

MÉXICO 2010



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Manejo de maleza en algodón en el norte de Tamaulipas

Enrique ROSALES ROBLES y Ricardo SÁNCHEZ DE LA CRUZ

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del NORESTE
Campo Experimental Río Bravo
Río Bravo, Tamaulipas, Diciembre de 2010
Folleto Técnico Núm. 47, ISBN: 978-607-425-466-2

25 Aniversario
Ciencia y Tecnología
para el Campo Mexicano



Vivir Mejor

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO
RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

M. C. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González Hernández
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**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. C. Arturo Cruz Vázquez
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación
y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

Lic. Ricardo Noverón Chávez
Director General Adjunto de la Unidad Jurídica

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NORESTE

Dr. Sebastián Acosta Núñez
Director Regional

Dr. Jorge Elizondo Barrón
Director de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. Nicolás Maldonado Moreno
Director de Planeación y Desarrollo

M. A. José Luis Cornejo Enciso
Director de Administración

Manejo de maleza en algodón en el norte de Tamaulipas

**Enrique ROSALES ROBLES
Ricardo SÁNCHEZ DE LA CRUZ**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Noreste
Campo Experimental Río Bravo
Río Bravo, Tam., Diciembre de 201
Folleto Técnico Núm. 47 ISBN: 978-607-425-466-2

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

Progreso 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C.P. 04010 México, D. F.
Teléfono (55) 3871-8700

Manejo de maleza en algodón en el norte de Tamaulipas

ISBN: 978-607-425-466-2
Primera Edición 2010

Clave CIRNE: INIFAP/CIRNE/A-463

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 de la Institución.

CONTENIDO

	Página
Introducción	1
Clasificación de las malezas	2
Principales especies de malezas en algodón	4
Daños ocasionados por las malezas en algodón	13
Principios de manejo integrado de maleza	14
Control químico de maleza en algodón	16
Cálculo de la dosis comercial	20
Algodón genéticamente modificado con resistencia a herbicidas	20
Manejo integrado de maleza en algodón	22
Aplicación de herbicidas	24
Agradecimientos	28
Literatura consultada	29

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Figura 1 Correhuela anual <i>Ipomoea trichocarpa</i> L.	4
Figura 2 Quelite <i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats.	5
Figura 3 Polocote <i>Helianthus annuus</i> L.	5
Figura 4 Amargosa <i>Parthenium hysterophorus</i> L.	6
Figura 5 Trompillo <i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	6
Figura 6 Oreja de ratón <i>Convolvulus arvensis</i> L.	7
Figura 7 Verdolaga <i>Portulaca oleracea</i> L.	7
Figura 8 Quelite apestoso <i>Chenopodium murale</i> L.	8
Figura 9 Hoja morada <i>Boerhavia erecta</i> L.	8
Figura 10 Hoja de cobre <i>Acalypha ostryifolia</i> Riddell	9
Figura 11 Chayotillo <i>Xanthium strumarium</i> L.	9
Figura 12 Zacate Johnson <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	10
Figura 13 Zacate espiga <i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R. Webster	10
Figura 14 Zacate lagunero <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	11
Figura 15 Zacate gramilla <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	11
Figura 16 Zacate cadillo <i>Cenchrus echinatus</i> L.	12
Figura 17 Coquillo rojo <i>Cyperus rotundus</i> L.	12

INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium hirsutum L.*) es uno de los principales cultivos en el mundo; en 2008, la producción mundial de fibra de algodón fue de 26.1 millones de toneladas, equivalente a 120 millones de pacas. En ese año, en México se sembraron 104,780 ha de algodón con una producción de 153,400 toneladas de fibra. El norte de Tamaulipas fue una importante zona algodонера de 1950 a 1960 y a partir de entonces, la superficie dedicada a este cultivo ha decrecido severamente por problemas de plagas de insectos y bajo precio de la fibra en el mercado. En 2008, sólo se sembraron en esta región 940 ha, sin embargo, en 2010 la superficie de algodón se incrementó a aproximadamente 5,500 ha y se espera que aumente en los próximos años al existir mejores condiciones de mercado.

La presencia de malezas es uno de los principales problemas que limitan la producción de algodón en el norte de Tamaulipas. Las malezas presentan una alta adaptación a las áreas disturbadas por las labores agrícolas y si no son controladas oportuna y eficientemente, disminuyen significativamente el rendimiento y la calidad de fibra del algodón.

El manejo integrado de maleza implica no sólo depender de las medidas de control existentes, sino de reducir la emergencia de malezas, maximizar la competencia del cultivo hacia la maleza y prevenir la producción de nuevas semillas y otros propágulos, como rizomas y estolones. El manejo integrado de maleza hace énfasis en la conjunción de medidas para anticipar y manipular las poblaciones de maleza, en lugar de reaccionar con medidas emergentes de control cuando se presentan fuertes infestaciones. El objetivo del manejo integrado de maleza es maximizar el rendimiento de los cultivos, optimizar las ganancias del productor y aumentar la eficiencia en la producción del cultivo, al integrar técnicas preventivas, conocimientos científicos y prácticas de manejo.

CLASIFICACIÓN DE LAS MALEZAS

El primer paso en un programa de manejo integrado de maleza es la identificación de las especies de malas hierbas, la cual puede ser por su morfología, ciclo de vida o características botánicas.

Por su morfología las malezas pueden ser clasificadas en tres categorías:

Hojas anchas: Plantas con las nervaduras de las hojas en forma de red, dos hojas cotiledonares en las plántulas y raíces primarias con crecimiento vertical. Ejemplos: polocote (*Helianthus annuus* L.), amargosa (*Parthenium hysterophorus* L.) y correhuela (*Ipomoea* spp.).

Zacates: Plantas con sólo una hoja cotiledonar, hojas con nervaduras paralelas y raíces fibrosas. Ejemplos: zacate espiga (*Urochloa fasciculata* Sw.) y zacate lagunero [*Echinochloa colona* (L.) Link].

