

El cártamo, un posible cultivo energético para la región de Cuyo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

SDI
SECRETARÍA DE
DESARROLLO INSTITUCIONAL



IDE
Instituto de
Energía



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

SDI
SECRETARÍA DE
DESARROLLO INSTITUCIONAL



Equipo de Trabajo

Autor: Federico José Ossa Basañes

Trabajo de revisión bibliográfica realizado para el IDE-UNCuyo; dirigido por la Ing. Agr. M. Sc. Cecilia Rebora, con una duración 6 meses, comprendida entre los meses de septiembre de 2012 a marzo de 2013.

Índice

Introducción	4
El cártamo en el mundo	4
El cártamo en la Argentina	4
La planta	5
Requerimientos del cultivo	6
Hídricos	6
Temperatura y período libre de heladas	6
Viento	7
Granizo	7
Suelo	7
Salinidad	7
Elección del lote	7
Nutricionales	7
Malezas	7
Enfermedades	8
Plagas	8
Riego	8
Época de siembra	8
Sistema y densidad de siembra	9
Materiales genéticos	9
Cosecha y almacenaje	9
El aceite	10
Bibliografía	11

Introducción

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), también conocido como alazor o falso azafrán, es una planta anual, de la familia Asteraceae. Es parecido a los cardos y está adaptado a climas cálidos y secos; se lo considera un cultivo xerófito. Es originario del Mediterráneo oriental (Zahir Duz, *et al.*, 2011). Sus usos más importantes son como aceite comestible y alimento para pájaros. Las cabezuelas florales, capítulos, se encuentran en la parte terminal de tallos ramificados, espinosos; su color es rojo, naranja, amarillo o blanco. Cada capítulo puede tener entre 15 a 30 semillas. Estas son similares al girasol pero algo más cortas, su color normalmente es blanco pero también puede ser grisáceo. El cultivo puede ser sembrado y cosechado con los mismos equipos usados para los cereales de cosecha fina (Rivas y Matarazzo, 2009).

El cártamo en el mundo

C. tinctorius L., ha sido una especie cultivada durante siglos, principalmente por sus flores de colores, que se usan como colorante y saborizante de alimentos, también se lo utiliza para la preparación de un colorante textil. La molécula de cartamina obtenida a partir de sus flores es la responsable de esta propiedad. El aceite vegetal extraído de la semilla, puede ser utilizado para la obtención de biodiesel. Actualmente ha tomado relevancia por ser considerado uno de los cultivos oleaginosos anuales más resistente a sequía. Los principales países donde se cultiva el cártamo son la India, EE.UU., México, y en menor medida Kazajistán, Etiopía, Argentina, China, Uzbekistán, Australia, Rusia, Pakistán y España (Zahir Duz, *et al.*, 2011).

El cártamo en la Argentina

Este cultivo fue promovido en el país por el Ing. Agr. Guillermo Covas, ex Director del INTA de Anguil, La Pampa, en la década del '60. Existen antecedentes de buen comportamiento en la región semiárida pampeana; sin embargo, este cultivo no se consolidó en la región; el motivo principal fue el desarrollo del cultivo de girasol, que con la llegada de los híbridos por la década del '70 y un mercado mayor y firme terminó por ocupar ese espacio. Sin embargo, el cártamo encontró en la región del Noroeste del país un área importante y más o menos estable, en esta región su ciclo es invernal con siembra en el mes mayo y cosecha en noviembre. La productividad allí es baja, pero es prácticamente el único cultivo extensivo que puede realizarse con tan bajas precipitaciones durante el invierno. En la actualidad se lo cultiva en Salta, Santiago del Estero y Chaco. Sin embargo en el pasado también se lo cultivaba en Catamarca, Jujuy y Tucumán (Rivas y Matarazzo, 2009). Los rendimientos promedio nacionales de los últimos quince años oscilan entre 570 y 1060 kg/ha con una producción media de 744 kg/ha (MAGyP).

