

# Cultivo do Milho

[Décio Karam](#)  
[André Luiz Melhorança](#)  
[Maurílio Fernandes de Oliveira](#)  
[Jéssica Aline Alves Silva](#)

## Sumário

[Apresentação](#)  
[Economia da produção](#)  
[Zoneamento agrícola](#)  
[Clima e solo](#)  
[Ecofisiologia](#)  
[Manejo de solos](#)  
[Fertilidade de solos](#)  
[Cultivares](#)  
[Plantio](#)  
[Irrigação](#)  
[Plantas daninhas](#)  
[Doenças](#)  
[Pragas](#)  
[Colheita e pós-colheita](#)  
[Mercado e comercialização](#)  
[Coeficientes técnicos](#)  
[Referências](#)  
[Glossário](#)

[Autores](#)  
[Expediente](#)

## Plantas daninhas

As plantas daninhas representam sérios problemas para as culturas agrícolas pelos múltiplos prejuízos que ocasionam, quer dificultando ou onerando os tratos culturais, quer determinando perdas na produção pela concorrência por água, luz, nutrientes ou espaço físico. Há instituição, quando de sua ocorrência, de um processo competitivo, quando cultura e plantas daninhas se desenvolvem juntamente.

As pernícies causadas pela presença dessas plantas, entretanto, não se imputam exclusivamente à competição, mas sim a uma resultante total de pressões ambientais, as quais podem ser de efeito direto, como a própria competição e a alelopatia, ou indireto, tal qual o alojamento de insetos, doenças, interferência na colheita e outros. Esse efeito total denomina-se interferência, cujo grau de imposição à cultura do milho pelas infestantes é dado pela composição florística (por espécies que ocorrem na área, densidade e distribuição espacial da comunidade infestante), pelo período de convivência entre daninhas e cultura, por peculiaridades da cultura - espécie ou cultivar - como também por fatores relacionados à densidade de plantio e ao espaçamento entre filas de semeadura.

É notória a relevância da competição por nutrientes essenciais, pois estes, na maioria das vezes, são restritos. Ainda que o milho seja eficiente na absorção de tais elementos, não consegue acumular em si nutrientes, como as plantas daninhas fazem. Em condições de competição, o nitrogênio é um dos nutrientes de maior limitação entre milho e planta daninha. Assim, a adubação nitrogenada merece destaque em condições de alta infestação.

A disputa por espaço é configurada no momento em que a planta de milho assume uma arquitetura diferente daquela que possuiria quando isenta da presença de outras plantas, tendo alterada, por exemplo, a disposição de suas folhas, haja visto que o espaço que deveria ocupar encontra-se preenchido por outra planta. Sendo a planta do milho, sensível a tal condição de estresse, a mudança de sua conformação representa sérios prejuízos na produção.

O termo alelopatia, por sua vez, designa a ação de uma planta daninha exsudar substâncias químicas nocivas ao desenvolvimento de indivíduos da própria ou especialmente de outras espécies. Diversas plantas daninhas detêm capacidade alelopática que afetam o desenvolvimento do milho, como o capim- arroz (*Echinochloa crusgalli*), o capim- colchão (*Digitaria horizontalis*) e o capim- rabo-de-raposa (*Setaria faberil*). O grau de interferência das plantas daninhas pode variar de acordo com as condições climáticas e os sistemas de produção. No entanto, reduções médias motivadas pela interferência resultante da convivência do milho com infestantes têm sido descritas como da ordem de 13,1%. De modo que, em casos aparte de métodos de controle, esta redução pode chegar a aproximadamente 85% quando estas plantas não forem manejadas corretamente.

Dentre as plantas daninhas existentes, tem-se observado, no Brasil, em lavouras de milho, a ocorrência tanto de espécies dicotiledôneas, como *Amaranthus spp* (caruru), *Cardiospermum halicacabum* (balãozinho), *Bidens spp.* (picão -preto), *Euphorbia heterophylla* (leiteira), *Ipomoea spp* (corda -de- viola), *Raphanus sativus* (nabiça), *Richardia brasiliensis* (poaia -branca), *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Sida spp.* (guanxuma), quanto de monocotiledôneas, como *Brachiaria spp* (papuã), *Cenchrus echinatus* (timbete), *Digitaria spp* (colchão), *Echinochloa spp* (capim arroz),

*Eleusine indica* (capim pé-de-galinha) e *Panicum maximum* (colonião).

