

# Producción de Remolacha Azucarera en el Valle de Mexicali, B. C.

Jorge Iván Alvarado Padilla, Eva Ávila Casillas,  
Mario Camarillo Pulido, Xochitl Millitza Ochoa Espinoza y  
Alfredo Zamarripa Colmenero



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SAGARPA**

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional del Noroeste  
Campo Experimental Valle de Mexicali  
Mexicali, B. C. Diciembre de 2011  
Folleto Técnico No. 19 - ISBN: 978-607-425-675-8



**Vivir Mejor**

## DIRECTORIO INSTITUCIONAL

### Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda

Secretario

M. Sc. Mariano Ruiz Funes Macedo

Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez

Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Ernesto Fernández Arias

Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

M. Sc. Jesús Antonio Berumen Preciado

Oficial Mayor

### Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Pedro Brajcich Gallegos

Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. Sc. Arturo Cruz Vázquez

Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo

Coordinador de Administración y Sistemas

### Centro de Investigación Regional del Noroeste

Dr. Erasmo Valenzuela Cornejo

Director Regional

M.C. Jesús Arturo Samaniego Russo

Director de Investigación

Dr. Jesús Arnulfo Márquez Cervantes

Director de Planeación

Lic. José Silva Constantino

Director de Administración

### Campo Experimental Valle de Mexicali

Ing. Mario Camarillo Pulido

Director de Coordinación y Vinculación en Baja California.

# Producción de Remolacha Azucarera en el Valle de Mexicali, B. C.

M. C. JORGE IVÁN ALVARADO PADILLA<sup>1</sup>  
M. C. EVA AVILA CASILLAS<sup>1</sup>  
ING. MARIO CAMARILLO PULIDO<sup>1</sup>  
M. C. XOCHITL OCHOA ESPINOZA<sup>2</sup>  
DR. ALFREDO ZAMARRIPA COLMENERO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigadores del Campo Experimental Valle de Mexicali

<sup>2</sup>Investigador del Campo Experimental Norman E. Borlaug

<sup>3</sup>Investigador del Campo Experimental Rosario Izapa

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional del Noroeste  
Campo Experimental Valle e Mexicali  
Mexicali, Baja California. Diciembre, 2011  
Folleto Técnico No. 19. ISBN: 978-607-425-675-8

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán, C.P. 04010 México D. F.  
Teléfono (55) 3871-8700

**Producción de Remolacha Azucarera en el  
Valle de Mexicali, B. C.**

ISBN-978-607-425-675-8

Primera Edición 2011

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de Diciembre de 2011, en Talleres Gráficos de Aplicaciones Gráficas, Av. Emilio Portes Gil No. 1432, Col. López Mateos, CP. 21120. Mexicali, B. C. Teléfono (686) 559-0145

Su tiraje consta de 500 ejemplares

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	4
ORIGEN Y BOTÁNICA .....	5
DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.....	5
REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS .....	7
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.....	7
POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE AZÚCARES.....	8
USOS DE LA REMOLACHA AZUCARERA .....	9
TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN .....	9
BIBLIOGRAFÍA .....	17
AGRADECIMIENTOS.....	19

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema mundial al que actualmente nos enfrentamos y trae consecuencias en el incremento de la temperatura en la tierra, las sequías, el deshielo de los polos y las inundaciones; factores que afectan la economía de las familias, la productividad agropecuaria y forestal. El aumento en la contaminación atmosférica se ha generado por el uso de oxigenantes de la gasolina como el MTBE (étil metil tert-butilico) (Fischer *et al.*, 2005) y estos por consecuencia han causado enfermedades cancerígenas en los seres humanos (Belpoggi *et al.*, 1995). En México el Gobierno decretó en el mes de febrero de 2008, la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos que considera, entre otros propósitos, la diversificación energética mediante fuentes renovables de energía como los biocombustibles y el impulso de la agroindustria para la producción de biodiesel y de etanol (Ley de Promoción y Desarrollo de los Biocombustibles, 2008). El etanol es considerado como una alternativa para sustituir el MTBE en las mezclas con gasolina, ya que presenta la característica de ser biodegradable (Cassada *et al.*, 2000). Este biocombustible puede ser extraído de cultivos como el sorgo dulce, maíz, trigo, cebada, caña de azúcar, yuca, camote, remolacha azucarera, entre otros cultivos (Drapcho *et al.* 2008).

En México la remolacha azucarera es una especie agrícola que no compete con la alimentación humana y tiene la ventaja de ser adaptada a zonas marginales y alto potencial de rendimiento en invierno. En el Valle de Mexicali la remolacha azucarera pretende formar parte de la reconversión de cultivos a mediano plazo.