Ciperáceas: Plantas muy similares a los zacates; con tallos triangulares y hojas en rosetas en la base de la planta y de la inflorescencia. Ejemplo: coquillo rojo (*Cyperus rotundus* L.).

Otra forma importante de clasificación de las malas hierbas es por su ciclo de vida. En general, las malas hierbas son:

Anuales: Plantas que completan su ciclo de vida en menos de un año. Pueden ser anuales de invierno (octubre-abril) o de verano (mayo-septiembre). Un ejemplo de mala hierba anual de invierno es la borraja (*Sonchus oleraceus* L.) y una anual de verano es el quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats.)

Perennes: Plantas que viven más de dos años y si se presentan condiciones favorables pueden vivir indefinidamente. Se reproducen por semilla y en muchas ocasiones vegetativamente mediante estolones, tubérculos, rizomas o bulbos. El zacate Johnson [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] y la oreja de ratón (*Convolvulus arvensis* L.), son ejemplos de especies perennes.

Clasificación botánica: Es el tipo de clasificación más importante, ya que permite identificar plenamente a una planta a través de sus características morfológicas, principalmente de sus órganos reproductivos, en familias, géneros y especies. El nombre científico de las plantas consta de dos palabras en latín, la primera corresponde al género y la segunda al epíteto específico. Para mayor precisión, se añade el autor, es decir, el nombre de la persona que describió primero la planta con ese nombre. Para ello, se acostumbra usar abreviaturas de los apellidos, por ejemplo, L. que significa Linneo; en algunas ocasiones las especies se han tenido que reclasificar y la abreviatura del apellido del reclasificador aparece después de la del autor. Esta nomenclatura binomial es usada internacionalmente, lo cual evita confusiones por el uso de nombres comunes que varían entre regiones o países. Por ejemplo, la oreja de ratón, es conocida también como correhuela perenne, gloria de la mañana y lengua de pollo en México y “field bindweed” en Estados Unidos de América. Al conocer su nombre científico: *Convolvulus arvensis* L. se tiene la certeza de que se trata de la misma planta. Por lo anterior, la identificación adecuada de una mala hierba por su clasificación botánica es fundamental para implementar su manejo.

Las prácticas de control forman parte del manejo integrado de maleza; y por lo general, el control es más fácil en las primeras fases de desarrollo de las malas hierbas, lo que además evita la competencia con el cultivo. En el caso de usar herbicidas, la selección del producto más adecuado depende de su espectro de control de las diferentes especies de maleza, por lo que la identificación de la maleza es indispensable.

PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZAS EN ALGODÓN

En estudios realizados en el norte de Tamaulipas se han identificado alrededor de 30 especies de maleza asociadas al cultivo de algodón. A continuación se presentan las principales malezas en esta región.

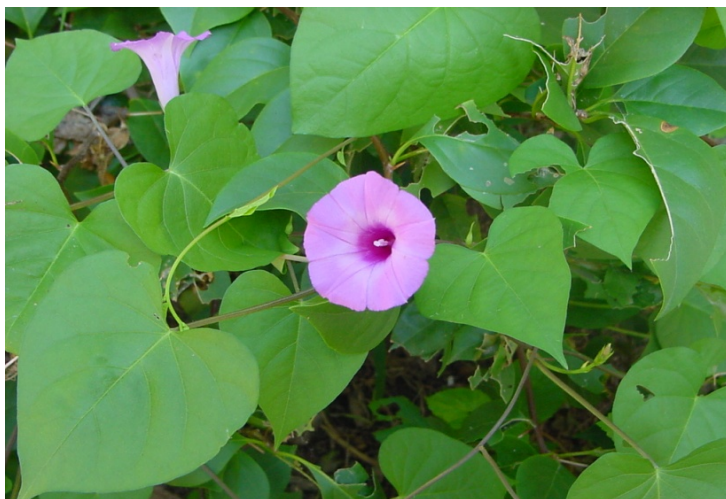


Figura 1. Correhuela anual *Ipomoea trichocarpa* L.



Figura 2. Quelite *Amaranthus palmeri* S. Wats.



Figura 3. Polocote *Helianthus annuus* L.



Figura 4. Amargosa *Parthenium hysterophorus* L.



Figura 5. Trompillo *Solanum elaeagnifolium* Cav.



Figura 6. Oreja de ratón *Convolvulus arvensis* L.



Figura 7. Verdolaga *Portulaca oleracea* L.



Figura 8. Quelite apestoso *Chenopodium murale* L.



Figura 9. Hoja morada *Boerhavia erecta* L.



Figura 10. Hoja de cobre *Acalypha ostryifolia* Riddell



Figura 11. Chayotillo *Xanthium strumarium* L.



Figura 12. Zacate Johnson *Sorghum halepense* (L.) Pers.



Figura 13. Zacate espiga *Urochloa fasciculata* (Sw.) R. Webster



Figura 14. Zacate lagunero *Echinochloa colona* (L.) Link



Figura 15. Zacate gramilla *Cynodon dactylon* (L.) Pers.



Figura 16. Zacate cadillo *Cenchrus echinatus* L.



Figura 17. Coquillo rojo *Cyperus rotundus* L.

DAÑOS OCASIONADOS POR LAS MALEZAS EN ALGODÓN

Al conjunto de daños causados por la maleza a los cultivos se le denomina interferencia. La interferencia incluye la reducción del rendimiento por competencia, la disminución en la calidad del producto cosechado, el aumento en los costos de cosecha y la mayor incidencia de plagas y enfermedades. Las pérdidas de rendimiento son ocasionadas principalmente por la competencia entre las malezas y cultivo por luz, agua y nutrimentos, factores básicos para el desarrollo de las plantas.

