

Bento Gonçalves, RS  
Julho, 2003

## Autor

Leandro Vargas  
Eng. Agrôn., D.Sc.,  
Estação Experimental  
de Vacaria,  
Embrapa Uva e Vinho,  
Caixa Postal 1513,  
CEP 95200-000  
Vacaria, RS

# Identificação e Manejo de Resistência a Herbicidas em Pomares

## Introdução

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um fenômeno em evolução no Brasil e que afeta, além dos produtores, os demais profissionais ligados de alguma forma à agricultura, devido às dificuldades que ela proporciona no manejo dessas espécies. A resistência, em certos casos, pode inviabilizar o controle de plantas daninhas pelo uso de determinados herbicidas. Desse modo, há necessidade de implantação de outros métodos de controle que, na maioria das vezes, são menos eficientes, chegando a afetar o rendimento da cultura ou tornando o controle excessivamente oneroso. Em alguns casos, pela falta de um produto substituto equivalente, tanto em eficiência quanto em custo e facilidade de aplicação, a resistência a herbicidas pode assumir maior importância.

Na maioria dos casos, a resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser manejada através do uso de estratégias alternativas, associados ao emprego de outros métodos de controle. Somente com o manejo racional e utilizando-se os vários métodos de controle disponíveis é que a resistência pode ser combatida, e a probabilidade do surgimento de novos casos minimizada.

Este documento tem como objetivo apresentar alternativas de manejo e controle de plantas daninhas resistentes a herbicidas em pomares, oferecendo aos fruticultores orientação para prevenir, identificar e manejar plantas resistentes a herbicidas, com maior ênfase para o manejo de áreas infestadas com azevém resistente ao glyphosate.

## Resistência de azevém ao glyphosate

O uso do glyphosate para controlar plantas daninhas é comum em pomares. O custo relativamente baixo, a alta eficiência sobre diferentes espécies em diversos estádios vegetativos e as facilidades de aplicação são os principais motivos da preferência dos produtores por esta forma de controle. Entretanto, o uso repetido de herbicidas a base de glyphosate, para controlar plantas daninhas nas linhas das culturas em pomares, pode ser considerado como causa principal da seleção de biótipos de azevém resistentes a este herbicida. O surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas pode ser resultado do seu uso incorreto, ou seja, o uso repetido de um mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação seleciona os indivíduos quanto ao número de descendentes que são preservados para a geração seguinte e, assim, determinados biótipos são favorecidos em relação a outros.

O processo da evolução da resistência a herbicidas passa por três estádios: eliminação dos biótipos altamente sensíveis, restando apenas os mais tolerantes e resistentes; eliminação de todos os biótipos, exceto os resistentes, e seleção destes dentro de uma população com alta tolerância; e intercruzamento entre os biótipos sobreviventes, gerando novos indivíduos com maior grau de resistência, os quais podem ser re selecionados posteriormente.

## Diagnóstico da Resistência a Campo

O controle insatisfatório de plantas daninhas não significa, necessariamente, que estas se tornaram resistentes. A resistência é um fenômeno que evolui em uma lavoura durante vários anos, e, normalmente, é necessário que mais de 20% da população de plantas seja resistente, para que o fenômeno se torne perceptível.

Em casos de suspeita da ocorrência de resistência, devem-se, inicialmente, considerar as seguintes questões:

- a) A aplicação do tratamento foi realizada corretamente? Considerar se o produto, a dosagem, a época ou o estágio de aplicação, a calibração do equipamento, o volume de calda, os adjuvantes, os tipos de bico e as condições ambientais foram adequados.
- b) A baixa eficiência de controle ocorre em apenas uma espécie?

- c) As plantas suspeitas de resistência estavam no ambiente no momento da aplicação do tratamento ou são resultado de reinfestação?

Se as respostas a essas indagações indicarem que não houve erro na aplicação e que as plantas sobreviventes receberam o tratamento, deve-se investigar os fatores que levam à resistência, o que poderá ser feito considerando-se o que segue:

- a) O mesmo herbicida ou herbicidas com o mesmo mecanismo de ação vêm sendo usados repetidamente?
- b) O herbicida em questão vem perdendo eficiência nos últimos anos sobre determinadas espécies e áreas?
- c) O herbicida apresenta-se eficiente sobre outras espécies?

Se a resposta a uma ou mais dessas perguntas for afirmativa, existe a possibilidade de estar ocorrendo resistência.