## ORIGEN Y BOTÁNICA

Los ancestros de la remolacha azucarera crecían de manera silvestre en la Costa del Sur de Europa, Asia y llegaba hasta la India Occidental (FAO, 2006). Pero fue hasta el siglo XV cuando fue cultivada por primera vez en los países de Francia y España con el objetivo de consumir el follaje; en 1747 Andreas Marggraf encontró cristales dulces en el jugo de la raíz y así surgió el uso de la raíz para la producción de azúcar. Actualmente es explotada por países como Rusia, Polonia, Francia, Alemania, Turquía, Estados Unidos y Canadá (Infoagro.com). México es un país que está incursionando con el cultivo de remolacha azucarera con la finalidad de usarse como materia prima para obtener etanol (Sánchez *et al.* 2010).

## DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

**Reino:** Plantae

**Sub reino:** Tracheobionta

**Súper división:** Spermatophyta

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Sub clase:** Caryophyllidae

**Orden:** Caryophyllales

**Familia:** Chenopodiaceae

**Género:** *Beta* L.

**Especie:** *Beta vulgaris* L.

La remolacha es una hortaliza bianual, que inicialmente forma raíz redonda y pivotante en la que almacena las reservas energéticas, esta hortaliza ramifica un par de cotiledones de los que posteriormente se desarrollan hojas verdaderas de forma ovalada a corniforme de color verde oscuro o rojizo pardo, este conjunto de hojas forman en la parte superior de la raíz una roseta, presenta flores agrupadas en espiga y frutos con dos o más semillas (FAO, 2006). La descripción de la planta se muestra a continuación:

**Hábito:** Planta herbácea de ciclo corto.

**Tamaño:** Varía de 60 a 100 cm de altura.

**Tallo:** Ramificado en la parte superior, de color verde o a veces rojizo.

**Hojas:** Alternas, algo carnosas, las basales dispuestas en roseta, grandes (hasta 20 cm de largo), pecioladas, a veces con el margen sinuado, las hojas superiores más chicas y casi sésiles.

**Inflorescencia:** Se encuentran en grupos compactos dispuestos en espigas terminales, ramificadas o en las axilas de las hojas.

**Flores:** Son hermafroditas, en las que no se distingue el cáliz de la corola, por lo que la estructura que protege al ovario y/o a los estambres se llama perianto. El perianto esta unido basalmente al ovario, hacia el ápice dividido en cinco segmentos oblongos, de unos 2 mm de largo, algo doblados longitudinalmente (carinados); con cinco estambres; de dos a cuatro estilos y estigmas, pero generalmente se encuentran tres.

**Frutos:** Presentan dehiscencia, con una cubierta membranosa separada de la semilla, conteniendo una sola semilla, este fruto llamado utrículo está encerrado en el perianto endurecido y parcialmente unido.

**Semillas:** Presentan un aspecto horizontal y circular, en forma de frijol (reniforme), de color oscuro y con una viabilidad de hasta tres años.

**Raíz:** De forma redonda y pivotante, muy engrosadas de color amarilla-verdosa y al tocarla se siente rugosa. (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

<http://plants.usda.gov./java/profile?symbol=BEVU2>

## REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

El cultivo de remolacha azucarera requiere de climas templados y húmedos, con una gran intensidad de luz para que le permita realizar la fotosíntesis y por consecuente la elaboración de azúcares. Requiere de suelos francos que no presenten resistencia al crecimiento de la raíz, permitiéndole retener humedad, sin formar costra en la capa arable y con una buena aireación. Suelos arcillosos, arenosos y calizos no son recomendables para cultivar remolacha azucarera. El cultivo requiere de  $700 \text{ L m}^{-2}$ , ya que genera una gran cantidad de área foliar la cual permite una gran transpiración y pérdida de agua que se debe reponer previamente del suelo.

El cultivo de remolacha azucarera es tolerante a la salinidad, pero durante sus primeras etapas de crecimiento (germinación y hasta la formación de corona) le afecta drásticamente, causándole la muerte; para contrarrestar el problema se sugiere dar riegos pesados para bajar los niveles de salinidad. Valdivia *et al.*, 2010 reportan que un suelo con conductividad eléctrica de  $19.32 \text{ dSm}^{-1}$  y pH de 6.5 a 8, genera buenos rendimientos de remolacha azucarera.

