



# 2ª. Jornada del cultivo de cártamo



COLECCIÓN  
**Mc**  
MEMORIA DE  
CAPACITACIÓN

## **2a. Jornada del cultivo de cártamo**

**Memoria**

**ÍNDICE**

**Control de insectos plaga.....7**

**Mejoramiento genético de cártamo .....19**

**Técnicas de cultivo para cártamo .....29**

# Control de insectos plaga

M.C. Jesús Antonio Cantúa Ayala\*  
M.C. Xóchilt Militza Ochoa Espinoza\*  
M.C. Lope Montoya Coronado\*

## **INTRODUCCIÓN**

Existen algunas poblaciones de insectos que pueden estar presentes como plagas en el cultivo de cártamo en México, sin embargo, normalmente no llegan a ser un problema que afecte la producción.

A continuación se presentan algunos aspectos de la biología y hábitos, de las principales especies plaga.

## **Gusanos trozadores (*Agrotis* spp., *Peridroma saucia*, *Feltia subterranea*)**

Las larvas trozan las plantas pequeñas después de su emergencia. Las larvas son de colores oscuros, miden hasta 4 cm (centímetros) de longitud y se les encuentra enroscadas debajo de las plantitas trozadas.

Esta plaga se presenta en focos de infestación, atacando al cultivo durante la noche. El uso de insecticidas se justifica únicamente cuando hay grandes focos, y si se detectan junto a las plantas trozadas larvas enterradas; en tal caso, por los hábitos alimenticios del insecto, se sugiere asperjar los insecticidas únicamente por vía terrestre y por la tarde.

## **Conchilla prieta (*Blapstinus* spp.)**

Esta plaga se encuentra en pequeños focos de infestación durante la posemergencia del cártamo en las orillas de los campos. Tanto los adultos como las larvas se encuentran enterrados y trozan las plantitas en la base.

Los adultos son escarabajos pequeños de color negro, de 6 mm (milímetros) de largo; a las larvas se les llama falsos gusanos de alambre y son muy delgadas, duras y brillantes, con las patas muy pequeñas, y miden 1.5 cm de largo.

---

\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
Campo Experimental Norman E. Borlaug.

Esta plaga es difícil de controlar con aplicaciones al follaje, por encontrarse muy enterrada; pero en caso de infestaciones severas se sugiere realizar aplicaciones en los focos de infestación, ya que normalmente la población de plantas de cártamo es mayor que la requerida.

### **Pulgón Myzus (*Myzus persicae*)**

Los adultos son de tamaño medio, color verde pálido; las ápteras (sin alas) tienen líneas longitudinales oscuras, y las aladas tienen un área dorsal negra.

Tiene una gran cantidad de hospedantes cultivadas y silvestres, entre las que se encuentran hortalizas como el chile y el melón, crucíferas como la colza o mostaza, y malváceas como la malva, entre otras. De estas los pulgones se pasan al cártamo.

Se les puede encontrar en el cogollo y en el envés (debajo) de las hojas inferiores, desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo hasta cerca de la floración, causando un amarillamiento y retraso en el desarrollo de las plantas.

Se sugiere combatir a la plaga solo si las hojas se empiezan a enmielar, y al encontrarse varios cientos de pulgones por planta joven.

### **Chinches lygus (*Lygus lineolaris*) y chinche rápida (*Creontiades spp.*)**

Los adultos y ninfas de estas chinches pueden chupar la savia de las plantas desde la primera etapa del desarrollo del cultivo; sin embargo, en esta fase el daño no es importante, siendo la etapa crítica durante la floración de la planta y el desarrollo del grano.

Estas especies chupan los botones florales y las cabezuelas tiernas (Figura 1), ocasionando granos vacíos, mientras que adultos y ninfas de la chinche apestosa chupan los granos en formación, ocasionando que estos aborten o no se llenen.

Solo se sugiere el combate químico si se detectan en promedio 40 chinches ligus o rápidas, o 10 chinches apestosas, o una combinación de estas por 100 redadas durante la formación de botones florales.

### **Chinche Apestosa (*Nezara viridula*) y (*Euschistus servus*)**

Son las dos especies de Pentatomidae más abundantes en el cártamo durante la época de floración. Las chinches atacan los botones florales y las cabezuelas tiernas, chupando los granos en formación, ocasionando que aborten o no llenen.

Cuando se encuentren un promedio de 10 o más chinches por 100 redadas, y que además haya chinches lygus y rápidas, se sugiere el control de la plaga con insecticidas.

### **Falso medidor de la col (*Trichoplusia ni*)**

Las palomillas son de color negruzco con una mancha plateada similar a un "8" en las alas superiores; ovipositan (ponen los huevecillos) sobre el

follaje y las larvas agujeran las hojas al alimentarse de ellas.

Las larvas se reconocen por que caminan en forma arqueada, ya que no tienen falsas patas en el tercero y cuarto segmentos abdominales.

Esta plaga defolia al cultivo, y se puede presentar en cualquier etapa fenológica<sup>1</sup> de la planta. Debido a que el cártamo resiste bastante el daño del follaje, se sugiere combatir las poblaciones del insecto, solo cuando estas amenacen con destruir una tercera parte del follaje.

### **Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)**

Las larvas de esta plaga, al igual que las del falso medidor de la col, causan defoliaciones al cultivo, pudiendo presentarse desde la emergencia hasta la floración.

Se sugiere aplicar insecticida, tomando en consideración el total de especies defoliadoras, al encontrar 10% o más daños al follaje, sobre todo en plantas jóvenes.

### **Gusano bellotero (*Heliothis virescens* y *Helicoverpa zea*)**

Estas dos especies de *Noctuidae* se presentan en el cártamo durante la época de floración. Las larvas barrenan los botones florales y las cabezuelas tiernas por la parte inferior, haciendo que se pudran.

Se sugiere el control químico cuando las larvas sean pequeñas y se encuentren más de 5% de botones o cabezuelas con gusanos.

Para el control de esta plaga con insecticidas, hay que tomar en cuenta su alta resistencia, además normalmente las larvas se encuentran protegidas dentro de los botones y cabezuelas.

### **Barrenador del tallo (*Melanagromyza virens* Loew)**

La larva de esta mosquita Agromyzidae es una plaga de cierta importancia en el cártamo, ya que desde 1971 se le ha encontrado desde el Valle del Fuerte hasta el Valle del Yaqui atacando a este cultivo.

El adulto es una mosquita de 3 a 9 mm de longitud, de color negro verdoso, con brillo metálico.

En las primeras etapas de desarrollo del cultivo la hembra oviposita en las yemas terminales y eclosionan de tres a cinco días después, barrenando las terminales y tallos cuando están tiernos, y se van hacia abajo buscando la base del tallo principal para después pupar. La parte superior de la planta, en la etapa de plántula y roseta, se empieza a marchitar para después morir; el ataque en planta ramificada induce una marchitez; las hojas se desarrollan cloróticas<sup>2</sup> y finalmente mueren.

1 Fenología o etapa fenológica: cambio de apariencia que sufren las plantas durante las estaciones. Está determinado por los factores físicos del ambiente y por mecanismos de regulación internos de las plantas. Por ejemplo, la producción de hojas jóvenes, la floración, la fructificación y la caída de hojas.

2 Clorosis: amarilleo de las partes verdes de una planta debido a la falta de actividad de sus cloroplastos.

Considerando que las larvas y pupas están dentro de las ramas y tallos no se sugiere el control químico, a menos que se tengan antecedentes del problema en el lote y se detecte oportunamente la llegada de la plaga.

### Otras

Otras plagas que se pueden observar ocasionalmente en el cultivo de cártamo y que pueden llegar a ser problema son: el trips de la cebolla *Trips tabaci* y el trips género *Frankiniella occidentales*.