## Como Confirmar a Resistência

O método mais comum de confirmação é tratar as plantas suspeitas de resistência com doses crescentes do herbicida para o qual se suspeita estar ocorrendo resistência no próprio ambiente onde elas estão vegetando. Deve-se utilizar um tratamento testemunha, composto por um herbicida com mecanismo de ação distinto. Para

complementar, pode-se realizar um experimento em ambiente controlado. Para isso, deve-se colher sementes das plantas suspeitas de resistência e de plantas sensíveis, semeá-las em vasos, e tratar as plantas com doses crescentes do herbicida em questão. Com esses dois experimentos será possível verificar se as plantas suspeitas são sensíveis a herbicidas com outros mecanismos de ação, e se as plantas sensíveis são controladas com o tratamento suspeito de resistência.

Para se ter certeza de que as plantas colhidas representam a população, devem ser colhidas, de forma aleatória, sementes de 100 plantas (cerca de 10 sementes de cada planta). Para servir como padrão sensível, devem-se colher sementes de plantas em locais que nunca receberam aplicação do herbicida suspeito.

As condições de aplicação devem ser aquelas recomendadas pelo fabricante. As doses a serem aplicadas são metade da dose recomendada, a dose recomendada, duas e quatro vezes a dose recomendada. Após duas e quatro semanas, deve-se avaliar o controle e a produção de matéria seca ou fresca.

As diferenças entre biótipos resistentes e sensíveis de uma espécie podem ser quantitativamente expressas, comparando-se as doses de herbicida necessárias para reduzir 50% da população ( $LD_{50}$ ), da biomassa ( $GR_{50}$ ) ou da atividade da enzima ( $I_{50}$ ), das plantas tratadas com herbicida, em comparação com as não-tratadas. Análises bioquímicas, para identificar o mecanismo exato da resistência, podem ser realizadas em laboratório. Há metodologias disponíveis para estudo da maioria dos casos de resistência.

Os órgãos de pesquisa e a empresa fabricante do herbicida envolvido devem ser informados e, juntamente com estes, deve-se realizar os testes e determinar medidas de manejo. O acompanhamento e a avaliação da eficiência das medidas adotadas para combate à resistência são indispensáveis para se garantir o sucesso da prática.

Em caso de confirmação da resistência, deve-se inicialmente:

- Erradicar imediatamente as plantas remanescentes, ou usar práticas para reduzir o acréscimo de sementes ao solo (dessecações, capina e/ou *roguing*);
- Colocar em prática o programa de manejo da resistência;
- Evitar disseminação de pólen e sementes.

## Prevenção e Manejo da Resistência a Herbicidas

As técnicas de prevenção e manejo da resistência buscam reduzir a pressão de seleção e controlar os indivíduos resistentes antes que eles se multipliquem.

Após a detecção da resistência, as estratégias de

manejo a serem adotadas podem variar de acordo com a situação. Desse modo, além da adoção das práticas citadas anteriormente, podem ser necessárias outras mais específicas, para uma situação particular.

A Tabela 1 apresenta o risco de evolução da resistência de acordo com as práticas de cultivo. Assim, as práticas com menor risco devem ser priorizadas em relação às demais.

**Tabela 1.** Risco de evolução da resistência de acordo com as práticas de cultivo.

Opção de manejo	Risco de resistência		
	Baixo	Médio	Alto
Mecanismo herbicida	Mais de dois mecanismos	Dois mecanismos	Um mecanismo
Mistura de herbicidas	Mais de dois mecanismos	Dois mecanismos	Um mecanismo
Método de controle	Cultural, mecânico e químico	Cultural e químico	Químico
Rotação de cultura	Completa	Limitada	Nenhuma
Infestação	Baixa	Média	Alta
Controle nos últimos três anos	Bom	Declinando	Ruim

Fonte: adaptado de HRAC (1998); Vargas et al., 1999.

Os produtores devem adotar práticas de prevenção da resistência, a fim de minimizar o risco do surgimento de plantas resistentes. Isso pode ser conseguido com a adoção das práticas comentadas a seguir.

### Utilizar herbicidas somente quando e onde realmente for necessário

O produtor deve conhecer as espécies de plantas daninhas e onde elas ocorrem em seu pomar e, a partir disso, usar o herbicida correto, em cada local, de acordo com a necessidade. Os produtores que usam herbicidas pré-emergentes devem deixar pequenas áreas sem aplicação do produto para servir de testemunha. A aplicação de herbicidas pós-emergentes deve ser feita somente quando for necessário, ou seja, quando o nível de dano econômico for atingido, já que o controle antes disso não implicará retorno econômico. Além disso, outros cuidados como o estágio adequado para aplicação, a dosagem, as condições de clima, entre outros fatores capazes de influenciar na ação dos herbicidas, devem ser rigorosamente observados. O controle de plantas daninhas deve consistir na adoção de práticas culturais que proporcionem a redução da infestação, sem, entretanto, preocupar-se com

a completa eliminação das plantas daninhas. Na Tabela 2, estão listados os herbicidas por grupo químico, registrado por cultura, para utilização em pomares.