La temperatura es un factor importante para el establecimiento del cultivo, ya que requiere de temperaturas que oscilan entre los  $22$  y  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y se desarrolla satisfactoriamente en altitudes de  $500 \text{ msnm}$  (Guerrero, 1999). La temperatura mínima que el cultivo de remolacha soporta en la etapa de germinación se encuentra entre los  $4$  a  $6 \text{ }^\circ\text{C}$ , mientras que para desarrollo de follaje la temperatura que puede llegar a soportar son de  $32$  a  $33 \text{ }^\circ\text{C}$  y en el desarrollo del tubérculo la temperatura máxima que soporta oscila entre los  $39$  y  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  (Valencia *et al.*, 2009).

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El Valle de Mexicali tiene una extensión de  $273,400$  hectáreas potenciales para cultivos; y está ubicado en el Distrito de Riego 014, ocupa el cuarto lugar en importancia nacional por la superficie

sembrada. Los principales cultivos perennes que se siembra en el Valle son: alfalfa, zacate bermuda, esparrago, frutales asociados y vid de mesa; en el ciclo de primavera se siembra algodón, sorgo para grano, sorgo forrajero y maíz para grano; y en el ciclo de otoño-invierno, trigo, cártamo, cebolla, rye grass o zacate ballico y algunas hortalizas. Los antecedentes que se tienen en otras regiones colindantes al Valle de Mexicali corresponden a el Valle Imperial, California (EUA), donde se siembra el cultivo de remolacha azucarera en ciclo de invierno. En base, a esta información se permitirá la introducción del cultivo al Valle de Mexicali de forma amplia y como un cultivo de reconversión a mediano plazo intercalándose con otros cultivos de invierno.

## POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE AZÚCARES

En la región noroeste de México el cultivo de remolacha se puede establecer en ciclos de primavera y verano para el Estado de Sonora, con rendimientos de 70 a 90 t ha<sup>-1</sup> de raíz en siembras de primavera y en siembras de verano varia de 50 a 80 t ha<sup>-1</sup>, esto significa que este cultivo presenta un gran potencial de rendimiento de raíz en el este Estado (Ochoa *et al.*, 2009). En Baja California, en particular Valle de Mexicali, por las condiciones climáticas que este lugar presenta, el cultivo de remolacha azucarera solo se puede establecer en invierno con rendimientos de 70 a 100 t ha<sup>-1</sup> de follaje y 60 a 90 t ha<sup>-1</sup> de raíz (Alvarado *et al.*, 2010).

La producción de azúcares en la planta depende mucho de la actividad fotosintética, dosis de fertilización y manejo del riego (Meister, 2004); las condiciones de las cuales depende la planta para una eficiente fotosíntesis es la superficie de las hojas, longitud del peciolo y edad de las hojas, las cuales se logran con una dosis optima de fertilización (Alvarado *et al.*, 2010). El cultivo de remolacha contiene entre 17 a 24 °Brix en el jugo, el cual es usado como materia prima para obtener etanol (Ochoa *et al.*, 2009; Alvarado *et al.*, 2010).

## USOS DE LA REMOLACHA AZUCARERA

El cultivo de remolacha presenta una gran importancia por la producción de oxígeno y por consiguiente se le puede atribuir un uso ambiental, de igual manera se puede usar para consumo humano en la elaboración de azúcar principalmente, ensaladas, levaduras para la producción de pan y como planta medicinal.

([www.fao.org/inpho/.../REMOLACHA.HTM](http://www.fao.org/inpho/.../REMOLACHA.HTM)).

La remolacha también puede ser utilizada como forrajes para alimentar al ganado con el follaje y melaza. La remolacha es un cultivo altamente industrializado, ya que al procesar sus raíces se puede obtener azúcar, a un volumen tal que compite directamente con el cultivo de la caña de azúcar. En años recientes esta cualidad se ha vuelto más importante debido a que es posible obtener etanol, que es usado como biocombustible. (Raven *et al.*, 1992). Bekers, 2007, menciona que por cada tonelada de raíz se pueden obtener 100 litro de etanol y este puede ser usando con mezclas de 5%, 10%, 20%, 50% y 100%.

## TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN

### PREPARACIÓN DEL TERRENO.

La preparación de terreno es una práctica que integra una serie de labores que van destinados a dar condiciones ideales de mullido, temperatura, humedad y aireación del suelo, para que se den condiciones favorables para la mejor germinación de las semillas, emergencias de plántulas, penetración de raíces y desarrollo del cultivo. Estas prácticas contribuirán a disminuir las malezas, mejorar la estructura del suelo, filtración del agua y captación de luz. A continuación se describen las labores que se requieren para lograr una buena cama de siembra.