Los insecticidas que se sugieren para el combate de las diferentes especies de insectos plaga en cártamo se muestran en el Cuadro 1. Se debe poner especial énfasis en utilizar los insecticidas, como última opción dentro del manejo integrado de plagas, siempre y cuando estos sean técnicamente justificables.

### CONTROL DE ENFERMEDADES

#### Problemática fitosanitaria

Un factor de gran importancia que ha influido en el rendimiento y la sanidad del cultivo es el problema fitosanitario, que ha estado presente en casi todas las regiones del mundo que se dedican a la producción del cártamo, y México no ha sido la excepción.

Se mencionan varios organismos patógenos que causan daño a la planta y como consecuencia impactan el rendimiento.

#### Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *carthami*)

La alta capacidad de diseminación de esta enfermedad la torna muy peligrosa; los síntomas característicos son marchitez y amarillamiento en las hojas viejas de un lado de la planta. Las plantas jóvenes normalmente mueren y las viejas pueden morir o se pueden afectar solo las ramas del lado infectado. Una decoloración de color café del tejido vascular ocurre en el tallo y raíz.

El agente causal invade las raíces y se disemina en forma sistémica dentro del tallo, ramas y hojas, a través de los tejidos vasculares. El hongo persiste en el suelo y en los residuos de la cosecha; también se puede transmitir por la semilla, debido a que se mantiene en tejidos internos de la cascarilla.

Son pocas las variedades existentes con resistencia a esta enfermedad o a ciertas razas del hongo.

Para prevenirla se sugiere utilizar únicamente semilla certificada y evitar las siembras en lotes con antecedentes.

#### Mancha foliar (*Alternaria carthami* Chow)

Esta enfermedad ataca a la planta desde su estado inicial la adultez, afectando incluso la calidad de la semilla.

Por su efecto en la producción es una de las enfermedades más importante en todas las regiones productoras de cártamo del mundo, ya

que puede reducir drásticamente el rendimiento.

La semilla infectada con este hongo puede redundar en fallas en la germinación, debido a la pudrición. En caso de germinar, las plántulas pueden sufrir *damping off*<sup>3</sup> o presentar manchas irregulares de color café con círculos concéntricos. Estas manchas con apariencia de tiro al blanco se observan también en las hojas inferiores de las plantas adultas. Las manchas crecen invadiendo más superficie de las hojas superiores, de tal manera que una infección muy severa puede provocar atizamiento en la totalidad de la planta.

Los capítulos afectados presentan el mismo tipo de lesión y atizamiento, los granos que producen son escasos y gran parte están vacíos.

La enfermedad es favorecida por humedad ambiental y temperaturas altas, 80-100 % y 28-30 °C (grados centígrados), respectivamente.

Para la prevención de esta enfermedad, se sugiere el uso de semilla certificada; evitar la siembra en suelos con mal drenaje; evadir los riegos pesados y encharcamientos; y ajustarse a la densidad de siembra sugerida, ya que el amontonamiento propicia un microclima húmedo favorable al hongo.

Asimismo, se sugieren aplicaciones de fungicidas a base de Mancozeb y oxiclورو de cobre, antes de que el cultivo se cierre, para evitar la infección por el hongo.

#### Roya (*Puccinia carthami* Corda)

Está distribuida ampliamente en todas las áreas de producción comercial, pero se acentúa en los estados de Sonora y Sinaloa. La roya tiene ciclo de vida muy complejo y produce diferentes tipos de esporas, dependiendo de la etapa del ciclo.

La infección foliar está caracterizada por pústulas de color café ladrillo (conteniendo urediosporas) sobre los cotiledones<sup>4</sup>, hojas y brácteas<sup>5</sup>.

La roya es más dañina cuando se presenta en etapa de plántula. Cuando se hace presente en esta etapa, el síntoma principal es una lesión café rojiza alrededor del cuello, causando agrietamientos y estrangulamientos, y las plantas se marchitan rápidamente, se doblan y mueren.

Cuando ataca a plantas más avanzadas, se van observando pústulas en ambas caras de las hojas superiores. Algunas de las hojas afectadas pueden presentar amarillamiento y llegar incluso a secarse. La infección puede llegar hasta las brácteas de los capítulos; durante las etapas tempranas

3 *Damping off* o, marchitamiento fúngico, es el término usado para un número de diferentes fungicidas de debilidad y marchitamiento que puede matar las semillas, las siembras, antes o después de germinar.

4 Cotiledón: la primera o cada una de las primeras hojas de la planta, que se forman en el embrión.

5 Bráctea: hoja que nace del pedúnculo de las flores de ciertas plantas, y suele diferir de la hoja verdadera por la forma, la consistencia y el color.

de desarrollo del cultivo estas infecciones pueden afectar de 10 a 15 % el rendimiento.

Para la prevención de esta enfermedad se sugiere el uso de semilla certificada, libre del hongo y tratar la semilla con fungicidas. La rotación de cultivos es también una buena medida para reducir las poblaciones del hongo en el suelo. Los fungicidas curativos con mayor eficacia para el control de roya en cártamo en el sur de Sonora son difenoconazole [500 mL/ha (mililitros por hectárea) de Sico] y tebuconazole (500 mL/ha de Folicur).

### Falsa cenicilla

Esta enfermedad es causada por el hongo *Ramularia carthami* Sacc., y es la principal enfermedad que afecta al cártamo a nivel nacional. Su característica principal es que presenta conidias<sup>6</sup> hialinas (transparentes), en forma de cilindro, típicamente de dos células, pero pueden observarse muchas de una, y más pocas de tres células; su forma puede ser ligeramente curva o encorvada. Los conidióforos generalmente se encuentran agrupados, son cortos, y pueden ser hialinos o subhialinos; simples, curvos o doblados, con una cicatriz prominente en un extremo.

### SINTOMATOLOGÍA

Esta enfermedad generalmente inicia en el estrato inferior de la planta, aunque puede manifestarse en cualquiera de sus partes. Se observa infectando hojas, peciolos<sup>7</sup>, brácteas y algunas partes del tallo (Figuras 2 y 3). Inicialmente se presenta en forma de manchas en forma circular, de color blanco cremoso; conforme avanza su desarrollo, aparece un halo clorótico que posteriormente se hace amarillo, el tejido del centro de la lesión adquiere un color café claro oscuro.

Por otra parte, el centro de estas lesiones, al ir envejeciendo, se tornan blanquecinas y con apariencia de un polvillo granuloso, que son las estructuras del patógeno. Estas manchas al crecer se unen hasta secar gran parte de la hoja, con lo que adquiere una apariencia atizonada. Asimismo, pueden llegar a cubrir las brácteas y parte del capítulo, lo que afecta directamente la fase de formación, llenado y desarrollo del grano.

### CONDICIONES FAVORABLES

El hongo sobrevive en el suelo y en restos de la cosecha anterior, en forma de seudoesclerocios<sup>8</sup>, hasta por un periodo de dos años. La humedad

<sup>6</sup> Las conidias (conidios) son esporas asexuales no móviles, que se forman (exógenamente) en el ápice o en el lado de una célula esporógena (tejido que produce esporas). Se desprenden de las células terminales o laterales de hifas especializadas denominadas conidióforos.

<sup>7</sup> Pecíolo: pezón que sostiene la hoja.

<sup>8</sup> Esclerocios: estructuras de hongos capaces de sobrevivir por años en condiciones ambientales desfavorables.

relativa (HR) superior a 70% y temperaturas entre 5 a 25 °C, con un óptimo de 16 a 17 °C, favorecen la formación de las estructuras reproductivas del patógeno.

