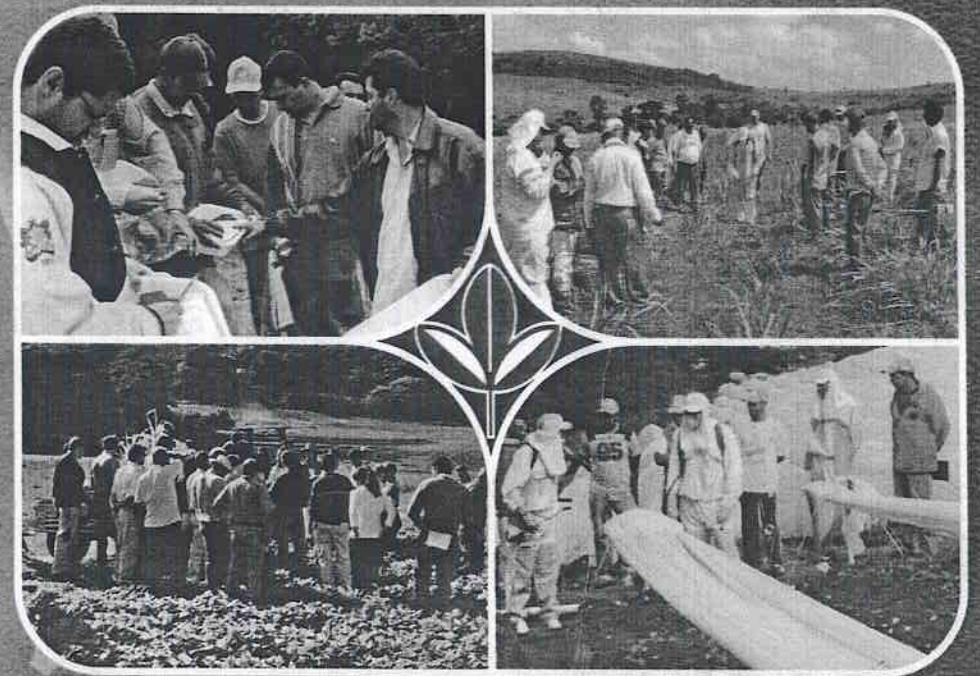


O QUE ENGENHEIROS AGRÔNOMOS DEVEM SABER PARA ORIENTAR O USO DE PRODUTOS FITOSSANTÁRIOS



Editores

Laércio Zambolim
Marçal Zuppi da Conceição
Thais Santiago

CAPITULO IX

Estratégias de Manejo de Plantas Daninhas

Ricardo Victório Filho¹

1 - Introdução

O futuro da humanidade neste planeta corre sério risco se não prestarmos atenção aos processos de alteração do equilíbrio ambiental produzido pela crescente tecnificação da produção e aumento do consumo de bens produzidos e naturais.

A população mundial atingiu 1 bilhão em 1830, 3 bilhões em 1960, 4 bilhões em 1980 e 6 bilhões em 2000. Uma das previsões é de que a população estaria entre 8 e 9 bilhões em 2050.

Atualmente dispõe-se de extraordinários recursos tecnológicos na agricultura, como também de insumos modernos e de alta eficiência, possibilitando atingir patamares altos de produtividade.

A agricultura praticada tem provocado degradações no ambiente e problemas socioeconômicos em alguns países do mundo. Portanto, há uma preocupação com a preservação da biodiversidade, dos recursos naturais, das áreas de florestas a serem preservadas, ou seja, com o fato de a produção de alimentos ocorrer com a sustentabilidade do ambiente para as próximas gerações.

O termo agricultura sustentável está em moda, e o conceito sustentável pode variar de acordo com o desenvolvimento do país. A FAO conceitua a agricultura sustentável como “o manejo e conservação dos recursos naturais, a orientação das mudanças tecnológicas e institucionais de tal maneira, a assegurar o sucesso e a satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. O desenvolvimento

¹ Professor Titular em Matologia - ESALQ/USP.

sustentável na agricultura e silvicultura conserva a terra, a água e os recursos genéticos vegetais e animais, de uma maneira social e ambientalmente aceitável, tecnicamente apropriada e economicamente viável” (LABRADA, 1995).

O manejo das plantas daninhas é um componente muito importante para que a sustentabilidade na agricultura seja atingida. A evolução dos métodos de controle mostra que o controle químico, a partir da década de 1960, cresceu em participação percentual na maioria das áreas agrícolas do mundo, e há necessidade de utilizá-los de forma que o impacto ambiental seja o menor possível.

A ciência das plantas daninhas faz parte de um contexto geral da agricultura; os pesquisadores na área acreditam que o controle das plantas daninhas é essencial para a produtividade na agricultura, porém é necessário que haja consciência de que esses alimentos sejam produzidos em sistemas de agricultura sustentável.

Shaw (1982) já apresentava informações mostrando que nos Estados Unidos da América do Norte, mesmo com a utilização das tecnologias de proteção de plantas disponíveis, as perdas provocadas por pragas, doenças e plantas daninhas atingiam 35 bilhões de dólares anualmente e que eram gastos 10 bilhões todo ano para controlá-las. Assim, o custo total anual era da ordem de 45 bilhões de dólares. Do total de perdas, as plantas daninhas representavam 10% da produção agrícola (vegetal, animal, florestas e reservas aquáticas), chegando a 12 bilhões de dólares anualmente, e mais 6,2 bilhões de gastos no controle.

Assim, o objetivo do manejo de plantas daninhas é manter um ambiente desfavorável a essas plantas, mediante o emprego isolado ou combinado de métodos preventivos, culturais, mecânicos, biológicos e químicos (PITELLI, 1982).

2- Breve Histórico do Manejo de Plantas Daninhas

O manejo das plantas daninhas existe desde que o homem começou a produzir plantas para o seu sustento. No início, quando atuava de maneira extrativista, não havia preocupação com as plantas que estavam naquele ambiente. Quando passou a cultivá-las, houve a preocupação com as outras plantas indesejáveis; inicialmente, fazia-se o arranque manual dessas plantas.

A evolução dos métodos de controle nos Estados Unidos está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Evolução dos métodos de controle de plantas daninhas nos Estados Unidos

Ano	Energia Humana	Energia Animal	Energia Mecânica (trator)	Energia Química
1920	40	60	-	-
1947	20	10	70	-
1975	5	Traços	40	55
1990	<1	Traços	24	75

Fonte: ALDER et al., 1977.