**Subsuelo.** Con esta labor se rompe la compactación del piso arable formado por el paso continuo de maquinaria. Para realizar esta práctica se requiere de cinceles que penetren de 35 a 40 cm de profundidad.

**Barbecho.** El objetivo de realizar esta práctica es para mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, incorporar los residuos del cultivo anterior y controlar las malezas presentes antes de la siembra. Además, al invertir la posición del suelo, se exponen huevos, larvas y pupas de plagas, al mismo tiempo se expulsan semillas de malezas en diferentes etapas de germinación.

**Rastreo.** Mediante esta labor, los terrones grandes que quedan después del barbecho se desmenuzan, además ayuda a sellar el suelo y eliminar malezas. En suelos medios y ligeros pueden ser suficientes uno ó dos pasos de rastra, mientras que en suelos pesados se pueden requerir hasta tres pasos para lograr una buena cama de siembra.

**Nivelación ó Floteo.** Mediante esta práctica se empareja la superficie del suelo para facilitar la distribución del agua de riego y los fertilizantes, lo que promueve una germinación más uniforme y un mejor desarrollo del cultivo. Esta práctica se puede realizar con niveladoras, cuadro de madera, madero pesado o un pedazo de riel.

**Surcado.** Mediante esta práctica se realiza un buen uso del agua de riego y favorece el desarrollo de la raíz, de igual manera facilita las labores de cultivo (escarda, fertilizar y aplicar herbicida e insecticida). Para esta labor se requiere de una surcadora, la cual realizara surcos a una separación de 1 metro y una altura de surco de 30 cm.

## **ÉPOCA DE SIEMBRA.**

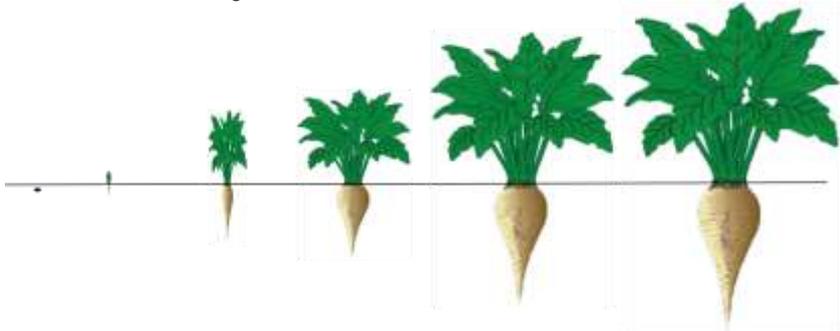
La época de siembra adecuada para este cultivo en el Valle de Mexicali, es durante los meses de octubre a diciembre, obteniendo los mayores rendimientos en octubre y la primera quincena de noviembre, cuadro 1.

**Cuadro1.** Fechas de siembra y cosecha de remolacha azucarera en diferentes fechas de siembra.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Octubre	Noviembre	Diciembre
Siembra								
Desarrollo del cultivo								
Cosecha								

**Nota:** Si el cultivo se siembra en octubre, la cosecha se realizará en marzo.

El desarrollo fenológico del cultivo se muestra a continuación:



0 días Siembra	15 días Germinación	35 días Cobertura de follaje	65 días Formación de corona	120 días Llenado de raíz	160 días Cosecha
-------------------	------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---------------------

## CALIDAD DE SEMILLA PARA LA SEMILLA.

El uso de semilla de calidad es una de las decisiones más importantes para el éxito de la producción. Se recomienda el uso de semilla certificada, ya que ofrece varias ventajas como: *Pureza varietal*. Significa que son semilla libre de mezclas, de otras variedades de remolacha y otros cultivos. *Pureza fisiológica*. Esto quiere decir que son semilla con alto vigor para una emergencia rápida y uniforme del cultivo y *Pureza sanitaria*. Son semilla libre de enfermedades transmitidas por semilla.

## MÉTODO DE SIEMBRA

La semilla de remolacha azucarera se siembra a dos centímetros de profundidad en surcos separados a un metro, con el fin de sembrar dos hileras sobre el lomo del surco, quedando separadas a 40 centímetros una de otra.

## DENSIDAD DE SIEMBRA

Se recomienda una densidad poblacional de 100,000 a 120,000 plantas por hectárea, lo que significa que se debe de sembrar 10 a 12 semillas por metro lineal a doble hilera.

## VARIEDADES

Los cultivares de remolacha azucarera sugeridos para siembras de invierno en el Valle de Mexicali son los siguientes:

**EB-809:** Presenta un ciclo vegetativo de 150 a 160 días, con rendimientos experimentales por dos años consecutivos de 120 T/ha de follaje y 70 T/ha de raíz. La raíz tiene un diámetro de 11 cm y 35 cm de largo, se puede extraer 655 litros de jugo por tonelada de raíz, con 20 grados brix.