Por otra parte la germinación y penetración del hongo a la hoja puede tardar de dos a tres días, con una humedad relativa superior a 95%; apareciendo los síntomas entre 10 y 15 días posteriores a la infección.

### GERMOPLASMA RESISTENTE

Todas las variedades de cártamo que actualmente se utilizan a nivel comercial son susceptibles a *Ramularia Cartami* Sacc. Sin embargo, existen reportes de la existencia de germoplasma como fuente de resistencia de cártamo a esta enfermedad en Siria, India, Egipto y Pakistán. Por otra parte, en los trabajos de investigación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han detectado líneas resistentes a este hongo.

Se sugiere se siembre durante el periodo de las fechas recomendadas, con el fin de exponer a la planta el menor tiempo posible a esta enfermedad y utilizar densidades de 10 a 20 plantas por metro lineal, que son las menos afectadas.

En los suelos con alta retención de humedad, suficiente para completar el ciclo normal de la planta, se deben evitar los riegos de auxilio, ya que estos crean un microclima de alta humedad ambiental que induce a una mayor incidencia de la cenicilla.

La aplicación de fungicidas preventivos se debe realizar cuando se presenten condiciones de alta humedad ambiental, utilizar mancozeb 3 L/ha (litros por hectárea) de Dithane-MZ] y chlorotalonil (2 L/ha de Cheyene-720F). Las aplicaciones curativas se deben iniciar al observarse el primer síntoma de la enfermedad con los productos que han registrado la mayor eficacia como son: tebuconazole (500 mL/ha de Folicur 250 EW), epoxiconazol (1 L/ha de Opus), kresoxim-metil [200 g/ha (gramos por hectárea) de Strobby DF], difenoconazole (500 mL/ha de Sico), trifloxistrobin (120 g/ha de Flint) y carbendazim (500 mL/ha de Derosal).

Si la fecha de siembra utilizada es temprana, la enfermedad se presenta al inicio de ramificación del cultivo, quizá sea necesaria una segunda y tercera aplicación de productos curativos a intervalos de 20 días.

### COSECHA

Dependiendo de la fecha de siembra, manejo del cultivo y de las condiciones ambientales, la cosecha se realiza de 140 a 190 días después de la siembra.

Se debe realizar cuando las hojas de la planta y las brácteas de los capítulos o cabezuelas se tornen de color café, existiendo muy pocas de los capítulos más tardíos con un tinte de verde muy ligero. Estos últimos en realidad son muy pequeños y normalmente tienen semilla malformada o vacía, de tal manera que no contribuyen en gran medida al rendimiento.

Para esta etapa la semilla es dura y se deberá desprender fácilmente del capítulo, y contener de 6 a 8 % de humedad; la baja humedad es requerida para evitar que el grano o la semilla se deterioren por calentamiento o enmohecimiento. Asimismo, cuando la cosecha se realiza con una humedad superior a 8% la calidad es mala, ya que trae consigo demasiadas impurezas. En el Cuadro 2, se presentan las normas de calidad para la comercialización del cártamo.

La cosecha de cártamo se realiza con máquina combinada para granos pequeños, los ajustes que se deben de hacer a esta son los siguientes: la velocidad del cilindro debe ser de 760 a 915 rpm (revoluciones por minuto), dejando el cilindro y el cóncavo a una separación de 9.5 a 16 mm. En ocasiones se puede dejar una sola hilera de cóncavos. Finalmente, el aire se debe graduar para obtener grano limpio y reducir al máximo la velocidad del papalote (1.25 veces la velocidad de traslocación). Cuando el cártamo esté muy seco, puede quitarse el papalote.

#### ANEXOS



Figura 1. Daños ocasionados por insectos chinches.



Figura 2. Sintomas y daños ocasionados por la enfermedad falsa cenicilla.



Figura 3. Sintomas y daños ocasionados por falsa cenicilla.

**Cuadro 1. Insecticidas sugeridos para el combate de los principales insectos plaga del cultivo de cártamo.**

INSECTICIDA	GUSANO TROZADOR, TRIPS Y CONCHILLA PRIETA	GUSANOS FALSO MEDIDOR, SOLDADO Y BELLOTERO	PULGÓN Y BARRENADOR DEL TALLO	CHINCHES
<b>Dimetoato</b>			<b>400 g IA/ha</b>	<b>400 g IA/ha</b>
Aflix			1.0 L/ha	1.0 L/ha
Rogor I 40			1.0 L/ha	1.0 IL/ha
<b>Ometoato</b>			400 g IA/ha	400 g IA/ha
Folimat 1000			400 mL/ha	400 mL/ha
<b>Metamidofos</b>	900 g IA/ha			600 gramos de IA/ha
Tamaron 600	1.5 L/ha			1.0 L/ha
Agresor 600	1.5 L/ha			1.0 L/ha
<b>Clorpirifos</b>	720 gramos de IA/ha	720 gramos de IA /ha		
Lorsban 480	1.5 L/ha	1.5 L/ha		
<b>Thiodicarb</b>		375 gramos de IA /ha		
Larvin 375		1.0 L /ha		
Semevin		1.0 L/ha		
<b>Parathion metílico</b>				720 gramos de IA/ha
Parathion metílico				1 L/ha
<b>Monocrotofos</b>			600 gramos de IA/ha	
Nuvacron 60			1 L/ha	
<b>Novaluron</b>		20 a 25 gramos de IA /ha		
Salsa		200 a 250 mL/ha		
Rimon 10 EC		200 a 250 mL/ha		

g: gramos. IA: ingrediente activo. ha: hectárea. L: litros. mL: mililitros.

**Cuadro 2. Normas de calidad para el grano cosechado de cártamo.**

	Humedad	Impurezas	Granos dañados
Se acepta sin descuento con un máximo de:	6%	0.1%	5%
Se acepta con un descuento por tonelada de:	10 kg= 6.1 a 7.0 % 29 kg= 7.1 a 8.0 %	1 kg por cada décimo de grado excedente hasta 6%	---
Se rechaza	Si tiene más de 8%	Si tiene más de 6%	Si tiene más de 5%

%. porcentaje. kg: kilogramo.

**BIBLIOGRAFÍA**

Montoya, L. 2010. El cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Norman E. Borlaug. 94 p.

## Mejoramiento genético de cártamo

M.C. Lope Montoya Coronado\*  
M.C. Xóchilt Militza Ochoa Espinoza\*

### TÉCNICAS DE CRUZAMIENTOS

El cártamo es un cultivo predominantemente autógamo<sup>1</sup>, con un potencial genético de 90% de autopolinización, aunque dependiendo de las condiciones ambientales la polinización cruzada puede llegar hasta 50%, de tal manera que en ciertas poblaciones la homogeneidad se puede perder rápidamente.

En Sonora el porcentaje de polinización cruzada reportada varía de 6.8 a 10 %, la cual es considerada baja. Las abejas de varios géneros, así como otros insectos son atraídos por la flor de cártamo para tomar polen y néctar, y son los principales medios para la polinización cruzada. El viento no es un factor que influye en la polinización cruzada de este cultivo.

Con el fin de asegurar una homogeneidad genética, en estudios genéticos y de mejoramiento las flores de los progenitores normalmente se cubren con bolsas de papel durante uno o dos años para su autopolinización.

Para llevar a cabo los cruzamientos, se seleccionan botones florales en etapas avanzadas, con unas tijeras se corta la mitad de las brácteas del capítulo para dejar descubiertas las flores.

\* Investigadores de oleaginosas del CENEB-CIRNO-INIFAP.

1 Autogamia: polinización de una flor con su propio polen. Se opone a alogamia.



Utilizando unas pinzas de disección curvas se lleva a cabo la emasculación (eliminación de los estambres de las flores), tomando el pedicelo floral que se quiebra con movimientos laterales, lo que permite desprender la corola y las anteras sin romper los sacos polínicos.