Muitos livros-textos que apresentam o histórico do manejo das plantas daninhas concordam que o grande desenvolvimento dessa ciência ocorreu com a introdução de compostos orgânicos depois da Segunda Guerra Mundial. No final do século XIX, foi usado na França (1896) e Inglaterra (1898) sulfato de cobre no controle seletivo em cereais. No período de 1901 a 1919 foram usados nos Estados Unidos e na Europa compostos inorgânicos, como sulfato ferroso, ácido sulfúrico e cloreto de sódio (LOCKHART et al., 1982).

Na década de 1930, foi bastante utilizado o ácido sulfúrico diluído em cereais. No início da década de 1940, pesquisadores nos Estados Unidos e na Inglaterra estudaram os derivados do ácido fenoxiacético. Descobriu-se a ação herbicida, mas isso não foi divulgado, devido à guerra

na ocasião. Logo após a guerra, foram publicados os trabalhos e divulgou-se a ação do 2,4-D (ac. 2,4-diclorofenoxiacético).

Portanto, o grande desenvolvimento de produtos orgânicos para o controle de plantas daninhas ocorreu após a descoberta do 2,4-D. Pelo Quadro 1, observa-se que o método químico apresentou grande expansão a partir da década de 1950.

Swarbrick e Kent (1982) apresentam dados dos métodos de controle de plantas daninhas em pastagens tropicais (Quadro 2).

Quadro 2. Distribuição dos métodos de controle das plantas daninhas em pastagens tropicais. 1982

Métodos de controle	Áreas			
	Sudeste da Ásia	Sul da Ásia	África	América do Sul e Central
1. Sem controle	14	26	19	6
2. Controle manual	26	43	35	27
3. Controle mecânico	16	1	11	19
4. Fogo	15	14	26	26
5. Pastejo	6	8	2	4
6. Biológico	1	1	0	0
7. Herbicidas	22	7	7	18

Os dados foram coletados do sudeste da Ásia (Malásia, Nova Guiné, Taiwan e Tailândia); sul da Ásia (Índia, Nepal e Paquistão), África (Gâmbia, Gana, Nigéria, Botswana e Zimbábwe) e América do Sul (Brasil e Bolívia).

Observa-se no Quadro 2 que o controle manual na ocasião era alta em todas as regiões. Também o fogo é um método usual de manejo das plantas daninhas em pastagens nessas regiões.

No Brasil, o primeiro herbicida oficialmente registrado foi o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), com o nome em inglês de "Weed-no-More", traduzido para o português com o nome "Mata-mato-mágico" (DEUBER, 2003). Em 1956 foi criada a Weed Science Society of América e, no Brasil, foi realizada a primeira reunião com apresentação de trabalhos científicos, que ocorreu em 1956 no Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola no Rio de Janeiro, com o nome de I Seminário Brasileiro de

Herbicidas e Ervas Daninhas. A Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas foi criada em 1963, e a criação da revista oficial da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas ocorreu em 1978, com o nome **Planta Daninha**.

Portanto, a Ciência das Plantas Daninhas é jovem quando se compara com outras áreas de proteção de plantas, como a entomologia, e a sua evolução tem crescido com o desenvolvimento dos herbicidas orgânicos a partir da década de 1940. Somente na última década os cientistas que trabalham na área atentaram para o desenvolvimento de sistemas de manejo de plantas daninhas, estimulados em parte por problemas que surgiram com os herbicidas (ZIMDAHL, 1995). Os cientistas que trabalham na área de plantas daninhas estão reconhecendo o manejo das plantas daninhas como um problema em ecologia aplicada.

3 - Manejo de Plantas Daninhas - Conceitos

Muitos trabalhos na literatura apresentam os prejuízos causados à produção vegetal, animal, florestal e áreas não-agrícolas, como, por exemplo, o ambiente aquático, causado pelas pragas, doenças e plantas daninhas. A agricultura hoje deve ser praticada de tal forma que desenvolva tecnologias que possam reduzir as perdas e custos na área de proteção de plantas, visando proporcionar uma produção de alimentos de alta qualidade, saudáveis e com o menor impacto ambiental possível.

O termo manejo de pragas tem sido usado há muito tempo, surgindo entre os entomologistas o conceito de manejo integrado de pragas (MIP). O manejo de plantas daninhas deve fazer parte do manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas (Integrated Pest Management Systems - IPMS).

Atualmente, essa integração é possível e desejável, devido às pesquisas básicas conduzidas com defensivos agrícolas seletivos, organismos predadores, técnicas de inibição da reprodução,

desenvolvimento de culturas resistentes e práticas integradas de controle de plantas daninhas (SHAW, 1982).

No Quadro 3 estão apresentadas algumas medidas de manejo e diferentes práticas específicas utilizadas para o manejo de pragas e de plantas daninhas (BUHLER et al., 2000). É importante ressaltar que em cada item cabe uma discussão dos princípios aplicados no manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas.

Quadro 3. Medidas de manejo e exemplos de práticas específicas para insetos e plantas daninhas

Medidas	Práticas Específicas	
	Insetos	Plantas Daninhas
Biocontrole	Parasitas, predadores Patógenos	Insetos, patógenos, predadores vertebrados e invertebrados de sementes
Decisões computadorizadas	"Thresholds", seleção do inseticida, crescimento do organismo	"Thresholds", seleção do herbicida
Avaliação da população	Armadilha, dano à cultura Contagem do inseto	Emergência, banco de sementes
Controle cultural	Data do plantio, rotação, cultivos, densidade e espaçamento, manejo da água, remoção de resíduos, armadilha	Data do plantio, rotação, cultivos, densidade e espaçamento, manejo da água, manejo da fertilidade, semente limpa
Controle mecânico e físico	Repelentes, atraentes, armadilhas luminosas, fogo	Capina, roçadeira, cultivo, rotativa, pastejo
Planta hospedeira resistente	Cultivares resistentes	Cultivares competitivos
Biologia molecular	Cultivares Bt	Cultivares resistentes ao glyphosate
Fiscalização governamental	Quarentena	Quarentena, leis de sementes e plantas daninhas nocivas
Aplicação seletiva	Aplicação dirigida	Aplicação dirigida, pavios de corda, sensores de plantas daninhas
Manipulação genética	Indução de esterilidade, genes letais	

O termo **manejo** de plantas daninhas é a combinação de uma forma racional de medidas preventivas com medidas de controle e erradicação, se necessárias em um determinado agroecossistema.