Período crítico de competencia

La competencia de la maleza afecta el desarrollo y rendimiento del algodón. La severidad de la competencia entre la maleza y el algodón, depende de las malezas presentes, densidad del cultivo y la maleza, época de emergencia de la maleza, sistema de siembra, condición de humedad, nivel de fertilidad del suelo y duración del período de competencia, entre otros. En general, la competencia es más crítica durante la primera etapa del desarrollo vegetativo del cultivo. Lo anterior ha dado como resultado la definición de este lapso como el período crítico de competencia (PCC): el tiempo máximo que el cultivo tolera la competencia de maleza sin reducciones significativas de su rendimiento y el tiempo mínimo de ausencia de maleza que requiere el cultivo para expresar su máximo rendimiento. En este aspecto, se considera que las reducciones significativas o umbral económico ocurren cuando las pérdidas de rendimiento igualan al costo de control de maleza. Con fines prácticos se ha considerado un 5% de reducción de rendimiento como el umbral económico en la mayoría de los cultivos anuales.

Se ha determinado que el período crítico de competencia de maleza anual en algodón se presenta en los primeros 50 a 60 días después de la emergencia del cultivo, en los cuales si no se controlan eficientemente las malezas se reduce el rendimiento de 30 a 50%. Además, es necesario mantener un buen control de maleza hasta la cosecha del algodón con el fin de obtener una fibra libre de impurezas, ya que la recolección se realiza en forma mecánica.

Daños indirectos

Además de la competencia, existe otro tipo de daños causados por la presencia de maleza en algodón, comúnmente llamados daños indirectos. Estos daños incluyen: mayor incidencia de insectos y patógenos que utilizan a las malezas como hospederas alternantes; disminución en la calidad de la producción por el incremento de humedad e impurezas en la fibra; dificultad de cosecha mecánica y depreciación de los terrenos agrícolas por altas infestaciones de maleza. Un caso muy común de daño indirecto de malezas en algodón en el norte de Tamaulipas, es la presencia de la pulga saltona (*Pseudatomoscelis seriatus* Reuter) en el polocote, la cual es una plaga importante de este cultivo.

PRINCIPIOS DE MANEJO INTEGRADO DE MALEZA

El manejo integrado resulta de la combinación de diferentes prácticas agronómicas con el objetivo de mantener las poblaciones de maleza en un nivel que no causen daños económicos significativos al algodón. Algunas de estas prácticas son:

Control preventivo

Se refiere a aquellas medidas tomadas para prevenir la introducción, establecimiento y desarrollo de maleza en áreas no infestadas. Estas medidas incluyen: uso de semilla certificada libre de maleza; limpieza de canales de riego y caminos; control del pastoreo de ganado y limpieza de maquinaria después de su uso en zonas infestadas de maleza, especialmente durante la cosecha, cuando existe un gran número de plantas de maleza con semilla madura.

Control cultural

Incluye las prácticas de manejo, tales como: rotación de cultivos; uso de diferentes fechas de siembra; fertilización oportuna y adecuada y uso de surcos estrechos, que promueven un rápido desarrollo del algodón para hacerlo más competitivo hacia la maleza.

Control mecánico

En el norte de Tamaulipas, el control mecánico de maleza en algodón se inicia con la preparación de la cama de siembra. La labranza primaria se realiza por medio de arado de discos, subsuelo o bordeadores y posteriormente, la labranza secundaria se efectúa con pasos de rastra. Con estas prácticas se elimina a la maleza establecida y en germinación, lo que evita que se incremente el banco de semillas en el suelo durante el ciclo en descanso.

El sistema de siembra en húmedo o a "tierra venida" elimina el primer flujo de emergencia de maleza y permite establecer el algodón en suelo "limpio". Posteriormente, el paso de escardas con cultivadora rotativa o de picos elimina a la maleza que emerge después de la siembra. El número y época de las escardas depende de factores tales como: presencia de maleza, humedad del suelo y disponibilidad de equipo. El paso de dos escardas o cultivos, la primera a los 15 a 20 y otra a los 25 a 35 días después de la emergencia del algodón es una práctica común en esta región.

Control químico

El control químico de maleza mediante el uso de herbicidas es muy común en algodón, ya que tiene la ventaja de eliminar a la maleza en grandes extensiones de una manera eficiente, rápida y económica. Sin embargo, para evitar problemas de selectividad al cultivo o fallas en el control de maleza, el control químico requiere de conocimientos técnicos para la elección y aplicación eficiente y oportuna de los herbicidas y debe efectuarse sólo cuando los otros métodos de control no son factibles de utilizarse o cuando su uso representa una ventaja económica para el productor. La aplicación de herbicidas está plenamente justificada dentro del manejo integrado de maleza, cuando el control mecánico o cultural, no son suficientes para eliminar eficientemente las altas infestaciones de especies anuales o cuando se presentan especies de maleza perennes.

CONTROL QUÍMICO DE MALEZA EN ALGODÓN

Control post-emergente de maleza en presiembr

Paraquat 400 a 600 g i.a./ha (Gramoxone, Transquat, Secaquat y otros)

Control de maleza anual de hoja ancha y zacates. Se sugiere agregar surfactante o aceite agrícola para aumentar su cobertura y absorción por las malezas. Su aplicación requiere de agua limpia, ya que su acción se limita por las partículas de suelo disueltas en el agua. Su acción puede ser limitada sobre amargosa y otras especies de maleza con abundante vellosidad en las hojas. Aplique sobre maleza menor de 10 cm y realice una buena cobertura de dispersión con al menos 200 L de agua/ha.