Con las pinzas se toma la parte superior de la corola sacándose hacia arriba, quedando solamente los estigmas; con el fin de evitar la desecación de estos e impedir la entrada de polen extraño, el botón floral se cubre con una bolsa de papel identificándola con la fecha de emasculación y el nombre del progenitor, que en este caso sería el femenino.





Al siguiente día, cuando los estilos se han elongado (alargado), las florecillas emasculadas son fertilizadas con polen de capítulos preseleccionados y que estén liberando alta cantidad de polen.



Posteriormente, el botón ya polinizado se cubre con la misma bolsa y se anota la fecha de la hibridación y del progenitor masculino correspondiente.



Con el fin de llevar un registro de eficiencia de cruzamientos, se incluyen las letras iniciales del nombre de las personas que realizaron la hibridación. En general, el desarrollo de esta técnica toma mucho tiempo, y es la más empleada dentro de los programas de mejoramiento.



En India se desarrolló una técnica llamada emasculación en masa, que toma menos tiempo que la emasculación individual de florecillas y permite una producción más eficiente de semillas, producto de las cruces. Consiste en lo siguiente: durante el inicio de la floración se seleccionan de 5 a 10 capítulos bien desarrollados de 4 a 5 ramas de la parte superior y se cubren con bolsas de polietileno de una densidad baja a media. Todas las ramas restantes de las plantas son eliminadas. La temperatura y la humedad que se forma dentro de la bolsa previenen la dehiscencia (aperturas) de las anteras (parte terminal del estambre de una flor).

Durante la mañana, cuando los capítulos alcanzan 50% de la floración, se retira la bolsa y se lleva a cabo la polinización con el progenitor previamente seleccionado y se vuelve a tapar; esta operación se realiza durante tres días, con el fin de maximizar la fertilización. Cuando los capítulos alcanzan 100% de floración, las bolsas de polietileno se cambian por bolsas de papel, para reducir la humedad y prevenir enfermedades en el capítulo. Con esta técnica, una persona puede cubrir 15 capítulos por hora, comparado con la emasculación convencional en la que se emasculan 15 florecillas en cada uno de 12 capítulos.

Utilizando la técnica en masa se pueden obtener 1207 semillas por persona por hora, comparado con 102 que se obtienen por el método convencional. La técnica de emasculación en masa solo es efectiva a temperaturas moderadas, debido a que con altas temperaturas el polen puede esterilizarse dentro de las bolsas.

#### **VARIETADES DE CÁRTAMO**

Las variedades que a continuación se describen son producto de investigaciones realizadas por los Programas de Mejoramiento Genético de Cártamo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y de algunas empresas extranjeras.

#### **Bacum 92**

El ciclo vegetativo de esta variedad es tipo intermedio, y la planta alcanza una altura de 126 cm (centímetros). Inicia su floración a los 112 días y alcanza su madurez fisiológica a los 137 días.

Las flores cuando frescas y secas son de color anaranjado y el polen amarillo. Es tolerante al acame y altamente tolerante a roya y alternaria. Su rendimiento promedio es de 8% superior a la variedad San José 89, y cuenta con un porcentaje de aceite de 37.5%.

#### **S-518**

Es una variedad de origen estadounidense, tipo intermedio-tardío. Inicia su floración a los 118 días y alcanza su madurez fisiológica a los 151 días. Las flores son de color amarillo cuando frescas, y anaranjado cuando secas. La planta alcanza una altura de 136 cm. Es altamente tolerante al acame (inclinación), tolerante a alternaria pero susceptible a la roya de

la hoja. Su rendimiento promedio es de 10.7% menor que la variedad linoleica Bacum 92, y 14.5% menor que la variedad oleica Quilantán 97. El porcentaje de aceite contenido en la semilla es de 40.6%.

#### **CW-99**

Esta variedad fue desarrollada por la compañía California West, para sustituir la variedad CW-88 en México. Inicia su floración entre 116-120 días y madura a los 148-150 días. La planta alcanza una altura promedio de 140 cm, sembrada en fecha óptima. El color de la flor fresca es amarillo y rojizo al secarse, muy similar a S-518. El peso de 1000 semillas es de 40 gramos. La semilla contiene un promedio de 41.0% de aceite, la composición de aceite tiene un promedio de 76% de ácido oleico. En rendimiento de grano ha sido competitivo con S-518, con un promedio de 2.60 t/ha (toneladas por hectárea) comparados con 2.34 t/ha de S-518. Es susceptible a roya, alternaria y falsa cenicilla. Es una variedad de amplia adaptación y puede establecerse en las regiones productoras de cártamo en México.

#### **VARIETADES ALTAMENTE TOLERANTES A FALSA CENICILLA (*RAMULARIA CARTHAMI*)**

A partir del ciclo 2000-2001 apareció en México una enfermedad identificada como *Ramularia carthami*, a la cual por su sintomatología se le denominó falsa cenicilla.

Durante el ciclo 2003-2004 en el sur de Sonora las pérdidas por causa de esta enfermedad se estimaron en 133 mil toneladas, equivalentes a 440 millones de pesos. Por ello, en el año 2001 se iniciaron los trabajos tendientes a la generación de variedades del tipo oleico y linoleico con alta tolerancia a esta enfermedad. Los primeros frutos de estas investigaciones se obtuvieron en el año de 2008 al liberarse en el Campo Experimental Valle del Yaqui- Centro de Investigación Regional Noroeste (CIRNO)-INIFAP las primeras cuatro variedades del tipo linoleico y una del tipo oleico con alta tolerancia a esta enfermedad, alto rendimiento y estabilidad, además de contar con características de calidad altamente aceptables para la industria aceitera.

A continuación se describen.

#### **Ciano-OI**

Es del tipo oleica, proviene de la cruce entre la línea CD-663/SICEN y la línea QUIR-6/S-518. Es una variedad de ciclo vegetativo intermedio. Dentro de su periodo óptimo de siembra (1 de diciembre al 15 de enero), la floración inicia a los 112 días y la madurez fisiológica a los 148 días. La altura promedio es de 130 cm y resistente al acame. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan se tornan anaranjadas. El polen es de color amarillo. El peso promedio de 1000 granos es de 42.5 gramos, con un peso específico de 52 kg/hl (kilogramos por hectolitro). La semilla contiene un promedio de 37.4% de aceite y 20% de proteína. El aceite es del tipo oleico y contiene un promedio de 75% de ácido oleico y 12.5% de ácido linoleico

La variedad Ciano-OI bajo presión de falsa cenicienta y sin aplicaciones de fungicidas para el control de la misma, ha superado en rendimiento de grano a la variedad comercial testigo del tipo oleica de origen estadounidense S-518. En el Valle del Yaqui, Sonora, en los ciclos 2004-2005 hasta 2006-2007, registró un rendimiento de 3 mil 100 kg/ha superando a S-518 en 19.2%, la cual registró 2 mil 600 kg/ha.

### **Ciano-Lin**

Es una variedad del tipo linoleica y proviene de la cruce entre la línea RC-Original/Bacum 92. Es de ciclo vegetativo intermedio. Dentro de su periodo óptimo de siembra (1 de diciembre al 15 de enero), la floración inicia a los 114 días y la madurez fisiológica a los 152 días. Presenta una altura promedio de 140 cm y es resistente al acame. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan se mantienen del mismo color. El peso promedio de 1000 granos es de 37 gramos con un peso específico de 51.6 kg/hl. La semilla contiene un promedio de 41.5% de aceite y 18.0% de proteína. El aceite es del tipo linoleico y contiene un promedio de 79.6% de ácido linoleico y 11.5% de ácido oleico.