**EB-815:** Presenta un ciclo vegetativo de 150 a 160 días, con rendimientos experimentales por dos años consecutivos de 100 T/ha de follaje y 70 T/ha de raíz. La raíz tiene un diámetro de 10 cm y 34 cm de largo, se puede extraer 630 litros de jugo por tonelada de raíz, con 18 grados brix.

**EB-725:** Presenta un ciclo vegetativo de 150 a 160 días, con rendimientos experimentales por dos años consecutivos de 120 T/ha de follaje y 75 T/ha de raíz. La raíz tiene un diámetro de 10 cm y 41 cm de largo, se puede extraer 610 litros de jugo por tonelada de raíz, con 20 grados brix.

**Coronado Large:** Presenta un ciclo vegetativo de 150 a 160 días, con rendimientos experimentales por dos años consecutivos de 88 T/ha de follaje y 53 T/ha de raíz. La raíz tiene un diámetro de 10 cm y 36 cm de largo, se puede extraer 650 litros de jugo por tonelada de raíz, con 19 grados brix.

**Phoenix Medium:** Presenta un ciclo vegetativo de 150 a 160 días, con rendimientos experimentales por dos años consecutivos de 88 T/ha de follaje y 67 T/ha de raíz. La raíz tiene un diámetro de 9 cm y 33 cm de largo, se puede extraer 660 litros de jugo por tonelada de raíz, con 19 grados brix.

## RIEGOS

Para determinar el momento de regar es necesario tomar en cuenta el estado de desarrollo de la planta, la textura del suelo, el nivel de salinidad del terreno, las condiciones de clima y algunas prácticas agronómicas como la fertilización y el control de maleza. El cultivo de remolacha azucarera requiere de una lámina de riego de 60 cm, distribuida en 5 o 6 riegos, con intervalos de 25 a 30 días entre cada riego (Payan *et al.*, 2010). Para que el jugo de la raíz tenga mayor cantidad de azúcares (°B), se recomienda dar el último riego de auxilio entre los 15 a 25 días antes de la cosecha, dependiendo la textura del suelo.

## FERTILIZACIÓN

Se recomiendan 100 kg/ha de nitrógeno y 70 kg/ha de fósforo; aplicando todo el fósforo y el 60% de nitrógeno al momento de siembra, un 20% en el primer riego de auxilio y el último 20% en el segundo riego de auxilio. La fuente de nitrógeno es urea (00-46-00) y para el caso de fósforo es fósforo monoamónico (11-52-00), se recomiendan estos fertilizantes con el fin de abaratar costos de producción (Alvarado *et al.*, 2010).

## COMBATE DE MALEZA

Este problema es uno de los principales factores que reducen el rendimiento. Información de la SAGARPA indica que la superficie agrícola del Valle presenta diferentes grados de infestación de maleza. Las especies más importantes de maleza se agrupan en maleza de hoja angosta y de hoja ancha; las malezas de hoja angosta más comunes en invierno son: avena, alpiste silvestre, zacates Johnson, salado, de agua, pinto y grama. Las de hoja ancha son: chuales, alambriillo, mostacilla, mostaza, lechuguilla, lengua de vaca, gloria de la mañana, verdolaga y últimamente girasol silvestre. Para su control existen diferentes estrategias que utilizadas en forma integral pueden reducir las infestaciones a niveles que no causen pérdidas económicas al cultivo, a continuación se describen algunas estrategias:

**Prevención:** Uso de semilla certificada, limpiar la maquinaria y equipos, eliminar maleza en canales principales, canales secundarios y regaderas.

**Control mecánico:** Se sugiere realizar dos escardas mecánicas; la primera a los 20-25 días después de la emergencia y la segunda después del primer riego de auxilio una vez que el terreno lo permita.

**Control químico:** Existen herbicidas específicos para los diferentes tipos de maleza, los cuales generalmente presentan buena selectividad al cultivo de remolacha; sin embargo, se deben utilizar con precaución, siempre con la supervisión continua de personal técnico especializado, ya que su selectividad no es absoluta y puede ser modificada por la variedad, condiciones de clima, diferencias en textura y humedad del suelo, salinidad, contenido de materia orgánica y profundidad del manto freático. Los herbicidas recomendados según el tipo de maleza se presentan en el anexo.