Algumas diferenças na biologia dos insetos e das plantas daninhas são apresentadas no Quadro 4. Para muitos insetos a densidade da população no campo, no início do desenvolvimento da cultura, é baixa ou inexistente. Quando as condições são favoráveis, a população aumenta ou é introduzida na área e pode atingir um nível de dano econômico. Para as plantas daninhas, devido ao banco de sementes e à limitada mobilidade, a densidade populacional das plantas daninhas anuais é maior no início, logo após a implantação da cultura. Portanto, as práticas de manejo para insetos são aplicadas com o objetivo de atingir uma maior área de abrangência.

Quadro 4 - Comparação das características da biologia das plantas daninhas e dos insetos que podem afetar o manejo

Características do organismo	Inseto	Planta Daninha
Nível trófico	Consumidor	Produtor
Persistência da população	Longevidade de uma geração varia de poucos dias a um ano	Reserva de propágulos no solo
Flutuação da população	Aumenta ou diminui rapidamente devido a processos naturais	Geralmente estável
Sincronia da população	Freqüente	Rara
Mobilidade	Móvel	Imóvel
Fecundidade relativa	Baixa reprodução de gerações múltiplas	Alta reprodução de uma única geração
Mecanismos de sobrevivência	Hibernação e migração para fora da área	Sementes ou outro propágulo
Perdas na produção	Dano por indivíduo previsível	Dano por indivíduo altamente variável

Fonte: Buhler et al., 2000.

Zimdahl (1995) ressalta a importância de um direcionamento da Ciência das Plantas Daninhas para um sistema de manejo integrado e sustentável. Salienta a necessidade do desenvolvimento de uma base ética dos cientistas na área de plantas daninhas, ou seja, o desenvolvimento de uma postura ética que reflita numa orientação para um sistema de agricultura produtiva e sustentável. Segundo o autor, atualmente os conhecimentos científicos nas áreas de rotação de cultura, culturas intercalares, cobertura morta, sistema de cultivo e alelopatia permitem que se conduza um sistema de manejo das plantas daninhas, e não especificamente controle. O controle absoluto de 100% das plantas daninhas pode ser questionado em muitos sistemas de produção. As plantas daninhas estarão sempre presentes e devemos aprender a conviver com elas, adotando sistema de **manejo**.

O termo **controle** é utilizado para medidas específicas, com o objetivo de minimizar a competição das plantas daninhas, ou seja, para que a presença das plantas daninhas não cause dano econômico. Dependendo da infestação das plantas daninhas e dos objetivos da produção da planta cultivada, são adotadas as medidas de controle.

Garcia Torres e Fernandez-Quintanilla (1991) procuraram separar os sistemas de controle em prevenção, contenção, redução e erradicação. A **contenção** seria a utilização de medidas para minimizar o impacto econômico produzido pelas plantas daninhas. A utilização de herbicida quando o nível de dano das infestantes é superior ao nível de dano econômico seria um exemplo. A contenção seria aplicada nos casos em que as plantas daninhas são de baixa a moderada nocividade e os custos dos herbicidas não são altos. São medidas que procuram conter os danos e evitar a disseminação. A **redução** seria a adoção de medidas para reduzir as perdas econômicas produzidas no cultivo em um ano, como também a utilização de outras medidas de controle, de forma a reduzir a reserva de sementes no perfil do solo (rotação, cultivo e herbicidas). É adotada nos casos em que as plantas daninhas são de alta nocividade. A **erradicação** consiste na eliminação total de uma espécie em uma determinada área. Isso incluiria a eliminação de sementes e propágulos vegetativos da planta. Os programas de erradicação somente são recomendados nos casos de espécies de alta nocividade, mas de infestação recente nas áreas.

Na literatura encontram-se diversos estudos com sugestões de manejo integrado de plantas daninhas em diversas culturas de importância econômica, como o trabalho de Gelmini et al. (1994).

4 - Biologia das Plantas Daninhas e o Manejo

No histórico da Ciência das Plantas Daninhas no Brasil, a partir da década de 1940, verifica-se que os cientistas da área desenvolveram, de modo geral, medidas de controle; essas medidas, especialmente com os herbicidas, resultaram em aumento incontestável na produtividade agrícola.

Hoje devemos estar envolvidos com a prática da agricultura e utilizar de medidas de **manejo** em vez de controle, mudando a ênfase para a adoção de medidas de manejo de plantas daninhas em uma agricultura economicamente sustentável.

Para adoção de medidas de manejo, a Ciência das Plantas Daninhas deverá elucidar dados importantes com relação a dinâmica populacional das plantas daninhas, níveis de danos econômicos das espécies predominantes e outros métodos não convencionais de controle de plantas daninhas.

5 - Medidas Preventivas

Consiste na adoção de medidas que impeçam ou minimizem a introdução e disseminação de plantas daninhas em um determinado local. É importante lembrar que muitas plantas daninhas que ocorrem em nosso país são plantas exóticas introduzidas pelo homem. No Quadro 5 estão relacionadas algumas plantas daninhas importantes em nível mundial (HOLM et al., 1977). Duas plantas parasitas que têm causado imensos prejuízos em diversos países são espécies dos gêneros *Striga* (erva-de-bruxa) e *Orobanche*. A erva-de-bruxa parasita o sistema radicular de gramíneas e algumas dicotiledôneas; já *Orobanche* parasita a raiz de culturas

dicotiledôneas, principalmente olerícolas. Diversos exemplos podem ser citados, como:

- Uso de sementes certificadas – no Brasil há uma legislação específica para o comércio e importação de sementes, em que são citadas as espécies nocivas proibidas e toleradas. Existem diversas portarias que regulamentam a fiscalização do comércio estadual, a produção e a certificação de sementes. O Departamento de Sementes Mudas e Matrizes (DSMM), através da portaria do Diretor de 13/12/1991, estabelece os padrões de sementes para o Sistema de Certificação e para a Produção de Sementes Fiscalizadas no Estado de São Paulo (Quadros 6, 7, 8 e 9):
- Limpeza de equipamentos de preparo do solo e colhedoras.
- Utilização de mudas livres de plantas daninhas.
- Utilizar esterco fermentado, evitando introdução de plantas daninhas.
- Manter livre de plantas daninhas canais de irrigação e outras áreas próximas a propriedade, como também as áreas na entressafra, utilizando um sistema adequado de rotação de culturas.