De modo geral, as espécies monocotiledôneas causam maiores prejuízos ao rendimento do milho do que as espécies dicotiledôneas. A composição das plantas daninhas vem sendo alterada em função de sua dinâmica populacional, de práticas culturais ineficientes e da utilização inadequada de produtos herbicidas, ocasionando elevação dos custos de produção e maiores impactos ambientais.

### Objetivos do manejo de plantas daninhas

O manejo integrado tem o intuito de tornar próspera a redução de espécies indesejadas durante o período crítico de competição, fase em que a convivência com as plantas daninhas pode causar danos irreversíveis à cultura, com consequente prejuízo ao rendimento.

Não obstante, o manejo também propicia a otimização da colheita mecanizada, poupando a proliferação de plantas daninhas, sendo garantida a produção de milho nas safras seguintes.

Portanto, ao usar algum método de controle de plantas daninhas na cultura do milho, o produtor deve lembrar-se que os principais objetivos são:

- a. evitar perdas devido à competição;
- b. beneficiar as condições de colheita;
- c. evitar o aumento da infestação; e
- d. proteger o ambiente

### Prevenção de perdas acerca da competição

O entendimento da volubilidade, ano a ano, dos potenciais prejuízos causados por plantas daninhas ganha voga, variando o dano conforme as condições climáticas, de tipos de solo, de comunidade de plantas daninhas, de sistemas de manejo (rotação de culturas, plantio direto) etc. Assim, é necessário que o produtor de milho conheça as possíveis perdas que as plantas daninhas venham a ocasionar em sua lavoura, uma vez que deste cuidado far-se-á subsídio para o plano de manejo.

### Subsídios às condições de colheita

Os métodos de manejo da comunidade infestante poderão também ser utilizados para favorecer a colheita e não apenas para evitar a competição inicial. Às plantas daninhas que germinam, emergem e desenvolvem em meio à lavoura de milho, passado o período crítico de competição, não é devotada tamanha atenção, por não acarretarem perdas na produção. Todavia, as colheitas manual e mecânica podem sofrer contratempos. Na primeira, por exemplo, a presença da espécie *Mimosa invisa* Mart. Ex Colla, popularmente conhecida como malistra ou dormideira, bem como o *Cenchrus echinatus* (capim carrapicho), podem provocar ferimentos nas mãos dos trabalhadores. A segunda, quando realizada em lavouras com alta infestação de corda-de-viola (*Ipomoea sp.*) e trapoeraba (*Commelina sp.*) pode ser inviabilizada, por ocasião do embuchamento dos componentes da plataforma de corte da colhedora.

### Precauções quanto ao aumento da infestação

Parte do escopo do manejo de plantas daninhas remete-se à produção sustentada. Terminada a colheita da safra, com a permanência da terra em pousio, firmar-se-á a produção de sementes das espécies daninhas, condição esta que propicia o incremento de sementes das infestantes no solo, dificultando o manejo na safra seguinte. O não controle da produção de sementes proporciona maior emergência de plantas ano a ano, intensifica a dependência do uso de herbicidas, o que reflete diretamente no custo do manejo e implica menores lucratividades.

Em um sistema de produção sustentado, a manutenção da população de plantas daninhas em baixos níveis de infestação é imprescindível. Para isso, podem ser adotadas algumas técnicas, como rotação de culturas e semeadura de plantas de cobertura e de adubação verde. Culturas de cobertura, como nabo forrageiro, aveia,

ervilhaca peluda, milho, no período de entressafra, têm grande poder de supressão na emergência e no desenvolvimento das plantas daninhas. Operações de pós-colheita, como a passada de uma roçadeira ou a aplicação de herbicidas para dessecação das plantas daninhas, também podem ser realizadas para que não ocorra produção de sementes e/ou outros propágulos.