La planta

El cártamo, dependiendo del manejo del cultivo, el material genético y las condiciones ambientales, puede medir entre 0,50 y 1,50 m de altura. La semilla, normalmente es blanca y brillante. Estas germinan entre 1 a 3 semanas, luego de la siembra dependiendo principalmente de las condiciones de temperatura y humedad de suelo. Luego de la germinación se conforma un estado de roseta que desarrolla lentamente y al mismo tiempo la raíz pivotante penetra profundamente en el suelo, esta puede alcanzar una profundidad de 2 a 3 m, es por esta razón que pueden tomar agua de todo el perfil del suelo, incluso de zonas más profundas que otros cultivos anuales y por ello es considerado como el cultivo más resistente a sequía de todas las plantas oleaginosas anuales (Zahir Duz, *et al.*, 2011). La elongación del tallo es rápida, produciendo vigorosas ramificaciones de 45 a 75 cm, al final de cada una de ellas se forman cabezuelas florales encerradas por brácteas espinosas. La floración completa puede alcanzar los 30 días, dependiendo de la densidad de plantas, humedad disponible y material genético. La floración comienza en el tallo principal y luego continúa en las ramificaciones secundarias y así sucesivamente. En el capítulo, la floración es similar al girasol. Esta se inicia en el círculo externo y avanza en forma centripeta, con una duración aproximada de una semana (cada capítulo). Las flores son tubulares, hermafroditas, pero con hasta un 10 % de hibridación. Un capítulo contiene normalmente entre 15 - 30 semillas, aunque muchas veces tiene muchas más. La maduración se produce en un rango de 4 a 5 semanas luego de la floración. Las flores son comúnmente de colores brillantes como amarillo, naranja o rojo. El fruto es una cipsela y cuando está maduro está compuesto con entre un 33 a un 60 % de cáscara y de un 40 a un 67 % de grano. Los contenidos de aceite varían entre el 20 - 47 % del peso total de la semilla. El mejoramiento genético, por mayor contenido de aceite, al igual que en girasol, condujo a una disminución del grosor de la cáscara (Rivas y Matarazzo, 2009). En experiencias locales hemos cosechado semillas de cártamo de las variedades CW 88 OL y CW 99 OL con un contenido de aceite de 38,59 y 37,07 %, respectivamente.



Foto 1: Flores del cártamo.



Fig.1: Estadios fenológicos del cártamo.



Foto 2: Emergencia.



Foto 3: Roseta.



Foto 4: Elongación de tallo.



Foto 5: Ramificación.



Foto 6: Floración.



Foto 7: Madurez.

Requerimientos del cultivo

Hídricos

El cártamo a partir de 300 mm de lluvia da buenos rindes en zonas sin vientos cálidos y secos. En nuestra zona el viento zonda haría aumentar considerablemente estos requerimientos. Es importante destacar que el exceso de agua es tanto o más perjudicial que la falta de la misma, debido a que este cultivo es poco tolerante a condiciones de alta humedad, suelos saturados reducen la emergencia y periodos de anegamiento reducen el número de plantas por superficie sobre todo si se combina con condiciones de alta temperatura.

Temperatura y período libre de heladas

El cártamo es tolerante a heladas en los estadios de plántula y de roseta (hasta - 7 °C) pero comienza a ponerse sensible a partir de la elongación del tallo. Sin embargo, en caso de producirse en este momento, la planta tiene la capacidad de producir rebrotes y nuevas ramificaciones retrasando su ciclo. Temperaturas altas, 32 °C en la mañana y condiciones de alta humedad, durante la floración pueden esterilizar el polen.

Viento

Cuando el cártamo esta completamente desarrollado es extremadamente resistente al viento, con muy bajas pérdidas por vuelco o desgrane.

Granizo

El cártamo en estado de roseta no sufre grandes daños, aún por un severo granizo. A medida que el estadio de elongación avanza, el daño por granizo aumenta. Antes de la formación de flores y ramificaciones secundarias puede proporcionar un daño importante, sin embargo, la planta tiene la capacidad de producir nuevos brotes y ramificaciones, por lo que las pérdidas no son totales.