Glifosato 500 a 1000 g i.a./ha (Faena, Glyphos, Secamax y otros)

Control de maleza de hoja ancha y zacates anuales y perennes. Herbicida sistémico y no selectivo, que no deja residuos en el suelo. Use la dosis alta al aplicar sobre maleza mayor a 30 cm de altura o maleza perenne. Su aplicación requiere de agua limpia, ya que su acción se limita por las partículas de suelo disueltas en el agua. Aplique sobre maleza en crecimiento activo. El sulfato de amonio al 2% añadido al agua antes del herbicida incrementa la acción del glifosato al impedir que las sales disueltas en el agua lo inactiven. Espere siete días después de la aplicación del glifosato sobre malezas perennes para laborar el suelo.

2,4-D amina 240 a 480 g i.a./ha (Agramina, Arrasador, Diamine 480, Fullmina 4, Machetazo 2000 y otros)

Control de malezas anuales y perennes de hoja ancha. Herbicida sistémico, que puede mezclarse con glifosato para el control de maleza antes de la siembra. Esta mezcla es especialmente útil para el control de oreja de ratón y trompillo en presiembr. La siembra de algodón debe esperar **al menos 40 días** después de la aplicación del 2,4-D.

Control en pre-siembra de zacates anuales

Trifluralina 580 a 1160 g i.a./ha (Archer, Cabal, Otilan, Treflan, Trisan)

Pendimetalina 1400 g i.a./ha (Patrol, Prowl 400, Prowl H₂O)

Aplicación antes de la siembra e incorporado mecánicamente con un paso de rastra o cultivadora rotativa. Aplique sobre suelo mullido para permitir una buena distribución del herbicida. Incorpore inmediatamente, ya que en 24 horas puede perderse 30% del producto aplicado por degradación por luz. Ajuste las dosis de acuerdo a la textura del suelo, dosis bajas en suelos arenosos y dosis altas en suelos arcillosos. Trifluralina y pendimetalina también controlan malezas de hoja ancha de semilla pequeña como quelites y verdolaga.

Dimetenamida 900 a 1300 g i.a./ha (Frontier)

Las dosis varían con la textura de suelo y su contenido de materia orgánica. Use dosis bajas en suelos con contenido de materia orgánica menor a 3% y dosis altas en suelos arcillosos o con contenido de materia orgánica mayor a 3%. No cultive por 30 días después de la aplicación para evitar reducir la actividad del herbicida. Dimetenamida no deja residuos en el suelo que impidan la siembra de cultivos al siguiente ciclo agrícola.

Control pre-emergente de maleza anual de hoja ancha

Clomazone 480 a 960 g i.a./ha (Command, Gamit, Gramer)

Aplicación al momento de la siembra. Las dosis se deben ajustar de acuerdo a la textura de suelo y su contenido de materia orgánica: mayor dosis en suelos arcillosos o con mayor materia orgánica. Si se requiere sembrar no realice una segunda aplicación. Para tener una buena selectividad al algodón, clomazone debe usarse con la previa aplicación de un insecticida organofosforado protector, como Disulfoton 10% G a 7.5 kg/ha, en banda con la semilla al momento de la siembra. Clomazone controla zacates anuales como zacate lagunero y espiga. Evite el acarreo por viento de este herbicida a cultivos cercanos. Espere nueve meses para sembrar maíz y sorgo.

Diurón 880 a 1200 g i.a./ha (Diuron, Kator, Lucauron, Massiv)

Aplique al momento o después de la siembra pero antes que emerja el cultivo. Se puede aplicar en una banda de 30 a 40 cm sobre la hilera de plantas y complementar el control con escardas. Las dosis se deben ajustar de acuerdo a la textura de suelo y su contenido de materia orgánica: mayor dosis en suelos arcillosos o con mayor materia orgánica. Se puede realizar una segunda aplicación en forma dirigida cuando el algodón tenga al menos 30 cm de altura y antes de que cierre el cultivo.

Fluometurón 1100 a 1800 g i.a./ha (Cotoran, Cottonex)

La dosis se debe ajustar de acuerdo a la textura del suelo y su contenido de materia orgánica: mayor dosis en suelos arcillosos o con mayor materia orgánica. Aplique después de la siembra y antes que emerja el algodón. Se puede aplicar en post-emergencia dirigida, evitando el contacto con las hojas.

Control post-emergente de maleza de hoja ancha

Piritiobac sodio 70 a 100 g i.a./ha (Staple)

Aplique cuando el algodón tenga desde una hoja verdadera hasta 60 días antes de la cosecha, pero siempre sobre maleza menor de 10 cm de altura. Muestra un excelente control de la mayoría de las malezas de hoja ancha, excepto las solanáceas como el trompillo. Requiere de un surfactante a 250 mL por cada 100 L de agua. No se mezcle con el insecticida malatión, pues la selectividad al algodón se reduce. Muestra antagonismo con herbicidas graminicidas, por lo que debe aplicarse de cinco a siete días antes o después de estos productos. Verifique la rotación de cultivos en la etiqueta del producto.

Trifloxysulfurón 6 a 8 g i.a./ha (Envoke)

Herbicida similar al piritiobac que puede aplicarse en algodón desde la quinta hoja hasta 60 días antes de la cosecha, pero siempre sobre maleza menor de 10 cm de altura. Muestra un excelente control de la mayoría de las malezas de hoja ancha, excepto las solanáceas. Requiere de un surfactante a 250 mL por cada 100 L de agua. No se debe mezclar con otros herbicidas, fertilizantes o insecticidas. Verifique la rotación de cultivos en la etiqueta del producto.

Control post-emergente de zacates

Fluazifop-p-butil 375 a 625 g i.a./ha (Fusilade); Quizalofop-p-etil 42 a 73 g i.a./ha (Assure, Pantera) Clethodim 60 a 180 g i.a./ha (Cedrus, Select); Setoxidim 368 a 552 g i.a./ha (Poast)

Aplice sobre zacates sin amacollar, en crecimiento activo y en suelo con buena humedad. Utilice las dosis mayores en zacates perennes. Agregue aceite agrícola a 1 L por cada 100 L de agua o surfactante a 250 mL por 100 L de agua. No realice escardas siete días antes y después de la aplicación.