Quadro 5 - Origem e distribuição de algumas das principais plantas daninhas do mundo

Plantas Daninhas	Origem	Distribuição (nº de países)	Número de culturas associadas
Tiririca – <i>Cyperus rotundus</i>	Índia	92	52
Gramma-seda – <i>Cynodon dactylon</i>	África ou Indo-Malasia	80	40
Capim-arroz – <i>Echinochloa crus-galli</i>	Europa e Índia	61	36
Capim-massambará – <i>Sorghum halepense</i>	Mediterrâneo	63	30
Capim-pé-de-galinha – <i>Eleusine indica</i>	China, Índia, Japão e Malásia	60	36

Quadro 6 - Relação das sementes nocivas proibidas em um lote de sementes de culturas

Nome científico	Nome comum	Limite máximo		
		Grande cultura	Forrageira	Olerícola
<i>Cuscuta</i> spp.	Cuscuta	Zero	Zero	Zero
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca	Zero	Zero	Zero
<i>Echium plantagineum</i> L.	Borrago	Zero	-	-
<i>Eragrostis plana</i> Nees	Capim-annoni	Zero	Zero	-
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Amendoim-bravo	Zero	-	-
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz-preto	Zero	Zero	-
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabiça	Zero	-	-
<i>Rumex acetosella</i> L.	Lingüinha-de-vaca	Zero	Zero	-
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Capim-massambará	Zero	Zero	Zero
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Feijão-miúdo	Zero	-	-

Quadro 7 - Padrões de sementes de soja, algodão, milho, algumas gramíneas forrageiras e leguminosas forrageiras

Espécie	Peso Amostra (g)	Sementes nocivas toleradas (no máximo)			
		Básica	Registrada	Certificada	Fiscalizada
		Soja	1000	Zero	Zero
Algodão	1000	3	-	9	-
Milho	800	Zero	-	Zero	Zero
Aveia preta	500	-	-	-	10
<i>Brachiaria brizantha</i>	180	-	-	-	40
<i>Brachiaria decumbens</i>	150	-	-	-	40
Capim-colonião	40	3	-	10	30
<i>Crotalaria juncea</i>	350	1	-	3	3
Mucuna-preta	1000	Zero	-	3	5
Soja-perene	100	Zero	-	30	40

Quadro 8 - Relação de sementes nocivas toleradas e limites máximos para produção de sementes de grande cultura, forrageira e olerícola

Nome científico	Nome Comum	Limite máximo		
		Grande cultura	Forrageira	Olerícola
<i>Acanthospermum hispidum</i> D.C.	Carrapicho-de-carneiro	10	-	-
<i>Aeschynomene rudis</i> Benth.	Angiquinho	10	-	-
<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru	15	20	10
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Rabo-de-burro	-	30	-
<i>Anthemis cotula</i> L.	Macela-fétida	-	30	10
<i>Avena fatua</i> L. e <i>Avena barbata</i>	Aveia-silvestre	5	-	-
<i>Bidens pilosa</i> L. e <i>Bidens subalternans</i> D.C.	Picão preto	10	-	-
<i>Borreria alata</i> D.C.	Poaia	10	-	-
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link.) Hitchc.	Capim-marmelada	10	-	-
<i>Brassica campestris</i> L. e <i>Sinapsis arvensis</i> L.	Mostarda-silvestre	10	10	-
<i>Cassia tora</i> L. e <i>Cassia occidentalis</i>	Fedegoso	10	-	-
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim-carrapicho	10	-	-
<i>Chenopodium</i> spp.	Ançarinha	-	-	10
<i>Cirsium vulgare</i> (Sav) Tem.	Cardo	30	-	-
<i>Croton glandulosus</i> (L.) Muell	Gervão-branco	10	-	-
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Tiririca-amarela	-	10	5
<i>Kullinga odorata</i> Vahl.	Capim-santo	-	-	5

Quadro 9 - Relação de sementes nocivas toleradas e limites máximos para produção de sementes de grande cultura, forrageira e olerícola (continuação)

Nome científico	Nome Comum	Limite máximo		
		Grande cultura	Forrageira	Olerícola
<i>Cyperus</i> spp.	Tiririca	5	-	5
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde.	Capim-amargoso	-	30	-
<i>Diodia teres</i> Walt.	Poaia-de-campo	-	20	-
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv. E <i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	Capim arroz	10	-	10
<i>Echium plantagineum</i> L.	Borrago	-	1	-
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Amendoim-bravo	-	20	-
<i>Hyptis suaveolens</i> Point.	Mata-pasto	-	20	-

<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Anileira	-	30	-
<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i> (K.B.K.) Don.	Corde-de-viola	-	-	10
<i>Ipomoea purpurea</i> Lam.	Corde-de-viola	-	-	10
<i>Ipomoea</i> spp.	Campainha	15	20	10
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz vermelho	8	-	-
<i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) L. Rich.	Capim-oferecido	15	30	-
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Cipó-de-veado	10	-	10
<i>Polygonum</i> spp.	Erva-de-bicho	10	10	10
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabiça	-	5	10
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	Mostarda	20	30	-
<i>Rumex acetosella</i> L.	Lingüinha-de-vaca	-	-	5
<i>Rumex crispus</i> L. e <i>Rumex obtusifolius</i> L.	Língua-de-vaca	10	-	-
<i>Rumex</i> spp.	Língua-de-vaca	-	10	-
<i>Sida</i> spp.	Guanxuma	10	20(*)	10
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Cardo-de-maria	-	30	-
<i>Solanum</i> spp.	Joá, joá-bravo	15	15	10
<i>Solidago</i> spp.	Erva-lanceta	-	15	-
<i>Xanthium strumarium</i> L. (= <i>X. americanum</i> Walf.	Carrapichão	15	-	-
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Espinho-de-carneiro	15	-	-
<i>Xanthium</i> spp.	Carrapichão	-	15	-

* para sementes do gênero *Brachiaria* spp.: 30 sementes

6 - Medidas Culturais

As plantas daninhas e cultivadas que crescem em um mesmo ambiente possuem seus sistemas radiculares ocupando o mesmo espaço, requerendo um suprimento adequado de nutrientes e água. Pode-se utilizar de medidas que modifiquem essa relação planta daninha-cultura, favorecendo a planta cultivada no aspecto competitivo. Essas medidas culturais podem ser as seguintes:

- Escolha de variedades adaptadas às condições locais, propiciando rápido crescimento e ocupação do espaço. Muitos trabalhos de pesquisa têm demonstrado a habilidade competitiva de determinados cultivares.
- Espaçamento, densidade de semeadura e época de plantio –

são condições para que a cultura ocupe a superfície do solo o mais rápido possível.