Suelo

Los mejores rendimientos se obtienen en suelos francos, fértiles y permeables con buena capacidad de almacenamiento de agua en profundidad. Una capa densa, que no permita una buena infiltración del agua, ya sea propia de la genética del suelo o atribuible a un determinado manejo cultural como el “piso de arado” limita severamente el crecimiento de la raíz y la productividad del cultivo. En suelos arcillosos propensos al encostramiento, la emergencia puede dificultarse; en estos casos se recomienda el uso de mayores densidades de siembra.

Salinidad

Las plantas afectadas, se ven con menor altura, con follaje verde más oscuro y tallos más finos que las plantas normales. El cártamo se describe como moderadamente tolerante a salinidad, el umbral se encuentra entre 2,5 y 6 dS/m (Soppe y Ayars, 2003). Condiciones de salinidad de 7 dS/m duplican el tiempo de emergencia del cultivo. Con 14 dS/m los rendimientos del cártamo se reducen a la mitad. En condiciones de salinidad, el número de semillas por capítulo no sufre cambios, pero si hay una reducción del número de capítulos por planta y del peso de las semillas. Además se registran reducciones de hasta un 60 % en el contenido de materia grasa en la semilla. No se han reportado cambios en la composición química del aceite atribuibles a la salinidad.

Elección del lote

A fin de minimizar problemas con enfermedades, se recomienda no repetir secuencias con cultivos de hoja ancha como girasol y colza y en particular no realizar cártamo sobre cártamo, ya que un número importante de enfermedades se mantienen en el rastrojo y en la cubierta de la semilla.

Nutricionales

Este es un tema en el que existe escasa información disponible en el país. Para producir 1000 kg de semilla según la bibliografía internacional, el cultivo extrae: 50 kg/ha de nitrógeno; 12 kg ha de P₂O₅ y 38 kg/ha de K₂O. La disponibilidad en el suelo de estos elementos y la expectativa de rendimiento en cada ambiente particular permitirían la formulación de un modelo teórico de fertilización.

Malezas

El cártamo es un muy mal competidor con las malezas. Se reportan reducciones en el rendimiento de hasta un 75 % dependiendo de las especies y el número de malezas. El cártamo crece lentamente especialmente en los estadios de emergencia y roseta, este es el período crítico en que las malezas pueden establecerse fácilmente y sin controles. Es común que la maleza sobrepase al cultivo aun en los estadios más avanzados.

Las estrategias de control de malezas son preventivas y culturales, como usar semillas libres de maleza, sembrar en lotes con baja carga de malezas, maquinaria limpia, también hay estrategias mecánicas como el uso de rastra previas al cultivo o labores entre hileras si

estas están espaciadas a 70 cm. El uso de herbicidas es otra herramienta valiosa, en la Argentina hay sólo 2 productos permitidos en el cultivo, la trifluralina (aprobado para su uso genérico en cultivos oleaginosos) y el EPTC o eptan.

Enfermedades

El cártamo es susceptible a enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y desórdenes debidos a estreses ambientales. En el país no hay programas activos de mejoramiento de cártamo, por lo que básicamente a fin de minimizar la incidencia de las enfermedades, se trata de seguir recomendaciones de tipo cultural, rotaciones más seguras, y en el caso del riego aplicarlo con moderación.

Las enfermedades más comunes citadas en el mundo son: la podredumbre de la cabezuela por *Sclerotinia sclerotiorum*, mancha de la hoja por *Alternaria carthami* y *A. alternata*, el complejo de hongos del suelo o “Damping off” atribuida a: *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, la roya negra por *Puccinia carthami*, podredumbre del pie por *Phytophthora spp*, marchitamiento por *Verticilium dahliae* y botritis por *Botrytis cinerea*.

Plagas

Muchas especies de insectos se encuentran en el cultivo de cártamo. Algunos lo usan como fuente de alimento, pero raramente afectan el rendimiento del cultivo. La información general en el mundo dice que en un cultivo bien implantado y vigoroso normalmente no existen pérdidas en el rendimiento por efecto de las plagas, y que por ello, normalmente no se requiere el empleo de insecticidas. No obstante, en Argentina no existen estudios sistemáticos de plagas ni tampoco de umbrales de daño económico.