### A questão ambiental

Finalmente, o último objetivo do manejo integrado é intrínseco ao controle químico, que no atual sistema de produção de milho é realizado em grande parte das áreas de plantio com herbicidas. Herbicidas são substâncias químicas que apresentam diferentes características físico-químicas e, portanto, comportamento ambiental distinto. Concorde a suas propriedades, como o coeficiente de adsorção ( $K_d$ ), a constante da lei de Henry e, principalmente, a meia-vida do composto no solo, ar e água ( $T_{1/2}$ ), a formulação herbicida usada pode ser uma fonte contaminação de diferentes compartimentos ambientais, como água, ar e solo, não somente pontualmente, ou seja, nos locais em que forem aplicados, mas também em áreas adjacentes, podendo atingir áreas distantes do ponto de sua aplicação.

Produtos voláteis (que se transformam em gases) poderão contaminar o ar, produtos lixiviáveis (que sofrem movimentação no perfil do solo) poderão atingir o lençol freático subterrâneo, sendo que os ingredientes alocados nos sedimentos poderão afetar águas superficiais via transporte ou estando aí dissolvidos. A adoção de métodos de controle de plantas daninhas que minimizem ou dispensem o uso de herbicidas é desejável para tornar a atividade agrícola ambientalmente mais segura.

### Métodos de controle de plantas daninhas

Diversos são os métodos de controle de plantas daninhas empregados na cultura do milho, dentre os quais sobressaem-se:

#### Controle preventivo:

O controle preventivo tem como objetivo evitar a introdução ou a disseminação de plantas daninhas nas áreas de produção. A introdução de novas espécies geralmente ocorre por meio de lotes contaminados de sementes, máquinas agrícolas e animais. A utilização de sementes de boa procedência, livres de sementes de plantas daninhas, a limpeza de máquinas e de implementos ante cercas e estradas, em terraços, em pátios, em fontes de água e em canais de irrigação, ou em qualquer lugar da propriedade, são importantes para evitar a disseminação de sementes e de outras estruturas de reprodução.

#### Controle cultural:

Diversos são os métodos de controle de plantas daninhas empregados na cultura do milho, dentre os quais sobressaem-se:

**Controle preventivo:** o controle preventivo tem como objetivo evitar a introdução ou a disseminação de plantas daninhas nas áreas de produção. A introdução de novas espécies geralmente ocorre por meio de lotes contaminados de sementes, máquinas agrícolas e animais. A utilização de sementes de boa procedência, livres de sementes de plantas daninhas, a limpeza de máquinas e de implementos ante cercas e estradas, em terraços, em pátios, em fontes de água e em canais de irrigação, ou em qualquer lugar da propriedade, são importantes para evitar a disseminação de sementes e de outras estruturas de reprodução.

**Controle cultural:** este método de controle consiste na utilização das características da cultura e do meio ambiente para aumentar a competitividade da cultura do milho, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, tais como:

**a. uso de variedades adaptadas às regiões:** o uso de cultivares que se

desenvolvem mais rapidamente e cobrem o solo de maneira mais intensa, sofrendo menos com a interferência que venha a surgir, controla melhor as plantas daninhas. Assim, devem-se escolher as cultivares mais adaptadas à região, capazes de apresentar resistência ou tolerância às principais pragas e doenças que predominam na área e que sejam mais agressivas em seu crescimento, além de apresentarem boa produtividade.

- b. densidade de semeadura:** a densidade de plantio, definida como o número de plantas por unidade de área, é fator importante para o rendimento de uma lavoura. Cada cultura apresenta uma densidade ótima (quando o rendimento é máximo), que é variável para cada situação e depende de três condições: cultivar; disponibilidade hídrica; e disponibilidade de nutrientes. A existência de alterações nesses fatores afetará a densidade ótima de plantio.
  
- c. espaçamento do milho:** o arranjo equidistante das plantas de milho, com a redução do espaçamento entre fileiras, diminui o potencial de crescimento das plantas daninhas devido à redução da quantidade de luz que penetra pela cultura. Qualquer modificação no arranjo de plantas deve respeitar as características do ambiente e da cultivar.
  
- d. época de plantio do milho:** a época mais adequada para o plantio do milho é aquela em que o período de floração coincida com os dias mais longos do ano e a etapa de enchimento de grãos com o período de temperaturas mais elevadas e alta disponibilidade de radiação solar, desde que sejam satisfeitas as necessidades de água da planta. Na região Sul do Brasil, o milho costuma ser plantado de agosto a setembro; enquanto que, nos estados do Centro-Oeste e do Sudeste, a época de plantio varia de outubro a novembro.
  