## CONTROL DE PLAGAS

La presencia de plagas es muy frecuente en cultivos a campo abierto, sin embargo deberán hacerse monitoreo constantes de la densidad poblacional, distribución y daños de los patógenos para programar aplicaciones preventivas. Las buenas prácticas y el uso correcto de los métodos de control favorecen en mayor calidad y rendimiento los cultivos. Las plagas que atacan al cultivo de remolacha azucarera en el Valle de Mexicali de acuerdo a su importancia son:

**Gusano soldado (*Spodoptera exigua* (Hubner)) y gusano peludo (*Estigmene acrea* (Drury))**: esta plaga se presenta en los meses de febrero a mayo, alimentándose del follaje y causando daños en la producción de azúcares al reducir el área foliar del cultivo. Este insecto es controlado usando productos químicos que se mencionan en los anexos.

**Trips Negro (*Caliothrips phaseoli* (Hood))**: los adultos colonizan el follaje y se presenta en todo el ciclo, observando los daños más importantes en las primeras etapas de desarrollo, se pueden controlar colocando de manera estratégica trampas adhesivas, liberando enemigos naturales como ácaros (*Amblyseius barkeri*) o usando productos químicos que existen en el mercado (anexos), los cuales al ser aplicados deben cubrir todo el follaje y sobretodo el envés de las hojas.

**Áfidos**: es una plaga que se presenta durante todo el cultivo, provocando amarillamiento en las hojas cuando se presentan altas poblaciones, este insecto es controlado por insectos benéficos (catarinas, chinches y larvas de crisopa) y con el uso de insecticidas, ver anexos.

**Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius))**: es una plaga que se presenta en los meses de abril y mayo, las ninfas del insecto provocando amarillamiento en las hojas tiernas, esta plaga es controlada con el uso de insecticidas, ver anexos.

## PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES

La presencia de enfermedades es muy frecuente en el cultivo de remolacha azucarera; sin embargo, en los dos años consecutivos que se evaluó en el Valle de Mexicali no se presentaron. Pero esto no descarta que se realicen monitoreo sobre algún daño causado por enfermedad en los próximos años.

## COSECHA

Para el caso de este cultivo se utiliza la raíz y follaje; el momento de cosecha se realiza a los 150 o 160 días después de la siembra; para cosechar esta planta se recomienda primeramente cortar y coleccionar el follaje, después dar un paso con cindeles o subsoleo y proceder a cosechar la raíz de forma mecánica. El corte del follaje se debe realizar al ras de la corona ya que de lo contrario el rendimiento de raíz se verá afectado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado P. J. I., Avila C. E. y Camarillo P. M. 2010. Evaluación de Nuevos Cultivos en el Estado de Baja California. Informe Final del Proyecto de Investigación.
- Alvarado P. J. I., Hernández V. B., Ochoa E. X. m., Medina E. J. J. y Alvarado P. E. S. 2010. La Fertilización de la Remolacha Azucarera para su Producción y Contenido de °Brix. *IT. XXXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo y XIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Realizado del 25 al 29 de octubre en Mexicali, Baja California, México. 169-172 p.*
- Bekers, R. 2007. Head Global Business Development Sugar Beet. Syngenta, octubre de 2007.
- Belpoggi F., Soffritti M. and Maltoni C. 1995. Methyl tertiary-butyl ether (MTBE) - A gasoline additive - Causes testicular and Lymphohae-matopoetic cancers in rats. *Toxicol. Ind. Health 11:119-149.*
- Cassada D. A., Zhang Y., Snow D. D. and Spalding R. F. 2000. Trace analysis of ethanol, MTBE, and related oxygenate compounds in water using solid-phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry. *Anal. Chem. 72: 4654 - 4658.*
- CNA, 2009. Aspectos Operativos Relacionados con el Manejo del Agua del Río Colorado. Comisión Nacional del Agua. Informe del Simposio México-Estados Unidos sobre el Delta del Río Colorado.
- Drapcho C M, Nhuan N P, Walker T H. 2008. Biofuels Engineering Process Technol. The McGraw-Hill companies, Inc, USA. 351p.
- Fischer A., Oehm C., Selle M. and Werner P. 2005. Biotic and abiotic transformations of methyl tertiary butyl ether (MTBE). *Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 12: 381- 386.*
- Guerrero A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial Mundi-prensa. España. 6° edición. 831 pag.
- Infoagro.com El cultivó de remolacha azucarera. Consultada 8/10/10 11:07 am

