). *Modelo de Simulación de la Colza (Brassica napus L. forma annua) en la región de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)*. (Tesis de Maestría). Facultad de Agronomía, UBA, Argentina.
- Giménez, P. I. y Sorlino, D. M. (2006). Lino. En: De la Fuente, E. B., Gil, A., Giménez, P. I., Kantolic, A. G., López Pereira, M., Ploschuk, E. L., Sorlino, D. M., Villariño, M. P., Wassner F. F. y Windauer, L. B. (Editores) *Cultivos Industriales*. (pp. 215-239). Buenos Aires, Editorial de la Facultad de Agronomía.
- Gómez, N. V., Miralles, D. J., Mantese, A. I., Menéndez, Y. C. y Rondanini, D. P. (2018). Colza: un cultivo con historia en la FAUBA. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, 38(1): 23-36.
- GRDC (Grain research and development corporation). (2017). *Grownotes Safflowers Northern*. Recuperado de: [https://grdc.com.au/data/assets/pdf\\_file/0031/238990/GRDC-GrowNotes-](https://grdc.com.au/data/assets/pdf_file/0031/238990/GRDC-GrowNotes-)

[SafflowerNorthern.pdf?utm\\_source=website&utm\\_medium=download\\_button&utm\\_campaign=pdf\\_download&utm\\_term=North&utm\\_content=Safflower%20Northern%20Re-gion%20-%20GrowNotes%E2%84%A2](https://www.researchgate.net/publication/312511117/SafflowerNorthern.pdf?utm_source=website&utm_medium=download_button&utm_campaign=pdf_download&utm_term=North&utm_content=Safflower%20Northern%20Re-gion%20-%20GrowNotes%E2%84%A2)

- Green, A. (1986). A mutant genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) containing very low levels of linolenic acid in its seed oil. *Canadian Journal Plant Science*, 66, 499-503.
- Gyulai, J. (1996). Market outlook for safflower, *Proceedings of North American Safflower Conference*, Canada.
- IASCAV (Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal). (1993). COLZA "00"/CANOLA Recopilación informativa, Parámetros de calidad.
- Iriarte, L. B. y López, Z. B. (2014). El cultivo de colza en Argentina. Situación actual y perspectivas. *1º Simpósio Latino Americano de Canola*, Passo Fundo, R S, Brasil.
- Iriarte, L. B. y Valetti, O. E. (2007) El cultivo de colza en Argentina. INTA. Chacra Experimental de Barrow. Recuperado de: <https://www.profertilnutrientes.com.ar/archivos/el-cultivo-de-colza-en-argentina>.
- Iriarte, L. B. y Valetti, O. E. (2008). *Cultivo de colza*. Tres Arroyos, Editorial INTA-MAAP.
- Katkade, M. B., Syed, H. M, Andhale, R. R, y Sontakke, M. D. (2018). Fatty acid profile and quality assessment of safflower (*Carthamus tinctorius*) oil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 7(2), 3581-3585.
- Kleingarten, L. (1993). *Notes Safflower Conference*. Billings, Montana, 18 February 1993. Mündel, H. H. y Braun, J. (Editores). Lethbridge, AB, Canada.
- 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.
- Lay, C. L. y Dybing, C. D. (1989). Linseed. En: Ribbelen, G., Downey, R.K. y Ashri, A. (Editores) *Oil Crops of the World, their breeding and utilization*. (pp. 416-430). Nueva York, McGraw-Hill.
- Lin, L., Allemekinders, H., Dansby, A., Campbell, L., Durance-Tod, S., Berger, A. y Jones, P. (2013). Evidence of health benefits of canola oil. *Nutrition Reviews*, 71,370-385.
- Ministerio de Agricultura, Servicio del lino. (1953). Cultivo de lino. Notas Divulgadoras. 20 pp. León. España.
- MAGyP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación). (2021). Informes técnicos y estimaciones. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/informes-tecnicos-y-estimaciones>.
- Mailer, R. J. (2004). Oilseeds, overview. *Encyclopedia of Grain Science*, 2004, 380-386.
- Mc Vetty, P. B. E. y Lukow, O. M. (2004). Grain Production and Consumption/Oilseeds in North America. *Encyclopedia of Grain Science*, 2004, 106-116.
- Milisich, H., Greco, L., Gallardo, M. y Ocampo, O. (2009). Evaluación de cultivares de lino en la EEA Paraná. Año 2009. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-evaluacin-de-cultivares-de-lino-en-la-eea-paran-.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. *Phyton*, 80, 147-151.
- Murphy, G. M. y Pascale, N. C. (1989). Agroclimatología de la colza de primavera (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* (Metz) Sinks f. *annua*) y su posible difusión en la Argentina. *Revista Facultad de Agronomía*, 10(3), 159-176.
- OCDE/FAO (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2020) “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas” Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029\\_a0848ac0-es](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es)
- Rivas, J. y Matarazzo, R. (2009). Producción de cártamo. Consideraciones generales. Boletín de Divulgación INTA. Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-prodcartamo\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-prodcartamo_.pdf).
- Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J. y Barnwal, P. (2011). Flaxseed: A Potential Source of Food, Feed and Fiber, Critical Reviews. *Food Science and Nutrition*, 51(3),210-222.
- Smith, J. R. (1996). *Safflower*. Champaign, Illinois, AOCS Press.
- Zehra, E. (2005). Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Utilization: A Global View. *Journal of Agronomy*, 4, 83-87.
- Zingaretti, O., Fernández, M. A. y Steffanazzi, R. B. (2018). Evaluación de cultivares de lino oleaginoso, en un año normal y un año húmedo en la región semiárida de la Pampa Central. *Revista Semiárida* (UNLPam), 25(2).