A fin de estar preparados ante un eventual ataque o simplemente presencia de plagas en el cultivo, se mencionan algunas especies que potencialmente pueden ser problema. En el establecimiento del cultivo, pueden existir daños con gusanos blancos, gusanos grasientos y gusanos alambre. A nivel foliar, en el mundo se cita la presencia de diversas isocas y tucuras que pueden causar defoliación. Estos pueden detectarse fácilmente por el tamaño de los insectos, su movilidad y el daño que producen. En los estados reproductivos del cártamo, se consigna la presencia de: pulgones, trips, chinches, pájaros y tucuras y también sus enemigos naturales.

Riego

En cártamo el riego requiere moderación ya que puede contribuir al desarrollo de enfermedades provocadas por hongos de suelo y también foliares. Además como se ha expuesto el cártamo es poco tolerante al exceso de agua.

Hay dos riegos críticos: El riego presiembra, éste es clave para asegurar una adecuada carga del perfil de suelo entre implantación del cultivo (emergencia-roseta) hasta finales de ramificación y el riego en inicio de floración, este asegura un óptimo desarrollo y llenado de grano. Se destaca nuevamente la importancia, especialmente con el riego gravitatorio o por manto de no producir encharcamientos.

Época de siembra

Hay 2 épocas de siembra, una a fines de mayo como se realiza en el norte Argentino pero no se recomienda por las bajas temperaturas de julio y la otra a fines de julio, agosto, hasta fines de septiembre.



Sistema y densidad de siembra

Debido a la capacidad de ramificar su tallo y la cantidad de flores por planta, el cártamo tiene una flexibilidad muy grande para compensar niveles de población de plantas muy amplios. Por ello, en ambientes tan distintos como Canadá, USA y México, se citan densidades de siembra que varían entre los 12 a 45 kg/ha de semilla y distanciamientos entre hileras que van desde los 15 hasta 100 cm. Normalmente, las mayores densidades de siembra se utilizan en ambientes más fértiles y con óptimos niveles de agua en el suelo; por otra parte, los mayores distanciamientos entre hileras y bajas densidades de siembra se utilizan en ambientes más secos. En el caso de emplearse riego son normales densidades de siembra de hasta 45 kg/ha y máximos de 56 kg/ha. Se recomienda la aplicación de funguicidas sistémicos a la semilla a fin de reducir problemas de enfermedades que pueden atacar en los primeros estadios de desarrollo como pueden ser el complejo de hongos del “Damping off” y eventualmente la roya del cártamo.

Materiales Genéticos

Argentina discontinuó sus programas de mejoramiento genético en la década del '90. Actualmente, se puede afirmar que la mayoría de los materiales genéticos: híbridos y variedades de uso actual en el país son de origen estadounidense y más específicamente del estado de California. Materiales de criaderos como Safftech, Seedtech, Cal Oils y Cal West son los más difundidos (Rivas y Matarazzo, 2009).

Cosecha y almacenaje

La recolección se realiza con la cosechadora de grano fino. La determinación del momento óptimo para la cosecha es cuando la mayoría de las hojas han virado al color marrón y solo las brácteas de las flores muestran un color verdoso; los tallos deben estar secos, sin llegar a quebrarse con facilidad. En este momento, el nivel de humedad de grano es de 8 %, el cual asegura un almacenaje seguro. Si bien no es recomendable correr riesgos innecesarios, se citan retrasos de la cosecha de hasta 20 días sin pérdidas significativas en el rendimiento o en la calidad, como puede ser el manchado del grano. Una cosecha de cártamo en buenas condiciones rinde 1.650 kg/ha en seco y 2.200 kg/ha bajo irrigación (Mündel, *et al.*, 2004).