- c) Rotação de cultura, uso de culturas intercalares e adubação verde. A utilização de uma mesma cultura por anos sucessivos propicia desenvolvimento de uma flora associada a essa cultura. Assim, existem diversos exemplos de plantas daninhas que normalmente ocorrem associadas a determinadas culturas. Como exemplo, tem-se o capim-arroz (*Echinochloa crusgalli* var. *crusgalli*) na cultura do arroz, e corda-de-violão (diversas espécies do gênero *Ipomoea*) na cultura do milho.

Essas associações ocorrem devido a diversos fatores, como a similaridade entre a fenologia da cultura e a da planta daninha (por exemplo: florescimento na mesma época, produção de sementes na mesma época), adaptação a práticas culturais (por exemplo cultivos, irrigação) e também a adaptação aos principais métodos de controle utilizado.

Essas associações podem ser mudadas pela **rotação e sucessão de culturas**. As **rotações** tendem a diversificar as espécies presentes, evitando que uma delas domine a área. Quanto maiores as diferenças fisiológicas das culturas utilizadas na rotação, menor será a possibilidade de predominância de uma espécie daninha. Portanto, a rotação é uma prática recomendada, pois permite o manejo das plantas daninhas de forma mais adequada, devido a diferentes datas de semeadura, diferentes portes em altura, espaçamentos, práticas culturais e diferentes herbicidas.

Na Figura 1, pode ser observada a presença de maior densidade de plantas daninhas dependendo da cultura usada na última rotação. Nesta pesquisa foi utilizada a rotação das culturas anuais soja, milho e algodão, com a cultura de trigo em sucessão. Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência. O algodão, pelo fato de demorar cerca de 90 dias para cobrir o solo, permitiu maior ocorrência de plantas daninhas (ALMEIDA, 1981).

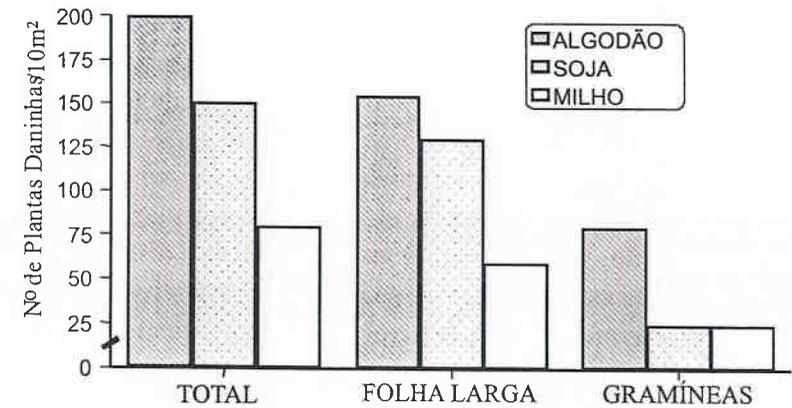


Figura 1 - Ocorrência de plantas daninhas após a última cultura utilizada em rotação. O algodão e a soja deixam a área mais infestada que a cultura do milho (ALMEIDA, 1981).

A **sucessão** de culturas, como, por exemplo, soja-trigo, muito utilizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, tem permitido manejo adequado das plantas daninhas, porém nesse caso há desenvolvimento de plantas daninhas anuais de verão e de inverno. Dependendo da cultura utilizada no inverno em sucessão, a produção de biomassa (palha) pode ser suficiente para evitar a ocorrência de plantas daninhas na cultura de verão e, com isso, evitar o uso de herbicidas nesta cultura (ALMEIDA, 1988).

Com relação à **cultura intercalar**, utilizada principalmente por pequenos agricultores, tem apresentado vantagens no tocante a fertilidade do solo, redução nos aspectos da erosão e, também, no manejo de insetos e plantas daninhas (ALTIERI et al., 1987). É evidente que os resultados de manejo de plantas daninhas em culturas intercalares depende de uma série de fatores, como o tipo de plantas cultivadas utilizadas, da proporção relativa entre as espécies, como também da distribuição espacial das plantas em condições de campo.

Graciano e Victoria Filho (1990), estudando a produção de cana-de-açúcar intercalada com a cultura do feijão, observaram que a cultura intercalar de feijão reduziu a densidade de plantas daninhas. Victoria Filho e Christoffoleti (1997) verificaram que o manejo de plantas daninhas em citros na formação inicial do pomar com a utilização de adubos verdes, como guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e lablabe (*Dolichus lab-lab*), propicia redução drástica na infestação das plantas daninhas no verão, além de permitir melhor controle da erosão.

O uso de **espécies ou variedades competitivas** é importante para controlar a infestação de determinadas plantas daninhas tanto em plantio da cultura isolada como em consórcio. As espécies ou variedades de crescimento rápido, como aveia, milho e alfafa, em uma densidade populacional adequada, conseguem cobrir o solo rapidamente e diminuir a competição com determinadas espécies daninhas. É evidente que há diferenças varietais em cada cultura no tocante a essa habilidade competitiva. A semeadura em densidades altas e espaçamentos estreitos auxiliam na competição inicial com as plantas daninhas.

- d) Coberturas vivas e mortas com efeitos alelopáticos: Altieri (1987) apresenta dados sobre o efeito alelopático dos resíduos de diversas culturas, pela parte vegetativa em decomposição, e sugere diversas alternativas para melhor explorar a alelopatia na agricultura, como: usar as coberturas vivas ou mortas das plantas com efeitos alelopáticos; incorporar o mecanismo básico de alelopatia em cultivares por meio da manipulação genética; sintetizar os componentes químicos e similares naturais para serem utilizados como herbicidas; e manejar o comportamento de sementes de plantas daninhas mediante o uso alelopático de compostos de plantas para aumentar a germinação das sementes das plantas daninhas. A alelopatia é um fenômeno que ocorre de uma forma preponderante nas comunidades vegetais. Portanto, o conhecimento das reações alelopáticas de plantas daninhas e cultivadas permitirá a condução de sistemas de

produção com rotação e sucessão de culturas de uma forma sustentável (GOMIDE, 1993).

Atualmente, uma linha importante de pesquisa busca descobrir aleloquímicos que possam ser utilizados como herbicidas. Essas pesquisas vêm ocorrendo desde a década de 1980, conforme mostra Hatzios (1987), que apresenta uma série de herbicidas que estavam sendo desenvolvidas a partir dos aleloquímicos (Quadro 10).

Quadro 10 - Herbicidas desenvolvidos a partir de aleloquímicos naturais

<i>Produto natural</i>	Fonte: planta ou microrganismo	Herbicida	Fabricante
Anisomicina	<i>Streptomyces</i> sp.	Methoxyphanone	Nipon/Japão
Cineole	Várias plantas	Cimetilin	Shell/USA
Benzoxazinonas	Plantas gramíneas	Benzanin	BASF/Alem.
Iproxil	<i>Iprex pachyon</i>	Benzadox	GULF/USA
Ácido fusárico	<i>Fusarium</i> sp.	Picloram	Dow/USA
Moniliformina	<i>Fusarium moniliforme</i>	3,4-dibutoxymoni- formin	CIBA-GEIGY Suíça
Ac. Quinolínico	<i>Nicotiana tabacum</i>	Quinclorac	BASF/Alem.
Fosfinotricina	<i>Sereptomyces viri- chromegenes</i>	Glufosinate	HOECHST/Alem.

- e) Manejo da fertilidade do solo – normalmente o fertilizante é utilizado para aumentar a produção da planta cultivada. Todavia, em situações de alta densidade de plantas daninhas, a adubação, principalmente a nitrogenada, pode favorecer as plantas daninhas. Essa área é muito importante e pode ser uma técnica essencial no manejo de plantas daninhas.

7 - Métodos Mecânicos e Físicos

O cultivo mecânico compreende as diversas operações de revolvimento do solo, desde antes do plantio até a colheita, visando manter o solo, a cultura implantada e o nível de infestação das plantas daninhas sob condições tais que não restrinjam o desenvolvimento normal das plantas cultivadas e, conseqüentemente, não interfiram na produtividade.

O cultivo mecânico tem como objetivo: melhorar a aeração do solo, quebrar camadas compactadas de solo na camada arável, facilitar a drenagem, realizar a amontoa e a incorporação de restos culturais, preparar o solo para plantio e controlar as plantas daninhas. O controle é exercido pelo enterrio das plântulas, corte da parte aérea e exposição do sistema radicular e propágulos vegetativos à radiação solar. A principal limitação do cultivo mecânico é o controle das plantas daninhas na linha da cultura.

Regner e Janke (1990) separaram o controle mecânico em quatro categorias: a) cultivo primário – quando a operação inicial de preparo do solo é realizada antes do plantio da cultura. Neste caso, são usados os diversos tipos de arados que fazem a inversão da camada superficial do solo, enterrando as sementes e propágulos vegetativos, sendo também utilizadas grades pesadas; b) cultivo secundário – são as operações adicionais de preparo do solo para a semeadura da cultura, realizadas com equipamentos leves. Neste caso, são utilizadas as grades de disco, que apresentam larguras diversas, dependendo da potência do trator. Muitas plantas daninhas perenes, como tiririca (*Cyperus rotundus*) e grama-seda (*Cynodon dactylon*), podem ter o potencial de infestação diminuído com o uso de aração e gradeação no período seco. A aração a uma profundidade de 15-30 cm expõe parte dos propágulos das plantas daninhas, a gradeação posterior expõe as partes da planta que ficaram mais abaixo, e a exposição ao sol por 10-15 dias provoca a dessecação; c) cultivo seletivo – realizado para eliminar as plantas daninhas depois do plantio. É feito após a emergência da cultura e das plantas daninhas, por meio de cultivadores, enxadas rotativas e grades leves. Este cultivo deve ser realizado, se possível, com as plantas daninhas em estágio inicial de desenvolvimento (2 a 4 folhas), para que o cultivador não necessite penetrar muito no solo a ponto de afetar as raízes da planta cultivada. Existem cultivadores de linhas que conseguem controle razoável das plantas daninhas na linha da cultura. A roçadeira é utilizada principalmente nas culturas perenes, como café, citros, eucalipto, pinus, pastagens e outras frutíferas. Mantém a vegetação cortada na superfície do solo, conservando a umidade do solo, reduzindo a amplitude térmica do solo e diminuindo a

erosão; d) aração de pousio – são operações realizadas para o controle de plantas daninhas perenes e anuais durante o pousio.

O sucesso do cultivo mecânico depende de uma série de fatores, como: semelhança da planta daninha com a cultura, germinação das plantas daninhas, presença de plantas daninhas perenes, espaçamento da cultura e banco de sementes. É muito importante conhecer a biologia das principais plantas daninhas. Muitas são fotoblásticas positivas, ou seja, dependem da luz para germinação. Assim, em alguns casos, o cultivo realizado à noite pode diminuir o total de plantas daninhas que emergem do solo. Como desvantagens do cultivo destaca-se a compactação do solo na região logo abaixo da superfície de solo movimentada, denominada de “pé-de-grade” ou “pé-de-arado”. Outras desvantagens são: exposição do solo à erosão, perda de umidade por evaporação, quebra de dormência de sementes e outros órgãos de propagação vegetativa. Portanto, a opção pelo uso do controle mecânico deve ser feito baseando-se em custo, susceptibilidade à erosão da área, assim como aspectos de compactação do solo.

As operações de catação manual (monda) e capina manual com enxada são ainda utilizadas em situações específicas. Também em pastagens são utilizadas operações de roçagem manual e mecânica, bem como correntões e rolo-faca.