La variedad Ciano-Lin bajo presión de falsa cenicienta y sin aplicación de productos para su control ha superado en rendimiento de grano que la variedad comercial testigo del tipo linoleica de origen mexicano Bacum 92. En el Valle del Yaqui, Sonora, en promedio de los ciclos 2004-2005 hasta 2006-2007, registró un rendimiento de 3 mil 200 kg/ha superando a Bacum 92 en 14.3%, la cual registró 2 mil 800 kg/ha.

### **RC-1002-L**

Es del tipo linoleica. Proviene de la cruce entre la línea Sel-Quiriego y la variedad S-719. Es de ciclo vegetativo intermedio. Dentro de su periodo óptimo de siembra (1 de diciembre al 15 de enero), la floración inicia a los 112 días y la madurez fisiológica a los 148 días. Presenta una altura promedio de 140 cm. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan se tornan anaranjadas. El peso promedio de 1000 granos es de 37.5 gramos con un peso específico de 51.2 kg/hl. La semilla contiene un promedio de 40.5% de aceite y 19% de proteína. El aceite es del tipo linoleico y contiene un promedio de 78.6% de ácido linoleico y 11.8% de ácido oleico.

La variedad RC-1002-L bajo presión de falsa cenicienta y sin aplicación de productos para el control de esta ha resultado superior en rendimiento de grano que la variedad comercial testigo del tipo linoleica de origen mexicano Bacum 92. En el Valle del Yaqui, Sonora, en promedio de los ciclos 2004-2005 hasta 2006-2007, registró un rendimiento de 3 mil 100 kg/ha superando a Bacum 92 en 10.7%, la cual registró 2 mil 800 kg/ha.

### **RC-1005-L**

Es del tipo linoleica y proviene de la cruce entre la línea Sel-Quiriego y la variedad S-555. Es de ciclo vegetativo intermedio a tardío. Dentro de su

periodo óptimo de siembra (del 1 de diciembre al 15 de enero), la floración inicia a los 117 días y la madurez fisiológica a los 155 días. La planta presenta una altura promedio de 145 cm. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan se mantienen del mismo color. El peso promedio de 1000 granos es de 35 gramos con un peso específico de 51.2 kg/hl. La semilla contiene un promedio de 41.9% de aceite y 18% de proteína. El aceite es del tipo linoleico y contiene un promedio de 77% de ácido linoleico y 12% de ácido oleico.

La variedad RC-1005-L bajo presión de falsa cenicienta y sin aplicación de productos para el control de la misma ha resultado superior en rendimiento de grano que la variedad comercial testigo del tipo linoleica de origen mexicano Bacum 92. En el Valle del Yaqui, Sonora, en promedio de los ciclos 2004-2005 hasta 2006-2007, registró un rendimiento de 3 mil 300 kg/ha superando a Bacum 92 en 17.9%, la cual registró 2 mil 800 kg/ha.

### **RC-1033-L**

Es del tipo linoleica y proviene de la cruce entre la línea RC -Original y la variedad S-555. Es una variedad de ciclo vegetativo intermedio-tardío. Dentro de su periodo óptimo de siembra (del 1 de diciembre al 15 de enero), la floración inicia a los 118 días y la madurez fisiológica a los 155 días. La planta presenta una altura promedio de 150 cm. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan se mantienen del mismo color. El peso promedio de 1000 granos es de 38 gramos con un peso específico de 52.5 kg/hl. La semilla contiene un promedio de 40.8% de aceite y 19% de proteína. El aceite es del tipo linoleico y contiene un promedio de 77.7% de ácido linoleico y 12% de ácido oleico.

La variedad RC-1033-L bajo presión de falsa cenicienta y sin aplicación de productos para el control de la misma ha resultado superior en rendimiento de grano que la variedad comercial testigo del tipo linoleica de origen mexicano Bacum 92. En el Valle del Yaqui, Sonora, en promedio de los ciclos 2004-2005 hasta 2006-2007, registró un rendimiento de 3 mil 100 kg/ha superando a Bacum 92 en 10.7% la cual registró 2 mil 800 kg/ha.

### **CONCLUSIONES**

Durante su periodo de evaluación, las variedades Ciano-OI, Ciano-Lin, RC-1002-L, RC-1005-L y RC-1033-L mostraron alta tolerancia a falsa cenicienta *Ramularia carthami*, tizón de la hoja *Alternaria carthami* Chowdhury y tolerancia media a la roya de la hoja *Puccinia carthami* Corda, mientras que las variedades testigo S-518 y Bacum 92 mostraron alta susceptibilidad a las tres enfermedades fungosas.

Asimismo, han mostrado una alta estabilidad en su rendimiento a través de localidades y fechas de siembra, sugiriéndose para su siembra en los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Guanajuato, Chihuahua y Tamaulipas. La siembra de esta variedad en otras zonas agrícolas estará sujeta a los resultados experimentales que se obtengan.

## Técnicas de cultivo para cártamo

M.C. Xóchilt Militza Ochoa Espinoza\*  
M.C. Lope Montoya Coronado\*

### PREPARACIÓN DEL TERRENO

Como en cualquier otro tipo de cultivo, la preparación de una buena cama de siembra es muy importante. En condiciones de producción bajo riego, se sugiere realizar un cinceleo cada dos o tres años a una profundidad de 40 a 50 cm y un barbecho profundo (de 25 a 30 cm) el cual permitirá airear el terreno, eliminar por exposición plagas del suelo como gallina ciega y también malezas como zacate Johnson, principalmente de semilla. Con esta roturación del suelo el riego de presiembra queda bien pesado, siendo esto de gran ventaja principalmente en suelos de aluvión en los cuales solo se aplica el riego de presiembra.



Posterior al barbecho, se dan dos pasos de rastra cruzados con el fin de mullir bien el terreno, así como la nivelación por medio de un tablón o *land plane*, con el objetivo de reducir los problemas de desniveles al momento de la siembra y al aplicar los riegos de auxilio.

\*Investigadores de oleaginosas del CENEB-CIRNO-INIFAP.

En las áreas en donde se siembra, aprovechando la humedad residual del temporal, se realiza un barbecho antes del inicio del periodo de lluvias, con el fin de captar la mayor cantidad posible de humedad en el suelo. Cuando las siembras se realizan en humedad residual después de arroz o después de maíz en los suelos de aluvión, es necesario que una vez cosechado este, tan pronto como dé punto el suelo, se realicen en forma cruzada dos pasos de rastra, acondicionando detrás de esta un pedazo de riel o un tablón, que permitirán desmenuzar los terrones y favorecer la nivelación del terreno.

La labranza que se sugiere para la preparación del suelo en la siembra de cártamo en suelos salinos, es únicamente el rastreo, ya que se ha encontrado que se obtienen mejores rendimientos que cuando se realiza el barbecho o el cinceleo.

### Fertilización

En condiciones de baja fertilidad natural, el suelo no proporciona los nutrientes suficientes para lograr un rendimiento satisfactorio de los cultivos. Por lo tanto, es necesario suplementar las deficiencias de nutrientes propios del suelo por medio de un suministro de fertilizantes químicos.

### Nitrógeno

El nitrógeno es la base de la nutrición de las plantas y uno de los componentes más importantes de la materia orgánica. Sin nitrógeno la planta no puede elaborar los materiales de reserva que han de alimentar los órganos de crecimiento y desarrollo.

El nitrógeno es el elemento fertilizante que más influye en el desarrollo de las plantas, pero debe ir siempre acompañado de fósforo y potasio de forma equilibrada para obtener el máximo rendimiento.