### Utilizar herbicidas com diferentes mecanismos de ação

O uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação (Tabela 2), reduz a pressão de seleção, assim, o risco do surgimento da resistência é minimizado. Depois de confirmada a resistência, o produtor deve substituir imediatamente o mecanismo de ação herbicida, a fim de obter controle eficiente dos biótipos resistentes, impedindo, desse modo, sua multiplicação na área.

É importante salientar que somente com a troca do mecanismo de ação, e não simplesmente do herbicida, é que os biótipos resistentes serão controlados. Há casos em que produtores, erroneamente, substituem herbicidas por outros do mesmo grupo, ou até de grupos diferentes, porém com o mesmo mecanismo de ação, para controlar os biótipos resistentes, não obtendo, dessa forma, efeitos sobre as plantas resistentes e contribuindo para a multiplicação e disseminação desses indivíduos.

**Tabela 2.** Grupos herbicidas, nomes comuns e principais culturas registradas.

Tipo de manejo	Grupo químico	Nome comum <sup>1</sup>	Culturas registradas
Herbicidas não seletivos (Dessecação)	Glicina substituída	Glyphosate	Maçã, uva, nectarina, pêra, pêssego, citros e ameixa.
	Homoalanina	Glufosinate	Maçã, nectarina, citros, uva e pêssego.
	Bipiridílio	Diquat	Maçã, nectarina, citros, pêra e pêssego.
		paraquat	Maçã, uva, pêssego e pêra.
Controle seletivo	Triazina	atrazine	Maçã e pêssego.
		simazine	Maçã e uva.
		ametryn	Uva.
	Uréia	diuron	Uva.
		linuron	Uva e pêra.
	Dinitroalinina	oryzalin	Uva.
	Ácido benzeno dicarboxílico	chlorthal-dimethyl	Morango.
Isotiocianato de metila	Metam	Morango.	

<sup>1</sup> Registrado com diferentes nomes comerciais. Nem todos as marcas comerciais possuem registro para as culturas indicadas.

Na Tabela 3 consta o nome comum e a marca comercial de herbicidas pertencentes ao grupo inibidores da enzima EPSPs (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate syntase), que devem ser substituídos por mecanismos alternativos em casos como o da resistência de azevém a este grupo. Já na Tabela 4 constam os mecanismos herbicidas alternativos, para controle total da vegetação, registrados por cultura, para utilização em pomares, que podem ser utilizados para controlar os biótipos resistentes ao glyphosate.

### Realizar aplicações seqüenciais

O uso de aplicações seqüenciais, com herbicidas de diferentes mecanismos de ação, é uma técnica eficiente para controlar biótipos resistentes. O uso de aplicações seqüenciais e misturas de herbicidas com mecanismos distintos é importante, principalmente, em casos em que a resistência se deve a alterações no local de ação da molécula. Se a resistência for devido ao metabolismo, que pode ser ou não específico para cada molécula, a escolha dos herbicidas que compõem a mistura será dificultada, sendo necessário o conhecimento profundo sobre as características do metabolismo de cada molécula.

### Usar mistura de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e de destoxificação

A mistura de produtos com diferentes mecanismos de ação (Tabelas 2) proporciona controle eficiente por maior número de anos do que ambos aplicados de forma isolada, uma vez que a probabilidade de uma planta daninha se tornar resistente aos dois mecanismos, simultaneamente, é dada pelo produto das duas probabilidades, individualmente, sendo, portanto, muito menor.

