

37

Circular
Técnica

Campina Grande, PB
Agosto, 2000

Autores

**Napoleão Esberard de
Macêdo Beltrão**
Eng. agrôn., D.Sc., da
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário,
CEP 58107-720, Campina Grande-PB
E-mail: napoleao@cnpa.embrapa.br

Herbicidas, Competição e Combate as Plantas Daninhas na Cultura do Algodão



1. Introdução

Em todas as culturas, os princípios mesológicos assumem papel de importância vital, especialmente os dos fatores limitantes, ampliação por Taylor da lei do mínimo de Liebig, considerando para todos os fatores de produção e o que diz que o meio é holocenótico, não havendo barreiras entre os fatores, estando as plantas em condições ecofisiológicas condicionadas, simultânea e coletivamente, por todos os

fatores do meio (Baier, 1973). Entre os fatores de produção e insumos tecnológicos utilizados nas culturas, o combate às plantas daninhas ou infestantes, visando livrar ou reduzir a interferência (competição e alelopatia) sobre as culturas, juntamente com a adubação, assume papel de destaque (Fernández, 1982, Thompson Junior, 1984 e Powles et al., 1996) sendo que, se não controladas, as plantas daninhas podem reduzir até mais de 90% da produção do algodão (Azevêdo et al., 1992) e a adubação é considerada o principal fator de aumento de produtividade de todas as culturas, a nível mundial. Na cotonicultura mundial estima-se que cerca de 30% da produção são perdidos devido à competição e alelopatia causadas pelas plantas daninhas (Niето, 1968) o que significa, atualmente, cerca de 5,92 milhões de toneladas de pluma, o suficiente para quase sete anos de consumo industrial no Brasil, um dos maiores do mundo, sendo a produção global estimada, para 1998, em 19,75 milhões de toneladas (International Cotton Advisory Committee, 1998). Desta forma, verifica-se que as plantas daninhas, erroneamente às vezes denominadas invasoras pois, na verdade, são infestantes, são responsáveis, comprovadamente, por perdas significativas nas explorações agropecuárias. Das 350 mil espécies de plantas superiores existentes e já descritas, 30 mil são consideradas daninhas, dentre as quais 250 tidas como problemáticas em vários países e continentes (Herbicidas...1982) sendo que, dentre as dez mais agressivas e competitivas, oito são gramíneas ou ciperáceas possuidoras de

metabolismo fotossintético C_4 , eficientes, e cinco são perenes, destacando-se a *Cyperus rotundus* L. (tiririca) e o *Cynodon dactylon* (L.) Pears (grama seda, capim-de-burro, bermuda etc.) como as duas principais plantas daninhas do mundo (Fisher, 1973b). É crítico o manejo sustentável das populações das plantas daninhas em todo o mundo, daí a necessidade de se estabelecerem métodos para estudar a dinâmica e o manejo das populações e comunidades de plantas daninhas em ecossistemas agrários (Saavedra, 1994) via modelos matemáticos fixos ou dinâmicos e utilização de sistemas de manejo integrado de plantas daninhas, que enfocam o problema utilizando-se dos diversos métodos de combate (prevenção, erradicação e controle, este em todas as suas modalidades, como cultural, biológico, mecânico e químico) de maneira harmônica e integrada, sempre visando à preservação do ambiente, à qualidade e quantidade produzida por unidade área e à economicidade dos sistemas agrícolas. Devido à grande demanda de alimentos e fibras e à modernização da agricultura, atualmente mais de 14 bilhões de dólares são consumidos com a venda de herbicidas em todo o mundo, cabendo à cultura do algodão cerca de meio bilhão de dólares, dos quais mais de 50% nos EUA. (Powles et al., 1996) e continuará crescendo, pois os três grandes desafios da humanidade (fome, degradação do ambiente e crescimento populacional) estão intimamente relacionados à agricultura. A demanda por alimentos e fibras aumenta a cada instante e para o ano 2025, calcula-se que a população humana esteja acima dos oito bilhões de indivíduos (Lele & Coffman, 1995). No nosso país, a produção de algodão é bastante inferior ao consumo, que já é superior a 800.000 t/ano, como ocorreu na safra 1996/97 (Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1997) estando previsto, para 2000/2001, o consumo de pelo menos 850.000 t de pluma para uma produção estimada nesta safra, cerca de 530.000t de pluma, correspondente a 1.348.472 t de algodão em caroço, de acordo com as informações do IBGE (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1999). A produção de algodão no Brasil está se deslocando para as regiões de cerrado, especialmente para os Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul que, da safra 1996/97 para a de 1997/98, tiveram aumento de áreas plantadas com esta malvacea,

respectivamente de 84.000 ha para 163.000 ha, de 55.200 ha para 113.200 ha e de 25.500 ha para 49.000 ha (CONAB, 1998). Para evitar as importações que já chegaram a mais de 460.000 t de pluma/ano como na safra 1996/97 (Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1997) e representam evasão de divisas, redução de empregos e outras conseqüências negativas para o país, há necessidade de se produzir mais algodão, com uso pleno de tecnologias. O combate às plantas daninhas e o seu conhecimento pleno, constituem elementos fundamentais para que os agricultores aumentem seus rendimentos e a qualidade do produto final principal, a fibra. Nesta Circular Técnica serão fornecidas informações básicas sobre o assunto em questão, especialmente quanto ao controle químico, via uso racional de herbicidas, às plantas daninhas e ao comportamento dos herbicidas em solos tropicais, especialmente de cerrados.

2. Plantas Daninhas: Conceito, Tipos e Ecologia

Conforme salienta Fisher (1973a) muitas são as definições ou conceitos emitidos sobre o que seja uma planta daninha, em que a mais simples salienta que é uma planta que ocorre onde não é desejada. Para Ashton & Monaco (1991) trata-se de uma planta que ocorre fora do lugar e, para Beltrão & Azevêdo (1994) é uma planta qualquer, cultivada ou não, que interfere negativamente nos cultivos, ou seja, prejudica a quantidade e/ou a qualidade dos produtos agrícolas a nível de agroecossistemas e, assim, é indesejada pelo homem, quando surge fora do lugar.

Apesar de, botanicamente, não se ter classificação especial para plantas daninhas, algumas, por vários aspectos ou características, são consideradas infestantes ou daninhas e denominadas verdadeiras (Silva, 1983) e de acordo com Fisher (1973a) elas apresentam rusticidade, capacidade de sobrevivência em condições adversas, habilidade de produzir elevado número de sementes como, por exemplo, a *Portulaca oleracea* L. (beldroega, salada-de-negro etc.) que, normalmente, chega a produzir mais de 150.000 sementes por indivíduo, adaptação que facilita a dispersão das sementes pelo vento, água e animais e dormência pronunciada de

sementes; várias delas se propagaram via estrutura vegetativa e têm grande capacidade no uso do substrato ecológico (água, nutrientes minerais, CO₂ e luz) além de outros atributos.

As plantas daninhas causam diversos prejuízos ao homem, direta e indiretamente, desde a produção agrícola global (quantidade e qualidade) até a saúde das pessoas, via contaminação de água, doenças em geral e até a redução da visibilidade nas rodovias e, de acordo com Muzik (1970) elas causam maiores perdas ou danos à agricultura que as pragas e as doenças, e que o próprio homem é, provavelmente, o grande responsável pela evolução das plantas daninhas. As plantas consideradas nocivas encontram-se onde estão o homem e a agricultura, e têm sido definidas como sendo a luta constante da espécie humana contra elas, sendo que se pode defini-las como "desviadoras" de energia do homem, pois é nesta luta que a humanidade gasta mais energia (Holm, 1971).

Algumas plantas daninhas são consideradas "comuns", pois não possuem condições de crescer e se desenvolverem em condições adversas sendo, na realidade, plantas úteis, domesticadas que, em determinadas ocasiões, tornam-se nefastas, não desejáveis como, por exemplo, em uma sucessão soja-algodão; no cultivo da malvácea, as sementes de soja que germinarem e estabelecerem plantas, serão consideradas daninhas, pois irão interferir na cultura.

3. Período Crítico de Competição entre a Cultura do Algodão e as Plantas Daninhas

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.) é extremamente sensível à competição causada pelas plantas daninhas, pois é uma planta de crescimento inicial (até os primeiros 20 dias de emergência das plântulas) muito lento, apresentando metabolismo fotossintético C₃ (ineficiente), elevada taxa de fotorrespiração, baixa taxa de fotossíntese líquida e baixa capacidade de translocação de assimilados (Ashley, 1972) além de outros aspectos, o que possibilita a baixa capacidade competitiva desta malvácea. Beltrão & Azevêdo (1994) salientam que o período crítico de competição (intervalo de tempo fenológico de

cultura onde a interferência das plantas daninhas causa danos à capacidade produtiva da cultura) varia na sua amplitude, em função de diversos fatores, destacando-se espécies e tipos de plantas daninhas presentes no ambiente, densidade populacional de cada planta daninha, evolução de biótipos resistentes, inclusive a alguns herbicidas (Christoffoleti et al., 1994), manejo cultural (espaçamento, densidade de plantio, configuração de plantio, localização dos fertilizantes, preparo do solo etc.), condições do ambiente, envolvendo o clima, em especial a precipitação pluvial e a temperatura do ar e o solo, englobando aspectos físicos, químicos, biológicos e bioquímicos (potencial enzimático). O algodoeiro apresenta sistema radicular efetivo (raízes responsáveis pela absorção de água e nutrientes minerais) e superficial, conforme pode ser observado na Tabela 1, especialmente nos primeiros 45 dias após a germinação, onde a competição imposta pelas plantas é bem maior e pode causar danos irreversíveis à cultura, reduzindo a produtividade.

Na média de várias localidades em diversas regiões algodoeiras do mundo, o período crítico de competição entre o complexo florístico daninho e a cultura do algodão herbáceo é dos 15 aos 56 dias da emergência das plantas, sendo essencial manter-se a cultura livre da competição das plantas daninhas da emergência até o início da floração.

Tabela 1. Distribuição das raízes do algodoeiro em percentagem em relação ao peso seco e em função da idade das plantas e profundidade do solo. Campinas, SP, 1960/61.

| Idade das plantas (dias) | Profundidade do solo (cm) | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------|--------|---------|---------|
| | 0 - 3 | 3 - 6 | 6 - 10 | 10 - 15 | 15 - 20 |
| 42 | 6,3 | 4,9 | 35,8 | 33,9 | 19,1 |
| 61 | 6,9 | 22,1 | 32,2 | 23,9 | 14,9 |
| 81 | 4,8 | 20,8 | 31,4 | 30,4 | 12,6 |

Fonte: Magalhães et al. (1962) modificada pelo autor.

4. Métodos de Combate às Plantas Daninhas

O combate às plantas infestantes pode ser realizado envolvendo três medidas: prevenção, controle e erradicação. Segundo Lamar (1973) a prevenção envolve medidas para prevenir a introdução de determinada planta daninha em um agroecossistema, via uso de sementes de elevado

valor cultural, não utilização de adubos orgânicos sem ter sido devidamente fermentado e curtido, limpeza cuidadosa e sistemática das máquinas agrícolas e outras. A erradicação por outro lado, consiste na completa eliminação de todas as partes viventes das plantas daninhas, inclusive de suas sementes; a nível de campo, é praticamente impossível fazer-se a erradicação, usada mais em jardinagem; o controle, por outro lado, é o processo pelo qual se limita a infestação das plantas daninhas, evitando-se a concorrência com a cultura pelo substrato ecológico e envolve várias modalidades: cultural, biológico, mecânico, químico e integrado. O controle cultural é extremamente importante e contempla diversos aspectos, como uso de uma cultivar adequada para o local, época certa de plantio, uso de semente de elevado valor cultural, utilização de populações adequadas, envolvendo espaçamento, configuração e densidade de plantio adequados para a cultivar em uso e o ambiente em exploração, considerando-se as características do solo e do clima. Um preparo do solo bem feito já constitui excelente método cultural de controle de plantas daninhas, como pode ser observado na Tabela 2, segundo dados de Seguy et al. (1984) que, com a trituração e pré-incorporação dos restos culturais e posterior aração em solo úmido, reduziram tremendamente o número de plantas daninhas/m² (densidade populacional) passando de 1898 para apenas 19 indivíduos/m², tendo como testemunha o tratamento, que consistiu de duas gradagens com grade aradora e no seco.

Outro método eficiente de controle cultural é o uso de rotação de culturas (Lagiére, 1969; Lamar, 1973; Laca-Buendia & Faria, 1978 e Primavesi, 1980) que reduz a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas.

Tabela 2. Efeito de quatro métodos de preparo solo¹ no controle de plantas daninhas.

| Método | Número de plantas daninhas/m ² |
|---|---|
| Duas gradagens com grade aradora em solo seco | (15 dias após o preparo) |
| Aração com arado de discos em solo seco | 152 |
| Trituração e pré -incorporação dos restos culturais e posterior aração com arado de discos, em terreno seco | 68 (60 dias após a aração) |
| Trituração e pré -incorporação dos restos culturais e aração em solo úmido | 19 (30 dias após a aração) |

¹ Solo preparado após seis cultivos consecutivos, de baixa fertilidade e alta incidência de plantas daninhas.

Fonte: Seguy et al. (1984).

No caso do controle mecânico, seja via enxada ou cultivador a tração animal ou trator, o importante é não se deixar aprofundar as partes ativas do cultivador, para não ferir as raízes superficiais do algodoeiro, como pode ser observado na Tabela 1; a raiz ferida tem aumento do processo respiratório e paralisação do crescimento da parte aérea, onde se encontram os drenos úteis, do ponto de vista econômico da planta do algodão, seus frutos. Neste particular, Muller (1973) citado por Primavesi (1980) diz que, em dias quentes, a raiz ferida tem aumento da respiração, e tudo é gasto para sanar os danos, restando quase nada para o crescimento. O controle biológico é ainda muito pouco explorado e usado e o controle químico, via uso de herbicidas é, hoje, a base da agricultura moderna. O importante é se associar várias modalidades de controle visando à sustentabilidade global do agroecossistema cotonícola. Com relação ao controle químico, vários herbicidas são usados e recomendados para a cultura do algodão, destacando-se os colocados na Tabela 3, com informações sobre o modo de ação principal e a família química de cada um deles. O importante na aplicação de herbicidas envolve a definição da dosagem, que varia em função do tipo de plantas daninhas, do tipo do solo (quantidades de argila e matéria orgânica), da calibração dos pulverizadores e da tomada de todos os cuidados necessários para o uso seguro de pesticidas, antes, durante e após as aplicações.

Tabela 3. Modo de ação de alguns grupos de herbicidas e herbicidas utilizados na cotonicultura mundial.

| Modo de ação | Família química e exemplos |
|--|---|
| Inibidores da fotossíntese a nível de fotossistema II | Fenilureias (Diuron, Fluometuron) Triazinas (Cianazina, Prometina) Acetamidas (Alachor) |
| Inibidores da mitose | Tiocarbamatos (EPTC) |
| Inibidores da formação da tubulina e fuso acromático (relacionado à mitose) | Dinitroanilinas (Trifluralina, Pendimethalin) |
| Desruptores da fotossíntese no fotosistema I e formadores de radicais livres e H ₂ O ₂ . | Bipyrididium (Paraquat e Diquat) |
| Inibidores da enzima carboxilase da Acetil COA | Aryloxyfenoxo (Fluazifop) Cyclohexendiones (Sethoxydim, Clethodim) |
| Inibidores de enzima sintetase do EPSP (5-enolpiruvilschiquimato fosfato) | Glyphosate |
| Inibidores da fosforilação oxidativa mitocondrial | Arsênicos orgânicos (MSMA, DSMA) |

Fonte: Tabela construída com dados de Warren (1973) e Ashton & Monaco (1991).

(Beltrão & Azevêdo, 1994). Para aplicações em pré-emergência, vários produtos são recomendados para a cultura do algodão, destacando-se o diuron (Tabela 4), dados de Beltrão & Azevêdo (1994) e outros, como Alachor (mais graminicida), Trifluoralina (graminicida) e Pendimethalin (Beltrão, 1994 e Freire et al., 1997). A Trifluoralina em formulação convencional, devido à elevada pressão de vapor, deve ser usada em aplicação de pré-plantio incorporado.

Tabela 4. Dosagens de diuron para aplicação isolada em função do tipo de solo¹.

| Tipo de solo (teores de argila e matéria orgânica – MO) | Dosagem (kg/ha do princípio ativo) |
|---|--|
| Solos com menos de 7% de argila e menos de 1,03% de MO | Não aplicar o diuron ¹ , pois pode haver forte fitotoxicidade |
| Solos com 8 a 15% de argila e MO baixa, 1% ou menos | 1,0 a 1,2 |
| Solos com 15 a 20% de argila e MO média a alta (1,38 a 2,4%) | 1,3 a 1,5 |
| Solos com 20 a 35% de argila e MO baixa, menos de 1% | 1,6 a 1,8 |
| Solos com 20 a 35% de argila e MO de média a alta (1,38 a 2,4%) | 1,8 a 2,0 |
| Solos com elevado teor de argila, acima de 35% e MO alta | 2,1 a 2,4 |

¹ Considerando-se solos cauliniticos.

Fonte: Beltrão & Azevêdo (1994).

Em aplicações de pós-emergência total e ampla seletividade, vários produtos estão disponíveis no mercado, destacando-se os graminicidas que constam da Tabela 5; trata-se de produtos altamente seletivos para o algodoeiro, que possui a capacidade de degradá-los, tornando-os inativos. Considerando-se o plantio direto e importante prática de preparo do solo com o mínimo de interferência, vários produtos são recomendados para emprego na cotonicultura, sendo a utilização de herbicidas essencial para o uso desta prática. Rhodes Junior & Shelby (1997) indicam o glyphosate [N-(fosfometil) glicina], não seletivo, translocável, ativo na folhagem e sem ação no solo, com baixa toxidez, e o Paraquat, de contato. Caso o problema seja de gramíneas, pode-se usar um dos produtos constantes na Tabela 5.

Um ponto fundamental no uso racional e correto dos herbicidas, especialmente nos de aplicação de pré-plantio incorporado e pré-emergência, é o conhecimento da natureza eletroquímica dos pesticidas, de outras propriedades físico-químicas e do ambiente edáfico, considerando-se o tipo de argila, a natureza da matéria orgânica e a quantidade de argila existente no solo. William & Warren (1973) salientam que a utilização eficiente e

Tabela 5. Herbicidas de pós-emergência total para o controle de gramíneas (poaceae) na cotonicultura herbácea.

| Herbicida | Dosagem (princípio ativo) (kg/ha) | Recomendações |
|------------------|-----------------------------------|--|
| Quizalofop | 0,038 a 0,077 | Controla a maior parte das gramíneas anuais e várias perenes, como o <i>Cynodon dactylon</i> (capim-de-burro, bermuda, grama-seda etc.). Deve-se adicionar óleo concentrado, recomendado pelo fabricante, ou surfactante não iônico. Não misturá-lo no tanque com herbicidas de controle de folhas. |
| Fuazifop-p-butil | 0,105 a 0,250 | Usar dosagens menores para o controle de gramíneas anuais, antes que atinjam, no máximo, a altura de 10 cm. Dosagens maiores devem ser usadas para o controle de gramíneas perenes. No momento da aplicação colocar óleo concentrado ou surfactante não iônico. Este produto pode ser misturado no tanque a alguns inseticidas, como a cipermetrina. |
| Sethoxydim | 0,220 a 0,736 | A dosagem menor controla bem a maioria das gramíneas anuais. Para melhores resultados aplicá-lo antes que as ervas atinjam 10 cm de altura. Deve-se colocar o óleo na dosagem de 1,5 l/ha e não se deve misturá-lo a outros pesticidas. Para plantas daninhas gramíneas perenes, usar dosagens maiores, dentro da faixa colocada. |
| Clethodim | 0,105 a 0,140 | Nas dosagens menores controla bem a maioria das gramíneas anuais até 12 cm de altura. Para plantar as daninhas perenes usar dosagens maiores e, se necessário, repeti-las no recrescimento, nas plantas com até 13 cm de altura. Pode ser misturado no tanque, se necessário, com o inseticida Acephate. |

Fonte: Beltrão & Azevêdo (1994) e Rhodes & Shelby (1997) modificada pelo autor.

segura dos herbicidas requer o conhecimento do seu comportamento no solo, visando determinar o período provável de atividade, a sucessão cultural (perigo de fitotoxicidade para a próxima cultura), o período residual e o método de aplicação do produto (pré-emergência e pré-plantio incorporado). Quando determinado herbicida é aplicado ao solo, vários fatores ocorrem, uns mais intensos que outros, dependendo da natureza química e física do produto e do complexo global do meio edáfico, incluindo o conteúdo de umidade do solo no momento da aplicação e após a mesma. Entre tais fatores, destacam-se: degradação química ou fotoquímica, adsorção pelos colóides do solo, volatilização, lixiviação, absorção pelas plantas (cultura e plantas daninhas) e a degradação microbiana, considerada principal via de degradação dos herbicidas no solo. Na verdade, o comportamento do herbicida no solo é complexo devido às inúmeras interações entre as fases sólida, líquida e gasosa do meio edáfico e ao herbicida, pois somente a adsorção dos herbicidas no solo, considerando-se a fase sólida, depende das interações produto-água, produto-colóide e colóide-água, todos operando simultaneamente (Green, 1974). Os pesticidas, em especial os herbicidas orgânicos, do ponto de vista de cargas elétricas (natureza química) são classificados em dois grandes

grupos iônicos (catiônicos, básicos, ácidos e mistos) e não iônicos, cujos exemplos podem ser observados na Tabela 6. A adsorção pode ser física, que envolve ligações fracas, como forças de Van der Waals e pontes de hidrogênio, tendo baixo calor de adsorção (10 kcal/mol) e não há necessidade de energia de ativação.

Tabela 6. Classificação de alguns herbicidas iônicos e não-iônicos, utilizados e/ou recomendados para a cultura do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. latifolium Hutch.).

| Herbicidas | | | | Não iônicos |
|------------|------------|-------------------------|--------------------|---------------|
| Iônicos | | | Mistos | |
| Catiônicos | Básicos | Ácidos | | |
| Paraquat | Prometrina | Bromoxinil ¹ | MSMA | Diuron |
| Diquat | Cianizina | Dalapon | Glyphosate DSMA | Linuron |
| | | | | Fluometuron |
| | | | | Alachor |
| | | | | Trifluralina |
| | | | | Metolachlor |
| | | | | EPTC |
| | | | | Pendimethalin |

¹ Resistência genética, via manipulação do DNA.

Fonte: Weber & Weed (1974) e Ashton & Monaco (1991) (modificada pelo autor).

A adsorção química, por outro lado, envolve a saturação das valências nas ligações dos compostos químicos, requerendo calor de adsorção entre 20 a 150 kcal/mol, elevada energia de ativação e a formação de ligações iônicas e/ou covalentes (William & Warren, 1973). A capacidade do solo em adsorver os herbicidas depende da natureza coloidal do solo, em especial de sua composição granulométrica, com foco no teor de argila, da sua constituição (tipo de argila) e do teor de matéria orgânica, pois tais aspectos têm capacidade de trocas diferentes, inclusive dependendo do pH de cargas (líquida) diferentes, positivas e/ou negativas (Kiehl, 1979) em particular no caso dos Oxissolos, que possuem a fração argila constituída principalmente de óxidos livres de ferro e alumínio (elemento trivalente, altamente floculante do solo, porém com efeitos negativos diretos para o metabolismo vegetal). Tais solos, em especial os condicionados pelo processo de latossolização, ocorrem principalmente no cerrado brasileiro, ambiente edáfico singular no mundo pois, devido ao alumínio trocável, um dos constituintes da fração "argila", possibilita maior infiltração de água a medida em que aumenta o teor de argila, o que parece um paradoxo com relação aos solos das regiões temperadas. Na verdade, com o aumento do teor da argila, constituída de óxidos e hidróxidos de

Al⁺⁺ e Fe⁺⁺, o grau de floculação do solo é aumentado e, também, a velocidade de infiltração da água (Fernandes et al., 1978). Os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, apesar de apresentarem baixa capacidade de troca de cátions (CTC) apresentam elevada superfície específica (Tabela 7) e isto tem profundo efeito no comportamento dos herbicidas no solo, além da possibilidade de tais solos apresentarem, em especial com pH ácido, carga líquida coloidal positiva (Silva, 1983) e não negativa, como ocorre nos solos cauliniticos e montmoriloníticos, tidos "normais". Tais aspectos, associados à natureza dos pesticidas, se é básico (+) ou ácido (-), podem modificar completamente a eficiência do herbicida no solo. Por outro lado, a matéria orgânica desempenha papel fundamental no relacionamento produto (herbicida) e solo, devido à complexidade de sua natureza elétrica e ionizante de seus constituintes, em função dos grupos carboxílicos, fenólicos, álcoois, hidroxílicos etc. que, ao se ionizarem, dependendo do pH, do qual participam significativamente, geram cargas negativas e, assim, tamponam, em parte, os efeitos das cargas positivas da fração argila dos Oxissolos.

Tabela 7. Capacidade de troca de cátions (CTC) e superfície específica (S) de vários minerais argilosos e na matéria orgânica.

| Tipo de material (Grupos, média) | CTC (mq/100g) | S (m ² /g) |
|----------------------------------|---------------|-----------------------|
| Vermiculita | 100 a 150 | 600 a 800 |
| Montmorilonita | 80 a 150 | 600 a 800 |
| Vermiculita dioctahédrica | 10 a 150 | 50 a 800 |
| Ilita | 10 a 40 | 65 a 100 |
| Caulinita | 3 a 15 | 7 a 30 |
| Óxidos e hidróxidos | 2 a 6 | 100 a 800 |
| Alofana (Amorfos) | 76 a 89 | 434 a 569 |
| Matéria orgânica | 200 a 400 | 700 |

Fonte: Bailey & White (1964, 1970), Aomine & Otsuka (1968) citados por Green (1974); Kiehl (1979).

Na Tabela 8, considerando-se solos das regiões temperadas onde o efeito da matéria orgânica se soma ao da argila, verifica-se que, a medida em que o teor da matéria orgânica aumenta, a necessidade da dosagem do herbicida, no caso a trifluralina, é tremendamente aumentada, em virtude da adsorção.

Em função das características físicas e químicas dos herbicidas e das interações com o ambiente edáfico em toda a sua plenitude, tais produtos podem ser classificados em, pelo menos, no caso dos recomendados para a cultura do algodão, três grupos, como pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 8. Dosagens de trifluoralina requeridas para o controle da planta daninha *Setaria* sp. (rabo de galo) em solos contendo percentagens diferentes de matéria orgânica.

| Matéria Orgânica (%) | Dosagem de Trifluoralina (kg/ha) |
|----------------------|----------------------------------|
| 1 | 0,12 |
| 2 | 0,25 |
| 3 | 0,38 |
| 4 | 0,50 |
| 6 | 0,75 |
| 8 | 1,00 |
| 16 | 2,00 |

Fonte: William & Warren (1973).

Tabela 9. Lixiviação relativa de alguns herbicidas no solo, recomendados para a cultura do algodão.

| Grupo de lixiviação relativa | Exemplo de herbicidas |
|--|--|
| a) Sem movimento em solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica e levemente móvel em solos arenosos e/ou muito pobres em matéria orgânica ¹ | Diuron, Trifluoralina, Oxadiazon e Pendimethalin |
| b) Quase sem movimento ou solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica e com movimento moderado em solos arenosos e/ou com baixo teor de matéria orgânica ¹ | Alachor, Metolachor, Fluometuron e EPTC |
| c) Pouco movimento em solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica e prontamente lixiviado em solos arenosos e/ou muito pobres em matéria orgânica ¹ | Cianazina |

¹ Em solos ricos em argila do grupo dos montmorilonitas ou semelhante, tipo 2:1 e de óxidos e hidróxidos (alguns tipos) pode ser diferente
Fonte: Lety & Farmer (1974) e Herbicidas... (1982).

O importante é o uso racional de várias modalidades de controle de plantas daninhas e, principalmente, a prevenção, de menor custo e praticamente sem danos ao ambiente. Na Tabela 10 pode-se verificar outras informações sobre herbicidas utilizados na cultura do algodão.

Tabela 10. Informações gerais sobre alguns herbicidas que podem ser usados na cotonicultura.

| Nome Técnico | Nome Comercial | Dosagem (kg/ha) | Modo de Aplicação | Observações |
|--------------------|--|-----------------|-----------------------|--|
| Trifluoralina | Treflan, Lifatin, Trifluoralina, Defena, Nortox etc. | 0,58 a 1,15 | PPI ou Pré-emergência | Controla bem gramíneas anuais. A dosagem menor é para solos arenosos com baixo teor de argila |
| Pendimethalin | Hebadox 500 CE, Prowl 3.3 EC etc. | 0,66 a 1,48 | PPI ou Pré-emergência | Controla espécies de gramíneas anuais e algumas latifoliadas, especialmente Asteráceas, amarantáceas e portulacáceas |
| Alachor | Laço CE, Nortox | 1,25 a 2,00 | Pré-emergência | Controla espécies de gramíneas anuais e algumas latifoliadas, especialmente Asteráceas, amarantáceas e portulacáceas |
| Metolachor | Dual 960 CE | 1,80 a 2,90 | Pré-emergência | Controla bem espécies anuais e perenes (algumas) da família Praceal (gramíneas) e algumas espécies de folhas largas |
| Amônio-Glufosinato | Finale | 2,00 a 2,66* | Pós-emergência | Controla bem plantas daninhas anuais de folhas estreitas e de folhas largas. |
| Oxadiazon | Ronstar | 0,40 a 0,70 | Pré-emergência | Controla bem plantas daninhas anuais de folhas estreitas e de folhas largas. |
| Oxifluorfen | Goal | 0,48 a 0,72 | Pré-emergência | Controla bem espécies anuais (gramíneas) |

* Produto comercial (dosagem).

Obs.: Dependendo do tipo do produto e da composição das plantas daninhas, pode-se usar misturas prontas ou de "tanque", desde que haja registro oficial no Ministério da Agricultura e do Abastecimento.
Fonte: Beltrão (1994); Beltrão & Azevêdo (1994) e Ashton & Monaco (1991).

5. Referências Bibliográficas

ASHLEY, P. A. B. C. Labeled photosynthate translocation and utilization in cotton plants. **Crop Science**, v. 12, p. 69-74, 1972.

ASHTON, F.; MONACO, T. J. **Weed Science: principles & practices**. New York: John Wiley, 1991. 466 p.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; NÓBREGA, L. B. da; VIEIRA, D. J. **Manejo de plantas daninhas no cultivo do algodoeiro herbáceo**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1992. 11 p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado Técnico, 35)

BAIER, W. Crop weather analysis model: review and model development. **Journal of Applied Meteorology**, v. 12, n. 6, p. 937-947, 1973.

BAILEY, G. W. WHITE, J. L. Review of adsorption and desorption of organic pesticides by soil colloids, with implications concerning pesticide bioactivity. **J. Agr. Food Chem.**, v. 12, p. 324-332, 1964.

BAILEY, G. W.; WHITE, J. L. Factors influencing the adsorption, desorption and movement of pesticides in soil. **Residue Review**, v. 32, p. 29-92, 1970.

BELTRÃO, N. E. de. Weed management in cotton. In: LABRADA, R.; CASELEY, J. C.; PARKER, C. **Weed management for developing countries**. Rome: FAO, 1994. p. 340-345. (FAO. Paper, 120).

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVÊDO, D. M. P. de. **Controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA/EMBRAPA - SPI, 1994. 154 p.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Estatísticas do mercado físico de algodão: janeiro de 1990 a agosto de 1997**. São Paulo, 1997. 62 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. da. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 3-20, 1994.

CONAB. **Indicadores da agropecuária algodão**. Brasília: MAA, 1998. p. 15-18.

- FERNANDES, B.; RESENDE, M.; REZENDE, S. B. de. Caracterização de alguns solos sob cerrado e disponibilidade d'água para culturas. **Experientiae**, v. 24, n. 9, p. 209-260, 1978.
- FERNÁNDEZ, O. A. Manejo integrado de malezes. **Planta Daninha**, v. 5, n. 2, p. 69-79, 1982.
- FISHER, H. H. Conceito de erva daninha. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. (Coord.). **Controle de ervas daninhas**. Viçosa: UFV, 1973a. p. 5-10.
- FISHER, H. H. Origem, distribuição, habitat e problemas especiais de ervas daninhas. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. (Coord.). **Controle de ervas daninhas**. Viçosa: UFV, 1973b. p. 11-15.
- FREIRE, E. C.; SOARES, J. J.; FARIAS, F. J. C.; ARANTES E. M.; ANDRADE F. P. de; PARO, H.; LACA-BUENDIA, J.P. **Cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 65 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 23).
- GREEN, R. E. Pesticide-clay-water interactions. In: GUENZI, W.D. (Ed.). **Pesticide in soil and water**. Madison: Science Society of America, 1974. p. 3-38.
- HERBICIDAS: controle eficiente das plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 87, p. 96, 1982.
- HOLM, L. The role of weeds in human affairs. **Weed Science**, v. 19, p. 485-490, 1971.
- INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Overview of the world cotton situation**. Washington, DC., 1998. 3 p. (Attachment I to SC-N-432.)
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relação solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.
- LACA-BUENDIA, J. P. del C.; FARIA, E. A. Tratos culturais do algodoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 4, n. 41, p. 22-37, 1978.
- LAGIÉRE, R. **El algodón**. Barcelona: Blume, 1969. p. 59-87.
- LAMAR, R. V. Princípios de prevenção, erradicação e controle das ervas daninhas. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. (Coord.). **Controle de ervas daninhas**. Viçosa: UFV, 1973. p. 60-96.
- LELE, U.; COFFMAN, R. **Global research on the environmental and agricultural nexus for the 21 st century**. USA: University of Florida and Cornell University, 1995. 160 p.
- LETEY, J.; FARMER, W. J. Movement of pesticides in soil. In: GUENZ, W. D. (Ed.). **Pesticide in soil and water**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1974. p. 67-97.
- LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 12, n. 4, p. 1-73, 1999.
- MAGALHÃES, A. C.; FUZZATTO, M. G.; GRIDI-PAPP, I. L.; SCHMIDT, N. Desenvolvimento do sistema radicular do algodoeiro na camada arável do solo. **Bragantia**, v. 1, n. 3, p. 21-30, 1962.
- MUZIK, T. J. **Weed biology and control**. New York: McGraw-Hill, 1970. 237 p.
- NIETO, H. J.; BRONDO, M. A.; GONZALES, J. T. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. **Pans**, v. 14, n. 2, p. 159-166, 1968.
- POWLES, S. B.; PRESTON, C.; BRYAN, I. B. JUSTUM, A. R. Herbicide resistance: impacto and management. **Advances in Agronomy**, v. 58, p. 57-93, 1996.
- PRIMAVESI, A. A. **A agricultura em regiões tropicais: o manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1980. 541 p.
- RHODES JUNIOR; G. N. SHELBY, P. P. Cotton weed control. In: SHELBY, P. P. **Cotton production in Tennessee**. The University of Tennessee. Agricultural Extension Service, 1997. p. 27-33.
- SAAVEDRA, M. S. Dinâmica y manejo de poblaciones de malas hierbas. **Planta daninha**, v. 12, n. 1, p. 29-38, 1994.

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J. G. da; BLUMENSHEIN, F. N.; DALLACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo**: efeitos na fertilidade, na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 26 p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 17).

SILVA, J. F. da. **Defensivos agrícolas, sua utilização, sua toxicologia e a legislação científica, módulo 2 - herbicidas**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1983. 161 p.

THOMPSON JUNIOR, W. R. **O enfoque multidisciplinar para atingir alta produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1984. p. 5-6. (Potafos. Informações Agrônômicas, 28).

WARREN, G. F. Classificação dos herbicidas. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. (Coord.). **Controle de ervas daninhas**. Viçosa: UFV, 1973. p. 111-116.

WEBER, J. B.; WEED, S. B. Effects of soil on the biological activity of pesticides. In: GUENZI, W. D. (Ed.). **Pesticides in soil and water**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1974. p. 223-256.

WILLIAM, R.; WARREN, G. F. Absorção, movimento e vaporização dos herbicidas. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. Coords. **Controle de ervas daninhas**. Viçosa: UFV, 1973. p. 216-239.

**Circular
Técnica, 37**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
58107-720 Campina Grande, PB
Fone: (83) 3315 4300 Fax: (83) 3315 4367
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição
Tiragem: 2000

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Alderi Emídio de Araújo
Secretária Executiva: Nivia Marta Soares Gomes
Membros: Eleusio Curvelo Freire
Francisco de Sousa Ramalho
José da Cunha Medeiros
José Mendes de Araújo
José Wellingthon dos Santos
Lúcia Helena Avelino Araújo
Malaquias da Silva Amorim Neto

Expedientes: Supervisor Editorial: Nivia Marta Soares Gomes
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão
Tratamento das ilustrações: Oriel Santana Barbosa
Editoração Eletrônica: Oriel Santana Barbosa