El nitrógeno representa un elemento necesario para la multiplicación celular y el desarrollo de los órganos vegetales. Aumenta la superficie foliar y la masa protoplásmica activa, reduciendo los glúcidos<sup>1</sup> disponibles, indispensables para las síntesis, disminuye el grueso de las paredes celulares celulósicas en los tejidos jóvenes. En estos es donde el nitrógeno proteico alcanza los porcentajes más elevados.

En la hoja se encuentra distribuido entre los cloroplastos y el citoplasma; aumenta durante el curso del desarrollo, pasando por un máximo en el momento de la floración, después se nota un descenso brusco al salir del limbo para asegurar la fructificación y la formación de los proteidos de la semillas. Por el contrario, estas están profundamente degradadas durante la germinación por hidrólisis<sup>2</sup> enzimática.

La fertilización en el cultivo de cártamo es una práctica necesaria. La

<sup>1</sup> Los glúcidos, carbohidratos, hidratos de carbono o sacáridos, son moléculas orgánicas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno.

<sup>2</sup> Hidrólisis: descomposición de compuestos orgánicos por la interacción del agua.

cantidad de nitrógeno está en función de la rotación de cultivos, de las expectativas de rendimiento y del tipo de suelo. Debido a la alta capacidad de enraizamiento de este cultivo, le permite disponer de fertilizante que por posición no pudo estar disponible para cultivos de granos pequeños sembrados antes de este. Sin embargo, cuando se rota con cultivos de raíz profunda, será necesario añadir mayor fertilizante. Como en cualquier cultivo, se recomienda llevar a cabo un análisis de suelo antes de la siembra para conocer el estado nutricional y determinar las necesidades de fertilizante a aplicar.

En lo que respecta a la fertilización nitrogenada, en el Cuadro 1 se presenta una aproximación razonada que resume toda la información disponible.

**Cuadro 1. Cantidad de nitrógeno (kg/ha) para fertilizar cártamo en el sur de Sonora, México.**

Cultivo anterior	Tipo de suelo		
	Aluvión ligero y barrial pedregoso	Barrial compactado	Aluvión pesado y barrial profundo
Algodón	120	160	180
Cártamo	85	110	120
Trigo	95	120	120
Maíz	120	120	145

El método de aplicación de nitrógeno va a depender de la fuente a usar. Si se utilizan granulados, estos se pueden aplicar al voleo con fertilizadora voladora o con *clipper*, incorporándolo después con un paso de rastra, o se pueden aplicar en banda por ambos lados del surco al momento de ir surcando o al de revestir surcos antes de la siembra; este último método es el empleado para aplicar fuentes de nitrógeno líquidas y gaseosas. Es importante mencionar que el fertilizante nitrogenado no se debe de colocar en la misma línea en la que quedará la siembra, ya que quema a la semilla afectando su germinación.

### Fósforo

El fósforo es el nutrimento relacionado con los flujos de energía en la planta y, a diferencia del nitrógeno, en general tiene muy poca movilidad en el suelo. Su disponibilidad puede reducirse cuando existen problemas de fijación química, especialmente en suelos muy ácidos, volcánicos o altamente calcáreos.

La reserva del fósforo en el suelo está conformada por un componente orgánico, el cual transitará por un proceso de mineralización antes de pasar a formas solubles, y un componente que se encuentra fijado químicamente o adsorbido<sup>3</sup> por los minerales existentes y los coloides, el

<sup>3</sup> Adsorber: atraer y retener en la superficie de un cuerpo moléculas o iones de otro cuerpo.

cual está en continuo equilibrio con el fósforo de la solución del suelo que puede ser aprovechado por los cultivos. Conforme el fósforo soluble del suelo se agota, una parte del fósforo adsorbido o fijado químicamente, se transforma en soluble y pasa a formar parte de la reserva disponible para el cultivo. Por otro lado conforme aumenta el fósforo soluble mediante la fertilización, una fracción de éste pasa a formar parte de la reserva de fósforo fijado y adsorbido, y allí es conservado hasta que bajan las reservas de fósforo asimilable. Este proceso se da en continuo y es afectado por la humedad y temperatura del suelo, pero sobre todo por las características físicas y químicas del mismo.

La fertilización con fósforo se debe realizar siempre en función de un análisis de suelo. Si el análisis por el método de Bray P-1, indica que hay menos fósforo asimilable por hectárea que el nivel crítico (13 en aluvión ligero, 17 en barrial compactado y 21 en aluvión pesado y barrial profundo), se recomienda aplicar fósforo a razón de 9 kilogramos de  $P_2O_5$  (pentóxido de fósforo) por hectárea por cada kilogramo debajo de dicho nivel.

La función para estimar la cantidad de fósforo a utilizar es la siguiente:

$$Po = 9 (Pu - Pl)$$

Donde:

- $Po$  = cantidad de fósforo por aplicar.
- $Pu$  = umbral (13 en aluvión ligero, 17 en barrial compactado y 21 en aluvión pesado y barrial profundo).
- $Pl$  = cantidad determinada por el laboratorio.

#### MÉTODOS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

En los lotes en los cuales no se aplicarán riegos de auxilio, la fertilización con fósforo y nitrógeno se debe realizar en forma total antes del riego de presiembra o al momento de presiembra.

La aplicación será preferentemente al voleo, antes de surcar en banda si se utilizan granulados, e inyectados si es amoníaco anhidro o agua amoniacal.

Para aplicar fósforo se sugiere el fosfato monoamónico (11-52-0) o el ácido fosfórico inyectado en suelos ricos en carbonato y pH (acidez) mayor de 7.5. Cabe señalar, que en suelos sin reacción de carbonatos y pH menor de 7.5, se sugiere utilizar super fosfato triple (0-46-0) o fosfato diamónico (18-46-0) en banda.

En los suelos donde se aplicarán riegos de auxilio, el fósforo se debe aplicar en forma total antes del riego de presiembra o a la siembra, y se sugiere aplicar del 50 a 75 % de nitrógeno junto con el fósforo y el otro 25 a 50 % restante en el primer riego de auxilio.

#### FECHAS DE SIEMBRA

La fecha de siembra para el cultivo de cártamo es uno de los factores de mayor importancia en la producción, ya que la oportunidad de esta es

decisiva para obtener los máximos rendimientos.

La fecha de siembra del cultivo de cártamo en México varía dependiendo de la región. Sin embargo, todas ellas están dentro del ciclo otoño-invierno. A nivel nacional se realiza entre el 1 de noviembre (en las áreas de temporal) y finales de enero (en las áreas de riego).

En el Cuadro 2 se presentan las fechas de siembra para cada una de las zonas productoras de cártamo en México.

**Cuadro 2. Fechas de siembra utilizadas en los estados productores de cártamo en México.**

Estado productor	Fecha de siembra
Baja California y Baja California Sur	15 noviembre–15 enero
Sonora	15 noviembre–15 febrero
Sinaloa en riego	15 noviembre–15 enero
Sinaloa bajo temporal	1 noviembre–15 diciembre
Chihuahua	10 diciembre–31 enero
Jalisco	20 noviembre–31 diciembre
Tamaulipas	1 noviembre–31 diciembre

Cuando el cultivo se siembra en fechas tempranas respecto a las recomendadas, se expone más a los daños por heladas; asimismo, desarrolla un área foliar exuberante y mayor altura de planta, lo que induce problemas de acame, y su ciclo vegetativo se alarga, de tal manera que es mayor el número de días que queda expuesto al ataque de enfermedades y plagas.

En contraparte, cuando se siembra en fechas posteriores a las recomendadas, el desarrollo de la planta es muy raquítico, ya que su periodo de roseta se acorta por efecto de las altas temperaturas y disminuye el número de ramas que darán origen a los capítulos, se reduce el número de capítulos por planta, el número de semillas por capítulo, el peso del grano y por ende al rendimiento.