Control post-emergente de zacates y hojas anchas en algodón transgénico resistente a glifosato

Glifosato 500 a 1000 g i.a./ha (Faena, Glyphos, Secamax y otros)

Control de maleza de hoja ancha y zacates anuales y perennes. Aplice sobre maleza no mayor a 10 cm para evitar su competencia. Use la dosis alta al aplicar sobre maleza perenne. Su aplicación requiere de agua limpia ya que presenta alta adsorción a las partículas de suelo. El sulfato de amonio al 2% incrementa la acción de este herbicida al impedir que las sales disueltas en el agua inactiven al herbicida. Espere al menos siete días después de la aplicación del glifosato para laborar el suelo. Comúnmente es necesario realizar dos aplicaciones, ya que glifosato no deja residuos en el suelo.

Control post-emergente de zacates y hojas anchas en algodón transgénico resistente a glufosinato

Glufosinato de amonio 300 a 600 g i.a./ha (Finale, Liberty)

Control de hojas anchas y zacates anuales. Aplice sobre maleza no mayor a 10 cm ya que la acción del glufosinato es principalmente de contacto. Este herbicida se puede aplicar desde la emergencia hasta la floración. Espere siete días después de la aplicación del glufosinato para laborar el suelo. Comúnmente es necesario realizar dos aplicaciones, ya que glufosinato no deja residuos en el suelo.

CÁLCULO DE LA DOSIS COMERCIAL

Debido a que es común que existan varios herbicidas comerciales que contienen el mismo ingrediente activo, es necesario calcular la dosis a aplicar con base en el contenido del herbicida disponible. Para conocer la dosis comercial de un herbicida, divida la dosis en gramos de ingrediente activo por hectárea entre el contenido de gramos de ingrediente activo en gramos por litro o kilogramo.

Ejemplo: Para aplicar trifluralina a 1160 g.i.a/ha usando Otilan 500 CE con una concentración de 480 g/L. La dosis de producto comercial por hectárea será: $1160/480 = 2.41$ litros/ha.

ALGODÓN GENÉTICAMENTE MODIFICADO CON RESISTENCIA A HERBICIDAS

Antes de 1996, el algodón era el único cultivo extensivo que no contaba con un herbicida post-emergente (POST) para el control de malezas dicotiledóneas que no causara daños tóxicos al cultivo, retrasos en su maduración o reducción de su rendimiento. La falta de un herbicida POST para controlar malezas de hoja ancha se agravaba al ser el algodón un cultivo poco competitivo en sus primeras etapas de desarrollo. Por medio de la biotecnología fue posible desarrollar variedades transgénicas de este cultivo con resistencia a varios herbicidas que ofrecían un buen control de maleza y selectividad al cultivo.

Algodón resistente a glifosato

El glifosato es un herbicida con acción sistémica que controla zacates y hojas anchas anuales y perennes. Su modo de acción es la inhibición de la síntesis de los aminoácidos fenilalanina, tirosina y triptófano al inhibir la enzima EPSPS (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa). El glifosato se comercializó a partir de 1974, principalmente para el control no selectivo de malezas en terrenos sin cultivo. Sin embargo, sus características de alta sistemicidad, poca toxicidad a animales y al hombre y ausencia de residuos en el suelo, lo convirtieron en el herbicida ideal para el desarrollo de cultivos genéticamente modificados con tolerancia a su acción.

En 1983, se aisló la bacteria de suelo *Agrobacterium tumefaciens* cepa CP4 que es altamente tolerante al glifosato porque su enzima EPSPS es menos sensitiva que la enzima EPSPS encontrada en las plantas. Para 1986 se desarrollaron cultivos resistentes a glifosato (RG) y en 1997 se desarrollaron las primeras variedades de algodón RG. Sin embargo, la selectividad en estas variedades era marginal, pues sólo se podía aplicar el algodón hasta la etapa de cuarta hoja, ya que aplicaciones en etapas posteriores se asociaban con el aborto de frutos y la pérdida de rendimiento. Posteriormente se desarrollaron variedades de algodón que permiten la aplicación de glifosato hasta siete días antes de la cosecha.

Algodón resistente a glufosinato

El glufosinato es un inhibidor de aminoácidos que mata a las plantas sensibles al inhibir a la enzima glutamina sintetasa, que cataliza la conversión del ácido glutámico y el amoniacó en glutamina. La inhibición de la glutamina sintetasa provoca una acumulación de amoniacó y glioxilato que causa daños a la estructura de los cloroplastos, disminución de la fotosíntesis y finalmente la muerte de los tejidos. El algodón resistente a glufosinato fue comercializado por primera vez en 2004 como algodón Liberty Link (LL) y fue creado a través de la inserción del gen *bar* aislado de la bacteria del suelo *Streptomyces hygroscopicus*. El algodón LL transformado con el gen *bar* expresa resistencia a glufosinato a través de la inactivación de la acción del herbicida. El algodón LL tiene una excelente tolerancia al glufosinato, que es un herbicida no selectivo con acción primordialmente de contacto y puede aplicarse desde la emergencia hasta los inicios de la floración. El glufosinato controla tanto malezas gramíneas como de hoja ancha, pero requiere aplicarse en malezas en sus primeros estados de desarrollo, pues su acción es de contacto y no deja residuos en el suelo que puedan afectar a cultivos sembrados en rotación.

MANEJO INTEGRADO DE MALEZA EN ALGODÓN

Manejo de zacates y malezas de hoja ancha anuales en pre-siembra.

Las principales malezas en los lotes de algodón del norte de Tamaulipas al inicio del desarrollo del cultivo son los zacates anuales espiga y lagunero y el quelite. Para su control, es conveniente la aplicación de los herbicidas trifluralina o pendimetalina en pre-siembra. La aplicación de estos productos se puede realizar en terrenos surcados y se incorpora el herbicida con un paso de cultivadora rotativa o bien, en terrenos planos e incorporando el herbicida con un paso de rastra. Estos herbicidas tienen un buen control de estas malezas sin son incorporados adecuadamente. Posteriormente el paso de una o dos escardas complementa su control.

Manejo de zacates y malezas de hoja ancha anuales en pre-emergencia

En lotes con antecedentes de presencia de malezas como zacates anuales, amargosa, quelite y chayotillo, se pueden aplicar herbicidas como fluometurón o clomazone en mezcla con pendimetalina o metolaclo. La acción de estos herbicidas mejora si se tienen buenas condiciones de humedad en el suelo y se presentan lluvias de 10 a 20 mm en los primeros ocho a diez días después de su aplicación. Estos productos se pueden aplicar en forma total o en banda al momento de la siembra. Se debe complementar el control de maleza con el paso de una o dos escardas de acuerdo a las poblaciones de maleza.

Manejo de maleza de hoja ancha en post-emergencia

Si en las primeras fases de desarrollo del algodón se presentan malezas de hoja ancha como quelite, amargosa y chayotillo en el algodón en sus primeras fases de desarrollo, o hay escapes de malezas de la primera escarda, aplique piritiobac o trifloxysulfurón en post-emergencia temprana. El piritiobac debe aplicarse cuando el algodón tenga de una hoja verdadera en adelante y

trifloxysulfurón a partir de la quinta hoja, pero siempre sobre maleza menor de 10 cm de altura. Estos herbicidas tienen un excelente control de quelite, polocote y chayotillo, pero no controlan trompillo, ni hoja de cobre. Con el fin de disminuir el costo del manejo de maleza de hoja ancha se puede integrar la aplicación de los herbicidas POST en banda sobre la hilera del algodón y el paso de dos escardas. En aplicaciones totales, se sigue el paso de una escarda al cierre del cultivo.

Manejo de zacates en post-emergencia

Para el control de zacates anuales, como espiga y lagunero, se pueden aplicar los graminicidas fluazifop, setoxidim y clethodim en zacates menores a 10 cm y sin estrés de humedad. Para zacates perennes, como Johnson y gramilla, aplique antes de la floración y de ser necesario realice una segunda aplicación para complementar el control de rizomas.

Siga las instrucciones de la etiqueta de estos productos sobre el uso de aceite o surfactante para incrementar su acción. Complemente el control con una escarda y aplique pendimetalina al cierre del algodón para evitar nuevas poblaciones de zacates.

Manejo de maleza perenne de hoja ancha en post-emergencia

En la actualidad no existen herbicidas que tengan un buen control de malezas perennes de hoja ancha, como trompillo y oreja de ratón en algodón. Por esta razón, el uso de variedades genéticamente modificadas con resistencia a glifosato es una buena opción para su control. Se recomienda aplicar glifosato de 720 a 1080 g/ha (equivalente a 2 a 3 litros/ha de producto comercial a una concentración de 360 g/L) sobre trompillo y oreja de ratón en estado vegetativo antes de su floración y en las primeras dos semanas de desarrollo del **algodón transgénico resistente a glifosato** para evitar los efectos competitivos de estas malezas. Se debe realizar una segunda aplicación 15 a 20 días después, para complementar su control. Se recomienda aplicar en pre-siembra trifluralina o pendimetalina para eliminar las primeras poblaciones de zacates anuales y quelite. También es conveniente realizar una escarda para controlar escapes de malezas.

Es importante señalar que el uso de variedades de algodón genéticamente modificadas con resistencia a glifosato debe ser parte de un sistema de manejo integrado de malezas y no la única estrategia de control, ya que existe el riesgo de inducir cambios a malezas que toleren o escapen a la acción de este herbicida o al desarrollo de malezas resistentes a glifosato. En la actualidad existen 20 especies de malezas resistentes a glifosato en el mundo como resultado del uso frecuente de este herbicida.

APLICACIÓN DE HERBICIDAS

La aplicación de herbicidas es un factor determinante en la eficiencia en el control de maleza. Antes de abrir el envase de un herbicida lea cuidadosamente la etiqueta y siga las indicaciones señaladas. Al aplicar un herbicida use el equipo protector adecuado que consiste de guantes, gorra o sombrero, mascarilla, lentes protectores, botas, pantalón y camisa de manga larga. Es importante no fumar, beber o comer durante la aplicación de un herbicida.

Después de agregar el herbicida al tanque de la aspersora, enjuague al menos tres veces los envases antes de desecharlos. No queme, ni destine los envases de herbicidas para usos domésticos. Prepare sólo el herbicida que vaya a aplicar durante el día y no deje restos de herbicidas en la aspersora de un día a otro. Después de usar el equipo aspersor lávelo con agua y jabón o bien, con una solución de un litro de amonía en 100 litros de agua. Al limpiar la aspersora no deseche el agua en canales, ríos, lagunas y otros cuerpos de agua.

Para evitar el acarreo realice la aspersión de herbicidas en las primeras horas del día y cuando la velocidad del viento sea menor a 15 km/h y la humedad relativa sea de 40 a 60%. Además utilice un volumen de aspersión superior a 200 L/ha, que se obtiene a partir del uso de boquillas 8004. También se pueden utilizar boquillas anti-acarreo como la AI-11004 y la TD-04 que producen un tamaño de gota más grande y evitan el acarreo de la aspersión por el viento. Finalmente, no aplique cuando la dirección del viento esté a favor de cultivos sensibles al herbicida utilizado.

Calibración de aspersoras de tractor

La calibración del equipo aspersor es fundamental para tener éxito en el uso de herbicidas ya que determina la dosis y distribución de la aspersión. Comúnmente las fallas de control de maleza o daños causados por herbicidas a cultivos se deben a una aplicación deficiente o a una selección inadecuada del herbicida utilizado.