- IPCC, 2007. IV Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático. World Meteorological Organization. UNEP. <http://www.ipcc.ch>.
- Mergier, A. M. 2007. El destino nos alcanza. Proceso. Semanario de información y análisis No. 1580. 11 de febrero de 2007. México p. 51-56.
- Ochoa E. X. M., Borbón G. A. y Montoya C. L. 2009. Evaluación de Fechas de Siembra de Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris* L.) en el Valle del Yaqui, Sonora. *IV*. XII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Realizado el 29 y 30 de octubre, en Mexicali Baja California, México. 136-140 p.
- Payan O. S., Alvarado P. J. I., Ochoa E. X. M., Avila C. E. y Morales M. A. 2010. Calendarios de Riego para Producción de Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris*). *In*. XXXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo y XIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Realizado del 25 al 29 de octubre en Mexicali, Baja California, México. 589-593 p.
- Porcel, S. 2007. Biocombustibles: otra oportunidad para el campo. Fundación Global Agro. Biodisel Argentina. 3 p.
- Raven, H. P., R. F. Evert. And. S. E. Eichhorn. 1992. Biología de las plantas. Ed. Reverte. Barcelona, España. p 632.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Sánchez A. D., Vázquez R. J. A., Montes G. N. y Cuellar V. E. J. 2010. Evaluación de la Capacidad Productiva de Diez Genotipos de Remolacha Azucarera en el Norte de México. *IV*. V Reunión Nacional de Investigación Agrícola. Realizado del 22 al 27 de Noviembre en la ciudad Campeche, México. 226p.
- Valdivia V. S., Pinna C. J. y Valdivia S. S. 2010. Extracción de Fósforo y Potasio en un Suelo Aluvial Salino, Cultivado con Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris* L.) Bajo Riego. *IV*. XXXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo y XIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Realizado del 25 al 29 de octubre en Mexicali, Baja California, México. 861-866 p.

Valencia P. F., Dávalos G. P., Ochoa A. X. y Armenta C. A. 2009. Necesidades Agroclimáticas de Tres Cultivos de Importancia en la Producción de Biocombustibles. *III*. XII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Realizado el 29 y 30 de octubre, en Mexicali Baja California, México. 396-402 p.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la fuente financiera por su apoyo económico para la realización del **proyecto “Estudios de Insumos para la obtención de biocombustibles en México”**.

Al equipo de auxiliares de campo: Rubén Contreras Mota, Nabor Arriaga Morales, Camilo Pascual Alaníz Flores, Felizardo Borquez Hurtado, Antonio Alaníz Méndez y Rigoberto Gómez Duran.

**A todos y cada uno de los integrantes del proyecto “Estudio de Insumos para la Producción de Biocombustibles en México”** al igual que al comité revisor del CEMEXI-CIRNO-INIFAP.

## ANEXOS

**Anexo 1: Herbicidas recomendados para el control de maleza en Remolacha Azucarera.**

Tipo de maleza	Ingrediente activo	Dosis por hectárea	Época de aplicación
Avena ( <i>Avena fatua</i> )	Clethodim	1.5 L	Aplicar cuando la maleza no sobre pase de 8 a 10 cm de altura y el suelo tenga humedad.
Alpiste silvestre ( <i>Phalaris minor</i> )	Clethodim	1.5 L	Aplique en forma post-emergente al cultivo y la maleza en no más de 300 L de agua por hectárea.
Zacate Johnson ( <i>Sorghum halepense</i> )	Clethodim	1.0 L	Aplique en forma post-emergente al cultivo y la maleza en no más de 250 L de agua por hectárea.
Zacate de agua ( <i>Echinochloa crus-galli</i> )	Clethodim	2.0 L	Aplique en forma post-emergente al cultivo y la maleza en no más de 250 L de agua por hectárea.
Zacate pinto ( <i>Echinochloa colonum</i> )	Clethodim	1.0 L	Aplique en forma post-emergente al cultivo y la maleza en no más de 250 L de agua por hectárea.
Zacate grama ( <i>Cynodon dactylon</i> )	Clethodim	2.0 L	Aplique en forma post-emergente al cultivo y la maleza en no más de 250 L de agua por hectárea.

**Anexo 2: Insecticidas recomendados para el control de plagas en Remolacha Azucarera.**

Plaga	Ingrediente activo	Dosis por hectárea
Gusano soldado y gusano peludo	Clorpirifos	1 Lt.
Trips Negro	Dimetoato	1 Lt.
Áfidos	Dimetoato	1 Lt.
Mosca Blanca	Endosulfan	1.5 Lt.