Asimismo, la población de plantas disminuye por efecto del daño del barrenador del tallo y el porcentaje de aceite en la semilla también se ve afectado; algunos trabajos desarrollados en Canadá, en los estados de Alberta y Manitoba, indican que el porcentaje de aceite no se ve afectado por la variación en la fecha de siembra.

Es importante mencionar que por cada día que se retrase la siembra, después de la fecha recomendada, el rendimiento de grano disminuye en promedio 20 kilogramos por hectárea.

### MÉTODO Y DENSIDADES DE SIEMBRA

En suelos de barrial, el cártamo se puede sembrar tanto en seco como en húmedo o tierra venida, mientras que en suelos de aluvión se deberá sembrar únicamente en húmedo.

La profundidad de siembra, cuando la siembra es en seco, debe ser de 2 a 4 cm, y en húmedo de 6 cm en suelos de textura pesada, y de 8 cm en suelos de textura ligera.

En los inicios del cultivo de cártamo, en el sur de Sonora el método más utilizado era el de siembra con máquina triguera; es decir, en líneas con separación de 17 cm a la que también se le llamaba "a la vuelta y vuelta".

Los rendimientos obtenidos bajo este sistema eran económicamente aceptables. Sin embargo, este método se dejó de usar debido a que el productor no tenía posibilidades de llevar a cabo labores culturales de cultivo para eliminar la maleza, de tal manera que en muchas de las áreas con alta infestación de maleza los rendimientos se veían seriamente afectados.

En la actualidad, el método de siembra más utilizado es el de surcos y los distanciamientos más utilizados son de 75, 80 y 92 centímetros para siembras a una hilera, y de 80 a 100 centímetros con dos hileras.

Las densidades de plantas utilizadas en las diferentes áreas productoras de cártamo en México son muy variables; sin embargo, en forma general se sugieren densidades de siembra desde 150 mil plantas por hectárea en siembras tempranas, y hasta 240 mil en fecha tardía.

En el Cuadro 3, se presenta el número de semillas por metro lineal necesario para alcanzar dichas poblaciones, en los diferentes métodos y fechas de siembra, lo anterior considerando 80% de germinación de la semilla.

Cuando se utilizan densidades menores a las recomendadas, se corre el riesgo que la población se vea afectada por el ataque de gusanos trozadores o barrenador del tallo. Asimismo, a baja densidad el tallo engrosa más de lo normal lo que trae como consecuencia problemas durante la trilla.

Cuando se utilizan densidades mayores el tallo de la planta se desarrolla débil, induciendo al acame y resultando en la reducción en el rendimiento.

En las parcelas con alta densidad, el dosel de las plantas cubre rápidamente el área, creándose un microclima de muy alta humedad, el cual induce a que desarrollen los patógenos causantes de roya, falsa cenicilla y tizones, los cuales afectan también el rendimiento.

Cuando la siembra se realiza en suelo con problemas de sales, las densidades de siembra que se deben de utilizar son de 310 mil a 350 mil plantas por hectárea.

### MANEJO DE RIEGOS

Debido a que este cultivo cuenta con una alta capacidad de enraizamiento para explorar grandes profundidades en el suelo en búsqueda de humedad aprovechable se le ha confundido con una planta tolerante a la sequía.

### Cuadro 3. Semillas por metro lineal en surcos con una y doble hilera de siembra.

ANCHO DE SURCOS (CM)	FECHAS DE SIEMBRA	
	TEMPRANA	TARDÍA
<b>Hilera sencilla</b>		
75	14	22
80	15	24
92	17	26
<b>Doble hilera</b>		
92	9	14
100	10	15

\*Estas poblaciones se logran con densidades de 7 a 10 kg/ha de semilla.

Sin embargo, el cártamo, al igual que en otros cultivos del tipo C-3, para poder producir rendimientos económicamente aceptables necesita de una buena disponibilidad de agua.

Por lo anterior, en las diferentes áreas productoras, el cártamo se ha sembrado bajo condiciones de temporal, humedad residual y bajo diferentes sistemas y número de riegos, dependiendo de las condiciones agroecológicas de la región.

Bajo las condiciones de riego, el uso y manejo adecuado del agua de riego es un factor determinante para la obtención de buenos rendimientos en cártamo. El número de riegos se determina, principalmente, por la textura del suelo, la profundidad del manto freático<sup>4</sup> y la etapa de desarrollo del cultivo.



4 Freático: dicho del agua que está acumulada en el subsuelo y puede aprovecharse por medio de pozos. Se dice de la capa del subsuelo que contiene estas aguas.

En los Cuadros 4, 5 y 6, se presenta la información sobre riegos, de acuerdo al tipo de suelo. El intervalo de riego sugerido puede modificarse de acuerdo a la fecha de siembra, lluvias y temperaturas que se presenten durante el ciclo vegetativo; para fechas tardías es recomendable aplicar los riegos con base a la etapa fenológica del cultivo y no considerar el número de días, debido a que en dichas fechas tardías el ciclo vegetativo del cultivo se acorta y las etapas fenológicas se presentan más rápidamente.

**Cuadro 4. Calendario de riegos para cártamo, aplicable en suelos de barrial compactado.**

Riegos	Intervalo (días)	Etapas del cultivo	Lámina (cm)
Presiembra	--	--	15
Primero de auxilio	50 DDS	Inicio de ramificación	10
Segundo de auxilio	80 DDS	Inicio de formación de botón floral	10
Tercero de auxilio	110 DDS	Inicio de floración (10-15 %)	10

DDS: días después de la siembra.

**Cuadro 5. Calendario de riegos para cártamo, aplicable en suelos de barrial profundo.**

Riegos	Intervalo (días)	Etapas del cultivo	Lámina (cm)
Presiembra	--	--	15
Primero de auxilio	55 DDS	Ramificación	10
Segundo de auxilio	90 DDS	Formación de botón floral	10

**Cuadro 6. Calendario de riegos para cártamo, aplicable en suelos de aluvión.**

Riegos	Intervalo (días)	Etapas del cultivo	Lámina (cm)
Presiembra	--	--	20
Primero de auxilio	65-70 DDS	Ramificación	10

La justificación de los riegos en cártamo en suelo de barrial o arcilla, estriba en que a mayor número de riegos es mayor el rendimiento de grano. El primer riego de auxilio ayuda a la planta a desarrollar un mayor número de ramas; el segundo induce a la formación de un mayor número de capítulos por planta, en tanto que el tercero asegura el llenado de grano. Las componentes del rendimiento que son más influenciadas positivamente por el número de riegos en suelos de barrial son: el peso

de 1000 granos, número de capítulos por planta, diámetro del capítulo, gramos por capítulo, índice de cosecha y el porcentaje de aceite.

Debido a la alta susceptibilidad de este cultivo a las enfermedades de la raíz, es necesario evitar los riegos pesados o su aplicación cuando el suelo muestre mucho agrietamiento. Asimismo, la longitud de los surcos no debe ser mayor de 250 metros, para evitar asfixia a la planta y que se induzcan pudriciones de la raíz.

En cuanto a los suelos de aluvión, el número de riegos es menor, debido a que la raíz penetra con mayor facilidad y el cultivo aprovecha la humedad que aporta el manto freático. Asimismo, en áreas en las cuales los suelos estén desnivelados, debe evitarse la aplicación de riegos de de auxilio, ya que el riesgo de muerte de plantas por encharcamiento es muy alto.

Cabe señalar que en todos los tipos de suelo es necesario realizar cultivos antes y después de los riegos de auxilio, para evitar agrietamientos y mantener la humedad aprovechable por más tiempo.

Bajo condiciones de salinidad en el suelo es necesario mantener alta la humedad, por lo que se sugieren aplicar al menos tres riegos de auxilio durante el desarrollo del cultivo.