El aceite

El aceite de cártamo se extrae a partir de las semillas. Este aceite es insípido e incoloro, nutricionalmente es similar al aceite de girasol. Este aceite poliinsaturado posee una fracción favorable de algunos ácidos grasos muy deseables, entre los que predominan el ácido graso linoleico (LA-C 18:2) y ácido linolénico (LNA-C 18:3), que muestran una creciente importancia para los propósitos nutricionales y farmacéuticos. El aceite de cártamo es reconocido por su alta calidad, debido a los altos niveles de ácidos grasos “buenos” tales como el linoleico y oleico (Zahir Duz, *et al.*, 2011). Se han desarrollado variedades con alto niveles de oleico. Los ácidos graso monoinsaturados como el oleico, tienden a bajar el colesterol “malo” (LDL), sin afectar el colesterol “bueno” (HDL), los niveles de oleico en estas variedades de alto nivel son similares a los del aceite de oliva (Mündel, *et al.*, 2004). El aceite de cártamo tiene muchos usos, entre los cuales se encuentran usos ya mencionados como aceite comestible o medicinal, además como aceite de uso industrial. También se ha estudiado su uso para la producción de biodiesel (Şensöz y Angın, 2008) La trans-esterificación es un proceso clave en la obtención de biodiesel, un combustible limpio y ambientalmente seguro a base de aceites vegetales. Hay tres tipos de catalizadores que se pueden utilizar en la reacción de trans-esterificación, una sustancia alcalina fuerte, un ácido fuerte y una enzima. Las principales ventajas de la utilización de un álcali fuerte como catalizador son un tiempo de reacción más cortos y una menor cantidad requerida de este en el proceso de trans-esterificación. Por eso estos se utilizan ampliamente en la industria para la producción del biodiesel (Zahir Duz, *et al.*, 2011).



Foto 8: Capítulo de cártamo al momento de cosecha y semillas del mismo.



Bibliografía

Giayetto, O.; Cerioni, G. A.; Asnal, W. E.; Fernández, E. M.; Cholaki, L. 1999. Comportamiento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la región de Río Cuarto, Córdoba (Argentina). Investigación agraria. Producción y protección vegetales, Vol. 14:1-2 203-216.

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 - Vol: 22: 32-36.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina. Sistema integrado de información Agropecuaria. 2013. En: <http://www.sjia.gob.ar/index.php/servicios/series-y-estadisticas>. Consultado el 03/04/2013

Mündel, H. H.; Blackshaw, R. E.; Byers, J. R.; Huang, H. C.; Johnson, D. L.; Keon, R.; Kubik, J.; Mckenzie, R.; Otto, B.; Coth, B. and Stanford, K. 2004. Safflower Production on the Canadian Prairies. http://safflower.wsu.edu/SafflowerProduction_Canada.pdf.

Rivas, J.; Matarazzo, R. 2009. Producción de cártamo: consideraciones generales. Boletín de Divulgación N° 20 INTA.

Şensöz, S.; Angın, D. 2008. Pyrolysis of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed press cake: Part 1. The effects of pyrolysis parameters on the product yields. Bioresource Technology, Volume 99:13 5492-5497.

Soppe, R. W. O.; Ayars, J. E. 2003. Characterizing ground water use by safflower using weighing lysimeters. Agricultural Water Management, Volume 60:1 59-71.

Zahir Duz, M.; Saydut, A.; Ozturk, G. 2011. Alkali catalyzed transesterification of safflower seed oil assisted by microwave irradiation. Fuel Processing Technology, Volume 92:3 308-313.

Fotos: Todas las fotografías fueron tomadas de un ensayo que se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina durante la campaña 2012/2013 por el autor del presente trabajo, Federico José Ossa Basaños.

Figura 1: Extraída del trabajo de Mündel, *et al.*, 2004.

Instituto de Energía - Universidad Nacional de Cuyo

Espacio de la Ciencia y la Tecnología - Padre J. Contreras 1300, Parque General San Martín

Ciudad de Mendoza, República Argentina, CP 5500. - +54 261 4299986

www.imd.uncu.edu.ar - ide@uncu.edu.ar



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

SDI
SECRETARÍA DE
DESARROLLO INSTITUCIONAL



IDE
Instituto de
Energía