Contudo, o simples uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação pode não ser totalmente eficiente na prevenção e no combate da resistência, se os herbicidas empregados apresentarem o mesmo mecanismo de destoxificação pelas plantas, pois existirá a possibilidade de surgirem plantas capazes de metabolizar as moléculas e, assim, tornarem-se resistentes a ambos os herbicidas. Além disso, a mistura de herbicidas só será eficiente, para controlar e prevenir a resistência, se os herbicidas empregados apresentarem a mesma eficiência. Dessa forma, os herbicidas que compõem a mistura devem controlar espectro semelhante de plantas daninhas, ter persistência similar e

**Tabela 3.** Herbicidas inibidores de EPSPs comercializados no Brasil.

Grupo Químico	Nome comum	Nome comercial	Fabricante/Distribuidor
Derivados da glicina	Glyphosate	Agrisato	Agritec
		Direct	Monsanto
		Glifos	Cheminova
		Glifosato Agripec	Agripec
		Glifosato Alkagro	Alkagro
		Glifosato Fersol	Fersol
		Glifosato Nortox	Nortox
		Glifosato Nortox N.A.	Nortox
		Glion	Milenia
		Gliphogan	Agricur
		Gliz	DowAgroSciences
		Pilarsato	Pilarquim
		Polaris	Du Pont
		Radar	Monsanto
		Rodeo	Monsanto
		Roundup multiação	Monsanto
		Roundup	Monsanto
		Roundup transorb	Monsanto
Roundup W.G.	Monsanto		
Rustler	Monsanto		
Stinger	Monsanto		
Trop	Milenia		
Zapp QI	Syngenta		

Fonte: Rodrigues e Almeida (1998).

**Tabela 4.** Herbicidas alternativos para controle total da vegetação.

Grupo químico a ser substituído	Mecanismos alternativos	Nome comum <sup>1</sup>	Culturas registradas
Glicina substituída	Homoalanina	Glufosinate	Maçã, nectarina, citros, uva e pêssego.
	Bipiridílio	Diquat	Maçã, nectarina, citros, pêra e pêssego.
		Paraquat	Maçã, uva, pêssego e pêra.

apresentar diferentes mecanismos de ação e de destoxificação. Assim, se estará minimizando o risco de seleção de biótipos resistentes devido ao uso de produtos com algum tipo de similaridade. A adoção dessas práticas visa reduzir a pressão de seleção.

O uso do mecanismo para o qual houve a seleção de plantas resistentes não deve ser eliminado totalmente, já que em uma área vão existir biótipos, resistentes e sensíveis, e esse mecanismo continuará controlando os biótipos sensíveis. Assim, após a redução do número de indivíduos resistentes, esses produtos devem voltar a ser usados de acordo com as demais estratégias recomendadas. Essa prática visa reduzir a

probabilidade de ocorrer nova seleção de biótipos resistentes.

### Realizar rotação de mecanismo de ação

A rotação de mecanismos herbicidas é importante para se evitar a seleção de biótipos resistentes aos mecanismos alternativos. O agricultor deve adotar um sistema de rotação de herbicidas de forma que os produtos, com mesmo mecanismo de ação, não sejam aplicados na mesma área mais do que duas vezes seguidas. Quanto maior for o número de mecanismos empregados, menor será a probabilidade de seleção de biótipos resistentes.

A Tabela 2 deve ser usada para auxiliar na escolha de herbicidas com diferentes mecanismos de ação.

## Limitar aplicações de um mesmo herbicida

Existe no mercado grande número de moléculas herbicidas, porém, para controlar determinadas plantas daninhas em algumas culturas, há poucos mecanismos disponíveis e, em alguns casos, apenas um mecanismo registrado como é o caso da cultura da ameixa. Entretanto, o produtor deve limitar o uso de um mesmo mecanismo herbicida numa área e buscar outras formas de obter o controle.

A limitação do uso de um mesmo herbicida ou mecanismo, em uma área, visa reduzir a pressão de seleção sobre determinadas espécies. A alternância de mecanismos interrompe o processo seletivo que porventura possa estar ocorrendo e isso pode ser conseguido através da rotação de culturas e do uso de outros métodos de controle.

## Usar herbicida com menor pressão de seleção (residual e eficiência)

O controle de plantas daninhas em um pomar não precisa, necessariamente, ser total. O produtor deve atentar para o nível de dano econômico e empregar herbicidas que, apesar de não possuírem controle total das plantas daninhas, mantenham o número de indivíduos da espécie daninha abaixo do nível de dano. A presença de pequeno número de plantas daninhas na área, desde que não afete o rendimento da cultura, pode ser útil em determinadas situações como no controle da erosão.

O residual herbicida é uma característica altamente desejável em algumas situações em que seja necessário o controle de plantas daninhas por um determinado período. Contudo, herbicidas com longo residual permanecem ativos no solo, controlando as plantas daninhas em diversos fluxos germinativos, assim, o número de plantas expostas ao tratamento aumenta. Esse fato resulta em alta pressão de seleção e aumenta a probabilidade de ocorrer a seleção de um biótipo resistente. O uso de herbicidas com menor eficiência e residual, desde que não comprometa o rendimento da cultura, deve ser preferido pelos produtores, a fim de reduzir a pressão de seleção e retardar o processo evolutivo da resistência.

## Fazer rotação de culturas

As diversas práticas culturais podem ser usadas para aumentar as possibilidades de controle das plantas daninhas por meio de diferentes métodos de controle e mecanismos herbicidas. A rotação de culturas, apesar de ser de difícil implementação em pomares por implicar eliminação do mesmo e posterior replantio, pode ser necessária em casos extremos, quando não existirem alternativas viáveis de controle.

A rotação de culturas proporciona maior oportunidade de usar herbicidas com diferentes mecanismos de ação na área. Além disso, ela fornece ambientes com diferentes dinâmicas competitivas, já que cada cultura é infestada por espécies que melhor se adaptam àquela situação. Assim, uma espécie daninha que é favorecida por uma cultura pode ser fortemente prejudicada por outra, dessa forma, sua produção de propágulos é grandemente reduzida. Além da capacidade competitiva, a rotação deve contemplar culturas com ciclos distintos. O uso da área com pastagens ou produção de forragens geralmente reduz a multiplicação das plantas daninhas, assim, tanto as plantas sensíveis como as resistentes terão suas populações reduzidas.

Nas áreas onde existem biótipos resistentes, deve-se optar por culturas altamente competitivas, ou seja, espécies que possuam maior agressividade do que as plantas resistentes e, se possível, que sejam colhidas antes que as espécies daninhas produzam sementes. Portanto, o agricultor deve planejar a rotação de cultura, levando em consideração os mecanismos herbicidas disponíveis para cada uma delas e observando a capacidade competitiva da cultura e das plantas resistentes. Para isso, deve-se conhecer muito bem as características da espécie daninha e da cultura, para optar por espécies com características altamente contrastantes em que a cultura obtenha a máxima vantagem.

## Promover rotação de métodos de controle

Atualmente, os produtores têm preferido o uso de herbicidas, para controlar plantas daninhas, devido à alta eficiência desse método e ao seu custo atrativo. Porém, com o surgimento da resistência, os demais métodos de controle assumem maior importância, e os herbicidas precisam ser usados em combinação com estes. O produtor deve usar todos os métodos de controle disponíveis, a fim

de prevenir a resistência em áreas não afetadas e combatê-la naquelas onde ela já ocorre.

Além do controle químico, existem outros quatro métodos de controle de plantas daninhas que são: preventivo, cultural, mecânico e biológico. O método preventivo consiste na prevenção da introdução, no estabelecimento e na disseminação das plantas resistentes. É praticado por meio do uso de sementes de origem comprovada, de uso de estrume e composto orgânico isentos de sementes suspeitas, da limpeza dos equipamentos após terem sido usados em áreas onde existem plantas suspeitas ou comprovadamente resistentes, e da eliminação das plantas suspeitas em áreas marginais, estradas e terraços. No método cultural, as práticas como a rotação de culturas, as variações no espaçamento entre linhas e no número de plantas por área e a cobertura vegetal apresentam bons resultados. O método mecânico é aquele em que são usados processos físicos para eliminar as plantas daninhas. O roquiing, a capina manual, a cobertura morta, a roçada e o cultivo mecanizado com cultivadores tracionados com animais ou trator são alguns exemplos. A queima controlada dos resíduos é eficiente em destruir as sementes das plantas suspeitas. O controle biológico é realizado através do uso de inimigos naturais, como insetos e fungos. No Brasil, há várias pesquisas sendo conduzidas, porém, até o momento, nenhum herbicida biológico foi usado extensivamente na agricultura.

O método de controle deve ser adequado ao sistema de plantio. O sistema de produção orgânica não permite o uso de controle químico de plantas daninhas, e a produção integrada permite uso somente de determinadas moléculas. Desse modo, antes de eleger os métodos de controle a serem usados, devem-se considerar a adequabilidade destes ao sistema de cultivo praticado, a cultura e as espécies daninhas presentes na área.

A adoção desses métodos deve ser analisada cuidadosamente pelo produtor, considerando as espécies envolvidas, pois alguns deles podem beneficiar determinadas espécies em relação a outras. O objetivo é obter o máximo benefício para a cultura e o máximo prejuízo para as plantas daninhas. O uso associado dos métodos de controle e a rotação destes reduzem a pressão de seleção, diminuindo o risco de seleção de biótipos resistentes e combatendo aqueles presentes.

## **Acompanhar mudanças na flora**

O técnico e o agricultor devem realizar visitas periódicas à lavoura, com objetivo de conhecer e detectar eventuais mudanças na flora. O conhecimento das espécies existentes na área e suas proporções possibilita ao produtor identificar a ocorrência da seleção de espécies e, assim, prevenir a resistência. Se a resistência for identificada nos estádios iniciais, o seu combate será facilitado.

O aumento do número de indivíduos de uma espécie, na área, indica que as práticas adotadas estão favorecendo estes em relação aos demais, aumentando também a possibilidade de seleção de biótipos resistentes, uma vez que o número de indivíduos expostos à seleção será maior. Esse tipo de situação indica alto risco de seleção de biótipos resistentes, pois, para uma população que não possui o alelo da resistência antes da aplicação do herbicida, a probabilidade de adquirir resistência por meio de mutações é função da frequência da mutação e do tamanho da população.

Desse modo, a probabilidade de ocorrer resistência, devido à mutação, em áreas com alta infestação de plantas, pode ser alta mesmo que a taxa de mutação seja baixa, e a evolução da resistência será rápida se a população já possuir o alelo da resistência, mesmo em baixa frequência, antes do tratamento com o herbicida.

## **Evitar que plantas suspeitas produzam sementes**

Todas as práticas disponíveis devem ser usadas para evitar que as plantas suspeitas ou resistentes produzam sementes ou disseminem pólen no ambiente. O impedimento do acréscimo de sementes desses indivíduos ao solo é importante, tendo em vista que estas podem permanecer dormentes por longos períodos e, assim, prolongar o problema da resistência por muitos anos.

A liberação de pólen, no ambiente, significa que muitas plantas sensíveis poderão ser fecundadas e originar progênies resistentes, aumentando grandemente a população resistente. Desse modo, o agricultor deve esforçar-se para que, se possível, nenhuma planta suspeita se multiplique de qualquer forma.

## Alteração da pressão de seleção

As estratégias de manejo estão sendo discutidas continuamente por cientistas da área. As várias opções que vêm sendo sugeridas estão baseadas em somente dois processos biológicos: alteração da pressão de seleção e/ou seleção reversa, favorecendo os alelos sensíveis que podem ser obtidos com o uso das práticas citadas anteriormente e através da redução da dose de herbicida empregada.

Para adotar a estratégia de reduzir a pressão de seleção, deve-se considerar as características genéticas da resistência, ou seja, se a mesma é monogênica ou poligênica.

## Resistência monogênica

A resistência monogênica é aquela conferida por apenas um gene. A redução na pressão de seleção, neste caso, pode ser conseguida com redução da dose do herbicida (desde que o nível de controle não seja reduzido a ponto de comprometer o rendimento da cultura) que selecionou as plantas resistentes, com uso de misturas de herbicidas, rotação de culturas e outros métodos de controle, bem como de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Com o uso de práticas que não objetivam controle total das espécies daninhas, o número de plantas remanescentes será maior e haverá maior número de indivíduos sensíveis.

A pressão de seleção será reduzida e as plantas sensíveis que não são controladas com uso de herbicidas alternativos podem contribuir para a disseminação e o aumento da frequência gênica dos alelos sensíveis e, com o passar do tempo, a população de plantas resistentes será reduzida. O controle de plantas daninhas, resistentes devido a apenas um mecanismo, é conseguido facilmente com o uso de mecanismos herbicidas alternativos isolados ou em mistura. Estas são práticas de curto prazo, em que se deve atentar para a rotação dos produtos, para evitar o surgimento de plantas resistentes a outros mecanismos.

## Resistência poligênica

A resistência poligênica é aquela conferida por dois ou mais genes. Se a resistência for característica poligênica, o uso de medidas que

reduzam a pressão de seleção pode agravar o problema. As características poligênicas dependem da associação dos genes corretos, assim, a redução na pressão de seleção aumenta a probabilidade de associação desses genes em um biótipo, já que o número de plantas remanescentes após o tratamento será maior. Dessa forma, estará sendo permitido o cruzamento entre maior número de plantas, possibilitando a concentração dos genes de resistência em um indivíduo. A baixa pressão de seleção poderá, neste caso, originar biótipos altamente resistentes. O uso de doses reduzidas pode provocar o acúmulo de genes da resistência na população.

O uso de altas doses pode intensificar a seleção de biótipos resistentes, quando a resistência for monogênica, mas reduzirá o número de genes na população capazes de se associarem, diminuindo a probabilidade de ocorrência da resistência poligênica. Desse modo, é necessário o conhecimento do tipo de resistência que está ocorrendo, para só depois adotar as estratégias corretas de manejo.

## Seleção reversa (favorecimento dos alelos sensíveis)

A seleção reversa ocorre na ausência da seleção herbicida. Eliminado o fator que exerce a seleção, a tendência é que a população retome o equilíbrio, e os indivíduos mais bem adaptados a essa nova realidade se tornarão predominantes. A eliminação do uso de herbicidas proporcionará grandes mudanças no comportamento da população de plantas, e os biótipos mais adaptados tenderão a dominar o ambiente. Biótipos de *Senecio vulgaris*, resistentes às triazinas, são menos competitivos do que biótipos sensíveis, em razão do dispêndio energético no processo da resistência, fenômeno denominado dreno metabólico. Esta tática somente será eficiente na redução da população dos biótipos resistentes nos casos em que as diferenças de adaptabilidade entre os biótipos resistentes e sensíveis sejam grandes.

O conhecimento da capacidade competitiva dos biótipos resistentes é de grande importância para definir técnicas de manejo. A menor adaptação ao ambiente, associada à rotação de mecanismos de herbicidas com baixa pressão de seleção e com mecanismos de ação diferentes daquele para o qual existe resistência, proporcionará eliminação



dos biótipos resistentes e aumento do número de indivíduos sensíveis. No caso de biótipos com baixa capacidade competitiva, as técnicas culturais, como aumento da densidade de plantas, podem resultar em grande benefício.

## Período de Manejo

Após a confirmação da resistência e implantadas as estratégias de manejo, surge a dúvida sobre qual o período necessário para reverter o processo. O uso de técnicas culturais e de herbicidas alternativos pode manter a população de biótipos resistentes em níveis reduzidos por longos períodos. No entanto, o período em que essas técnicas devem ser empregadas, para superar o problema, depende do banco de sementes ou do tempo de vida dos propágulos no solo. Conhecer as características e a dinâmica do banco de sementes dos biótipos resistentes e sensíveis é fundamental para definir, implantar as técnicas de manejo e determinar o período que estas devem ser aplicadas.

O uso de práticas que reduzam o banco de sementes é fundamental no manejo da resistência. A indução da germinação das sementes e/ou a exposição destas aos predadores são técnicas eficientes. A aração profunda pode enterrar as sementes ou expô-las ao ambiente. O uso da área com pastagem, o emprego de herbicidas não-seletivos, a queima controlada de resíduos e o uso de culturas altamente competitivas são técnicas de longo prazo que podem reduzir, drasticamente, o banco de sementes.

## Resistência de Plantas Daninhas e a Produção Integrada de Frutas

O sistema de produção integrada de frutas (PIF) restringe o número de moléculas que podem ser utilizadas no sistema. Dessa forma, aqueles produtores que optarem pela produção integrada de frutas terão que reduzir a quantidade utilizada e deixar de usar determinados ingredientes ativos, necessitando buscar alternativas para controlar as plantas daninhas nos pomares.

O número reduzido de moléculas que podem ser utilizadas na PIF, associado ao advento da resistência do azevém ao glyphosate, poderá

fazer com que alguns produtores necessitem empregar moléculas não permitidas no sistema integrado para manejar a vegetação, perdendo a certificação da produção.

Não há dúvida de que o manejo da resistência, em áreas onde se adota a PIF, é mais difícil e oneroso, devido à falta de alternativas para controle químico das plantas daninhas. Entretanto, vale salientar que a composição da vegetação de uma área está diretamente ligada à pressão de seleção exercida pelos métodos de controle usados, e que o controle eficiente de plantas daninhas não implica inexistência destas no pomar. Assim, os produtores de frutas, especialmente aqueles que adotam a PIF, devem adotar medidas de prevenção da resistência para impedir a sua ocorrência, ou para detectá-la em seu início, pois nesta fase o seu combate é grandemente facilitado.

## Resistência de Plantas Daninhas no Brasil

Atualmente, são reconhecidos 10 casos de plantas daninhas resistentes no Brasil (Tabela 5). O primeiro caso de resistência relatado, oficialmente, por Ponchio (1997), foi o da espécie *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores de ALS. Estes biótipos foram encontrados em lavouras dos Estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Biótipos de *Euphorbia heterophylla*, resistentes aos herbicidas inibidores de ALS, e de *Brachiaria plantaginea*, resistentes aos herbicidas inibidores de ACCase, foram identificados em lavouras de soja nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, onde estes produtos são empregados há mais de uma década. Os biótipos de azevém resistentes ao glyphosate foram identificados em pomares de maçã na região de Vacaria, e em lavouras de culturas anuais, na região de Tapejara, no Rio Grande do Sul. Os demais casos ocorrem em lavouras de arroz no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O uso repetido de herbicidas com mesmo mecanismo de ação é comum em todos os casos.

Os resultados de pesquisa obtidos indicam que os biótipos resistentes que ocorrem no Brasil podem ser controlados com o uso de mecanismos herbicidas alternativos.

**Tabela 5.** Plantas daninhas resistentes a herbicidas ocorrentes no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Ano da identificação	Grupo para o qual apresenta resistência
Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1992	Inibidores da ALS
Picão-preto	<i>Bidens pilosa</i>	1993	Inibidores da ALS
Picão-preto	<i>Bidens subalternus</i>	1996	Inibidores da ALS
Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	1997	Inibidores da ACCase
Capim-arroz	<i>Echinochloa crus-galli</i>	1999	Auxinas
Capim-arroz	<i>Echinochloa crus-pavonis</i>	1999	Auxinas
Sagitária	<i>Sagittaria montevidensis</i>	1999	Inibidores da ALS
Tiririca	<i>Cyperus difformis</i>	2000	Inibidores da ALS
Cuminho	<i>Fimbristylis miliacea</i>	2001	Inibidores da ALS
Azevém	<i>Lolium multiflorum</i>	2003	Inibidores da EPSPs

## Comentários Finais

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um fenômeno natural, acelerado pelo uso inadequado dos herbicidas. A sua evolução se deve à alta pressão de seleção exercida sobre a população de plantas daninhas, através da aplicação repetida de herbicidas com mesmo mecanismo de ação altamente eficientes, aliado ao não-uso de outros métodos de controle e à monocultura.

A constatação da resistência do azevém ao glyphosate, em pomares, assume grande importância, uma vez que esta molécula é utilizada pela maioria dos produtores e não possui uma alternativa equivalente para substituição. Assim, o controle de plantas daninhas com o uso de herbicida fica comprometido nas áreas infestadas com os biótipos resistentes, restringindo esta prática a outros métodos de controle menos eficientes.

Além disso, o azevém é uma espécie que apresenta fecundação cruzada (alógama) e grande potencial de produção de pólen e sementes, características que proporcionam rápida disseminação da resistência no ambiente.

A redução da pressão de seleção é fundamental para prevenir e manejar a resistência e isso pode ser obtido através da adoção de sistemas alternativos de manejo. É importante salientar que as estratégias de prevenção e manejo só serão totalmente eficientes quando usadas de forma combinada. Estudos sobre a capacidade competitiva das plantas daninhas, as características biológicas das sementes e o período de emergência e a longevidade do banco de sementes são raros para a maioria das espécies daninhas. Entretanto, com o advento da resistência, esses estudos devem ser realizados rapidamente, pois só assim podem-se eleger os métodos mais adequados de prevenção e combate para cada espécie que venha a adquirir resistência.

## Referências Bibliográficas

HRAC-HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. **Guideline to the management of herbicide resistance**. Disponível em: <<http://ipmwww.ncsu.edu/orgs/hrac/guideline.html>>. Acesso em: 17 maio 1998.

PONCHIO, J. A. R. **Resistência de biótipos de Bidens pilosa L. a herbicidas inibidores da enzima ALS/AHAS**. 1997. 143 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: [s.n.], 1998. 648 p.

VARGAS, L.; SILVA, A. A.; BORÉM, A.; REZENDE, S. T.; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa-MG: Jard, 1999. 131 p.

Apoio:



PROJETO: "Tecnologias para Produção Sustentável e Processamento de Frutas de Qualidade Competitiva para o Agronegócio" – FRUTEMP / Fundo Setorial do Agronegócio.

**Circular  
Técnica, 42**

Exemplares desta edição **podem ser** adquiridos na:  
**Embrapa Uva e Vinho**  
Rua Livramento, 515 – C. Postal 130  
95700-000 Bento Gonçalves, RS  
**Fone:** (0xx)54 455-8000  
**Fax:** (0xx)54 451-2792  
[http:// www.cnpuv.embrapa.br](http://www.cnpuv.embrapa.br)

**Comitê de  
Publicações**

**Presidente:** *Gilmar Barcelos Kuhn*  
**Secretário-Executivo:** *Nêmora G. Turchet*  
**Membros:** *Francisco Mandelli e Gildo A. da Silva*

**Expediente**

**Revisão do texto:** *Rosa Mística Zanchin*  
**Tratamento das Ilustrações:** *Lorigraf - Gráfica e Editora Ltda*



1ª edição  
1ª impressão (2003):  
1000 exemplares