**SINONIMIAS DE HERBICIDAS E INSECTICIDAS**

**HERBICIDAS**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMERCIAL
Clothodim	Select 2 EC, Select Ultra, Arrow 120CE

**INSECTICIDAS**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMERCIAL
Clorpirifos	Lorsban 480, Pirimex 48
Dimetoato	Rogor, Affix, Dimetax, Metopol, Nasatoato, Dimetoato, Perfektion,
Endosulfan	Thiodán 35 CE, Agrofán 35CE, Thisukfán 35-E.

## CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DE MEXICALI

**MARIO CAMARILLO PULIDO**  
[camarillo.mario@inifap.gob.mx](mailto:camarillo.mario@inifap.gob.mx)

**DIRECTOR DE COORDINACIÓN  
Y VINCULACIÓN EN  
BAJA CALIFORNIA**

**JORGE IVÁN ALVARADO PADILLA**  
[alvarado.jorge@inifap.gob.mx](mailto:alvarado.jorge@inifap.gob.mx)

**BIOCOMBUSTIBLES**

**EVA AVILA CASILLAS**  
[avila.eva@inifap.gob.mx](mailto:avila.eva@inifap.gob.mx)

**OLEAGINOSAS ANUALES**

**JUAN ANTONIO CHAVEZ DURON**  
[chavez.juan@inifap.gob.mx](mailto:chavez.juan@inifap.gob.mx)

**BOVINOS CARNE**

**SERGIO DE CARLO GUZMAN RUÍZ**  
[guzman.sergio@inifap.gob.mx](mailto:guzman.sergio@inifap.gob.mx)

**MODELAJE**

**BENJAMÍN HERNANDEZ VÁZQUEZ**  
[hernandez.benjamin@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.benjamin@inifap.gob.mx)

**TRIGO Y OTROS CEREALES DE  
GRANOS PEQUEÑOS**

**JOSE LUIS HERRERA ANDRADE**  
[herrera.joseluis@inifap.gob.mx](mailto:herrera.joseluis@inifap.gob.mx)

**SANIDAD VEGETAL  
(ALGODONERO)**

**EDUARDO LOZA VENEGAS**  
[loza.eduardo@inifap.gob.mx](mailto:loza.eduardo@inifap.gob.mx)

**TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA**

**ANTONIO MORALES MAZA**  
[morales.antonio@inifap.gob.mx](mailto:morales.antonio@inifap.gob.mx)

**HORTALIZAS (AGRICULTURA  
PROTEGIDA)**

**SERGIO PAYAN OCHOA**  
[payan.sergio@inifap.gob.mx](mailto:payan.sergio@inifap.gob.mx)

**AGUA-SUELO**

**RUBEN RAMOS VELÁSQUEZ**  
[ramos.ruben@inifap.gob.mx](mailto:ramos.ruben@inifap.gob.mx)

**FRUTALES CADUCIFOLIOS**

**JOSE ALBERTO VALENZUELA PALAFOX**  
[valenzuela.jose@inifap.gob.mx](mailto:valenzuela.jose@inifap.gob.mx)

**TRIGO Y OTROS CEREALES DE  
GRANOS PEQUEÑOS**

**CESAR VALENZUELA SOLANO**  
[valenzuela.cesar@inifap.gob.mx](mailto:valenzuela.cesar@inifap.gob.mx)

**AGUA-SUELO**

## Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de Diciembre de 2011, en Talleres Gráficos de Aplicaciones Gráficas, Av. Emilio Portes Gil No. 1432, Col. López Mateos, CP. 21120. Mexicali, B. C. Teléfono (686) 559-0145

Su tiraje consta de 500 ejemplares

# COMITÉ EDITORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DE MEXICALI

## **Presidente**

Ing. Mario Camarillo Pulido

## **Secretario**

MC. Eduardo Loza Venegas

## **Vocales Agrícolas**

Dr. Cesar Valenzuela Solano

Dr. Antonio Morales Maza

MC. José Luis Herrera Andrade

## **Vocal Pecuario**

MC. Juan A. Chávez Durón

## **Edición y Revisión:**

Comité Editorial del CEMEXI

CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DE MEXICALI - INIFAP

KM 7.5 Carretera a San Felipe

Apartado Postal 309

21700, Mexicali, Baja California, México.

Teléfonos: (686) 563-6043; 563-6055 Y 563-6180

Correo Electrónico

[direccion.bc@inifap.gob.mx](mailto:direccion.bc@inifap.gob.mx)

La impresión de esta publicación y la información contenida en ésta, fue posible debido al apoyo económico otorgado al INIFAP, durante el proceso de investigación por diversas fuentes de financiamiento, destacando entre ellas: Fundación Produce de Baja California, A. C.



Vivir Mejor

[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)

[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)



**Produce**  
FUNDACION  
BAJA CALIFORNIA

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias