

Algodón

## Guía para el manejo de malezas en el cultivo del algodón

*Arnulfo Díaz-Delgado*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> I.A. MSc. Investigador asociado Corpoica. C.I. Nataima - El Espinal, Tolima

## *Introducción*

Muchas evaluaciones agronómicas se basan en los costos del manejo de las malezas y el rendimiento del cultivo se relaciona con la presencia o ausencia de éstas. Los estudios de las malezas generalmente incluyen solamente dos clases de efecto: cualquiera de los efectos agronómicos del total de la comunidad de las malezas y el efecto particular pernicioso de las malezas estudiadas. Pero nunca se estudia el beneficio particular como son las interacciones. Éstas son de dos clases malezas - insectos y malezas - suelo. Ambas producen beneficios al cultivo.



*Agresividad de la maleza Mentolada  
(Stemodia durantifolia) en competencia con  
algodón*

Se consideran malezas aquellas plantas que no deben encontrarse en el lugar de un cultivo establecido. Ellas no son descadas, son inútiles, prolíficas, competitivas, frecuentemente perjudiciales para el cultivo y están presentes en todas las regiones algodoneras de Colombia. Ellas interfieren con las labores agronómicas, causan muchos daños directos al cultivo del algodón y reducen el potencial de producción. Sus principales efectos negativos son:

- Reducen los rendimientos y calidad por competencia de nutrientes, recursos hídricos y luz.
- Intensifican los problemas de enfermedades, insectos y otras plagas, sirviendo como sus hospederos.
- Reducen la eficiencia en el momento de la cosecha.

El cultivo del algodón es menos competitivo con las malezas que otros cultivos tales como maíz o soya. Generalmente las malezas interfieren más en el momento de la cosecha y tienen grandes impactos adversos sobre la calidad de la cosecha comparada con el maíz o la soya. Por lo tanto un adecuado manejo de las malezas es un componente muy importante en el sistema de producción del algodón.

## *Malezas de importancia económica en las regiones algodoneras de Colombia*

Antes de preparar el establecimiento de un cultivo de algodón, el concepto que una planta puede ser perjudicial no ha sido concebido. Como nosotros desarrollamos un cultivo, las malezas parecen tener una relación porque son adaptadas al mismo ambiente como el cultivo (Ridway *et al.*, 1984). Un manejo efectivo de las malezas requiere un conocimiento de los nombres comunes, científicos, distribución, ecología y biología de las malezas en el crecimiento en cada una de las regiones algodoneras. Las malezas son clasificadas como de hoja angosta y de hoja ancha. Se han reportado 100 especies de malezas en el cultivo del algodón (Holm *et al.*, 1977). Las malezas consideradas seriamente nocivas son: el Coquito (*Cyperus rotundus* L.), Pasto Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers), Bledo (*Amaranthus dubius*

*Mart*), Batatilla (*Ipomoea* sp), Guarda Rocío (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop) y Caminadora (*Rottboelia cochinchinensis*).

Las especies de malezas que infestan los campos algodoneros de Colombia y tienen importancia económica se presentan en la Tabla 1. Esta lista cubre las 10 más importantes de cada región algodonera. Aproximadamente las dos terceras partes de ellas son de hoja ancha y una tercera parte son de hoja angosta (gramíneas y cyperáceas). De todos las malezas allí mencionadas, el 25% son plantas perennes y el 75% son anuales. Las especies más encontradas en las regiones algodoneras son seis: Batatilla, Caminadora, Bledo, Guarda Rocío, Escobas y Coquito.

Conociendo los ciclos biológicos de las malezas propiamente identificadas que están infectando los campos algodoneros, podemos desarrollar un programa de manejo efectivo y económico. Dentro de una región geográfica algodonera en Colombia, la frecuencia de las especies de las malezas individuales y el cambio en la composición de la población en un tiempo dado, son muy importantes para el desarrollo apropiado de un programa sobre el manejo de las malezas.

La población de las malezas no es estática, varía como respuesta a cambios de factores edáficos, procesos de control y la rotación de cultivos (Buchanan *et al.*, 1975, b; Hoveland *et al.*, 1976; Weber *et al.*, 1974). Repetidas aplicaciones de Fluometuron en el Espinal han sido asociadas con un decrecimiento de la población de las malezas de hoja ancha y con incremento del predominio de Coquito y especies de gramíneas anuales. Con un uso prolongado de herbicidas gramínicidas ha decrecido la población de Guarda Rocío y otras gramíneas anuales y se han incrementado las poblaciones de escobas y otras malezas de hoja ancha.

## *Relación de competencia entre cultivo - maleza*

Los cultivos y las malezas compiten por las mismas fuentes: nutrientes, espacio y luz. La competición empieza cuando los cultivos y las malezas crecen aproximadamente cerca y el abastecimiento de cualquier factor necesario de crecimiento cae bajo la demanda de ambos. Sobre

Tabla 1. Malezas de importancia económica en las regiones algodoneras en Colombia (Vépez, 1974)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<b>Malezas de hoja ancha</b>	
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Pecado Mortal
<i>Amaranthus dubius</i> Mart	Bledo
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo Espinoso
<i>Achyranthes aspersa</i> L.	Cadillo de Mazorca
<i>Boerhaavia erecta</i>	Cadillo Lagaña
<i>Cassia tora</i> L.	Chilinchil
<i>Corchorus orinocensis</i> H.B.K.	Frijolillo
<i>Desmodium tortuosum</i> (SW) DC.	Pega-Pega
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk	Botoncillo
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tripa de Pollo
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	Chanchalagua
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Rabo de Alacrán
<i>Ipomoea congesta</i> R.Br.	Batatilla
<i>Ipomoea</i> sp	Campanita
<i>Kollstroemia maxima</i>	Atarraya
<i>Cumis melo</i>	Meloncillo
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Balsilla
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga
<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	Cadillo de Bolsa
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escoba Negra
<i>Sida</i> sp	Escobas
<i>Tribulus cistoides</i> L.	Perrito
<b>Malezas de hoja angosta</b>	
<i>Cenchrus brownei</i>	Cadillo Carreton Blanco
<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo Carretón Morado
<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto bermuda
<i>Cyperus ferax</i>	Cortadera
<i>Cyperus</i> sp	Cortadera
<i>Cyperus rotundus</i>	Coquito
<i>Cyperus iria</i>	Cortadera
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Guardarocío
<i>Echinochloa colonum</i>	Liendre Puerco
<i>Eleusine indica</i>	Pata de Gallina
<i>Leptochloa filiformis</i>	Paja Mona
<i>Panicum fasciculatum</i>	Granadilla
<i>Panicum maximum</i>	Pasto India
<i>Rottboelia cochinchinensis</i>	Caminadora
<i>Setaria geniculata</i>	Limpia Frascos

todo el efecto de la competencia cultivo - maleza es una reducción en la biomasa del algodón y un decrecimiento en el rendimiento del algodón semilla (Figura 1).

La competencia del cultivo del algodónero a las malezas depende de factores externos (climáticos, edáficos y biológicos) e internos (morfológicos), el ciclo del cultivo, sus densidades de siembra y las fases de crecimiento de las malezas relacionadas con sus poblaciones dinámicas. También el ambiente asociado con el cultivo determina el crecimiento de la comunidad de malezas en el cultivo.

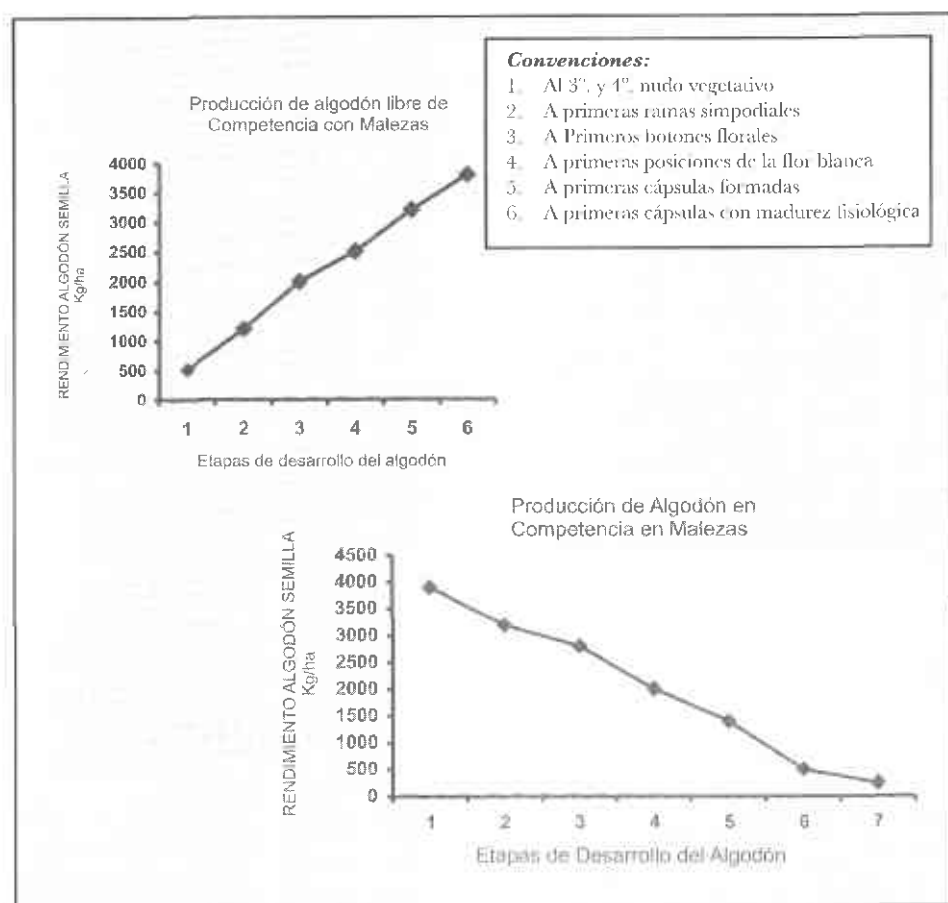


Figura 1. Rendimiento de algodón semilla por un periodo de etapas de desarrollo, libres de competencia de malezas o en competencia de malezas. Los datos son promedios de un experimento establecido en el C.I. Nataima (Díaz-Delgado, 2000)

La competencia es más grande entre las plantas cuando son similares en sus hábitos de crecimiento, tales como el desarrollo del sistema radicular y las características del área foliar, porque ellas hacen más cercana la misma demanda con relación al ambiente. Las especies que mejor utilizan las condiciones ambientales para su crecimiento dominarán cuando los niveles de población son similares. Los cultivos y las malezas pueden ser también influenciados por productos metabólicos, los cuales son secretados o se mantienen en el suelo como residuos de material descompuesto (De Datta, S.K., 1981).

### *Factores objeto de competencia*

La competencia por luz ocurre cuando las plantas crecen próximas entre sí. Una le da sombra a la otra y viceversa, hasta el punto que la intensidad y la calidad de luz recibidas por la planta que está a la sombra son menos de las necesarias para un óptimo crecimiento, por ejemplo: el cultivo del algodón sufre de competencia por luz de las malezas de hoja angosta cuando estas tienen mayor altura que él.

Las plantas varían grandemente en sus requerimientos por agua y nutrientes. La competencia por estos factores es muy importante porque empieza antes de la competencia por luz. La competencia por agua es más grande cuando las raíces del cultivo y de las malezas están entremezcladas usando la misma fuente de agua. Esto significa que la competencia de las malezas por agua es más seria para cultivos ubicados en los valles, porque la humedad es a menudo limitante.

En la competencia por nutrientes, las malezas tomarían mucho más cantidad de ellos que los cultivos, pues generalmente las malezas aventajan a los cultivos en la toma de recursos hídricos y nutricionales. La competencia entre malezas y cultivos por espacio y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), generalmente no es crítica.

### *Alelopatía: interacciones bioquímicas entre plantas*

Las plantas pueden competir con otras mediante interacciones bioquímicas las cuales pueden ocurrir como resultado de que algunas especies de plantas secretan unos inhibidores de crecimiento o sustancias esti-

mulantes, las cuales son tomadas por otra especies sensitivas causando modificaciones en su crecimiento. Tales sustancias pueden entrar en su ambiente como secreciones o por lixiviaciones de las raíces y hojas de las plantas vivas o muertas, o por descomposición de la vegetación. La aleopatía puede ser definida como una interacción bioquímica entre las plantas (De Datta, 1981).

Las interacciones bioquímicas entre malezas y cultivo parecen ser más inhibitoras que estimuladoras. Tales interacciones resultan en la inhibición de la germinación de las semillas, formación de plántulas anormales, reducción de la elongación del sistema radicular y/o desorganización celular en las raíces, entre otros efectos adversos.

## *Interferencias de las malezas en el algodón*

Cuando se permite que las malezas crezcan sin obstáculos, los rendimientos se reducen drásticamente. Este efecto es más grave, de acuerdo con la fase de crecimiento del cultivo en la cual la competencia de las malezas ocurre.

Estudios sobre competencia de las malezas indican que el daño económico es muy grave cuando ellas se presentan en el algodonerero entre 15-17 nudos y obviamente el perjuicio aumenta sí la competencia continua después de estos.

El período crítico de la competencia de las malezas depende de:

1. El período máximo por el cual las malezas pueden ser toleradas sin afectar el rendimiento.
2. Un período posterior en el cual el crecimiento de las malezas no afecta el rendimiento del algodonerero.

Buchanam y Burns (1970) afirman que la competencia del algodonerero con una población de malezas de hoja angosta y ancha debe evitarse mientras haya estructuras de algodón por encima de las primeras posiciones de la flor blanca después de la emergencia (Figura 1).

Investigaciones hechas sobre el cultivo del algodónero establecido con riego por surco presentaron una competencia de coquito (*Cyperas rotundus*) por más de cuatro semanas después de la emergencia causando una reducción de rendimiento (Keeley and Thallen, 1975). Si la competencia continúa con coquito reduce el 34% del rendimiento comparada con el 30% cuando se presenta una competencia entre la emergencia y la aparición de la flor blanca en primera posición.



*Cultivo de algodón con excelente control de malezas*

En investigaciones realizadas en los Centro de Investigación de Turipaná y Nataima (Corpoica) se encontró que cuando se permite la presencia de las malezas después de 12-13 nudos, o después de 18 nudos, se reducen los rendimientos en un 15% y 10%, respectivamente. El rendimiento no es afectado por competencia cuando comienza después de 15 -18 nudos.

Varias investigaciones han sido conducidas para evaluar la relación entre densidades de malezas y el rendimiento o el **umbral efecto**. Muchas de estas investigaciones se han hecho con varias densidades de una maleza anual que compite con el algodón. Estos estudios de densidades de malezas presentan varios grados de competencia entre especies, años y localización (Chandler, 1977. Crowley and Buchanan, 1978; Buchanan *et al*, 1980; Buchanan and Burns, 1971A-1971B; Smtih and Tseng, 1970).

Dentro un rango de densidades para cada maleza específica, existen niveles o umbrales económicos. Es muy difícil desarrollar un umbral económico específico para cada especie de malezas debido a los cambios ambientales y a las prácticas culturales. Las investigaciones presentan que las malezas compiten con más agresividad con el algodón en suelos francos arcillosos arenosos que en suelos franco arenosos.

En otros estudios se ha encontrado que las aplicaciones de nitrógeno en la siembra no cambian la relación competitiva entre el algodónero y las malezas (Buchanan and McLaughlin, 1975). La competencia de malezas en algodón no fue influenciada por la distancia entre surcos de 25, 50, 75 o 100 cm, pero el período libre de malezas fue más largo con las distancias reducidas entre surcos. La densidad de siembra no influye el efecto de competencia del bleo (*Amaranthus* sp) (Strec *et al*, 1981).

### ***Principios del manejo de malezas***

El objetivo básico de todo manejo de las malezas es reducir los efectos indeseables de ellas a un nivel mínimo. El principio del manejo de las malezas es crear en lo posible condiciones indeseables para su crecimiento. En general, el manejo de las malezas está basado en métodos que tengan como objetivo su manejo ecofisiológico, los cuales pueden ser físicos (laboreo o quemas químicas), culturales (rotación de cultivo), biológicos o químicos.

### ***Métodos de manejo de las malezas***

El manejo de las malezas envuelve prácticas como las infestaciones mediante las cuales aquellas son reducidas pero no necesariamente eliminadas. El manejo de las malezas tiene un rango de grados de clasificación de pobre a excelente. El grado de manejo obtenido depende de las características de la maleza, del daño que ésta ocasiona y de la eficacia del (los) método (s) usado (s).

La erradicación es el ideal del manejo de las malezas pero es difícil llevarla a cabo. Se habla de erradicación cuando una especie dada de maleza ha sido controlada o completamente removida de una área y se

tiene la seguridad de que no volverá a aparecer a menos que sea reintroducida nuevamente.

La erradicación propiamente dicha es difícil y costosa. Usualmente se intenta llevarla a cabo en áreas relativamente pequeñas. Los más grandes obstáculos para llevar a cabo la erradicación son la presencia en el suelo de semillas (de malezas) de gran longitud o partes vegetativas reproductivas de las plantas.

Un programa de manejo de las malezas debe hacerse empleando las combinaciones de las técnicas disponibles que se consideren necesarias y eficientes. A ese conjunto de técnicas se le conoce como **MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS**. Bajo un similar enfoque, un programa de manejo de plagas debe acudir al uso de dos o más técnicas y entonces se habla de un programa de **MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**.

## *Manejo integrado de malezas*

Se refiere al uso de dos o más técnicas para el control de malezas, técnicas que corresponde a cinco categorías generales: preventiva, biológica, cultural, mecánica (física) y química. El uso combinado de más de una técnica de control de malezas es ventajoso, porque una sola técnica raramente es completamente efectiva en el manejo de la maleza durante el ciclo del cultivo y por lo regular las malezas sobrevivientes pueden producir suficiente número de semillas para perpetuar la maleza en el campo, en los años siguientes.

La combinación del uso de los herbicidas con el laboreo mecánico o manual, o ambos, puede resultar esencial para que el cultivo permanezca libre de malezas.

La imposición de reglamentaciones por las instituciones agropecuarias del gobierno (Nacional, Departamental y Municipal) para bloquear la introducción de las malezas nocivas, acompañada por una vigorosa campaña para erradicar las malezas encontradas en un área, es una forma efectiva de lograr el manejo de las malezas.



*Cultivo de algodón con control integrado de malezas*

La rotación de cultivos basada en la tolerancia para un particular herbicida es una práctica efectiva para el control de ciertas especies de malezas por las prácticas culturales de uno o ambos cultivos. El control biológico puede ser usado por un largo periodo para determinadas especies de malezas, en conjunto con el uso de controles inmediatos.

## *Manejo integrado de plagas*

Comprende la coordinación de varias áreas temáticas que emplean la combinación de efectivas técnicas para reducir la población de plagas (malezas, insectos plagas y patógenos) de un cultivo, a un aceptable nivel económico. Los programas integrados de manejo de plagas pueden intensificar un control seguro de insectos o enfermedades, o ambos, mediante un control efectivo de las malezas que sirven como plantas huéspedes o por quemas químicas (desecantes), o por incorporación de los residuos de las cosechas en la cual los insectos y patógenos pueden invernar. La utilización de insectos y organismos patógenos para el control de malezas ha sido efectiva para algunas especies.

## *Técnicas para el manejo de malezas*

Todas las técnicas usadas para el manejo de las malezas se agrupan en las siguientes categorías:

1. Preventiva
2. Cultural
3. Mecánica (física)
4. Biológica
5. Química

### *Manejo preventivo de las malezas*

Está relacionado con determinaciones tomadas para evitar la introducción, establecimiento o difusión de una especie de maleza específica en regiones que actualmente no están contaminadas con esta especie de planta. Estas regiones pueden ser nacional, departamental o local. La prevención de las malezas se respalda por determinaciones o resoluciones establecidas por las entidades gubernamentales responsables por la sanidad vegetal del país.

Los métodos preventivos para el manejo de malezas abarcan todas las prácticas (técnicas) para el control de malezas. Sus objetivos son prevenir la introducción o propagación de las malezas en una región específica. Los métodos de control de malezas que pueden ser considerados como prácticas preventivas incluyen el uso de: 1) semillas de cultivo libre de malezas, 2) equipos de cosecha libre de semillas de malezas, 3) eliminación de infestación de malezas en los canales de riego y los campos para cultivos, 4) establecer métodos preventivos de control de malezas eficaces a través de programas de reglamentación, investigación y educación.

### *Manejo cultural de las malezas*

Los métodos culturales de manejo de las malezas utilizan prácticas comunes para hacer un buen uso del suelo y del recurso hídrico. Las relaciones que existen entre la infestación de malezas, su control y las prácticas agrícolas, son estrechas y complicadas. No solamente la flora de las malezas

está fuertemente influenciada por el sistema de cultivo, sino que también el sistema de cultivo puede estar afectado por la presencia de malezas. En muchas regiones hay que considerar también la necesidad de adoptar medidas para minimizar la pérdidas del suelo cultivable.

Los métodos culturales más comunes de control de malezas son:

### ***a) Rotación de cultivos***

La rotación de cultivos es practicada como un medio de control de malezas para prevenir o reducir el incremento de altas poblaciones de determinadas malezas comunes a un cultivo particular. Cualquier cultivo, laboreo o no laboreo (no cultivadas) es infestado por determinadas especies de malezas que crecen bajo la misma cultura o condición suministrada por el cultivo y la cual posee similares hábitos de crecimiento. Determinadas especies de maleza pueden variar de área pero en general, ellas tienen características para el cultivo.

Cuando se realizan las mismas labores de manejo de las malezas año tras año sobre un mismo campo, la asociación cultivo-malezas tienden a multiplicarse rápidamente y sucesivamente compite con las plantas del cultivo, reduciendo los rendimientos, calidad y retorno económico.

Adicionalmente al manejo de las malezas, la rotación de cultivos mejora los rendimientos y la calidad, así como las condiciones del suelo y el manejo de insectos plagas y patógenos.

### ***b) Rotación con cultivos de cobertura***

Los cultivos de cobertura se caracterizan por su alta competitividad con las malezas que infectan, por luz, nutrientes y humedad. Los cultivos usados para este propósito incluyen los cereales (arroz, maíz o sorgo), las leguminosas (caupí, crotalaria o mungo), pastos (pasto sudan). Estas coberturas ofrecen la oportunidad de practicar el control mecánico o el uso de herbicidas no selectivos (glifosato) junto con un herbicida residual (alachlor).

Este tipo de rotación puede ser establecido en rotación con cultivos menos competitivos tales como algodón. Se debe tener cuidado con esta clase de rotación porque desarrolla malezas específicas que se convier-

ten en problema en el cultivo principal. Este sistema es posible en la agricultura intensiva pero en áreas extensivas áridas sería útil con el fin de conservar el recurso hídrico. La rotación con praderas es un método utilizado para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, pero además ayuda a manejar las malezas. Esta rotación es eficaz en el manejo de las malezas de hoja ancha. Los pastos podrían también ser por sí mismos una maleza en el cultivo de algodón y pueden ser controlados con herbicidas gramínicidas.

### **c) Métodos de labranza mecánica**

El manejo mecánico de las malezas se ha descrito como una operación agrícola muy variable que empieza con la preparación convencional (mecánica) de los suelos usando ampliamente el arado de vertedera, complementada con el uso de una combinación de herbicidas eficaces, pero el incremento de los costos de energía, maquinaria y labranza, han causado una reevaluación de su valor últimamente. Como consecuencia de esto se aumentó la utilización de las técnicas de labranza mínima y labranza cero, no solo por ser más rápidas y más económicas, sino también porque se mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo.

La labranza de conservación tiene un importante potencial sobre la población dinámica de las malezas. Las semillas de las malezas permanecen más sobre la superficie del suelo, dando una mayor proporción de emergencia, por consiguiente son más vulnerables a las prácticas de control. Las malezas perennes son menos afectadas. Las consecuencias generales dependen de las características de las malezas presentes.

La labranza reducida disminuye la población de las malezas decotiledonales anuales (Figura 2). Las diferencias no son muy grandes y no son consistentes entre las épocas de siembra. Algunas especies (por ejemplo: *Boerhavia erecta*) son poco afectadas. El manejo técnico del cultivo no tiene mayor efecto sobre el banco de semillas que se encuentran en el suelo (Hance, 1987).

Las malezas gramíneas anuales son incrementadas por el sistema de labranza reducida, aunque el efecto global depende de la época de siembra.

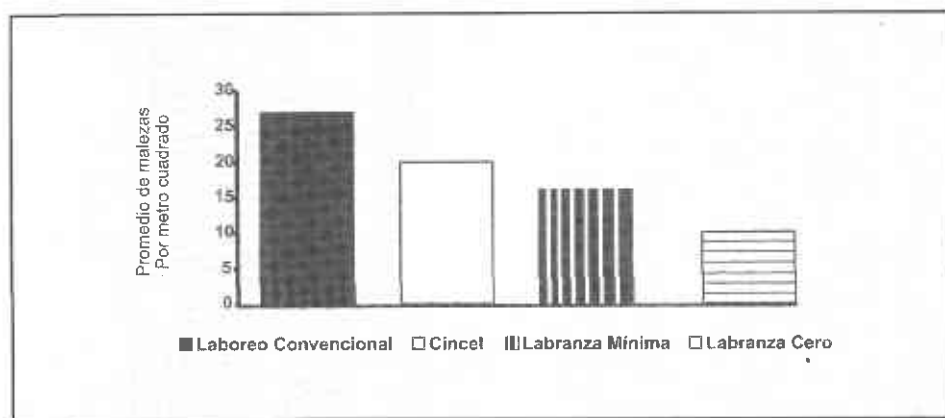


Figura 2. Población dinámica de las malezas de hoja ancha afectada por diferentes sistemas de labranza durante un período de 3 años. C.I. Nataima Corpoica.

### *Manejo biológico de las malezas*

El manejo biológico de las malezas envuelve la utilización de enemigos naturales para el control de ciertas malezas. Los objetivos del manejo biológico no son erradicar sino más bien reducir y regular la población de malezas a un nivel inferior al nivel de daño económico. En el sentido económico, el manejo biológico es exitoso cuando el agente biológico reduce la densidad de malezas nocivas a un nivel que no perjudica los intereses del agricultor.

El manejo biológico puede ser utilizado mediante la forma o vía directa o mediante una acción indirecta del agente biológico. La acción directa del agente biológico puede realizarse así: 1) Aparece dentro de la planta y debilita sus estructuras induciéndole colapsos, 2) Consume o destruye órganos vitales de la planta. La acción indirecta puede cumplirla así: 1) El agente biológico anula la ventaja de la competencia de las malezas en su hábitat reduciendo su vigor de crecimiento y su capacidad reproductiva, 2) Incrementa las condiciones favorables para los patógenos que afectan las malezas. Para ser efectivo, el agente biótico necesita no controlar las malezas pero sí presentar una competencia que aventaja sobre el cultivo.

El manejo biológico de las malezas no puede ser separado de la ciencia fundamental de la ecología (excepto por una oportunidad económica). Por el contrario, la ecología en su amplio sentido, es básica para lograr

los objetivos del control biológico. Mientras la distribución de las malezas, en general, puede ser limitada principalmente por clima y condiciones ambientales, el crecimiento de los enemigos biológicos naturales de ellas, ha sido grande desde el punto de vista de las poblaciones que han alcanzado sus límites (los de las malezas).

Los principios en que se basa el control biológico de las malezas, insectos y patógenos, son básicamente los mismos. El control biológico puede ser definido como "la acción de predadores, patógenos y parásitos, para conservar en un nivel bajo las densidades de población de otros organismos, lo cual no ocurriría en ausencia de aquellos". El control natural puede ser definido como: "el mantenimiento de poblaciones de un organismo dado, dentro de límites definidos (fluctuantes), en un periodo de tiempo determinado, por acción de algunos factores bióticos o abióticos ambientales, o por ambos". El campo del manejo biológico puede definirse como "el estudio y la utilización de predadores, patógenos y parásitos por regulación huésped-población-densidades." El control biológico se ha llevado a cabo principalmente para el control de insectos y en un menor, pero creciente grado, para el control de malezas.

Los controles biológicos, últimamente se han puesto de moda utilizando los métodos biológicos, debido en parte a la buena respuesta de los agricultores como reacción a lo que se conoce como su antipatía a los agroquímicos. El objetivo que se quiere lograr es controlar las malezas con insectos o agentes patógenos teniendo en cuenta su hábitat. Esta metodología requiere insectos que sean específicos a las malezas, que sean capaces de auto-perpetuarse en su nuevo hábitat y mantener la población de malezas a un nivel aceptable. Además, hay que tener en cuenta que tras la identificación transcurren varios años de investigación antes de que se pueda utilizar con confianza un método biológico (Hance, R.J. 1989). Esto sucede especialmente con el uso de los micoherbicidas, que son agentes patógenos vegetales endémicos, normalmente a niveles fácilmente tolerados por las malezas. También sucede con la utilización de técnicas de fermentación donde se cultivan estos microorganismos en forma económica con el objetivo de producir soluciones que puedan ser asperjadas sobre la maleza para establecer focos de enfermedades en una época más temprana que la normal sobre el ciclo de las malezas. Los micoherbicidas proponen el cambio en el momento y la incidencia de microorganismo, que siempre es específico. Las evaluaciones deben ser menos rigurosas que las de un patógeno inducido.

Mediante fitomejoramiento se puede manejar o trabajar en la interacción cultivo -malezas para conseguir que el cultivo tenga capacidad competitiva, alelopatía y resistencia a los herbicidas.

### ***Manejo de las malezas con cobertura***

La conservación del suelo consiste en mantener la capa viva (Living Mulch). Esta capa tiene un cierto potencial para controlar malezas por sí misma. Debido a que ha sido difícil obtener combinaciones adecuadas de cultivos de ciclo anual, este método es más adecuado para cultivos perennes.



*Siembra directa de algodón sobre cobertura de soca de arroz*

Las combinaciones de estas labores están determinadas por las condiciones presentadas en el momento de iniciarse el programa de manejo de las malezas de un determinado cultivo. Los gastos totales del control de malezas reflejan el costo y la eficacia en relación con la pérdida potencial del cultivo.

### ***Manejo químico de las malezas***

El uso de químicos para el control de las malezas ofrece grandes posibilidades para descargar al hombre el esfuerzo físico, lo cual, en el pasado,

había sido también necesario para este tedioso trabajo. El control químico de las malezas funciona sobre la base de ciertos químicos que son capaces de matar plantas y más importante es que muchos de ellos puedan matar algunas plantas sin causar daño significativo a otras plantas. Estos fitotóxicos químicos son llamados herbicidas. Un herbicida puede ser definido como cualquier agente químico que mata o inhibe el crecimiento de las plantas. No obstante, la introducción de los métodos químicos se debe generalmente a los crecientes costos de la mano de obra por una parte y a la falta de mano de obra en las épocas críticas del año, por otra. La estimación de la relación costo/beneficio del uso de herbicidas se sitúa en un margen de 1:2 a 1:8, estando los cultivos manejados manualmente con un margen inferior, y los algodonales que su manejo de malezas fue el control químico, con un margen superior; sin embargo, hay que interpretar con precaución los costos estimados por la labor implicada con el manejo de malezas a nivel mecánico (Hance, 1987).

El control químico de las malezas ha sido practicado desde 1900, sin embargo, el desarrollo de esta práctica por las líneas de investigación, que ha ocurrido desde 1944, seguido por el descubrimiento del herbicida fitotóxico selectivo del grupo químico de los fenoxis. Con muchas tecnologías modernas, la práctica o la utilización del control químico de las malezas se ha extendido a especialidades o sub-divisiones y se ha desarrollado dentro de las disciplinas, tales como el control de malezas a cultivos anuales, perennes, praderas y acuáticos.

La literatura científica reporta un número voluminoso de herbicidas para investigar. Actualmente hay más de 200 diferentes químicos disponibles para usarlos como herbicidas en diversos cultivos. Tales herbicidas se ofrecen al agricultor en número casi desconcertante de formas de productos comerciales y marcas, cada una de las cuales varía solamente en el ingrediente activo, concentración y componentes de la formulación. Algunas veces, solamente el nombre comercial es diferente.

En general, los herbicidas tienen relativamente baja toxicidad para el ser humano y los animales e incluso, la mayoría de ellos, si se ingieren, son menos tóxicos que la aspirina. Sin embargo, aunque pocos, hay algunos herbicidas, como por ejemplo el arseniato de sodio o los dinitrofenoles, que son altamente tóxicos para los seres humanos. Los herbicidas son

herramientas efectivas para luchar contra de las malezas, pero demandan respeto. Cuando son usados apropiadamente, son seguros y se logran los objetivos que con ellos se buscan, pero mal empleandos, pueden causar severas pérdidas económicas. El mal uso de los herbicidas es debido generalmente a: 1) Ignorancia de su actividad característica, 2) Descuido en sus aplicaciones, 3) Ambos.

Las pérdidas que causan los herbicidas se deben a:

- Uso de dosis inapropiadas, ya sean altas o bajas.
- Aplicación de herbicidas equivocados.
- Fracaso en las aplicaciones debido a mala calibración y/o mal ajuste del equipo de aplicación.
- Incorporación inapropiada de los herbicidas al suelo.
- Aplicaciones equivocadas. Por ejemplo, se aplica como post-emergente en lugar de pre-emergente.
- Inoportunidad de aplicación, con relación al estado crecimiento del cultivo y las malezas.

Los herbicidas son comunmente agrupados sobre la base de sus características tales como: actividad del herbicida, aplicación o similitud química. En general, los herbicidas son selectivos o no selectivos, con respeto a las clases de plantas que controlan. En cada caso, ellos controlan las malezas por contacto o por absorción. Los herbicidas cuya acción es por contacto pueden afectar una parte de la planta, mientras otros matan la planta, especialmente cuando los puntos de crecimiento de esta están (o son) expuestos al contacto con el herbicida. Los herbicidas que controlan las malezas pueden ejercer sus propiedades tóxicas cerca a su sitio de entrada a la planta o a un punto desconocido de su sitio de entrada. En el primer caso, se dice que los herbicidas deben translocarse en la planta alcanzando su sitio de actividad.

Los herbicidas se pueden clasificar según su clase química, modo de acción, control y selectividad de las especies de plantas y si son aplicados al suelo o a las partes aéreas de la planta. Otra manera de clasificarlas es su manera de usarlos, teniendo en cuenta que algunos herbicidas pueden ser usados en más de una forma. Los herbicidas pueden ser aplicados de las siguientes formas:

#### Pre-siembra:

- A las partes foliares de las malezas antes de la labranza (ejemplo: glifosato)
- Incorporados al suelo (ejemplo: trifluralina)

#### Pre-emergencia del cultivo (después de la siembra)

- Antes de la emergencia de las malezas (ejemplo: fluometuron)
- Después de la emergencia de las malezas (ejemplo: glifosato)

#### Post-emergencia del cultivo

- Post-emergencia temprana total (ejemplo: MSMA)
- Post-emergencia tardía total dirigida (ejemplo: glifosato/diuron)
- Post-emergencia total selectiva al cultivo (ejemplo: fluazifop-P-butyl).

Lo práctico es aplicar un herbicida que pueda ser absorbido tanto por las raíces como por las hojas, controlando las malezas, excepto al cultivo que es de interés. Hay pocos herbicidas que se acerquen a esta manera de actuar. Los más ampliamente utilizados (glifosato, MSMA y diuron) casi no tienen selectividad y su eficacia depende del momento y la técnica usada para su aplicación.

El uso de los herbicidas ha ganado un gran espacio en la combinación de tecnología en los campos algodóneros a través de su aprobación de eficiencia y seguridad. Cuando son apropiadamente utilizados se obtiene: 1) Incremento de los rendimientos, 2) Mejoramiento de la calidad de la cosecha, 3) Reducción en los costos de producción y cosecha.

Los herbicidas usados solos o en combinación con otras técnicas de control de malezas, reducen la competencia maleza-cultivo y el peligro de crecimiento de las malezas libremente en periodos adversos de tiempo o condiciones de suelo que dificultaría el uso más tradicional del control de malezas.

Con la introducción de nuevos herbicidas y tecnologías a un costo real, el manejo de las malezas se podría hacer en un sistema integrado que podría ser obligatorio pero rentable para el futuro económico de la producción de algodón en Colombia.

## *Herbicidas usados en el cultivo del algodón*

**L**os herbicidas disponibles en el mercado que se pueden usar en el cultivo del algodón son múltiples. Los más comerciales se muestran en la Tabla 2. De ellos se destacan los siguientes:



*Control de malezas de algodón con productos químicos*

### ***Postemergente MSMA (Master 720 L***

- **Época:** Post-emergente. Aplicado cuando las malezas se encuentran pequeños, y sobre el cultivo cuando se encuentra entre dos hojas verdaderas y antes de presentarse el primer botón floral. Una segunda aplicación, si necesita, 1 a 3 semanas después de la primera dirigida a las calles formadas por los surcos.
- **Dosis:** 2.5-3.0 litros + coayudante/200 litro
- **Precauciones:** Permanecer la boquilla fuera del área foliar. No aplicar después de la aparición del primer botón floral, las plantas tratadas no usarlas para alimentación de ganadería. No debe aplicarse cuando el cultivo del algodón presente estrés por sequía o humedad.

- Rotación de cultivos: No reporta información sobre limitantes con estos cultivos.

Tabla 2. Herbicidas para el control de las malezas del cultivo del algodón

Producto	Época de aplicación				
	Pre-Siembra	Pre-emergente	Post-emergente	Sepa-rado	Mcz-clado
MSMA			X		
Fluometuron	X	X	X		
Fluometuron + Metolachlor		X			X
Pendimetalina + Fluometuron	X	X		X	
Fluometuron + Trifluralina	X	X	X	X	X
Trifluralina + Fluometuron	X	X		X	
Fluometuron + MSMA			X		X
Diuron	X	X	X		
Diuron + MSMA			X		X
Metolachlor	X	X			
Fluazifop - P- butyl			X		
Oxyfluorfen	X		X		
Paragat	X		X		
Trifluralina + Diuron	X	X		X	
Pendimetalina	X	X			
Glifosato	X	X	X		X
Paragat + Diuron	X	X			
Trifluralina	X		X		
Fluometuron + Alachlor		X			X
Glufosinato de Amonio	X		X		
Alachlor	X	X			
Fluometuron + Diuron		X			X

Fuente : A.G. Conveltant. 1989. Cotton

### **Presiembra, Pre-emergente, Postemergente FLUOMETURON (Cotoran 500 SC)**

- Época: Presiembra incorporado, pre-emergente o post-emergente. La aplicación dirigida o semidirigida puede aplicarse a cualquier altura

de la planta de algodón cuando se encuentre por encima 8 cm o parezcan las primeras hojas verdaderas.

- Dosis: Para suelos ligeramente arcillosos y arenosos 2.0-2.5 litros/ha en zonas que los suelos son arenosos y bajos en materia orgánica de 1.0-1.5 litro/ha.
- Precauciones: No hacer más de 3 aplicaciones en un año, humedades altas del suelo causadas por lluvias o un riego para germinación el herbicida se activa. Dada las condiciones ambientales que predomina la sequía, la actividad del herbicida puede permanecer o reducirse, las plantas tratadas con el herbicida no deben utilizarse para alimentar el ganado.
- Rotación de cultivos: El algodón, el sorgo y el maíz pueden ser sembrados en la siguiente siembra, con otros cultivos debe sembrarse después de un año de la aplicación.

***Presiembra, Pre-emergente, Postemergente  
DIURON (Karmex W.G)***

- Época: presiembra: Aplicarse después de la preparación del suelo y preirrigación.
  - Dosis: Para las siguientes texturas de suelo: Franco arenoso: 0.7-0.8 kg/ha, arcilloso arenoso: 1.0-1.5 kg/ha y franco arcillosos-limoso 2.5-3.0 kg/ha, en mezcla de 200-300 litros/ha.
  - Precauciones: No debe excederse de 3.0 kg/ha en un mismo cultivo. No usarlo en suelos arenosos porque puede causar fitotoxicidad (intoxicación al cultivo).
  - Cultivos de rotación: No sembrar cultivos diferentes a algodón, maíz o sorgo granífero sobre campos tratados por un año después de la aplicación.
- 
- Época: Pre-emergente
  - Dosis: 0.67-2.25 kg/ha dependiendo la textura del suelo en 250-350 litro/ha de mezcla
  - Precauciones: Aplicar inmediatamente después de la siembra, no debe usarse en suelos arenosos porque causa problemas de fitotoxicidad. No aplicar donde el algodón está sembrado en el sistema convencional, es aplicado donde el algodón es sembrado sobre caballones durante un periodo. No exceder de las dosis recomendadas.
  - Cultivos de rotación: Las mismas restricciones anunciadas anteriormente.

- Época: Post-emergencia: Aplicarlo cuando el algodón tenga al menos 15 cm de alto, cuando las malezas no excedan de 5 cm.
- Dosis: 0.56 kg/ha en 250-350 litro/ha agua, adicionar un coayudante que permita mayor absorción al herbicida, usar pantalla.
- Precauciones: No aplicar sobre el algodón, use 20-25 psi y ajustar las boquillas a un mínimo contacto con las hojas de algodón no exceda de 2 kg/ha.
- Cultivos de rotación: Las mismas restricciones anunciadas anteriormente.

### ***Presiembra; Pre-emergente METOLACHLOR (Dual Gold)***

- Época: a) Presiembra incorporada: Aplicarlo e incorporarlo 2-3 cm de profundidad al suelo inmediatamente antes de la siembra pero antes que el cultivo y las malezas emerjan. El algodón puede ser sembrado bajo la zona de incorporación.
- b) Pre-emergente: Se aplica sobre la superficie del suelo en el momento de la siembra o después de la siembra pero antes que las malezas y el cultivo emerge.
- Dosis: 1.50-2.50 litros/ha
- Precauciones: No debe aplicarse sobre suelos arenosos o arcillosos arenosos o en áreas donde el agua comúnmente se encharca sobre el área donde se siembra que pueden ocurrir daños al cultivo. No aplicarlo total a algodones sembrados en surco.
- Cultivos de rotación: Se pueden sembrar arroz, maíz y sorgo en la siguiente siembra.

### ***Postemergente Fluazifop-p-batyl (Fusilade 2000EC)***

- Época: Post-emergencia: Aplicar cuando las gramíneas se encuentran activamente en crecimiento, hacer la ultima aplicación antes que se presente cápsulas abiertas.
- Dosis: 1.5-2.0 litros/ha dependiendo de las gramíneas y área geográfica.
- Precauciones: Aplicarlo cuando se encuentra el crecimiento de las gramíneas activas usando 0.5%-1% v/v coadyuvantes basados en aceite a 0.25%-0.5% v/v surfactante no-ionico. Durante el ciclo del cultivo

algodonero puede aplicarse un total de 7.0 litros/ha, tener referencia el tíquete de instrucciones para dar un uso eficiente y seguro.

- Cultivos de rotación: No se puede sembrar maíz, sorgo u otros cereales dentro de 60 días de la última aplicación de Fusilarc 2000 E.C.

### ***Presiembra, Postemergencia OXYFLUORFEN (Goal 2 EC)***

- Época: Presiembra: Aplicarlo después de preparar el suelo y dejarlo mínimo 10-15 días antes de la siembra del algodón. La mejor pre-emergencia resulta cuando el óptimo es de 3.0 litros/ha. La post-emergencia adecuada resulta cuando las plántulas de las malezas se encuentran menos de 4 hojas.
- Dosis: 1.5-3.0 litros/ha adicionarle un coayudante
- Precauciones: El algodón puede sembrarse 15 días o más después de la siembra. Puede incorporarse a una profundidad de menos de 5 cm antes de la siembra. No puede aplicar este producto en cualquier sistema riego. Puede mezclarse con Diuron o Glifosato.
- Cultivos de rotación: No hacer rotación con cualquier otro cultivo que algodón o soya por 10 meses seguidos de la aplicación.

### ***Presiembra, Postemergencia GLIFOSATO (Round-up)***

- Época: Pre-emergente: Aplicar antes de la emergencia del algodón, hacer el tratamiento después de la emergencia del cultivo causa muerte a éste. Aplicarlo a la área foliar de las malezas cuando se encuentren en crecimiento activo.
  - Dosis: 2.5-3.5 litros/ha en mezcla de 250-300 litros de agua más un coayudante indicando de acuerdo con las condiciones presentadas y dependiendo el estado de las malezas.
  - Precauciones: No debe aplicarse cuando es evidente la presencia de lluvias. No es un herbicida residual. No mezclarlo con fertilizante. Debe seguirse las instrucciones que presenta la etiqueta.
  - Cultivos de rotación: No tiene restricciones con otros cultivos.
- 
- Época: Post-emergencia: Aplicarlo después de la emergencia de las malezas y el cultivo, cuando las malezas presenten una fase de crecimiento propicia para el control.

- Dosis: Depende del estado en que se encuentre las malezas que estarían entre 2.0-3.0 litros/ha para malezas anuales.
- Precauciones: Debe tenerse cuidado para evitar el contacto con el algodón. Utilizar pantalla o boquillas tipo T K para hacer una aplicación dirigida a la malezas que se encuentra esta los surcos.
- Cultivos de rotación: No hay restricciones.

***Presiembra - Postemergencia  
TRIFLURALINA (Treflan EC)***

- Época: Pre-emergente: Aplicar e incorporar antes de la siembra y sembrar inmediatamente.
- Dosis: 1.0-3.0 litros/ha dependiendo la textura del suelo y localización.
- Precauciones: Incorporarlo una vez o un día después de la aplicación. No necesita lluvia o riego para activarlo, resiste a la lixiviación. Tener en cuenta las recomendaciones dadas en la etiqueta.
- Cultivos de rotación: Cuando el Treflan es aplicado en doble tratamiento, la planta de arroz solamente y estos cultivos, por lo tanto se debe aplicar en presiembra o puede resultar dañoso.

-----  
**POST**

- Época: Post-emergencia: Aplicación dirigida. Puede ser aplicado en cualquier tiempo pero no menos que 90 días antes de la cosecha.
- Dosis: 1.5-3.0 litros/ha dependiendo de la textura del suelo
- Precauciones: Incorporarlo dentro de las 24 horas después de la aplicación puede acompañarse con un azadón rotativo para cultivar. Con un solo pase se incorporaría el Treflan cuando el equipo está acondicionado a las direcciones de la etiqueta pero tener cuidado con las aplicaciones seguidos o la sobredosis.
- Cultivos de rotación: Sorgo gramífero o arroz puede ser sembrado en el siguiente semestre teniendo en cuenta que entre la aplicación y la nueva siembra tenga más de tres (3) meses.

***Presiembra, Pre-emergencia  
PEDIMETALINA (Prowl 400 / Stomp 330 C.E.)***

- Época: a) Pre-siembra incorporando: Aplicarlo antes del cultivo. Incorporándolo dentro de los siete (7) días después de la aplicación antes de la siembra.

b) Pre-emergente. Aplicarlo en el momento de la siembra o dos (2) días después de la siembra.

- Dosis: 1.8-3.5 litros/ha dependiendo del tipo de suelo
- Precauciones: Las condiciones ambientales adversas pueden causar problemas en la emergencia. Las aplicaciones PSI pueden presentar problemas en la emergencia causando se efectúen resiembras. Debe tener referencias de las instrucciones presentadas en la etiqueta que presenta el envase.
- Cultivos de rotación: Los campos tratados de textura liviana.

## *Condiciones para obtener un buen manejo de malezas*



*Cultivo de algodón con buen manejo de malezas*

**P**ara tener éxito en el manejo de las malezas se requiere:

- Seleccionar el herbicida o la combinación de herbicidas más efectivos, según las malezas que se espera o se encuentran en el campo.

- Si en el campo se encuentra Bejuco o Batatilla (*Ipomoea* sp) utilizar unamezcla a base de Fluometuron.
- Si existen infestaciones de gramíneas utilizar herbicidas graminicidas pre-emergentes (Metolachlor) y post-emergentes selectivos (Fluazifop-P-butyl).
- Si el campo está infestado de Coquito (*Cyperus rotunds*) hacer aplicaciones dirigidas post-emergentes (Glifosato y MSMA) y reducir al mínimo las labores mecánicas como cultivadas y aporcadas.
- Aplicar las dosis adecuadas a la textura del suelo.
- No utilizar Diuron, Fluometuron o Metolachlor como únicos herbicidas para suelos de textura liviana o arenosa.
- Seleccionar la selectividad de los herbicidas para el algodón en cuanto a las dos primeras fases de crecimiento (vegetativa - floración).

Herbicidas como Diuron o Fluometuron deben ser descartados en campos algodoneros con drenajes restringidos, suelos compactos o con capas endurecidas (Hard-pan o Clay-pan).

### Control gramíneas

Lazo	Prowl
Treflan	Cotoran
Karmex	Fusilade
Dual	Select

Para seleccionar un herbicida pre-siembra incorporada como una Trifluralina o Metolachlor, se debe tener en cuenta:

- Que el suelo tenga una labranza adecuada.
- Incorporar el herbicida al suelo, preferiblemente, cuando éste esté seco.
- La incorporación profunda o superficial depende de las condiciones físicas del herbicida al contacto con el suelo.

Para elegir herbicidas no selectivos para la labranza de conservación en pre-siembra se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Que los herbicidas no presenten residualidad que afecte el establecimiento del cultivo del algodón.

- Aplicar los herbicidas sobre una cobertura de malezas o de socas del cultivo anterior e inmediatamente hacer la siembra.
- Utilizar volúmenes altos (300-400 litros/ha), con boquilla tipo abanico que tenga la capacidad de aplicar los volúmenes recomendados.

Para herbicidas o mezcla de pre-emergentes, se debe tener en cuenta que:

- El campo se encuentre en óptimas condiciones de laboreo.
- Inmediatamente después de la siembra hacer las aplicaciones, es decir, antes de la emergencia de las plántulas del algodón y de las malezas.
- Debe haber humedad adecuada en el suelo para obtener una buena efectividad del herbicida. En suelos secos la eficiencia del herbicida es reducida o nula y en suelos demasiado húmedos el herbicida se puede lixiviar rápidamente. Además, acompañados de altas temperaturas se pueden volver tóxicos para el cultivo.
- Las cultivadas y aporcadas se deben demorar el máximo posible.

Cuando se requiere una aplicación post-emergente, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los post-emergentes no selectivos (Glifosato) deben ser dirigidos a la base de la planta sobre el espacio dejado entre los surcos.
- Debe usarse boquilla tipo abanico (cortina) con pantalla con el objetivo de proteger al cultivo. Cuando la aplicación es manual, se usa la T K.
- Las aplicaciones se inician con la aparición de botones florales, o más tarde.
- Las malezas deben encontrarse en la fase vegetativa para que la asimilación del herbicida sea óptima y así obtener un control eficiente.

Cuando se usa herbicidas selectivos debe tenerse en cuenta las instrucciones que se encuentran en la etiqueta porque su selectividad está condicionada a las fases de crecimiento o etapas de desarrollo de la planta del algodón.

Los volúmenes de aplicación por hectárea deben ser:

Con bomba manual	400 litros.
Con fumigadora autopropulsada	200 litros.
En fumigaciones aéreas	20 galones

En este caso se debe banderiar el lote para lograr la mejor distribución del herbicida.

Debe establecerse un plan de rotación de herbicidas integrando los cultivos de rotación, con el objetivo de lograr un manejo de las malezas eficiente y evitar la presencia de malezas tolerantes a un determinado herbicida.

El período crítico de competencia de malezas con el cultivo de algodón esta comprendido entre las apariciones de botones y la flor blanca posición uno.

## *Conceptos nuevos para el manejo de las malezas*

El manejo de las malezas en las regiones algodoneras se empieza con el sistema de labranza (cincelada, arada de disco y/o rastra) o la aplicación de herbicidas en presiembra para el control de la vegetación antes de la siembra. El Glifosato o el Paraquat solos o en combinación con el Oxyfluorfen o Diuron son aplicados en mínima y no labranza (Tabla 2). El Diuron u Oxyfluorfen presentan residualidad en el suelo reduciendo la reinfestación.

El sistema labranza convencional, la Pendimetalina o Metalachlor son aplicados sobre la superficie del suelo en combinación con herbicidas pre-emergentes (Fluometuron, Clomazone) para el control de las malezas de hoja ancha. El Paraquat es usado si las malezas han emergido.

En la siembra convencional, las malezas emergidas son destruidas por implemento mecánicos (cultivadoras, aporcadoras o azadones rotativos). Herbicidas del grupo como dinitoanilinas (Prowl, Treflan) son incorporados en el mismo tiempo de la preparación del suelo. Los herbicidas pre-emergentes (Cotoran) son usualmente aplicados en banda. Casi toda el área es tratada con Cotoran.

El Command es primariamente usado para mejorar el control del Cardo Amarillo y Batatilla. Los insecticidas son necesitados para darle seguridad a una siembra para proteger el algodón. El MSMA es uno de los tratamientos más efectivos para la Batatilla y Coquito. Los caprichos

del tiempo pueden favorecer el complicado control de las malezas en una región. Una excesiva lluvia después de la siembra puede remover el herbicida de una zona eficaz en el suelo. Si esto sucede las malezas escapan. A veces no son suficiente las lluvias para activar los herbicidas pre-emergentes. De otra manera, las malezas escapan bajo condiciones ambientales como alta humedad relativa y nubosidad promueven el crecimiento de las maleza. Las malezas más altas que el algodón no son fácil para el control con herbicidas post-emergentes. Herbicidas selectivos (Fusilada, Select) reemplaza el MSMA para el control de gramíneas. El MSMA es todavía usado para el post-control de malezas de hoja ancha que escapan especialmente la Batatilla. En 1996 el herbicida Staple aplicado en post-emergencia sobre malezas pequeñas, la actividad da crecimiento de las malezas de hoja ancha fue un efectivo control o la Batatilla o Bledo. Resultados obtenidos han sido satisfactorios con Staple cuando es usado con un buen programa de pre-emergencia y aplicaciones oportunas en post-emergencia dirigida.

En 1997 fueron disponible comercialmente variedades de algodón selectivos al Glifosato. Las variedades tolerantes al Glifosato hasta cuando se encuentra a la cuarta hoja. Después las aplicaciones son dirigidas a la base de la planta. Una aplicación puede hacerse sobre la planta una vez el cultivo tenga un 20% de cápsulas abiertas. Las dosis del Glifosato serán seleccionadas de acuerdo con las especies de las malezas y las recomendaciones dadas por el herbicida. Los agricultores consideraran que con el Glifosato pueden eliminar algunos herbicidas pre-emergentes los cuales son aplicados al suelo o en el momento de la siembra. Sin embargo, si estos herbicidas son eliminados es necesario un manejo cuidadoso para asegurar la apropiada aplicación del Round Ultra para el control temprano de las malezas. Con o sin tecnología del Round-up Ready, la economía y eficacia de la incorporación de los herbicidas dinitroanilima se hacen irremplazables. Como cualquier otro herbicida, ellos deben ser aplicados correctamente para ser efectivo. Para muchas semillas pequeñas de las malezas de hoja ancha y angosta estos productos las elimina, los tratamientos post-emergentes son menos efectivos que el Treflan y Prowl que expresa un excelente consiste control de las malezas. Muchos estudios de las variedades. Muchos estudios de las variedades tolerantes al Round-up Ready son necesarios para determinar mejor su rendimiento potencial.

## *Manejo de las malezas en el sistema de no labranza*

**L**a no labranza puede ser usada sobre campos con pradizos (empradizados) o con residuos con socas tales como: maíz, sorgo, arroz o soya. En este caso el control de malezas puede requerir diferentes herramientas químicas para cada situación. Existen campos en los cuales es difícil hacer un buen control de malezas. El manejo previo del campo es importante para este efecto.

Si el campo se ha limpiado de los residuos de los cultivos dejados después de la cosecha, el control de las malezas y el establecimiento del cultivo del algodón pueden ser más exitosos que si los residuos de cosecha han sido acumulados. Los residuos pueden interferir con el establecimiento físico de las plantas de algodón. Excesivos residuos de cosecha absorben los herbicidas aplicados al suelo, interfieren con la operación deseada con el disco de corte donde se coloca la semilla, y lo más importante, resulta un pobre cierre del suelo sobre la semilla limitando el deseado contacto de la semilla con el suelo.



*Cultivo de algodón con manejo de malezas en sistema de no labranza*

El manejo de las malezas debe ser programado y no es posible lograrlo de un semestre a otro. Para lograr un exitoso manejo de ciertas malezas endémicas (*Ipomoea* sp) se requiere más de dos años para ejercer un control integrando el manejo de las malezas con el cultivo de rotación.

Se puede iniciar el programa de control de malezas mediante los métodos, clases de herbicidas y dosis del sistema tradicional, de mancha tal que en unos años y con el manejo sucesivo de siembra cero labranza, desaparezcan las malezas a las cuales fue dirigido el control. Esto significa que el manejo de las malezas debe ser programado durante el sistema de no labranza, como una herramienta vital para tener éxito.

Corpoica en su Centro de Investigación Nataima, localizado en El Espinal hizo algunos experimentos para determinar el efecto de algunos herbicidas no selectivos para controlar las malezas del algodón cultivado con labranza cero. Los herbicidas fueron aplicados como post-emergencia dirigida al espacio formado por los surcos cuando el algodón se encontraba entre 10 a 12 nudos (Tasa Vigor entre 2-3 cm/nudo). Se observó un óptimo control de malezas sin afectar el rendimiento del algodón (Tabla 3).

Tabla 3. Herbicidas usados en post-emergencia dirigidos

HERBICIDAS		DOSIS/ha	
Nombre común	Nombre comercial	cant.	unidad
Glifosato	Round-up	3.0	Litros
Diuron	Karmex WG	1.0	Kilos
Glufosinato de Amonio	Basta	1.5	Litros
Oxyfluorfen	Goal 2E	1.5	Litros
Glifosato + MSMA	Round-up + Master 720	2.0 + 2.0	Litros
Glufosinato de Amonio + MSMA	Basta + Master 720	1.0 + 2.0	Litros
Diuron + MSMA	Kermex WG + Master 720	1.0 + 2.0	kg y litros

Fuente: Manejo agronómico y ecofisiología de cultivos. Corpoica. C.I. Nataima. El Espinal.

El control de malezas en pre-emergencia se hace inmediatamente después de la siembra y antes de la emergencia. Es una práctica útil para el cultivo del algodón porque se puede lograr buenos resultados, cosa que es difícil de obtener con aplicaciones de Glifosato. Dependiendo de la dosis se pueden controlar las malezas de hoja ancha y angosta, anuales y perennes.

en niveles que se pueden calificar de buenos a excelentes en comparación con los logrados con los herbicidas no selectivos en aplicaciones dirigidas (Tabla 4.). Debido a sus características, los herbicidas que se utilizan con labranza cero solo deben ser usados en presiembra. Estos productos no actúan sobre semillas ni cortezas y no tienen efecto residual.

Tabla 4. Niveles estimados de control de malezas post.

Herbicidas											Selectividad al algodón**	
	Guardarocío	Pata de gallina	Coquito	Bledoblanco	Batailla	Atarray	Verdolaga	Meloncillo	Lagana de perro	Tripa de pollo		Balsillas
Glifosato	9	9	8	8	9	9	9	3	7	9	7	Excelente
Diuron	8	8	0	7	8	8	8	6	8	8	8	Bueno
Glufosinato de	8	8	8	8	8	8	8	9	7	7	7	Excelente
Oxyfluoren	8	7	7	7	9	7	8	6	7	8	7	Regular
MSM	8	7	7	3	6	8	8	3	7	6	6	Bueno
Glifosato +	8	8	7	9	8	9	9	6	8	7	7	Excelente
Diuron +	9	8	7	9	7	9	9	6	8	8	8	Bueno
Glufosinato de amonio	8	8	7	8	9	9	9	8	9	9	9	Bueno
Oxyfluorfen + MSMA	8	8	7	9	8	8	8	8	7	7	7	Bueno

\* Nivel de escala: 0-3 No. ligero; 7-8 Bueno; 9

Fuente: Weed Control Guidelines for Mississippi State University

En síntesis, los resultados de la investigación de Corpoica en el C.I. Nataima demuestran que las aplicaciones de herbicidas no selectivos en el cultivo del algodónero cultivado bajo el sistema de labranza cero, es una efectiva alternativa en los programas tradicionales de control de malezas. No obstante, el éxito en el manejo de las malezas en el sistema de no labranza depende del manejo previo y de un buen control de la cobertura existente y las malezas que se presentan a través del ciclo del algodónero.

El control de las malezas en este sistema de labranza requiere diferentes herbicidas para cada situación. Los rendimientos y los retornos económicos netos no fueron grandes al comparar este sistema de control de malezas

con el sistema de labranza convencional. Pero hubo menor uso de herbicidas y se ahorraron muchas labores mecánicas (cultivadas/aporcadas), obteniendo igual cantidad de algodón semilla, lo que permitió obtener unos rendimientos y un retorno económico neto similares a los logrados con el sistema de labranza convencional.

## *Respuesta del algodón a la reducción de labores en el manejo de las malezas*

Las áreas agrícolas de mínimo laboreo se han incrementado en algunas regiones algodonerías de Colombia para mejorar el control de la erosión y la retención del agua en el suelo. En otras regiones conservacionistas, el laboreo ha sido mínimo porque el manejo de las plagas, incluyendo el control de malezas, es difícil.

En las regiones algodonerías del Tolima, los métodos de reducción de laboreo en el manejo de las malezas pueden ser utilizados. Carreker et al, 1977 reportan que las siembras sobre un césped de malezas tales como Pasto Bermuda exhiben una gran productividad porque reduce la erosión del suelo y la retención de agua. Sin embargo, el Pasto Johnson reduce los rendimientos del algodón-semilla en los Estados Unidos. Las malezas tienen un crecimiento rápido formando un espeso césped que crece en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, sobre una amplia variedad de suelos, especialmente cuando ellas están bien adaptadas a suelos con altos contenidos de arcilla.

El mayor incremento de malezas y su crecimiento vegetativo temprano se presentan en la estación de lluvias. Un manejo conservacionista de malezas, especialmente con un sistema de labranza de conservación con el objetivo de favorecer un desarrollo óptimo al sistema radicular durante la fase de crecimiento vegetativa y en las primeras etapas de desarrollo de la fase de crecimiento reproductiva (floración).

En el manejo de las malezas se incluye el cultivo de rotación y el desbrozamiento de las malezas antes de semillar entre el cultivo de rotación y el

algodón. Con el conocimiento de las fuentes de disponibilidad durante la competición interespecífica puede ayudar a determinar las estrategias del manejo de las malezas, se necesita identificar las que compiten con el algodón usando el mínimo laboreo con relación al manejo de las malezas.

Mediante la tasa de crecimiento se ha determinado que el crecimiento máximo ocurre en el cambio de la fase de crecimiento vegetativo a la reproductiva. Esta tasa puede indicar también el nivel de competencia de las malezas al cultivo. De otra parte, el índice del área foliar de los cultivos es un buen indicador del crecimiento de la planta con relación a la competencia de las malezas.

Los resultados obtenidos con laboreos mínimos de remoción del suelo y la combinación de aplicaciones de herbicidas pre-emergentes y labores mecánicas (cultivadas/aporcadas), se agruparon los tratamientos con y sin herbicidas, haciendo un análisis de crecimiento comparado con los rendimientos. En las curvas tenidas a través de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) se obtuvo que los tratamientos con herbicidas presentan una reducción de biomasa durante el ciclo del cultivo comparado con los tratamientos sin herbicidas. Por consiguiente, se afecta el rendimiento de algodón-semilla. (Figura 3).

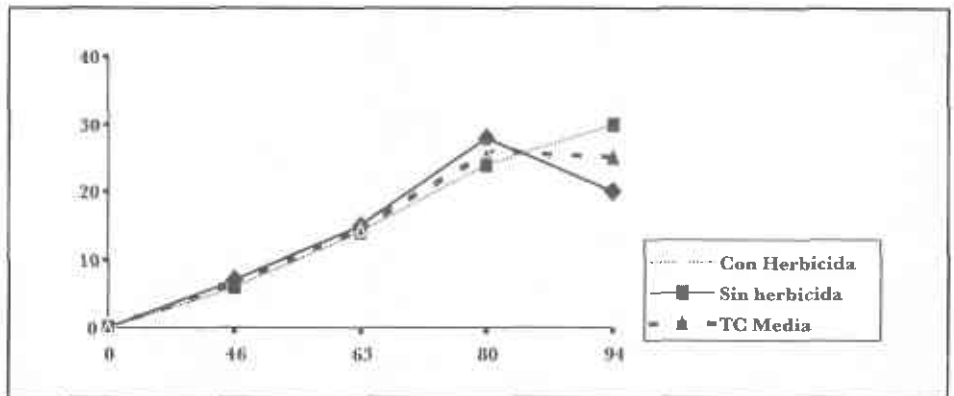


Figura 3. Tasa absoluta de crecimiento del algodón con y sin herbicida Pre-emergente

La interacción manejo de las malezas-algodón en un sistema mínimo de laboreo, indica que el uso indiscriminado de los herbicidas y el sobrelaboreo afectan el crecimiento y desarrollo de la planta de algodón, obtenién-

dose una Tasa de Vigor (TV), Índice de Área Foliar (IAF) y rendimiento de algodón-semilla, bajos comparados con lo obtenido cuando se utilizó el mínimo laboreo (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Índice del área foliar y rendimiento de algodón-semilla<sup>1</sup>

Tratamiento <sup>2</sup>	Índice de área foliar después de emergencia			Rendimiento Algodón-semilla kg/ha
	Fase de crecimiento			
	Vegetativa	Reproductiva	Maduración	
No Herbicidas	0.21 a <sup>1</sup>	1.04 a	2.50 a	2982 a
Fluometuron + Pendimetalina	+0.18 a	0.94 a	2.25 a	2780 a

Manejo agronómico y ecofisiología de cultivos. C.I. Nataima CORPOICA 1996

<sup>1</sup> La letra a indica que no hay diferencia significativa al 0,05, según el Test Fischer's Protected LSD.

<sup>2</sup> Se agruparon los tratamientos con y sin herbicidas sin tener en cuenta las labores complementarias.

Tabla 6. Comparación de las tasas de vigor del algodón con el manejo de las malezas en fases de crecimiento

Herbicidas	Tasa de vigor (cm/nudo)		
	Vegetativa	Reproductiva	Maduración
No Herbicidas	1.76 - 1.91	2.10 - 3.40	4.38 - 4.83
Fluometuron + Pendimetalina	1.69 - 1.84	1.87 - 3.35	4.21 - 4.71

Fisiología de cultivos C.I. Nataima 1996

La reducción de labores mecánicas en el manejo de las malezas en el cultivo del algodón integrando el semestrc no algodónero, se logró en el semestre algodónero un control de malezas endémicas reduciendo un 50% de las labores comparado con las convencionales.

El manejo de las malezas debe ser planificado y no es posible lograrlo en un ciclo del cultivo a otro. De acuerdo con los resultados se requiere por lo mínimo un año para ejercer el control en ciertas malezas endémicas comunes en los campos algodóneros para establecer un programa adecuado tales como el uso de herbicidas pre-emergentes complementado con un uso mínimo de laboreo con implementos adecuados (escardillos y/o azadón rotativo).

Es necesario considerar los cultivos de rotación para analizar las labores agrícolas de cada uno de ellos e interrelacionarlas para decidir sobre el método más eficiente en el manejo de las malezas, evitando la formación de semillas y se propaguen, lográndose con el uso de implementos mecánicos racionalmente obtener rendimientos por encima del 70% del manejo convencional de las malezas y los costos decrecieron en un 50%. Bajo estos resultados es necesario un adecuado programa de manejo de las malezas tales como: el uso racional de herbicidas pre-emergentes y las labores mecánicas complementadas de acuerdo con el desarrollo del ciclo del algodón.

## *Referencias bibliográficas*

- AG Consultant. 1989.** Cotton. En: Meister Publishing Company (ed) Weed Control Manual 1989 and Herbicide Guide. Willoughby, USA. pp 115-131.
- Anderson, W.P. 1983.** Methods of weed control. En: West Publishing Company (ed). Weed Science: Principles. USA. pp 65-118.
- Appleby, A.P. 1967.** Some general principles of weed control. In: Proceeding first Asian Pacific weed control inter change. East-West Center, University of Hawaii, Honolulu, 12-22 June 1967. pp. 20-21.
- Beversdorf, W.D. 1987.** Classical approaches to the development of herbicide tolerance crop cultivars. En: H.M. Le Baron *et al* (ed). Biotechnology in agricultural chemistry. Washington. pp. 108-114.
- Buchanan, G.A., C.S. Hoveland, V.L. Brown, and R.N. Wade. 1975.** Weed population shifts influenced by crop rotations and weed control programs. Proc. South. Weed Sci. Soc. 28:60.
- Carreker, J.R., S.R. Wilkinson, A.P. Barnett, and J.E. Box. 1977.** Soil and water management systems for sloping land, Agri. Res. Serv. - South.
- Chase, R.W. and Meggitt, W.F. 1976.** No till corn: 4 weed control. Cooperative Extension Service. Michigan State University. Extension Bulletin E-907. East Lansing, 2 p.

- Cotton Physiology. 1986.** Jack R. Mauney and James M.D. Stewart. The Cotton Foundation. Publisher. Memphis USA.
- Crop Safeners for Herbicides 1989.** K.K. Hatzios and R.E. Hoagland Academic Press, INC. San Diego USA.
- Crovetto, L.C. 1992.** Control de malezas. In: Editorial Universitaria (ed), Rastrojos sobre el suelo. Introducción a la cero labranza. Chile. pp. 171-187.
- Culpepper, A.S. and Yark, A.C. 1998.** Weed management in glyphosate tolerant cotton, The Journal of Cotton Science. 2:174-185.
- De Datta, S.K. 1981.** Weed and weed control in rice. In: John Wiley & Sons (ed). Principles and practices of rice production. New York. Pp. 460-507.
- Díaz-Delgado, A. 1998.** Manejo tecnológico de los cultivos de sorgo y maíz. Corpoica-SENA. Pp. 18-23.
- Díaz-Delgado, A. 1996.** Monitoreo del algodón por medio de la posición de la flor blanca. Convenio SENA-SAC-CONALGODON-Fondo de Fomento Algodonero. Corpocia. C.I. Nataima. El Espinal. 20 p.
- Duke, S.O. 1986.** Microbially produced phytotoxins as herbicides-a perspective. In: A.R. Putnam and C-s. Tang, The Science of allelopathy. USA. pp. 287-304.
- Ferrero, A. 1996.** Prediction of *Heteranthera reniformis* competition with flooded rice using day-degrees. Weed Research. 38: 197-201.
- Fitter, A.H. and Hay, R.K.M. 1987.** Interactions between organisms. In: Academic Press (ed). Envirometal Physiology of Plants. London. pp.300-311.
- Guthrie, D. 1993.** Weed management, Cotton Physiology Today. 4 (4):p 1-8.
- Hance, R.J. 1987.** Control de malezas y prácticas culturales. IN: H.R. Gerber y F. Ker (ed). Introducción al control de malezas. Basilca. pp 28-34.

- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho, and J.D. Herberger. 1977.** The world's worst weeds, distribution, and biology. University Press of Hawaii, Honolulu. pp. 495-499.
- Hoveland, C.S. G.A. Buchaman, and M.C. Harris. 1976.** Response of weeds to soil phosphorus and potassium. *Weed Sci.* 24:194.
- Jones, M.A. and Snipes, C.E. 1999.** Tolerance of transgenic cotton to topical applications of glyphosate. *The Journal of Cotton Science.* 3:19-26.
- Knake, E.L. and Mc Glamery, M.D. 1984.** Nitrogen use and weed control. In: R.D. Hauck (ed). *Nitrogen in crop production.* USA.
- Liebma, L. Drummond, F.A., Corson, S. and Zhang, J. 1996.** Tillage and rotation crop effects on weed dynamics in potato production systems. *Agronomy Journal.* 88:18-26.
- Metabolism of Herbicides. 1982.** K.K. Hatzios and D. Penner. Burgess Publishing Company. Minneapolis.
- Mode of Action of Herbicides. 1981.** F.M. Ashton and A.S. Crofts. Second Edition. John Willey & Sons. INC. New York.
- Navarrete, L. and Fernández, C. 1996.** The influence of crop rotation and soil tillage on seed population dynamics of *avena Sterilis* ssp. *Ludovicama.* *Weed Research.* 36:123-131.
- Priwer, H. 1980.** Guide to the identification of common weed seedling of Michigan. Cooperative Extension Service Michigan State University, Extension Bulletin E-1363. East Lansing. 8p.
- Ridgway, R.L., A.A. Bell, J.A. Weech, and J.M. Chandler. 1984.** Cotton protection practices in the USA and world. *Weed control.* R.J. Kahel and C.F. Lewis, Cotton. USA. pp 331-361.
- Snipes, C.E. Colvin, D.L. Patterson, M.G. and Crawford, S.H. 1992.** Cotton (*Gossypim hirsutum*) yield response to cultivation timing and frequency. *Weed Technology.* 6:31-35.

- Swanton, C.J., Vyn, T.J., Chandler, K and Shrestha, A. 1998.** Weed management strategies for no till soybean (*Glycine max*) grown on clay soils. *Weed Technology* 12:660-669.
- Thill, D.C. 1992.** Teaching weed science in the future. *Weed Technology* 6:166-170.
- Weber, J.B.; J.A. Best and W.W. Witt. 1974.** Herbicide residues in weed species shifts on modified soil field plots. *Weed Sci.* 22:427.
- Weed Science: A Laboratory Manual. 1984.** W. Meggitt (ed), Michigan State University. East Lansing. USA.
- Wrona, A.F. et al. 1997.** New ways to manage weeds, *Cotton Physiology Today*. 2(1): p1-2.
- Yepes, J.H. y Chaves, R. 1971.** Recomendaciones sobre el control de malezas para el algodón en Colombia. Cosecha 1971-1972. Federalgodón, Boletín No.46. Bogotá - pp 25-30.
- Yepes, J.H. 1974.** Control de malezas en el cultivo del algodón. Federalgodón. Boletín Técnico. Bogotá. 38 p.