Debido a la amplia variación en la respuesta de las variedades a las diferentes condiciones ambientales bajo temporal, se hace necesario llevar a cabo evaluaciones de diferentes genotipos con el fin de seleccionar aquellos con mejor comportamiento.



### CONTROL DE MALEZA

El cultivo de cártamo requiere de prácticas adecuadas de control de maleza, para evitar reducciones en el rendimiento.

En este cultivo las malas hierbas aparecen desde las primeras etapas, sobre todo cuando la plántula de cártamo crece muy lentamente y permanece en estado de roseta por varios días; en este periodo el cultivo es extremadamente susceptible a la competencia de la maleza, la cual puede abatir hasta en 65% el rendimiento de grano.

Para evitar dicha disminución, es conveniente realizar medidas de control de maleza durante los 60 días posteriores a la emergencia del cultivo, periodo crítico de competencia maleza-cártamo.

### MÉTODOS DE CONTROL

Los métodos de control para la maleza perenne se clasifican en: culturales, químicos, biológicos, e integrados. Estos métodos, aplicados en la época adecuada y con frecuencia y seguimiento óptimos, permiten mantener las poblaciones de especies perennes, en niveles que no ocasionan reducciones significativas en los rendimientos de los cultivos.

En el primer grupo de preventivos, para evitar la diseminación de semilla de maleza, están: la limpieza de maquinaria, aperos, y de semilla de siembra; evitar la formación de semilla de maleza, así como el uso de estiércol fermentado y el pastoreo regulado en áreas libres de maleza.

En las estrategias de control correctivo se incluyen: arranque y escardas manuales, uso de cultivadoras de tracción animal y motorizada, preparación de terreno, rotación de cultivos, métodos y densidades de siembra, inundación, quema, entre otras.

### Mecánico

Se sugiere dar dos cultivos mecánicos; el primero a los 30 días después de la siembra, y el segundo después del primer riego de auxilio. Lo anterior, con el fin de controlar la maleza y a la vez conservar la humedad del terreno, auxiliando esta labor mecánica con deshierbes manuales.

Dentro de los métodos de control cultural correctivo, se incluyen todas las prácticas que contribuyen de una u otra forma al control de maleza durante la preparación del terreno para la siembra.

Sin embargo, estas labores culturales consiguen dispersar los manchones de este tipo de maleza, por lo que es necesario considerar la limpieza de los discos cuando hayan pasado por las áreas infestadas, antes de introducirse en las áreas libres de maleza, o realizar el control químico antes de las prácticas, para que los rizomas dispersados tratados con herbicidas, tengan menor probabilidad de establecerse y rebrotar.

### Químico

El control químico de maleza se basa en el empleo de sustancias químicas denominadas herbicidas; su recomendación se basa en los resultados de

la secuencia de investigaciones que han permitido determinar los tipos de herbicidas, dosis y épocas de aplicación, selectividad y residualidad, para el usuario y el medio ambiente.

Cabe indicar que a nivel mundial no se ha identificado un herbicida para el control de maleza de hoja ancha, selectivo al cultivo de cártamo. Sin embargo en Sonora y Baja California varios productores agrícolas han ensayado con la aplicación del herbicida Si Tui (Harmony + Ally) para el control de correhuela, chual, malva y girasol. Las dosis utilizada varía de 10 a 20 g/ha (gramos por hectárea) de material comercial.

Con la aplicación de este herbicida se observa 100% de control de la maleza de hoja ancha, y también se observa que se daña al cultivo en menor medida, reponiéndose en el transcurso de 7 a 10 días, continuando su desarrollo normal.

No obstante, esta medida de control no está recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ya que los riesgos de daño al cultivo por un mal uso del herbicida son altos; además, la compañía propietaria del herbicida no recomienda su uso en esta oleaginosa.

**Cuadro 7. Herbicidas utilizados en el combate de maleza en cártamo.**

Herbicida	Dosis por hectárea	Época de aplicación	Tipo de maleza
Trifluralina	980 gramos I.A.	Presiembra incorporado con un paso de rastra	Maleza de hoja ancha y angosta; chual, alpistillo y mostacilla
Treflan	2.0 litros		
Fluazifop-p-butil	125 gramos I.A.	Aplicación en posemergencia temprana	Gramíneas anuales y cultivos anuales voluntarios
Fusilade B/W	1.0 litros		
Fluazifo p-p-butil	250–375 gramos I.A.	Aplicación en posemergencia temprana	Gramíneas perennes: zacate Johnson
Fusilade B/W	2.0–3.0 litros		
Glifosato	1200–1920 gramos I.A.	30 días antes de la siembra sobre el follaje de plantas con altura de 50 cm	Zacate Johnson
Faena	2.5–4.0 litros		
Glifosato	2880–4800 gramos I.A.	30 días antes de la siembra sobre el follaje con crecimiento vigoroso	Correhuela perenne
Faena	6.0–10.0 litros		

**Nota:** con el Glifosato se sugiere no remover el suelo o cortar la maleza por lo menos 15 días después de la aplicación para permitir que el producto se trasloque a los rizomas. **I. A.:** ingrediente activo.

**COMITÉ EDITORIAL DE FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA A.C.**

Coordinador de Seguimiento a Proyectos  
**Ing. Julio César Zamudio Loaiza**

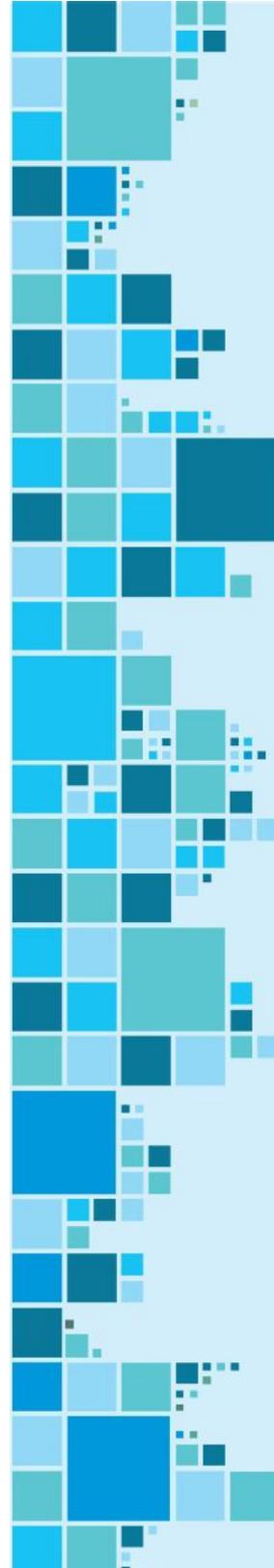
Coordinador del Programa Estatal  
de Divulgación y Capacitación  
**M.C. José Nedel Sánchez Valencia**

Coordinador Operativo zona norte  
**Ing. Fernando Antonio Urías Preciado**

Coordinador Operativo zona centro  
**Dr. Tomás Díaz Valdes**

Coordinador Operativo zona sur  
**MC. César Óscar Martínez Alvarado**

Corrector de Estilo  
**Lic. Óscar Paúl Castro Montes**



**CONSEJO CONSULTIVO  
ZONA CENTRO**

Carr. Culiacán-Eldorado, km 16.5,  
Culiacán, Sinaloa, México.  
Tels. (667) 846-11-25  
y 846-10-97

**OFICINAS CENTRALES**

Gral. Juan Carrasco No. 787 Nte.  
Culiacán, Sinaloa, México.  
Tel./Fax (667) 712-02-16 y 46  
Correos electrónicos:  
direcciongeneral@fps.org.mx  
divulgacion@fps.org.mx  
En Internet:  
www.fps.org.mx



Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias