

Manejo Integrado de Plantas Daninhas





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-5111

Dezembro, 2003

Documentos 103

Manejo Integrado de Plantas Daninhas

José Roberto Antoniol Fontes
Luciano Shozo Shiratsuchi
Jonas Lopes Neves
Laércio de Júlio
Joilson Sodré Filho

Planaltina, DF
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Hozana Alvares de Oliveira*

Marilaine Schaun Pelufê

Rosângela Lacerda de Castro

Capa: *Wellington Cavalcanti*

Fotos da capa: *José Roberto Antoniol Fontes*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

Leila Sandra Gomes Alencar

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Cerrados.

F683m Fontes, José Roberto Antoniol.

Manejo integrado de plantas daninhas / José Roberto Antoniol
Fontes, Jonas Lopes Neves – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2003.
48 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 103)

1. Planta daninha - manejo. 2. Impacto ambiental. 3. Agricultura sustentável. I. Neves, Jonas Lopes. II. Título. III. Série.

632.5 - CDD 21

© Embrapa 2003

Autores

José Roberto Antoniol Fontes

Eng. Agrôn., D.Sc.
Embrapa Cerrados
roberto@cpac.embrapa.br

Luciano Shozo Shiratsuchi

Eng. Agrôn., M.Sc.
Embrapa Cerrados
shozo@cpac.embrapa.br

Jonas Lopes Neves

Economista, B.S.
Embrapa Cerrados
jonas@cpac.embrapa.br

Laércio de Júlio

Eng. Agrôn., M.Sc.
Emater-DF
laercio@cpac.embrapa.br

Joilson Sodré Filho

Eng. Agrôn., M.Sc.
Universidade de Brasília

Apresentação

O manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) é essencial à produção agrícola sustentável, com redução de custos de produção e impacto ambiental negativo. As plantas daninhas não são necessariamente indesejáveis e, em certas situações, são mais benéficas que prejudiciais, contribuindo para a integração de métodos de controle. Com o avanço do conhecimento, as lavouras podem conviver com as plantas daninhas em certas fases do crescimento de ambas, sem prejuízo ao rendimento. Entretanto, esse enfoque nem sempre é fácil de se implementar, devido ao conceito tradicional de que as plantas daninhas são um mal a ser eliminado do ambiente agrícola a qualquer custo. Uma forma de promover a mudança é levar informação precisa, detalhada, simples e objetiva aos produtores. A pesquisa tem informações importantes a serem repassadas, como por exemplo, por meio da realização de cursos. Esta é uma das formas mais rápidas e objetivas de levar aos produtores as inovações. Sua realização é vantajosa para o produtor, para o pesquisador e para a Embrapa. Este documento reúne as informações passadas a produtores rurais durante o I Curso de Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Embrapa Cerrados.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Conceito, classificação e importância das plantas daninhas	9
Conceito	9
Características	9
Classificação	10
Ciclo de vida	11
<i>Anuais</i>	11
<i>Bianuais</i>	13
<i>Perenes</i>	14
Hábito de crescimento	15
Mecanismo de reprodução	16
Dispersão de propágulos	17
<i>Autocoria</i>	18
<i>Alocoria</i>	18
Sistemática	19
Importância	21
Métodos de controle de plantas daninhas	23
Prevenção	23
Controle cultural	24
Controle mecânico	25
Controle físico	26
Controle biológico	27

Controle químico	30
Inibidores da enzima Acetil Coenzima-A Carboxilase (ACCCase)	30
Inibidores da enzima Aceto Lactatosintase (ALS)	31
Inibidores da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfatosintase (EPSPs)	31
Hormônios ou reguladores de crescimento	32
Inibidores do Fotossistema I	32
Inibidores do fotossistema II	33
Inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX)	33
Inibidores da síntese de caroteno	34
Inibidores de divisão celular	34
<i>Inibidores de crescimento da parte aérea</i>	34
<i>Inibidores do crescimento de raízes</i>	35
Inibidores da enzima glutamina sintetase (GS)	35
Comportamento de herbicidas no solo	36
Sorção	36
Volatilização	38
Lixiviação	39
Escorrimento superficial	41
Percolação	41
Influência do manejo do solo na dinâmica populacional de plantas daninhas	41
Referências bibliográficas	44

Manejo Integrado de Plantas Daninhas

José Roberto Antoniol Fontes

Luciano Shozo Shiratsuchi

Jonas Lopes Neves

Laércio de Júlio

Joilson Sodré Filho

Conceito, classificação e importância das plantas daninhas

José Roberto Antoniol Fontes

Conceito

Planta daninha é qualquer espécie vegetal que, de alguma forma, interfere negativamente em alguma atividade humana. Essa definição é simples, mas considera a ação entre indivíduos. Tudo o que será discutido a seguir contribuirá para traçar estratégias de manejo visando reduzir ou eliminar os efeitos prejudiciais e decorrentes da ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas.

A ciência que trata das plantas daninhas envolve outras áreas do conhecimento, como fitopatologia, fisiologia vegetal, economia, sociologia para desenvolver um programa de manejo o mais eficiente possível. Deve-se atentar para o fato de que a melhor alternativa de controle não deve basear apenas na eficácia, mas no impacto sobre o ambiente e a economia de recursos.

Características

Uma planta daninha, aparentemente, não difere de uma planta cultivada. Tomemos como exemplos duas espécies bem conhecidas: o picão-preto (*Bidens pilosa*) e a soja (*Glycine max*). Ambas são plantas que se originam de sementes, germinam, crescem, florescem, frutificam, produzem sementes e morrem.

Entretanto, algumas características das plantas daninhas tornam-nas muito temidas pelos produtores, como segue:

- as sementes ou as estruturas de reprodução vegetativa apresentam capacidade de germinação em estádios iniciais de desenvolvimento;
- capacidade de germinação em qualquer tipo de ambiente;
- grande longevidade dos propágulos e dormência (o que garante germinação descontínua no tempo e no espaço);
- crescimento inicial rápido e vigoroso, principalmente, se a reprodução ocorre por meios vegetativos;
- rápida passagem da fase vegetativa para a reprodutiva;
- produção de grande número de propágulos (principalmente sementes);
- produção contínua de propágulos quando as condições são favoráveis;
- produção de propágulos mesmo quando as condições não são favoráveis;
- autopolinização, polinização cruzada, ou ambas; e
- os propágulos apresentam as mais variadas adaptações físicas e estruturais para dispersão a curta ou longa distância.

Classificação

Todo indivíduo, animal ou vegetal, pode ser classificado de acordo com uma série de características, com o objetivo reunir os assemelhados em grupos para facilitar seu estudo.

A classificação e a divisão das plantas daninhas em grupos podem facilitar a escolha de método(s) de controle mais efetivo(s); com base em vários parâmetros: ciclo de vida, hábito de crescimento, mecanismo de reprodução, meio de dispersão de propágulos e taxonomia.

Ciclo de vida

O ciclo de vida das plantas daninhas é muito diverso entre espécies. Em uma mesma espécie, pode haver variações em função de alguns fatores. São eles o clima, as condições meteorológicas, a altitude, a latitude e o solo. A caracterização, portanto, não pode ser generalizada para qualquer lugar. Local e regionalmente ela pode ser considerada muito importante.

Anuais

Espécies que completam seu ciclo de vida (germinação – emergência – crescimento – frutificação – produção de sementes – morte) em um período inferior ou igual a 12 meses. Em geral, o ciclo de vida é de 40 a 160 dias, estando sujeito a variações de acordo com as condições ambientais.

A principal característica desse grupo de plantas é a produção de grande número de sementes.

Costuma-se agrupar as plantas daninhas em anuais de verão e de inverno, de acordo com a época do ano em que a planta completa seu ciclo de vida.

Verão

Uma espécie é classificada como anual de verão quando o seu ciclo se inicia na primavera e termina no verão. Em razão da dimensão continental do Brasil, há variações climáticas significativas de um local para o outro. Nas regiões Sul e Sudeste, esse padrão é apresentado pelas espécies, porém, mesmo nessas regiões, podem ocorrer diferenças no ciclo em razão da distribuição de chuvas. No Sul as chuvas ocorrem principalmente no inverno, enquanto, no Sudeste, no verão.

As espécies de verão apresentam dormência de sementes na época mais fria do ano, daí concorrerem com as plantas cultivadas na primavera-verão, no início do crescimento das culturas anuais e na fase de florescimento e frutificação das perenes. Além disso, dificultam a operação de colheita de algumas culturas como em milho e algodão.

A maioria das gramíneas anuais e muitas dicotiledôneas anuais são de verão. Veja alguns exemplos na [Tabela 1](#).

Tabela 1. Espécies daninhas anuais de verão.

Espécie	Classe	Duração do ciclo (dias)	Época de ocorrência
Capim-marmelada	Monocotiledônea	130	set./fev.
Capim-carrapicho	Monocotiledônea	90	out./abr.
Capim-colchão ¹	Monocotiledônea	120	set./fev.
Capim-coloninho	Monocotiledônea	120	out./abr.
Capim-arroz	Monocotiledônea	120	out./abr.
Capim-pé-de-galinha	Monocotiledônea	120	out./abr.
Capim-mimoso	Monocotiledônea	120	out./mar.
Trigo-bravo	Monocotiledônea	120	out./mar.
Capim-rabo-de-raposa	Monocotiledônea	60	out./fev.
Caruru-roxo	Dicotiledônea	110	out./mar.
Guanxuma ²	Dicotiledônea	150	nov./mar.
Guanxuma ³	Dicotiledônea	150	out./maio
Corde-de-viola ⁴	Dicotiledônea	120	nov./maio
Botão-de-ouro ⁵	Dicotiledônea	90	todo o ano
Beldroega	Dicotiledônea	80	set./mar.

¹ *Digitaria horizontalis*.² *Malvastrum coromandelianum*.³ *Sida* spp.⁴ *Ipomoea quamoclit*.⁵ *Galinsoga parviflora* (pode apresentar vários ciclos por ano).Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Nas regiões menos frias no inverno, como o Nordeste e o Centro-Oeste, o ciclo de vida das plantas depende, em maior grau, da distribuição de chuvas, podendo ocorrer vários ciclos em um mesmo ano.

Inverno

As plantas daninhas anuais de inverno iniciam seu ciclo de vida no outono (ou mesmo no final do verão) e florescem e frutificam no inverno, podendo atingir essa fase na primavera. Geralmente a duração do ciclo de vida é menor do que o das anuais de verão. As condições favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento ocorrem na época mais fria. Algumas espécies nem são encontradas fora das regiões de clima mais ameno.

Nesse grupo de plantas, predominam as dicotiledôneas, com poucas monocotiledôneas (perenes). Veja exemplos na Tabela 2.

Tabela 2. Espécies daninhas de inverno.

Espécie	Classe	Duração do ciclo (dias)	Época de ocorrência	Época de florescimento
Carrapicho-rasteiro	Dicotiledônea	120	fev./ago.	mar./maio
Mentrassto	Dicotiledônea	60 a 80	fev.nov.	abr./jun. set./nov.
Mostarda ¹	Dicotiledônea	70	abr./out.	maio/jul.
Erva-botão	Dicotiledônea	110	fev./jul.	fev./abr.
Falsa-serralha	Dicotiledônea	60 a 90	todo o ano	maio/ago.
Botão-de-ouro ²	Dicotiledônea	60 a 70	todo o ano	mar./maio out./dez.
Mastruz ³	Dicotiledônea	60 a 90	mar./dez.	ago./set.
Nabiça	Dicotiledônea	90 a100	abr./ago.	jun./jul.
Cravo-de-defunto	Dicotiledônea	120 a150	mar./set.	jun./ago.
Mata-pasto ⁴	Dicotiledônea	90	fev./jul.	mar./maio

¹ *Brassica rapa*.

² *Galinsoga parviflora*.

³ *Lepidium virginicum*.

⁴ *Eupatorium pauciflorum*.

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Bianuais

São consideradas plantas daninhas bianuais aquelas que completam seu ciclo em um período de tempo superior a 12 meses e inferior ou igual a 24 meses. As sementes dessas espécies germinam entre a primavera e o verão do primeiro ano e após um ano (primavera ou verão do ano seguinte) florescem e frutificam até o outono. Depois morrem deixando as sementes ou outras estruturas reprodutivas.

Muitas espécies consideradas bianuais podem se comportar como anuais ou perenes. Essa modificação no padrão é influenciada por condições ambientais e época de germinação ([Tabela 3](#)).

Tabela 3. Espécies daninhas bianuais ou que podem apresentar mais de um tipo de ciclo de vida.

Espécie	Classe	Ciclo
Carrapichão ¹	Dicotiledônea	bianual
Trevo-doce	Dicotiledônea	bianual
Mussambê ²	Dicotiledônea	bianual ou anual
Macaé	Dicotiledônea	bianual ou anual
Maravilha	Dicotiledônea	bianual ou anual
Guanxuma ³	Dicotiledônea	bianual ou anual
Estilosante	Dicotiledônea	bianual ou anual
Erva-tostão	Dicotiledônea	bianual ou perene

¹ *Arctium minus*

² *Cleome spinosa*

³ *Sida rhombifolia*

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Perenes

As espécies cujos ciclos são superiores a 24 meses são definidas como perenes, ainda que existam outras classificadas em um grupo intermediário: as semiperenes (ciclo de vida entre 2 e 10 anos). Entretanto, o ciclo pode ser alterado em função das condições ambientais e do manejo agrícola adotado.

Há uma classificação que divide as espécies perenes em simples: as que se reproduzem apenas por sementes; e complexas: aquelas que apresentam mais de um meio de reprodução (rizomas, estolões, tubérculos, bulbos). Estas são as de mais difícil controle, não apenas pelos meios de reprodução como também pela ação humana, levadas para áreas livres de infestação junto com mudas de plantas e máquinas e implementos agrícolas.

Algumas espécies podem apresentar repouso vegetativo durante alguma época do ano, principalmente, em condições ambientais adversas (frio e seca). A tiririca (*Cyperus rotundus*) é um exemplo típico.

No Brasil, é grande o número de espécies daninhas de ciclo perene ([Tabela 4](#)).

Tabela 4. Espécies daninhas de ciclo perene, épocas de florescimento e meios de reprodução.

Espécie	Florescimento	Meio de reprodução			
		Semente	Estolão	Rizoma	Tubérculo
Arranha-gato ¹	out./jan.	Sim	-	-	-
Fedegoso	set./dez.	Sim	-	-	-
Leiteiro ²	ago./dez.	Sim	-	Sim	-
Guanxuma ³	mar./abr.	Sim	-	-	-
Capim-rabo-de-burro ⁴	maio/ago.	Sim	-	Sim	-
Gramma-seda	nov./abr.	Sim	Sim	Sim	-
Tiririca ⁵	nov./mar.	Sim	Sim	Sim	Sim
Capim-sapé	ago./out.	-	-	Sim	-
Capim-colonião	set./dez.	Sim	-	Sim	-
Capim-massambará	set./jan.	Sim	-	Sim	-

¹ *Acacia plumosa*.

² *Pesquiera fuchsifolia*.

³ *Sida cordifolia*.

⁴ *Andropogon bicornis*.

⁵ *Cyperus rotundus*.

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Hábito de crescimento

Hábito de crescimento é a forma como as plantas ocupam o espaço, reflexo da constituição das suas estruturas (raízes, caules, ramos, folhas, flores e frutos), podendo ser classificado em herbáceo, subarbuscivo, arbustivo, arbóreo, trepador e epífita.

As plantas herbáceas, com diâmetro de copa inferior a um metro, são tenras, prostradas ou eretas. As subarbuscivas e arbustivas com porte de até 1,5 m e 2,5 m de altura, respectivamente, são eretas e de caule lenhoso (as arbustivas). As espécies arbóreas alcançam vários metros de altura. As plantas trepadeiras necessitam de algum tipo de suporte para crescer, podendo ser volúveis (enrolam-se ao redor do suporte) ou cirríferas (prendem-se ao suporte por meio de espinhos, garras ou gavinhas). As epífitas crescem sobre outras plantas, parasitando-as ou não. Alguns exemplos:

- herbáceas: mentrasto, desmódio (*Desmodium barbatum*), esparguta, picão-preto;
- subarbustivas: picão-grande, fedegoso (*Senna obtusifolia*), fazendeiro (*Hyptis lophanta*);
- arbustivas: fedegoso (*Senna occidentalis*), fruta-de-lobo;
- arbóreas: cambará (*Gocnathia polymorpha*), embaúba;
- trepadeiras: corda-de-viola, cipó-de-veado, melão-de-são-caetano; e
- epífitas: cipó-chumbo, erva-de-passarinho.

Mecanismo de reprodução

Reprodução é o processo pelo qual as espécies se perpetuam no tempo e no espaço. Há dois mecanismos de reprodução entre as plantas: sexuado e assexuado (ou vegetativo).

A reprodução sexuada envolve necessariamente a participação de órgãos masculino e feminino, que podem estar na mesma flor (hermafrodita), na mesma planta (monóica) ou em plantas diferentes (dióicas). Cada órgão produz um gameta que se une para formar uma semente que dará origem a um novo indivíduo.

O número de sementes produzido pelas plantas daninhas varia em função da espécie e das condições ambientais ([Tabela 5](#)).

Como nem todas as sementes produzidas por uma planta germinarão ao mesmo tempo, as dormentes constituirão um banco de sementes no solo, responsável pela infestação de áreas, mesmo quando se faz manejo adequado da população infestante (controle antes da formação de sementes viáveis).

Na reprodução assexuada (ou vegetativa) não ocorre a união de gametas masculino e feminino. Partes da planta são capazes de gerar um indivíduo igual a planta-mãe do ponto de vista genético. As partes vegetativas que podem dar origem a um novo indivíduo são rizomas, tubérculos, bulbos e estolões (ou estolhos).

Tabela 5. Quantidade de sementes produzidas por algumas espécies de plantas daninhas ¹.

Espécie	Família	Número de sementes
Caruru	Amaranthaceae	120.000
Ançarinha-branca	Chenopodiaceae	20.000
Falsa-serralha	Asteraceae	2.700
Botão-de-ouro ²	Asteraceae	30.000
Beldroega	Portulacaceae	53.000
Nabiça	Brassicaceae	500
Maria-pretinha	Solanaceae	178.000
Serralha ³	Asteraceae	400.000
Urtiga	Urticaceae	1.300

¹ Quantidade produzida por uma única planta.

² *Galinsoga parviflora*.

³ *Sonchus oleraceus*.

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Várias espécies apresentam os dois mecanismos de reprodução, embora apenas um predomine na maioria das vezes. Na tiririca, por exemplo, o principal mecanismo é o vegetativo, por meio de tubérculos. Nesse caso, a planta-filha apresenta crescimento inicial rápido e vigoroso. As plantas originadas de sementes, ao contrário, são muito pequenas e crescem lentamente.

As espécies com reprodução vegetativa são de manejo mais difícil, pois as partes reprodutoras possuem grande quantidade de reserva de nutrientes e de energia, o que garante rápido e vigoroso crescimento inicial. Entretanto, as partes vegetativas são menos resistentes a condições adversas (frio e seca, principalmente) do que as sementes.

Dispersão de propágulos

Os propágulos (sementes ou partes vegetativas produzidas pelas plantas daninhas) podem apresentar vários mecanismos de dispersão ([Tabela 6](#)). Esta é essencial às plantas, pois é o meio pelo qual elas podem ocupar o espaço, o que compensa sua imobilidade.

Autocoria

A dispersão ocorre pela abertura ou queda dos frutos liberando as sementes próximas à planta-mãe, em área restrita à sua copa. Mecanismo mais simples de dispersão é o que abrange a menor área relativa à ocupada pela planta. Em alguns casos, a abertura do fruto ocorre de maneira explosiva lançando as sementes um pouco além da área abrangida pela planta, como na mamoneira e no leiteiro (*Euphorbia heterophylla*).

Alocoria

Nesse caso, a dispersão é favorecida por agente externo e estruturas presentes nos propágulos que aumentam sua eficiência.

Uma das formas mais comuns de alocoria é a dispersão pelo vento ou anemocoria. Sementes leves e pequenas ou aquelas dotadas de pêlos ou asas podem atingir grandes distâncias.

A hidrocoria é a dispersão pela água. Nesse caso, não só as sementes podem ser dispersadas por ela, mas também frutos e partes vegetativas.

A zoocoria é a dispersão feita por animais. A epizocoria é realizada pela sua parte externa. Nesse caso, os propágulos apresentam estruturas especiais como ganchos, cerdas, pêlos e aristas que facilitam a aderência ao corpo. A endozocoria é a dispersão na qual os propágulos, principalmente sementes, passam pelo aparelho digestivo dos animais. Para algumas espécies, essa passagem auxilia o processo de quebra de dormência.

Antropocoria é a disseminação de propágulos pela ação do homem. A principal forma é a contaminação de máquinas e implementos que são levados de áreas infestadas para outras livres de determinadas espécies. Outra, igualmente importante, é a contaminação de lotes de sementes e de mudas em torrão. Os produtores devem estar atentos para a qualidade das sementes e das mudas que adquirem e para isso devem verificar se produtores de sementes e mudas obedecem às normas de qualidade impostas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 6. Espécies de plantas daninhas e seus mecanismos de dispersão.

Mecanismo de dispersão	Espécies
Autocoria	Arroz-vermelho, capim-arroz, leiteiro ¹
Anemocoria (semente com pêlos)	Falsa-serralha, serralha, oficial-de-sala
Anemocoria (semente com asas)	Cipó-de-são-joão
Anemocoria (semente pequena)	Beldroega, carurus
Alocoria	
Hidrocoria	Qualquer espécie
Epizocoria (semente com cerdas)	Picão-preto
Epizocoria (semente com ganchos)	Carrapicho-beiço-de-boi
Epizocoria (semente com espinhos)	Capim-carrapicho
Endozocoria	Melão-de-são-caetano
Antropocoria	Arroz-vermelho

¹ *Euphorbia heterophylla*.

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Sistemática

A classificação sistemática agrupa as espécies de plantas daninhas de acordo com características semelhantes, geralmente, morfológica e fisiológica. O seu conhecimento é necessário ao manejo adequado de populações.

A planta ou espécie é descrita e identificada pelos seus órgãos (caule, folhas e flores, principalmente), de preferência tomados em uma planta adulta. Nas plantas daninhas, entretanto, é fundamental que a identificação seja feita na fase inicial de crescimento da planta, a mais suscetível aos vários métodos de controle, sobretudo, o químico nas espécies de ciclo anual.

No estudo das plantas daninhas, partindo-se da classe, é suficiente para identificar uma espécie. Os níveis de classificação utilizados serão, portanto, classe, subclasse (às vezes desnecessário), ordem, família, gênero e espécie. Na [Tabela 7](#), estão listados alguns exemplos de classificação sistemática de plantas daninhas muito comuns no Brasil.

Tabela 7. Exemplos de classificação sistemática de espécies de plantas daninhas.

Classe	Ordem	Família	Espécie	Nome Comum
Monocotyledoneae	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina nudiflora</i>	Trapoeraba
Monocotyledoneae	Cyperales	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca
Monocotyledoneae	Cyperales	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda
Monocotyledoneae	Cyperales	Poaceae	<i>Oryza sativa</i>	Arroz-vermelho
Monocotyledoneae	Liliales	Pontederiaceae	<i>Eichornia crassipes</i>	Aguapé
Monocotyledoneae	Typhales	Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	Taboa
Dicotyledoneae	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
Dicotyledoneae	Capparales	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Mastuz
Dicotyledoneae	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Caruru-gigante
Dicotyledoneae	Euphorbiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Dicotyledoneae	Fabales	Caesalpinaceae	<i>Cassia occidentalis</i>	Fedegoso
Dicotyledoneae	Gentianales	Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	Oficial-de-sala
Dicotyledoneae	Lamiales	Labiatae	<i>Leonotis nepetaefolia</i>	Cordão-de-frade
Dicotyledoneae	Malvales	Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i>	Guanxuma

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Importância

A ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas pode levar a redução da produtividade das culturas, resultando em prejuízos que podem chegar à perda total nas lavouras.

A interferência das plantas daninhas em culturas pode ocorrer de duas maneiras distintas: competição e alelopatia. Plantas competem com outras por recursos necessários ao crescimento, porém, presentes em quantidades insuficientes no ambiente para atender as suas exigências. Os principais recursos de crescimento são água, nutriente e luz. Como as plantas cultivadas têm menor capacidade de competição, em razão do processo de melhoramento pelo qual passaram, do que as plantas daninhas, elas sofrem mais os efeitos da competição. Na Tabela 8, apresenta-se a quantidade de nutrientes extraída por algumas espécies de plantas daninhas.

Tabela 8. Quantidade de nutrientes extraída do solo por algumas espécies de plantas daninhas.

Nutriente	Caruru- de-mancha	Beldroega	Leiteiro	Capim- carrapicho	Picão- preto	Gram- seda
	kg ha ⁻¹					
N	36,0	9,1	21,3	10,3	22,0	0,9
P	2,8	0,8	1,3	0,7	1,4	0,08
K	53,7	26,4	16,0	18,8	29,3	1,9
Ca	33,4	4,6	9,5	1,7	10,7	0,03
Mg	10,8	2,4	2,7	1,4	3,5	0,15
S	30,0	0,6	1,4	1,0	1,3	0,16
Fe	0,02	0,06	0,12	0,12	0,3	0,008
Mn	0,02	0,7	0,05	0,05	0,1	0,003
Cu	0,01	0,007	0,006	0,005	0,01	0,001
Zn	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,002
B	0,05	0,01	0,02	0,006	0,02	0,001

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

A alelopatia é a ação prejudicial de uma substância produzida por uma planta em outra, geralmente, sobre a germinação e o crescimento. Os compostos alelopáticos, como ácidos e aldeídos, são produzidos nas diferentes partes

(folhas e raízes, principalmente). Eles são liberados para o ambiente pela planta ainda viva ou durante o seu processo de decomposição. A intensidade do dano depende da concentração do composto alelopático no ambiente, das condições climáticas, do tempo de exposição e do estado geral da planta que sofre a ação.

Algumas espécies, como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o capim-sapé (*Imperata brasiliensis*), produzem substâncias que têm efeito alelopático tão intenso que podem literalmente impedir o crescimento e o estabelecimento de outras plantas nas áreas onde predominam.

Os principais efeitos da interferência das plantas daninhas nas espécies cultivadas são os seguintes:

- redução de produtividade;
- redução na qualidade do produto colhido (principalmente impurezas);
- redução no valor da terra;
- disseminação de pragas e doenças;
- dificuldade de realizar tratos culturais e colheita;
- dificuldade no manejo da água (reservatórios e canais de irrigação); e
- intoxicação de animais.

A intensidade da interferência depende das características das plantas daninhas e das cultivadas (velocidade de crescimento, porte, arquitetura de plantas), do estágio de crescimento, da duração do período de convivência e do ambiente.

Por sua vez, nem só prejuízos causam as plantas daninhas. A ocorrência de uma população infestante em áreas agrícolas pode trazer uma série de benefícios:

- proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, prevenindo a erosão;
- proteção do solo contra a incidência direta dos raios solares;
- redução da perda de água do solo por evaporação;

- aumento na diversidade do agroecossistema;
- hospedeiras de inimigos naturais de pragas;
- fornecimento de alimento para animais silvestres, domesticados e para o próprio homem;
- aumento da quantidade de matéria orgânica no solo;
- reciclagem de nutrientes; e
- incorporação de nitrogênio ao solo (leguminosas).

Métodos de controle de plantas daninhas

Para discutir o manejo integrado de plantas daninhas em áreas agrícolas, é necessário que se conheçam os métodos de controle, apresentados a seguir.

Prevenção

Desde que não ocorra infestação de uma ou mais espécies de plantas daninhas na área essa é a melhor opção. Para prevenir sua entrada e disseminação em áreas nas quais elas não ocorrem é fundamental que alguns cuidados sejam tomados:

- uso de sementes e mudas isentas de propágulos (sementes, rizomas, tubérculos e estolões) de plantas daninhas;
- utilização de esterco animal e vegetal isento de propágulos (esterco fermentado);
- limpeza rigorosa de máquinas e implementos após a utilização em áreas infestadas;
- limpeza de margens de estradas, de cercas e de canais de irrigação; e
- isolamento de áreas;

- quarentena de animais trazidos de outras áreas para evitar que sementes e plantas daninhas possam ser disseminadas por meio de suas fezes.

Em algumas situações, a prevenção é uma ação que depende de medidas governamentais, definidas em legislação específica, sobre o comércio de sementes e mudas, tanto em nível nacional quanto internacional (importação).

Controle cultural

As práticas culturais possibilitam vantagens competitivas para as plantas cultivadas em detrimento das plantas daninhas. Nesse método de controle, são aproveitadas características da própria planta cultivada ou do seu processo de cultivo. Devem ser utilizadas cultivares de rápido crescimento e que sombreiem a superfície do solo antes da emergência das plantas daninhas. Para isso devem ser usadas sementes e mudas de alto vigor, realizar o plantio na época recomendada, nos espaçamentos e nas densidades adequados, realizar adubações equilibradas, manejar corretamente a irrigação (se for o caso), adotar também o manejo integrado de pragas e doenças, a rotação de culturas e o plantio direto.

Em algumas situações, o controle cultural pode ser tão eficiente que dispense outros métodos de controle para determinada espécie. Como exemplo, têm-se a alteração do arranjo espacial na cultura do milho, com redução do espaçamento entre fileiras e o aumento do espaçamento entre plantas (para uma mesma população). O sombreamento da superfície do solo, provocado pela melhor distribuição das plantas, pode impedir a germinação de sementes e o crescimento de espécies altamente exigentes em radiação solar, como a tiririca e o capim-marmelada ([JAKELAITS et al., 2001](#)).

Outra técnica bastante eficaz no controle de plantas daninhas é a rotação de culturas. Ela possibilita manter a superfície do solo sempre coberta, inibindo o crescimento de plantas daninhas. Essa estratégia tem sido a base do manejo integrado de plantas daninhas desde a antiguidade. Resultados de alguns trabalhos tem-se mostrado promissores quando se alia a rotação ao plantio direto, principalmente, para controle de espécies exigentes em luz e cujo mecanismo de reprodução é o assexuado ([Tabela 9](#)).

Tabela 9. Efeito da rotação de culturas sobre tiririca (número de plantas por metro quadrado de solo) em áreas de plantio direto e convencional cultivadas com milho e feijão.

Cultura anterior	Sistema de plantio	Número de plantas de tiririca (plantas m ⁻²)
MILHO		
Milho-silagem	Direto	250
Milho-grão	Direto	120
Milho-silagem	Convencional	1180
Milho-grão	Convencional	1150
FEIJÃO		
Milho-silagem	Direto	20
Milho-grão	Direto	20
Milho-silagem	Convencional	700
Milho-grão	Convencional	500

Fonte: [Jakelaitis et al. \(2001\)](#).

Controle mecânico

Realizado por meio de ferramentas ou implementos, sendo feito antes ou depois da semeadura das culturas. As operações de preparo do solo como a aração e a gradagem eliminam a população infestante com grande eficácia. O único inconveniente é a falta de persistência da ação de controle no solo, com germinação e emergência de plantas daninhas logo em seguida. Uma estratégia pode ser aração ou gradagem leves do solo (dependendo do nível de infestação) alguns dias antes da semeadura para eliminar a vegetação existente e estimular a germinação e a emergência de novas plantas a serem eliminadas com o preparo para a semeadura.

A capina com enxada, muito comum na agricultura familiar, ou com cultivadores de tração animal ou trator são os métodos de controle mecânico mais utilizados. A vantagem do uso da enxada é a grande eficácia de controle, a desvantagem, seu baixo rendimento operacional. Os cultivadores, por sua vez apresentam

rendimento operacional bem maior, mas a eficácia de controle é menor, não controlando as plantas daninhas localizadas na linha de plantio.

A cobertura morta é também considerada uma forma eficaz de controle mecânico, atuando como barreira física contra a entrada de luz, essencial ao processo de germinação. Muitas espécies são fotoblásticas positivas, ou seja, necessitam de luz para iniciar a germinação. Ademais, a quantidade de reserva nas sementes pode ser insuficiente para que a plântula em emergência consiga atravessar a barreira imposta pela cobertura morta.

Além de evitar a passagem de luz e bloquear a emergência de plântulas, a cobertura morta reduz a variação de temperatura (alta amplitude térmica) na camada superficial do solo onde se concentra grande quantidade de sementes. As variações têm influência na quebra de dormência das sementes de grande número de espécies daninhas. Estudos mostraram que as sementes de picão-preto, localizadas na superfície do solo, em áreas em plantio direto, apresentaram germinação muito maior do que aquelas que se encontravam em profundidade. Portanto, em área sob plantio direto, pode haver maior infestação de plantas daninhas, principalmente, nos primeiros anos. Com o esgotamento do banco de sementes do solo, reduz-se a intensidade de infestação, se o manejo for bem realizado nas fases de pré-semeadura, de condução da lavoura e de pós-colheita.

Controle físico

As plantas daninhas podem ser controladas por agentes como o fogo, a solarização e a alelopatia, considerados os principais meios de controle físico.

O fogo, como indicado aqui, não se refere à queimada, que foi e ainda é muito utilizada na limpeza de áreas de produção agrícola, principalmente, em terrenos recém-desbravados. O fogo deve ser empregado para a produção de calor que causa a destruição das estruturas celulares da planta, levando-a à morte. A principal forma é o uso de lança-chamas, portáteis ou tracionadas por trator. No controle total, não são necessários maiores cuidados, porém, a aplicação de fogo

em culturas já instaladas deve ser feita dirigindo as chamas apenas para as plantas daninhas.

A solarização consiste em cobrir o solo úmido com um filme plástico transparente. A luz solar, formada por ondas curtas de alta energia, atravessa o plástico e aquece o solo. O calor produzido, na forma de ondas longas, não consegue atravessar o plástico, ficando acumulado abaixo dele. Com o tempo, o solo se aquece e o calor é transmitido com grande eficiência pela água a uma profundidade maior. Esse aquecimento é suficiente para atingir temperaturas elevadas que causam a morte de sementes de plantas daninhas.

A alelopatia é a ação de substâncias químicas com função biológica importante em plantas que causam algum tipo de prejuízo em outras. Com a liberação desses compostos por decomposição de tecidos vegetais, lixiviação, exsudação radicular e volatilização, pode ocorrer inibição da germinação e do crescimento de plantas daninhas. Espécies utilizadas na cobertura do solo e na adubação verde podem ter importância para o controle alelopático, além das próprias espécies cultivadas.

Controle biológico

O controle biológico de plantas daninhas é realizado por organismos vivos ou por produtos de seu metabolismo, ainda é pouco aplicado, mas com grande interesse de pesquisadores. Os principais estudos têm sido conduzidos com fungos e insetos. Os fungos provocam doenças nas plantas que paralisam seu crescimento e podem acarretar sua morte. Os insetos nas fases jovem ou adulta podem atacar plantas daninhas, provocando seu enfraquecimento ou mesmo a morte. Na [Tabela 10](#), estão apresentados exemplos de sucesso no controle de plantas daninhas por agentes biológicos.

O controle biológico é altamente específico, ou seja, um agente de controle ataca apenas uma espécie ou poucas espécies dentro de um mesmo gênero de plantas. Ele deve ser altamente seletivo para que os agentes de controle não provoquem danos às plantas cultivadas.

Tabela 10. Agentes biológicos de controle e espécies daninhas controladas.

Espécie daninha	Nome comum	Agente de controle	Ação de controle
<i>Salvinia molesta</i>	salvínia	<i>Cyrtobagus salviniae</i> Besouro	Adultos e larvas alimentam-se de folhas e raízes
		<i>Paulinia acuminata</i> Gafanhoto	Adultos e ninfas alimentam-se de folhas
		<i>Sanea multiplicalis</i> Traça	Lagartas alimentam-se das folhas
<i>Pistia stratiotes</i>	alface-d'água	<i>Neohydronomus affinis</i> Besouro	Larvas alimentam-se das folhas
		<i>Spodoptera pectinicornis</i> Borboleta	Lagartas alimentam-se das folhas
<i>Eichhornia crassipes</i>	aguapé	<i>Neochetina bruchi</i> <i>Neochetina eichhorniae</i> Besouros	Adultos e larvas alimentam-se de toda a planta
		<i>Niphograptia albiguttalis</i> Mariposa	Lagartas alimentam-se de meristemas apicais e folhas
		<i>Orthogalum terebrantis</i> Ácaro	Adultos e ninfas alimentam-se da seiva
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	erva-de-jacaré	<i>Agasides hygrophyla</i> Besouro	Adultos e larvas alimentam-se de folhas e ramos
<i>Echium plantagineum</i>	borragem	<i>Mogulones larvatus</i> <i>Mogulones geographicus</i> Besouro	Adultos alimentam-se do botão floral
<i>Cirsium vulgare</i>	cardo-de-costela	<i>Rhinocyllus conicus</i> Besouro	Adultos e larvas alimentam-se das sementes

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Espécie daninha	Nome comum	Agente de controle	Ação de controle
<i>Opuntia stricta</i>	cacto	<i>Cactoblastis cactorum</i> Mariposa	Lagartas alimentam-se da parte aérea da planta
<i>Eichhornia crassipes</i> <i>Lantana camara</i>	aguapé cambará	<i>Alternaria alternata</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Echinochloa crusgalli</i> <i>Oryza sativa</i> <i>Sorghum halepense</i>	capim-colchão caruru grama-seda capim-arroz arroz-vermelho massambará	<i>Curvularia intermedia</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Chenopodium album</i>	ançarinha-branca	<i>Ascochyta caulina</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Cyperus esculentus</i> <i>Cyperus rotundus</i>	tiririca-amarela tiririca	<i>Dactylaria higginsii</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Amaranthus retroflexus</i>	caruru	<i>Trichoderma virens</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Anoda cristata</i> <i>Datura stramonium</i> <i>Cassia occidentalis</i> <i>Senna obtusifolia</i>	malva trombeteira fedegoso fedegoso	<i>Myrothecium verrucaria</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Datura stramonium</i>	trombeteira	<i>Alternaria crassa</i> Fungo	Causa doença na planta

Fonte: [Gurr e Wratten\(2000\)](#).

Controle químico

Consiste no uso de herbicidas, produtos que podem ser aplicados antes ou depois da semeadura. Em pré-plantio, tem finalidade de promover a dessecação das plantas daninhas em áreas de plantio direto. A aplicação em pré-plantio incorporado é realizada no caso dos herbicidas que precisam ser posicionados a certa profundidade por falta de movimentação no solo ou para evitar volatilização (transformação em gases) e fotodecomposição (degradação pela luz). A aplicação em pré-emergência é feita quando os herbicidas têm ação apenas sobre as sementes ou em plantas em fase inicial de crescimento. A aplicação em pós-emergência, tanto da cultura quanto da planta daninha, têm ação de contato, quando atuam próximo ao local de absorção, ou sistêmica, quando ele se distribui por outras partes da planta, como raízes, por exemplo. As principais vantagens do seu uso são eficiência de controle, seletividade e melhor relação custo/benefício em algumas situações.

Os herbicidas podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação, processo que efetivamente causa a morte das plantas daninhas. Esse processo pode ser, por exemplo, a inibição da atividade de alguma enzima que catalisa a síntese de substâncias na planta. A seguir, serão apresentados os principais grupos de herbicidas, de acordo com os seus mecanismos de ação, com alguns exemplos.

Inibidores da enzima Acetil Coenzima-A Carboxilase (ACCCase)

Estes herbicidas têm efeito sobre espécies da família Poaceae (gramíneas) e seletivos para várias espécies dicotiledôneas.

A ACCase é uma enzima-chave na síntese de lipídios, componentes importantes de estruturas como a membrana celular. Logo após a aplicação, percebe-se paralisação do crescimento, descoloração dos pontos de crescimento e clorose das folhas novas. Folhas mais velhas podem ficar arroxeadas, alaranjadas ou vermelhas.

Os principais herbicidas inibidores da ACCase são:

- Arilfenoxipropionatos: diclofop, fenoxaprop, fluazifop, haloxyfop, propaquizafop, quizalofop; e
- Ciclohexanodionas: butoxydim, clethodim, sethoxydim, tepraloxymid

Inibidores da enzima Aceto Lactatosintase (ALS)

Estes herbicidas têm efeito, principalmente, sobre espécies dicotiledôneas. Algumas imidazolinonas têm efeito sobre gramíneas e algumas sulfoniluréias sobre ciperáceas.

A ALS é uma enzima importante na síntese de alguns aminoácidos (valina, leucina e isoleucina). Alguns dias após a aplicação percebe-se a paralisação do crescimento, descoloração das folhas jovens, necrose de nervuras e de pecíolos e queda de folhas. As raízes das plantas crescem pouco e as raízes secundárias são curtas.

Os principais herbicidas inibidores da ALS são:

- Imidazolinonas: imazamox, imazapyr, imazapic, imazaquin, imazethapyr;
- Sulfoniluréias: azinsulfuron, chlorimuron, flazasulfuron, halosulfuron, metsulfuron, nicosulfuron, oxasulfuron, pyrazosulfuron;
- Sulfoanilidas: cloransulam, diclosulam, flumetsulam; e
- Outros: pyriothiobac, bispyribac

Inibidores da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfatosintase (EPSPs)

Os herbicidas pertencentes a esse grupo têm efeito sobre espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas e não são seletivos para culturas, exceção feita à soja tolerante ao glyphosate.

A EPSPs é uma enzima importante na síntese de alguns aminoácidos (fenilalanina, tirosina e triptofano). A aplicação desses herbicidas tem efeito rápido, paralisando o crescimento da planta. Os principais sintomas são clorose de pontos de crescimento e de folhas jovens. Entre duas e três semanas as plantas tornam-se totalmente necrosadas (secas).

Os principais herbicidas desse grupo são o glyphosate e o sulfosate.

Hormônios ou reguladores de crescimento

Os herbicidas pertencentes a esse grupo têm efeito sobre espécies dicotiledôneas e são seletivos para gramíneas.

Eles provocam um desbalanço na atividade hormonal da planta sensível causando crescimento desordenado dos tecidos vegetais. Os sintomas mais característicos são a epinastia (curvatura e enrolamento) do ápice das plantas, espessamento do caule e do pecíolo e encarquilhamento das folhas. A morte da planta ocorre por volta de quatro a cinco semanas após aplicação.

Os principais herbicidas hormonais são:

- Derivado do ácido benzóico: dicamba;
- Derivado do ácido fenoxiacético: 2,4-D;
- Derivados do ácido picolínico: fluroxipyr, picloran, triclopyr; e
- Outros: quinclorac.

Inibidores do Fotossistema I

Os herbicidas inibidores do fotossistema I controlam espécies mono e dicotiledôneas e são não seletivos. Interrompem o transporte de elétrons no processo fotossintético e impedem a produção de energia aos processos metabólicos da planta. Os herbicidas, ao captarem os elétrons, tornam-se radicais livres com alto poder de oxidação. Isso leva à formação de peróxido de hidrogênio, responsável pela peroxidação de lipídios e desnaturação de membranas celulares. Os principais sintomas são murchamento e necrose das

plantas, horas após a aplicação. Em poucos dias, a planta já se encontra completamente necrótica.

Os herbicidas inibidores do fotossistema I são o diquat e o paraquat.

Inibidores do fotossistema II

Os inibidores do fotossistema II controlam espécies daninhas dicotiledôneas e são seletivos para culturas mono e dicotiledôneas.

Estes herbicidas interrompem o fluxo normal de elétrons durante o processo fotossintético provocando uma espécie de “sobrecarga” nas moléculas de clorofila. Essa condição pode causar a destruição direta das membranas celulares ou a formação de radicais livres que atuam como no grupo anterior. Os sintomas são: descoloração das folhas, surgimento de manchas aquosas e posterior necrose. O intervalo entre a aplicação e a morte da planta pode ser de até cinco dias.

Os principais herbicidas inibidores do fotossistema II são:

- Triazinas: ametryn, atrazine, cyanazine, hexazinone, metribuzin, prometryne, simazine;
- Uréias substituídas: diuron, isouron, linuron, tebuthiuron;
- Uracilas: bromacil; e
- Outros: bentazon, ioxynil, propanil.

Inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX)

Estes herbicidas controlam espécies daninhas dicotiledôneas em várias culturas, com destaque para feijão e soja.

A enzima protoporfirinogênio oxidase está envolvida na síntese de clorofila. A inibição dessa enzima leva ao acúmulo de uma substância, protoporfirinogênio, que em níveis elevados passa a interagir com o oxigênio formando radicais livres que causam a peroxidação de lipídios de membranas celulares. Os sintomas são:

descoloração das folhas com posterior necrose. A morte das plantas ocorre em poucos dias.

Os herbicidas inibidores da PROTOX são:

- Difeniléteres: acifluorfen, fomesafen, lactofen, oxyfluorfen;
- Ftalimidas: flumiclorac, flumioxazin;
- Triazolinonas: carfentrazone, sulfentrazone; e
- Outro: oxadiazon.

Inibidores da síntese de caroteno

Estes herbicidas controlam espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas anuais e algumas perenes.

Eles atuam interferindo na rota metabólica de terpenóides, essenciais na síntese de vários outros compostos, entre eles os carotenos. Estes têm importante função protetora das clorofilas contra o excesso de energia. As espécies sensíveis apresentam branqueamento quando emergem do solo e, posteriormente, necrose e morte.

Os herbicidas inibidores da síntese de caroteno são clomazone, isoxaflutole e norflurazon.

Inibidores de divisão celular

Inibidores de crescimento da parte aérea

Estes herbicidas controlam gramíneas e algumas dicotiledôneas. O efeito negativo no crescimento das plantas é devido a uma série de eventos: inibição da síntese de lipídios; alongação celular; síntese de alguns hormônios, flavonóides e proteínas. As sementes das espécies sensíveis germinam, mas grande parte das plântulas não emerge. Caso a emergência ocorra, as folhas aparecem retorcidas com coloração verde-escura intensa. Nas gramíneas, estas não emergem dos coleótilos ou ficam comprimidas nos cartuchos. Nas

dicotiledôneas, as folhas apresentam-se encarquilhadas, com encurtamento da nervura central e depressão na ponta das folhas.

Os principais herbicidas são:

- Amidas: acetochlor, alachlor, butachlor, metolachlor, dimethenamid, napropamid;
- Carbamotioatos: molinate, thiobencarb.

Inibidores do crescimento de raízes

A exemplo dos últimos herbicidas citados, os inibidores do crescimento de raízes controlam basicamente espécies gramíneas e poucas dicotiledôneas.

O mecanismo de ação desses herbicidas é a inibição da síntese de tubulina, proteína importante no processo de divisão das células. A tubulina é um dos componentes do microtúbulo, responsável pela separação dos cromossomos durante a divisão celular. Os sintomas são inchaço do meristema radical, encurtamento e espessamento da raiz principal, sem a formação de raízes secundárias. Em consequência, a parte aérea fica atrofiada e avermelhada. Nas dicotiledôneas, pode ocorrer formação de calos nos caules das plantas próximos à superfície do solo.

Os herbicidas inibidores de síntese de tubulina são o oryzalin, o trifluralin, o pendimethalin e o thiazopyr.

Inibidores da enzima glutamina sintetase (GS)

A glutamina sintetase é uma enzima-chave no processo de incorporação de amônia nos tecidos vegetais. Ela promove a união da amônia e do glutamato formando a glutamina, composto precursor de vários aminoácidos.

Os sintomas nas plantas sensíveis são murchamento e clorose das folhas, levando à necrose intensa e posterior morte. O herbicida pertencente a esse grupo é o amônio-glufosinato ou glufosinate.

Comportamento de herbicidas no solo

José Roberto Antoniol Fontes

Os herbicidas podem ser aplicados em pré-plantio incorporados, em pré-emergência ou em pós-emergência. Nos dois primeiros casos, considerando a deriva e a evaporação desprezíveis, todo o herbicida aplicado atinge o solo. No último caso, parte fica retida nas folhas das plantas (daninhas ou cultivadas) e o restante chega ao solo.

No solo, o herbicida está sujeito a uma série de processos que determina seu destino no ambiente. Esses são volatilização, fotodegradação, degradação biológica, lixiviação e percolação. Todos eles são influenciados principalmente pela sorção.

Sorção

O solo é formado por substâncias minerais e orgânicas, água, gases e uma infinidade de formas de vida. Todos esses componentes interagem, apresentando uma dinâmica própria de acordo com as condições climáticas e relevo, por exemplo. A entrada de agentes externos, como herbicidas, pode alterar em maior ou menor intensidade essa dinâmica. Seu destino passa a depender de uma série de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo.

A sorção compreende dois fenômenos: a adsorção, remoção do herbicida da solução do solo e posterior retenção pelos colóides, e a dessorção, liberação do herbicida dos colóides para a solução do solo.

No solo, o sistema coloidal consiste, principalmente, de argilas silicatadas e matéria orgânica que possuem cargas predominantemente negativas e de óxidos de ferro e alumínio, com cargas predominantemente positivas. Portanto, a sorção de herbicidas é um processo físico-químico, e a sua intensidade depende do tipo de colóide predominante, de características do herbicida (constante de dissociação e coeficiente de partição carbono orgânico/água), da concentração do herbicida na solução e da umidade do solo.

As principais características de herbicidas que têm influência na sorção são a constante de dissociação (pK_a) e o coeficiente de partição carbono orgânico/

água. O pKa é a medida de pH em que metade das moléculas está protonada e metade, ionizada. Quanto maior o pKa do herbicida, mais fraco é o ácido, ou seja, menor é a tendência de ele se dissociar e, conseqüentemente, de sofrer adsorção. O coeficiente de partição carbono orgânico/água (Koc) representa a tendência de o herbicida em solução ser adsorvido aos colóides do solo, expresso em mililitros por grama de solo (mL g^{-1}). Quanto maior o Koc, maior é a tendência de adsorção. Veja alguns exemplos na Tabela 11.

Tabela 11. Alguns herbicidas e suas respectivas constantes de dissociação (pKa) e coeficientes de partição carbono orgânico-água (Koc).

Herbicida	pKa	Koc (mL g^{-1})	Comentário
Atrazine	1,7	100	Adsorvido pelos colóides do solo principalmente se o pH for baixo. Pouco lixiviado.
2,4 - D	2,8	20	A formulação amina é mais adsorvido que a de éster e mais lixiviado devido à alta solubilidade. A formulação éster é de baixíssima solubilidade e por isso praticamente não sofre lixiviação.
Fluazifo-p-butyl	0	5.700	Pouco lixiviado.
Fomesafen	2,7	60	Pode apresentar lixiviação em solos arenosos. Adsorvido por óxidos de ferro e alumínio.
Glyphosate	2,6	24.000	Extremamente adsorvido pelos colóides. Permite a semeadura de culturas logo após a aplicação. Pouco lixiviado.
Haloxifop-methyl	4,33	33	Moderadamente adsorvido. Em solos arenosos, pode ser lixiviado se ocorrer chuva forte.
Lactofen	0	10.000	Fortemente adsorvido pelos colóides e pouco lixiviado.
Linuron	0	400	Pouco lixiviado em solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica e moderadamente, em solos arenosos.

Fonte: [Rodrigues e Almeida \(1998\)](#).

Volatilização

Volatilização é o processo pelo qual o herbicida passa do estado líquido para o gasoso. Esse processo é influenciado por condições ambientais (temperatura do ar e do solo, umidade do solo, umidade relativa do ar e do solo e velocidade dos ventos), teor de matéria orgânica e de argila do solo (colóides orgânicos e minerais) e características físico-químicas do herbicida, principalmente, a pressão de vapor e a solubilidade em água.

A pressão de vapor expressa em milímetros de mercúrio (mm Hg), em geral determinada a 20 °C, é a pressão da fase gasosa em equilíbrio com a fase sólida de uma substância qualquer. Ela é uma medida da tendência de a molécula sair da solução do solo ou da solução depositada sobre a superfície foliar e se perder na atmosfera na forma de gás. Quanto maior a pressão de vapor maior a volatilização. Exemplos típicos de herbicidas com alta pressão de vapor são EPTC e o butylate que foram muito utilizados até há bem pouco tempo. Apresentavam valores de $1,0 \times 10^{-1}$ e $1,3 \times 10^{-2}$ mm de Hg, respectivamente. Comparativamente, a pressão de vapor do metolachlor é de $1,3 \times 10^{-5}$ mm de Hg, cerca de mil vezes menos volátil que o butylate e cerca de 77.000 vezes menos em relação ao EPTC. Mesmo assim o metolachlor é considerado um herbicida medianamente suscetível à volatilização. O metribuzin tem pressão de vapor igual a $1,2 \times 10^{-7}$ mm de Hg, considerado um herbicida que não sofre volatilização.

A pressão de vapor é a principal característica que define se um herbicida sofrerá ou não processo significativo de volatilização. Entretanto, a solubilidade em água de um herbicida, expressa em miligramas por litro, aliada à sua pressão de vapor são as características que determinam a volatilização. Os herbicidas com alta pressão de vapor, mas com alta solubilidade em água, apresentam menores perdas por volatilização e os de alta pressão de vapor, mas de baixa solubilidade, maior perda por volatilização. A solubilidade também tem influência na adsorção de herbicidas aos colóides do solo. Assim, com baixa pressão de vapor, alta solubilidade em água ou alta adsorção aos colóides do solo um herbicida apresenta baixa perda por volatilização, ao contrário, causa perda com alta intensidade.

A umidade e o teor de matéria orgânica do solo também são fatores importantes que determinam a maior ou a menor perda de herbicidas por volatilização. Solos

pobres em matéria orgânica, quando úmidos, apresentam potencial de volatilização maior, ao serem comparados a solos ricos em matéria orgânica, quando secos.

Para evitar perdas por volatilização de herbicidas com altas pressões de vapor, a medida mais recomendada e utilizada é a incorporação por meio de gradagem após a aplicação. Em alguns casos, essa incorporação pode ser realizada até algumas horas depois da aplicação.

Lixiviação

A lixiviação é o processo em que o herbicida na solução é carregado para camadas inferiores do solo, por meio de força gravitacional principalmente ([KELLER; WEBER, 1997](#)). Outros fatores, como o gradiente de pressão de vapor ou difusão, também exercem influência nesse processo ([LEE; WEBER, 1993](#), [OLIVEIRA JR., 1998](#)). O movimento de herbicidas no solo depende ainda das características físico-químicas dos produtos como solubilidade em água, coeficiente de adsorção, dos solos (em especial os conteúdos de matéria orgânica e de argilas) e das condições climáticas (chuvas) e manejo (irrigação).

A mobilidade de um herbicida no solo é importante indicador de seu potencial para contaminação de cursos de água e do lençol freático ([GUSTAFSON, 1989](#); [INOUE et al., 2003](#)) e da perda quando o herbicida se movimenta para uma região abaixo daquela onde deveria exercer sua atividade. Assim, as aplicações em pré-plantio incorporado e em pré-emergência podem posicionar o herbicida abaixo da região na qual se localizam as sementes que efetivamente germinam no solo.

Ultimamente, atenção especial tem sido dada aos efeitos de sistema de plantio sobre a movimentação dos herbicidas no solo, ainda que os resultados não sejam consistentes. Não foram verificadas diferenças na movimentação no solo dos herbicidas atrazine, simazine, cianazine e metolachlor, ao serem comparados os sistemas plantio direto com o convencional (solo franco-arenoso, franco-siltoso) ([STARR; GLOTFELTY, 1990](#); [RITTER et al., 1994](#)). Em outros trabalhos, entretanto, o aumento da biomassa de resíduos culturais sobre o solo inibiu a lixiviação de herbicidas pela interceptação e adsorção desses produtos

com maior movimentação de herbicidas em áreas de plantio convencional ([DAO, 1995](#)). Estudos têm mostrado que os resíduos vegetais apresentam maior capacidade de adsorção que o solo ([LOCKE et al., 1994](#); [REDDY et al., 1995](#)). A adoção do plantio direto pode afetar o destino de herbicidas por meio de interações com a matéria orgânica do solo, degradação microbiana e adsorção desses produtos e seus metabólitos. A adsorção de herbicida afeta, em maior ou menor grau, o destino, a atividade e a persistência dele no solo ([KELLER; WEBER, 1997](#)). Para a maioria dos herbicidas catiônicos e básicos, existe uma correlação direta entre adsorção do herbicida e o conteúdo de matéria orgânica e colóides orgânicos e minerais ([AHRENS, 1994](#)). A maior adsorção em área de plantio direto é atribuída ao maior teor de carbono orgânico dissolvido (COD) na superfície do solo, em relação a áreas com plantio convencional ([HEATWOLE et al., 1997](#)). Considerando que a retenção de compostos orgânicos no solo está altamente relacionada ao conteúdo de COS e à movimentação e atividade desses compostos no solo, pode-se concluir que menor lixiviação de herbicidas ocorre em área de plantio direto ([LOCKE et al., 1994](#)).

Entretanto, resultados nem sempre têm sido confirmados, com maior mobilidade de herbicidas nos solos de área de plantio direto ([KELLER; WEBER, 1997](#)). Isto pode ser atribuído ao menor escoamento superficial e maior infiltração de água nesse sistema de plantio. Com o aumento da estabilidade de agregados e da quantidade de macroporos, aumenta o potencial de lixiviação de herbicidas, notadamente, em condição de saturação de água [Wilson et al. \(1998\)](#). Como nesses solos há alto conteúdo de COD, sua ligação com herbicidas aumenta a solubilidade em água, elevando seu transporte no solo. O aumento da quantidade de macroporos e de canais formados por minhocas, artrópodes e raízes decompostas favorece essa movimentação.

A adsorção do metolachlor, no solo, por exemplo, correlaciona-se positivamente com o conteúdo de ácidos húmicos, matéria orgânica e argilas, apresentando moderado potencial de lixiviação para o lençol freático ([PROCÓPIO et al., 2001](#); [INOUE et al., 2003](#)). A irrigação ou a ocorrência de chuva antes ou depois da aplicação do metolachlor tem muita influência na movimentação desse herbicida no solo. Em solo arenoso, o metolachlor aplicado por pulverização movimentou-se até 40 cm de profundidade ([BURGARD et al., 1993](#)).

Escorrimento superficial

Escorrimento superficial é o movimento de uma massa de água na superfície do solo. Constitui processo de perda de herbicidas, pois, arrasta as partículas de solo e o herbicida nelas adsorvido e também na solução do solo, retirando-o de onde deve atuar. O escoamento superficial depende da ocorrência de chuva ou irrigação em quantidade que ultrapasse a capacidade de infiltração de água no solo.

A presença de cobertura morta sobre a superfície do solo pode minimizar o problema, pois reduz de maneira significativa o selamento superficial.

Percolação

A percolação difere da lixiviação pelo fato de o herbicida atingir o lençol freático. As condições para sua ocorrência são o tipo de solo, a intensidade de chuva ou irrigação, o potencial de lixiviação e a persistência do herbicida no ambiente.

A percolação ocupa posição de destaque nas discussões sobre o impacto ambiental do uso desses produtos em áreas agrícolas. A poluição da água é um problema bastante sério, pois afeta a recarga de rios e lagos que abastecem as populações humana e animal e a irrigação. Muitas vezes a água contaminada pode ser detectada em um local relativamente distante da aplicação do herbicida.

Em muitos países, em razão do rigor da legislação ambiental e da fiscalização, uma empresa só consegue registrar um herbicida (ou qualquer outro defensivo agrícola) para uso comercial se comprovar por meio de testes que ele não apresenta mobilidade no solo e/ou persistência acima de certos limites máximos.

Influência do manejo do solo na dinâmica populacional de plantas daninhas

Joilson Sodré Filho

Um dos principais fatores que exercem influência sobre a comunidade de plantas daninhas é o sistema de manejo do solo. As técnicas apresentam níveis diferenciados de revolvimento que variam desde o convencional ao plantio direto

respectivamente. Segundo [Voll et al. \(2001\)](#), podem ocorrer decréscimos de 25% a 60% ao ano na população de invasoras de acordo com o sistema de manejo. As taxas anuais de emergência variam com os anos seja no sistema de plantio convencional, seja no direto ([VOLL et al., 1997](#)).

O revolvimento aumenta a germinação das sementes de plantas daninhas, fazendo com que a perda de sementes viáveis ocorra rapidamente, quando não há influxo de novos propágulos das áreas vizinhas ([BLANCO et al., 1994](#); [SODRÉ FILHO, 2003](#)). Entretanto, isto depende do tamanho e da composição botânica de um banco de sementes que resulta do acréscimo de novas sementes e das perdas (deterioração, parasitismo, predação) ([CARMONA, 1992](#)).

O banco de sementes de plantas daninhas é a principal fonte de regeneração em áreas agrícolas e a principal dificuldade no controle de invasoras ([SODRÉ FILHO, 2003](#)). Depende das espécies e das condições ambientais. Serve para descrever o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais ([CARMONA, 1992](#)).

A distribuição das sementes no perfil do solo apresenta estreita correlação com o tipo de preparo ([CARMONA; VILLAS BOAS, 2001](#)). Reinfestações durante o ano tendem a acumular-se na superfície, podendo germinar ou se acumular no perfil quando esse material é incorporado ([VOLL et al., 1996](#); [SODRÉ FILHO, 2003](#)). Sabe-se que a sobrevivência de sementes é grande em maiores profundidades em solos não movimentados ([VOLL et al., 1997, 2001](#)).

O sistema convencional tem como principal característica a aração e gradagens do solo, depois das primeiras chuvas ou durante a seca, com o objetivo dar ao solo condições de receber a semente da cultura comercial, acaba influenciando na dinâmica populacional de plantas daninhas, principalmente, no banco de sementes trazendo-as à superfície que se manteriam dormentes se enterradas ([ALMEIDA, 1991](#)).

Com o revolvimento do solo, há tendência de uniformizar a distribuição de sementes no perfil, sendo importante na determinação da intensidade de emergência da espécie. A movimentação do solo tem grande influência na emergência e na longevidade das sementes de espécies anuais, aumentando a população de todas as espécies ([BLANCO; BLANCO, 1991](#); [VOLL et al., 1997](#)).

O preparo do solo tem sido empregado para reduzir os custos do controle químico em pós-emergência ([CARMONA; ZATZ, 1998](#)). Por sua vez, a aração muito profunda pode inviabilizar a capacidade de regeneração de parte da população de sementes em certas espécies ([CARMONA, 1992](#)).

A germinação e a emergência das espécies daninhas tendem a ser estimuladas pelo preparo do solo. Mecanismos como dormência, longevidade e dispersão podem garantir a ocorrência de extensos bancos de sementes no solo ([CARMONA, 1995](#)). Aração e gradagem no início do período chuvoso e quente favorecem a quebra de dormência ([BLANCO; BLANCO, 1991](#); [KLEIN; FELIPPE, 1991](#)). Entretanto, no plantio convencional, a maior sobrevivência de sementes ocorre por retornos sucessivos à superfície e às incorporações que auxiliam o prolongamento da dormência ([VOLL et al., 2001](#)).

No sistema plantio direto, há maior intensidade de germinação na superfície ([VOLL et al., 1996](#); [SODRÉ FILHO et al., 2000](#)). A concentração de sementes na superfície pode interferir na comunidade, influenciando a dormência, a germinação e a mortalidade de sementes ([THEISEN; VIDAL, 1999](#)).

A alternância de temperatura junto com a maior quantidade de luz na superfície do solo são fatores que podem estimular a germinação de grande número de espécies ([CARMONA; VILLAS BOAS, 2001](#)). Práticas de manejo do solo que mantenham as sementes próximas à superfície permitem seu decréscimo ([CARMONA, 1992](#)).

O plantio direto tende a acelerar o decréscimo de sementes por indução de germinação ou perda de viabilidade ([CARMONA, 1992](#)). Menor germinação e emergência podem ser resultado do efeito de cobertura, significativa no controle de plantas daninhas ([CARVALHO; SODRÉ FILHO, 2000](#)). Nesse sistema, por apresentar menos distúrbios, o banco de sementes é maior e mais diverso, estando concentrado na superfície, com menores taxas anuais de semeadura ([VOLL et al., 1997, 2001](#)). [Blanco e Blanco \(1991\)](#) observaram uma população de reinfestação mais alta quando a vegetação foi destruída com revolvimento do solo.

O controle de plantas daninhas em plantio direto tem sido causa da desistência de produtores em continuar a utilizá-lo ([PAES; REZENDE, 2001](#)). De acordo

com [Silveira et al. \(2001\)](#), embora apenas 25% a 30% da superfície do solo seja de alguma forma revolvida, isso facilita o desenvolvimento e a sobrevivência de plantas daninhas.

A ação conjunta do não-revolvimento do solo e da cobertura morta resulta em constituição específica do complexo florístico (ALMEIDA, 1991). As plantas daninhas em plantio direto são constituídas por aquelas que têm a capacidade de germinar sob a camada de palha ([DUARTE; DEUBER, 1999](#)).

Muitas vezes, as plântulas não conseguem ultrapassar a barreira imposta pelos resíduos, tornando-se fracas e estioladas ([THEISEN; VIDAL, 1999](#)). Isto é devido, em parte, ao fato de as sementes de plantas daninhas possuírem pequenas quantidades de amido, hemicelulose, gorduras e proteínas ([PAES; REZENDE, 2001](#)).

O uso de técnicas conjuntas, que promovam o controle de plantas daninhas ao longo dos cultivos, permite a redução da população dessas plantas.

Referências bibliográficas

AHRENS, W. H. **Herbicide handbook**. 7th ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 1994. p. 352.

ALMEIDA, F. S. de. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34 p. (Circular, 67).

BLANCO, H. G.; ARÉVALO, R. A.; BLANCO, F. M. G. Distribuição mensal da emergência de seis ervas daninhas em solos com e sem cultivos. **Planta Daninha**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 78-83, 1994.

BLANCO, H. G.; BLANCO, F. M. G. Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 215-220, fev. 1991.

BURGARD, D. J. et al. Metolachlor distribution in a sandy soil under irrigated potato production. **Weed Science**, Ithaca, v. 41, n. 4, p.648-655, 1993.

CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 3-9, 1995.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Londrina, v. 10, n. 1/2, p. 5-16, 1992.

CARMONA, R.; VILLAS BOAS, H. D. da C. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 457-463, mar. 2001.

CARMONA, R.; ZATZ, R. G. Sistemas de preparo do solo e o controle de plantas daninhas perenes em *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1515-1523, set. 1998.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ FILHO, J. **Uso de adubos verdes como cobertura do solo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 20 p. (Boletim de Pesquisa, 11).

DAO, T. H. Subsurface mobility of metribuzin as affected by crop residue placement and tillage method. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 24, n. 6, p. 1193-1198, 1995.

DEUBER, R. **Ciência da plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1992. 431 p.

DUARTE, A. P.; DEUBER, R. Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho "safrinha" no Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 297-307, 1999.

GURR, G.; WRATTEN, S. **Biological control: measures of success**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 429 p.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology Chemistry**, Pensacola, v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989.

HEATWOLE, C. D.; ZACHARIAS, S.; MOSTAGHIMI, S.; DILLAHA, T. A. Movement of field-applied atrazine, metolachlor, and bromide in a sandy loam soil. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 40, n. 5, p. 1267-1276, 1997.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; TORNISIELO, V. L.; CONSTANTIN, J. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no estado do Paraná. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 313-323, 2003.

JAKELAITS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. da. Manejo integrado de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em culturas de milho e feijão em sistema de plantio convencional e direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô-central e plantio direto**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. 722 p.

KELLER, K. E.; WEBER, J. B. Soybean (*Glycine max*) influences metolachlor mobility in soil. **Weed Science**, Ithaca, v. 45, n. 6, p. 833-841, 1997.

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, jul. 1991.

LEE, R. F.; WEBER, J. B. Influence of polymers on the mobility, loss, and bioactivity of ¹⁴C from ¹⁴C-labeled atrazine, metolachlor, and primisulfuron. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 41, n. 6, p. 988-995, 1993.

LOCKE, M. A. et al. Sorption of herbicides to cover crops residues. **Agronomy Abstracts**, Madison, p. 50, 1994.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas**. 1998.

83 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PAES, J. M. V.; REZENDE, A. M. de. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; SIQUEIRA, J. G. Efeito da irrigação inicial na profundidade de lixiviação do herbicida S-metolachlor em diferentes tipos de solos. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 409-417, 2001.

REDDY, K. N.; LOCKE, M. A.; WAGNER, S. C.; ZABLOTOWICZ, R. M.; GASTON, L. A.; SMEDA, R. J. Chlorimuron ethyl sorption and desorption kinetics in soils and herbicide-desiccated cover crop 3. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 10, p. 2752-2757, 1995.

RITTER, W. F.; SCARBOROUGH, R. W.; CHIRNSIDE, A. E. M. Herbicide leaching in coastal plain soil. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 120, n. 3, p. 634-649, 1994.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, O. F. da; STONE, L. F.; SILVA, J. G. da. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 257-263, fev. 2001.

SODRÉ FILHO, J. **Culturas de sucessão ao milho e seus efeitos na dinâmica populacional de plantas daninhas**. 2003. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília.

SODRÉ FILHO, J.; CARVALHO, A. M. de; CARNEIRO, R. G. Cobertura do solo e controle de invasoras pelo uso de plantas condicionadoras. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 2000, Ilhéus, BA. **Resumos...** Ilhéus: SBSC, 2000. CD-ROM.

STARR, J. L.; GLOTFELTY, D. E. Atrazine and bromide movement through a silt loam soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 19, n. 3, p. 552-558, 1990.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia-preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. **Planta Daninha**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 189-196, 1999.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. sob manejos de solo e de herbicidas 2. Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 27-35, jan. 1996.

VOLL, E.; KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de populações de capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Will.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 373-378, abr. 1997.

VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 2, p. 171-178, 2001.

WILSON, G. V. et al. Tillage and cover crop effects on saturated and unsaturated transport of fluometuron. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, n. 1, p. 46-55, 1998.

Integrated Weed Management

Abstract - *Integrated weed management (IWM) is essential to sustainable agricultural production by reducing costs and negative environmental impact. Weeds are not necessarily undesirable and, in certain situations, they are more beneficial than harmful, contributing to integration of control methods. It has been demonstrated that crops coexist with weeds in certain growth phases of both without yield damage. This change of traditional approach, however, is not always easy to implement due to the concept that weeds need to be eliminated of the agricultural environment at any cost. A form to promote change in attitude is to deliver detailed, simple and objective information to farmers. Researchers have accumulated information be delivered by various means. Training courses are some of the fastest forms to take innovations to the farmers. The information is presented on accessible language, besides facilitating direct contact of farmers with researchers. This document congregates the information passed on to farmers during the I Course of Integrated Weed Management held at Embrapa Cerrados.*

Index terms: weed control, environmental impact, innovation, sustainable agriculture.