O uso da roçadeira em pastagem deve ser feito antes que as sementes viáveis sejam produzidas. Os cortes realizados nas épocas adequadas podem levar ao esgotamento das reservas de carboidrato que a planta daninha tenha em seus órgãos de propagação vegetativa. O momento adequado de realizar o corte é quando a parte aérea tenha alcançado um porte avançado utilizando as reservas dos órgãos subterrâneos. Nesse momento, o nível de reservas nesses órgãos é baixo, e o corte freqüente pode levar ao esgotamento das estruturas de propagação da planta. Esse estágio de desenvolvimento ideal varia de acordo com a espécie perene.

Os correntões são utilizados em algumas situações com pastagens extensivas, para eliminar arboretos e pequenas árvores. Uma corrente

pesada é tracionada por dois tratores, normalmente de esteira, arrancando essas plantas do solo quando são passadas nos dois sentidos. É uma técnica que deve ser usada no momento adequado, e conhecendo o tipo de vegetação para ter o resultado adequado.

Outras medidas físicas utilizadas no manejo de plantas daninhas são: a) calor (fogo) utilizado em situações específicas para destruição de restos culturais e plantas daninhas em pastagens. A sua utilização freqüente apresenta aspectos negativos devido ao impacto ambiental; b) cobertura morta – diversos materiais são usados desde a cobertura morta com resíduos culturais até a utilização de plásticos. A solarização é um processo de cobertura plástica que, através do aumento da temperatura, controla diversas plantas daninhas. As coberturas plásticas têm propiciado aumento da temperatura do solo de 6 a 8° C, as quais as plantas daninhas recém-germinadas não suportam, principalmente durante o verão de regiões tropicais. Há necessidade de umidade na superfície do solo antes da colocação do plástico, para propiciar a germinação das plantas daninhas. Trabalhos têm mostrado resultados satisfatórios no controle de diversas plantas daninhas. No Quadro 11 verifica-se o resultado de controle em algumas espécies (MELENDEZ, 1990); c) manejo da água – a inundação, assim como a drenagem, pode ser utilizada para eliminar plantas daninhas. A mudança nas condições ecológicas pela presença da água provoca um ambiente anaeróbico que controla plantas daninhas, sendo muito utilizado em áreas de arroz irrigado. Já a drenagem pode ser utilizada para plantas de ambiente aquáticos, que se desenvolvem ancoradas no solo, como, por exemplo, a taboa (*Thypha dominguensis*).

Quadro 11 - Resultados da germinação das plantas daninhas semeadas (plantas/parcela), na interação períodos de solarização com plásticos preto e transparente x plantas daninhas, em condições de campo. Piracicaba, SP

Plantas Daninhas	Tratamentos								
	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Capim-braquiária	45,0a	45,0a	1,9bc	0,0b	0,0	9,3b	5,2a	0,0a	0,0
Picão-preto	19,0b	7,9b	13,8a	7,0a	0,0	8,3b	0,0a	1,9a	0,0
Capim-carrapicho	12,2bc	13,5b	7,3ab	1,9ab	0,0	16,9a	6,2a	0,0a	0,0
Corda-de-violão	10,3c	0,0c	0,0c	0,0b	0,0	3,8b	0,0a	0,0a	0,0

Obs.: T9 – testemunha sem cobertura; T1 a T4 – cobertura com plástico preto por uma a quatro semanas; T5 a T8 – cobertura com plástico transparente por uma a quatro semanas.

8 - Métodos Biológicos

O controle biológico das plantas daninhas consiste na utilização de parasitas, predadores ou patógenos na manutenção de uma população de planta daninha em uma densidade menor da que ocorre naturalmente e que não cause dano econômico. Após a introdução do agente, ocorre uma redução, com a população da planta daninha em um nível abaixo do dano econômico, e, portanto, não ocorre a erradicação da planta daninha.

Na Figura 2, pode-se observar a flutuação da população de um inseto introduzido no controle biológico de uma determinada planta daninha. Espera-se que o equilíbrio ocorra em uma situação de densidade populacional da planta daninha abaixo do dano econômico.

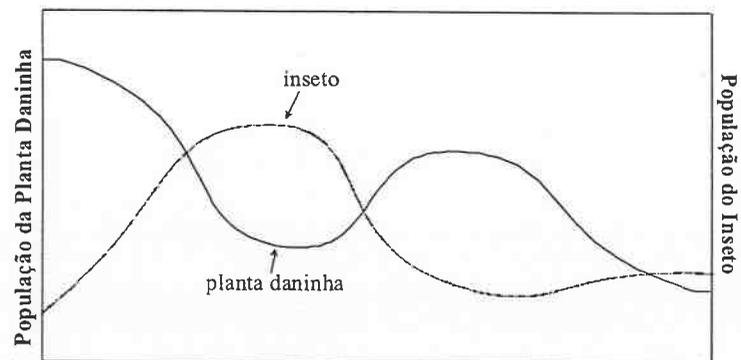


Figura 2 - Variação da população da planta daninha e do inseto com o decorrer do tempo.

O controle biológico chamado de clássico consiste na introdução de um agente biológico de controle de uma planta daninha exótica e que está amplamente disseminada no ambiente. Normalmente, esse agente é introduzido a partir do local de origem da planta daninha. O agente biológico deve provocar o dano e ter condição de sobrevivência no local introduzido. Antes da liberação são feitos estudos profundos sobre a especificidade e reprodução do agente. Deuber (1992) apresenta os exemplos mais conhecidos de sucesso de controle biológico clássico com insetos (Quadro 12).