Antes de iniciar la calibración verifique que la aspersora tenga el mismo tipo de boquillas en el aguilón y estén alineadas correctamente. Es conveniente utilizar un juego nuevo de boquillas y filtros cada año, ya que su costo es inferior a cualquier falla que pueda ocurrir al momento de la aplicación de herbicidas. Limpie los filtros y boquillas en cada carga de agua para evitar detenerse en el campo durante la aspersión. Utilice un cepillo de dientes, un palillo o aire comprimido para limpiar las boquillas; no use objetos metálicos, ya que dañan las boquillas y afectarán la distribución y el flujo de la aspersión.

Por su sencillez, se recomienda el “método de los 100 metros” para la calibración de aspersoras de tractor:

1. Marque 100 m lineales en el terreno a tratar. Calibre su aspersora en el área a tratar, no en caminos o terrenos aledaños, ya que la velocidad de marcha del tractor será diferente.
2. Recorra los 100 m en el lote a tratar a la velocidad y revoluciones por minuto seleccionadas para realizar la aspersión. Es común que la marcha del tractor sea en cuarta o quinta y las revoluciones por minuto de 1500 a 1800. Es conveniente que durante la calibración el tanque tenga agua al 50% de su capacidad para tener una mejor aproximación de la velocidad real durante la aplicación.
3. Repita la operación anterior tres veces, tome el tiempo en cada operación y obtenga el promedio.

4. Con el tractor estacionado, pero con la aspersora funcionando a las revoluciones por minuto seleccionadas, capte el agua de **todas las boquillas** en el tiempo promedio obtenido. Si alguna boquilla asperja 10% más o menos que las demás, reemplácela; si dos o más boquillas lo hacen, cámbielas todas. Obtenga el volumen promedio por boquilla en litros en el tiempo establecido.
5. Una vez conocido el volumen promedio asperjado por boquilla en litros, multiplíquelo por el factor requerido de acuerdo a la distancia entre boquillas en el aguilón. Este factor se obtiene al dividir 100 (constante) entre la distancia entre boquillas en metros. Por ejemplo, para una distancia de 50 cm ó 0.5 m el factor será $100/0.5 = 200$. Si el volumen promedio por boquilla en el tiempo requerido para recorrer los 100 m en el campo a tratar fue 1.5 L y la distancia entre boquillas es 50 cm, se multiplica $1.5 \times 200 = 300$ L/ha.

Si el volumen de aspersión por hectárea obtenido no es el deseado, se sugiere cambiar las boquillas para disminuir el volumen asperjado. La nomenclatura de las boquillas indica tanto el ángulo de aspersión, como el volumen asperjado por minuto. Por ejemplo, las boquillas 8004, asperjan en un ángulo de 80 grados, 0.4 galones por minuto a 40 lb/pulg². Si se utiliza esta boquilla y se requiere disminuir el volumen de aspersión utilice boquillas 8003 u 8002. Si no se pueden cambiar las boquillas se deberá ajustar la velocidad del tractor.

Para aplicaciones en banda utilice boquillas de abanico plano uniforme, que se distinguen de las de abanico plano normal por una E (even = uniforme) después de la numeración: 8004-E. Este tipo de boquillas distribuye en forma uniforme la aspersión y evita que se aumente la dosis en el centro del abanico de aspersión.

Cálculo de la cantidad de herbicida por carga

En aspersoras de tractor, determine la cantidad del herbicida que necesita agregar a la aspersora y las hectáreas a cubrir por cada carga de tanque de la manera siguiente:

Ejemplo: si la capacidad del tanque de la aspersora es de 800 L, el volumen de aspersión 200 L/ha y la dosis de herbicida 2 L/ha:

$$\text{ha aplicadas} = \frac{\text{Capacidad del tanque}}{\text{Volumen de aspersión}} = \frac{800}{200} = 4 \text{ ha}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de herbicida} &= \text{Dosis por ha} \times \text{ha aplicadas por carga} \\ &= 2 \text{ L/ha} \times 4 \text{ ha} = 8 \text{ L} \end{aligned}$$

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es producto de los trabajos de investigación financiados por la Fundación Produce Tamaulipas, A. C. a través del proyecto No. 3105933A titulado: Evaluación y uso de nuevos productos químicos y biológicos para mejorar la producción y calidad de fibra del algodón en el norte de Tamaulipas.

Agradecemos al C. Esteban Robles Escarreola por la excelente conducción de los ensayos de manejo de maleza de este proyecto.

LITERATURA CONSULTADA

- Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. *Weed Science*. 3rd ed. John Wiley and Sons. New York. NY. USA. 465 p.
- Blair-Kerth, L.K., P.A. Dotray, J.W. Keeling, J.R. Gannaway, M.J. Oliver and J.E. Quisenberry. 2001. Tolerance of transformed cotton to glufosinate. *Weed Sci.* 49:375-380.
- Chandler, J.M. and F.T. Cooke. 1992. Economic of cotton losses caused by weeds. pp: 85-116. *In*: C.G. McWhorter and J.R. Abernathy, eds. *Weeds of Cotton: Characterization and Control*. The Cotton Foundation Reference Book Series. Memphis, TN. USA. 631 p.
- Cotton incorporated. 2009. World production, use, and stocks estimated. <http://www.cottoninc.com/CottonMarketComments/World-Production-Use-Stock-Estimates/> (20 de agosto de 2010).
- Culpepper, A.S. and A.C. York. 1998. Weed management in glyphosate-tolerant cotton. *J. Cotton Sci.* 2:174-185.
- Culpepper, A.S., A.C. York, P. Roberts and J.R. Whitaker. 2009. Weed control and crop response to glufosinate applied to PHY 485 WRF cotton. *Weed Tech.* 23(3):356-362.
- Ferrell, J.A., G.E. MacDonald, and B.J. Brecke. 2007. Weed management in cotton. Publication SS-AGR-04. University of Florida and IFAS Extension. Gainesville, FL. USA. 16 p.
- Green, J.M. 2009. Evolution of glyphosate-resistant crop technology. *Weed Sci.* 57:108-117.
- Heap, I.M. 2010. International survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org/In.asp>. (20 de agosto de 2010).
- James, C. 2009. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/executivesummary/default.asp>. (18 de agosto de 2010).
- May, O.L., A.S. Culpepper, R.E. Cerny, C.B. Coots, C.B. Corkern, J.T. Cothren, K.A. Croon, K.L. Ferreira, J.L. Hart, R.M. Hayes, S.A. Huber, A.B. Martens, W.B. McCloskey, M.E. Oppenhuizen, M.G. Patterson, D.B. Reynolds, Z.W. Shappley, J. Subramani, T.K. Witten, A.C. York and B.G. Mullinix, Jr. 2004. Transgenic cotton with improved resistance to glyphosate herbicide. *Crop Sci.* 44:234-240.

- Richardson, R.J., H.P. Wilson, G.R. Armel and T.E. Hines. 2006. Trifloxysulfuron plus pyriithiobac mixtures for broadleaf control in cotton. *Weed Tech.* 20:130-136.
- Rosales, R.E., T. Medina C., E. Contreras C., L.M. Tamayo E. y V. A. Esqueda E. 2002. Manejo de maleza en maíz, sorgo y trigo bajo labranza de conservación. Folleto Técnico 24. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Tamaulipas, México. 81 p.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2010. Cierre de la producción agrícola por cultivo 2008. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (12 de mayo de 2010).
- Trigo, E.J. y E.J. Cap. 2006. Diez años de cultivos genéticamente modificados en la Agricultura Argentina. Informe técnico. INTA. Instituto de Economía y Sociología. Buenos Aires, Argentina. 53 p.



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

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

Revisión Técnica

Dr. Jorge Elizondo Barrón
Dr. Valentín A. Esqueda Esquivel
Dr. Noé Montes García
M.A. Miguel Ángel García Gracia

Comité Editorial de CIR-Noreste

Presidente

Dr. Jorge Elizondo Barrón

Secretario

Ing. Hipólito Castillo Tovar

Vocales

M. C. Antonio Cano Pineda
Dr. Jesús Loera Gallardo
Dr. Raúl Rodríguez Guerra
Dr. Antonio Palemón Terán Vargas
M. C. Nicolás Maldonado Moreno
Dr. Jorge Urrutia Morales

Código INIFAP

MX-0-310301-02-03-13-09-47

Esta publicación se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2010 en los talleres de CITY PIXEL, Sierra Tarahumara No. 911, Col. Las Puentes 10° Sector, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

Su tiraje consta de 1000 ejemplares

Campo Experimental Río Bravo

Miguel Ángel García Gracia

Jefe de Campo

Rubén Darío Garza Cedillo

Jefe de Operación

Noé Canales Tinajero

Jefe Administrativo

INVESTIGADOR

ALVARADO CARRILLO MANUEL

DÍAZ FRANCO ARTURO

ORTIZ CHÁÍREZ FLOR ELENA

SALINAS GARCÍA JAIME ROEL

MONTES GARCÍA NOÉ

ÁLVAREZ OJEDA MARÍA GENOVEVA

CORTINAS ESCOBAR HÉCTOR MANUEL

MAYA HERNÁNDEZ VÍCTOR

BUSTAMANTE DÁVILA ALEJANDRO JOSÉ

CISNEROS LÓPEZ MARÍA EUGENIA

LIMÓN GUTIÉRREZ JULIO CÉSAR

CANTÚ ALMAGUER MIGUE ÁNGEL

DE LA GARZA CABALLERO MANUEL

REYES MÉNDEZ CÉSAR AUGUSTO

MAGALLANES ESTALA AGUSTÍN

SILVA SERNA MARIO MARÍN

GONZÁLEZ QUINTERO JAVIER

FLORES TOMAS JAIME

GARZA CEDILLO RUBÉN DARÍO

SAMPAYO MALDONADO SALVADOR

RAMÍREZ PFEIFFER CARLOS

LOERA GALLARDO JESÚS

REYES ROSAS MARCO ANTONIO

RODRÍGUEZ DEL BOSQUE LUIS ÁNGEL

ROSALES ROBLES ENRIQUE

ESPINOSA RAMÍREZ MARTÍN

CRUZ CRUZ NANCY VIANEY

CASTILLO TOVAR HIPÓLITO

GARCÍA GRACIA MIGUEL ÁNGEL

VARGAS VALERO ELOY

SÁNCHEZ DE LA CRUZ RICARDO

RED DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

AGUA Y SUELO

AGUA Y SUELO

AGUA Y SUELO

AGUA Y SUELO

BIOENERGÉTICOS

BIOTECNOLOGÍA

FRIJOL Y OTRAS LEGUMINOSAS DE

GRANO

FRUTALES TROPICALES

HORTALIZAS

INDUSTRIALES PERENNES

INOCUIDAD Y VALOR AGREGADO

DE ALIMENTOS

MAÍZ

MAÍZ

MAÍZ

MODELAJE

MODELAJE

OLEAGINOSAS

OVINOS Y CAPRINOS

PASTIZALES Y RECURSOS FORRAJEROS

PLANTACIONES Y SISTEMAS

AGROFORESTALES

SALUD ANIMAL

SANIDAD VEGETAL

SANIDAD VEGETAL

SANIDAD VEGETAL

SANIDAD VEGETAL

SERVICIOS AMBIENTALES

SOCIOECONOMÍA

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

TRIGO Y CEREALES DE GRANO PEQUEÑO

www.gobiernofederal.gob.mx
www.sagarpa.gob.mx
www.inifap.gob.mx