Quadro 12 - Programas bem sucedidos de controle biológico de algumas espécies de plantas daninhas em diferentes países

Planta daninha	País	Inimigo natural	Ordem
<i>Artemisia tridentata</i>	EUA	<i>Aroga websteri</i>	Lepidoptera
<i>Carduus mutans</i>	EUA	<i>Rhynocyllus conicus</i>	Coleoptera
<i>Clidemia hirta</i>	Fiji	<i>Liothrips urichi</i>	Thysanoptera
<i>Eichhornia crassipes</i>	Guiana	<i>Trichechus inunguis</i>	peixe-boi
<i>Eupatorium adenophorum</i>	Hawai	<i>Procecidocares utilis</i>	Diptera
<i>Hypericum perforatum</i>	EUA	<i>Chrysolina quadrigemina</i>	Coleoptera
	Canadá	<i>Chrysolina hyperici</i>	Coleóptera
<i>Lantana camara</i>	Hawai	<i>Epinotia lantanae</i>	Lepidoptera
		<i>Ophiomyia lantyanae</i>	Diptera
		<i>Teleonemia scrupulosa</i>	Hemiptera

<i>Lantana camara</i>	Austrália	<i>Octoma scrabipennis</i>	Coleoptera
		<i>Uroplata girardi</i>	Coleoptera
<i>Opuntia inermes e Opuntia stricta</i>	Austrália	<i>Teleonemia scrupulosa</i>	Hemiptera
<i>Salvinia molesta</i>	Austrália	<i>Cactoblastis cactorum</i>	Lepidoptera
	Papua	<i>Cyrtobagus salviniae</i>	Coleoptera
	N. Guiné		
<i>Senecio jacobaea</i>	EUA	<i>Helemya sencilla</i>	Diptera
		<i>Longitarsus jacobaea</i>	Coleoptera
		<i>Tyria jacobaea</i>	Lepidoptera

Fontes: Klingman & Ashton, 1975; Hodgson & Rees, 1976; Habib, 1984; Barret, 1989, citado por Deuber (1992).

O controle biológico chamado de inundativo utiliza microrganismo de uma forma maciça sobre uma população de planta daninha para criar um rápido e elevado nível de doença (CHARUDATTAN; PITELLI, 1993). Nesse tipo de controle biológico, os microrganismos normalmente são nativos da área onde são aplicados e podem ser fungos, bactérias e vírus. O produto formulado aplicado e que contém o microrganismo é chamado de bio-herbicida. Alguns exemplos estão citados no Quadro 13.

Quadro 13 - Herbicidas microbiológicos (bio-herbicidas) comercializados ou em via de comercialização

Patógeno	Planta Daninha	Produto	Desenvolvido por
<i>Alternaria cassiae</i>	<i>Cassia obtusifolia</i>	CASST™	Mycogen Corp., San Diego/California
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f.sp. <i>malvae</i>	<i>Malva pusilla</i>	BioMal™	PhilomBios, Saskatchewan/Canadá
<i>Mycocleptodiscus Terrestris</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	EcoScience Laboratories, Amherst, Massachusetts
<i>Colletotrichum Orbiculare</i>	<i>Xanthium Strumarium</i>	-	Centre for agrobiol. Research, Netherlands
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	<i>Poa annua</i>	-	Mycogen Corp.
<i>Chondrostereum purpureum</i>	<i>Prunus serotina</i>	-	Centre for Agrobiol. Research, Netherlands
<i>Puccinia</i>	<i>Cyperus esculentus</i>	-	University of Georgia,

<i>Puccinia canaliculata</i>	<i>Cyperus esculentus</i>	-	University of Georgia, Tifton, Georgia
<i>Cercospora rodmanni</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	-	University of Florida, Gainesville, Florida
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Cuscuta gronovii</i>	-	University of Florida, Gainesville, Florida
<i>Colletotrichum truncatum</i>	<i>Sesbania exaltada</i>	-	USDA-ARS, Stoneville/Mississippi

As principais vantagens do controle biológico são: a) normalmente, uma vez introduzido, o agente biológico permanece controlando as plantas daninhas, em função da sua autoperpetuação. Todavia, não é o caso do controle biológico inundativo, que necessita normalmente de reaplicação; b) pode ser utilizado em áreas inacessíveis, como lagos, florestas, etc.; c) de modo geral, não polui o ambiente, quando comparado com o método químico; d) de um modo geral o custo do desenvolvimento do controle biológico é menor que o custo de desenvolvimento de uma nova molécula de herbicida. Entretanto, o custo é expressivo, tendo em vista a necessidade de estudos profundos antes da liberação do agente biológico no ambiente.

As desvantagens: a) o controle é lento e não erradica a planta daninha; b) conflito de interesse existe quando a planta daninha pode ser útil na região próxima - como exemplo, pode ser citado o capim-colonião, que é útil como planta forrageira, ou o assa-peixe, que pode ser utilizado como planta melífera; c) no ambiente agrícola normalmente perturbado há ocorrência de um complexo de espécies daninhas, e o controle biológico de uma delas não seria economicamente viável, pois haveria necessidade de aplicação de outros métodos de controle para as demais plantas daninhas.

9 - Métodos Químicos

O método químico através do uso de herbicidas apresentou grande desenvolvimento a partir da descoberta do herbicida 2,4-D (ac. 2,4-diclorofenoxiacético) em 1941.

A partir dessa época surgiram diferentes grupos químicos, de tal forma que o uso hoje exige conhecimentos sobre o mecanismo de ação e os seus efeitos no ambiente, para que possam ser utilizados com segurança.

O controle químico consiste no uso de herbicidas, que são produtos químicos sintéticos normalmente orgânicos, utilizados para provocar a morte ou inibir o desenvolvimento das plantas daninhas.

As principais vantagens apontadas com a utilização de herbicidas são as seguintes:

- Ação rápida e eficaz no controle de grande número de espécies em uma comunidade infestante.
- Facilidade de controle de plantas daninhas na linha da cultura.
- Controle de plantas daninhas perenes.
- De modo geral, são seletivos às plantas cultivadas e não causam danos ao sistema radicular.
- Apresentam em muitas situações um custo adequado.
- Permitem aplicações em diversas fases do ciclo da cultura, mesmo quando as condições de umidade dificultariam o controle mecânico.

Alguns aspectos importantes devem ser levados em consideração na aplicação desses produtos para que ocorra o menor impacto possível no ambiente. Assim, as principais desvantagens citadas com relação aos herbicidas são as seguintes:

- Presença de resíduos no ambiente que podem afetar culturas em sucessão, como também podem atingir águas subterrâneas.
- Seleção de espécies resistentes devido à pressão de seleção.
- Necessidade de mão-de-obra especializada para aplicação e conhecimento do comportamento do herbicida em relação às variações ambientais.
- Toxicidade ao homem.

Em nível mundial, podem ser relacionados 300 ingredientes ativos, e hoje cerca de 200 estão disponíveis convencionalmente para uso (CASELEY, 1996). Do total de vendas de agroquímicos no mundo, os herbicidas participam com cerca de 45%.