- e. uso de cobertura morta:** a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo diminui a emergência de plantas daninhas devido aos efeitos físicos e alelopáticos dessas plantas, quando em comparação com o solo descoberto.
  
- f. alelopatia:** as plantas daninhas podem ter seu desenvolvimento suprimido ou estimulado por meio de plantas vivas ou de seus resíduos, os quais liberam substâncias químicas no ambiente. O uso de aleloquímicos obtidos a partir de plantas pode ser na forma de herbicidas, uma vez que são produtos naturais biodegradáveis e não persistem no solo como poluentes. A adição da parte aérea da leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) ao solo proporciona menor desenvolvimento das plantas daninhas, devido aos efeitos físicos da cobertura e alelopáticos, através da liberação para o solo de substância com ação alelopática. Assim como a leucena, há efeito alelopático das culturas de aveia, sorgo, centeio, nabo forrageiro e colza capaz de reduzir a densidade de plantas daninhas.
  
- g. rotação de culturas:** a alternância do cultivo de diferentes espécies vegetais em sequência temporal numa determinada área proporciona menor infestação de plantas daninhas do que um sistema de sucessão de culturas contínuo. Além disto, a rotação de culturas permite a realização de rotação de herbicidas em uma mesma área de cultivo, dificultando a perpetuação de espécies e o aparecimento de biótipos resistentes.

## Capina manual

Esse método é amplamente utilizado em pequenas propriedades. Normalmente, de duas a três capinas com enxada são realizadas durante os primeiros 40 a 50 dias após a semeadura, pois, a partir daí, o crescimento do milho contribuirá para a redução das condições favoráveis para a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas. A capina manual deve ser realizada preferencialmente em dias quentes e secos e com o solo com pouca umidade. Cuidados devem ser tomados para evitar danos às plantas de milho, principalmente às raízes. Este método de controle demanda grande quantidade de mão-de-obra, visto que o rendimento desta operação é de aproximadamente 8 dias homem por hectare.

## Capina mecânica

A capina mecânica usando cultivadores, tracionados por animais ou tratores, ainda é utilizada no Brasil. As capinas mecânicas, assim como as manuais, devem ser realizadas nos primeiros 40 a 50 dias após a semeadura da cultura. Neste período, os danos ocasionados à cultura são minimizados, se comparados com os possíveis danos (quebra e arranque das plantas de milho) em capinas realizadas tardiamente. A exemplo da capina manual, a mecânica deve ser realizada superficialmente em dias quentes e secos, com o solo com pouca umidade, aprofundando-se as enxadas o suficiente para o arranque ou o corte das plantas daninhas.

### Método químico

O método de controle químico consiste na utilização de produtos herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e em secretarias de Agricultura para a cultura do milho (Tabela 1). Ao se pensar em controle químico para a lavoura de milho, várias considerações devem ser feitas, sendo necessário conhecer a seletividade do herbicida para a cultura e, principalmente, sua eficiência no controle das principais espécies daninhas na área cultivada. O uso de herbicidas, por ser uma operação de elevado custo inicial, é indicado para lavouras de porte médio e grande com alto nível tecnológico, onde a expectativa é de uma produtividade acima de 4.000kg/ha. A seleção de um herbicida deve ser baseada em avaliação das espécies de plantas presentes na área a ser tratada, bem como nas características físico- químicas dos produtos.

A classificação dos herbicidas é feita de acordo com o seu comportamento quando aplicado a uma cultura: pode ser segundo a época de aplicação, a atividade, a seletividade ou o modo de ação.

#### a. Época de aplicação

Os herbicidas são classificados conforme a época de aplicação em relação às plantas daninhas e à cultura. Essa classificação considera maximizar o controle e a seletividade dos herbicidas, dividindo os mesmos em três categorias: pré-plantio-incorporado; pré-emergência; e pós-emergência. Os herbicidas de pré-plantio-incorporado são aplicados antes do plantio e necessitam ser incorporados ao solo para uma melhor eficiência no controle das plantas daninhas. Os herbicidas de pré-emergência são aplicados após o plantio da cultura, mas antes da emergência das plantas daninhas e da cultura. Os herbicidas de pós-emergência são aplicados depois da emergência das plantas daninhas, antes ou depois da emergência do milho. A época exata da aplicação dos herbicidas de pós-emergência pode variar em função da cultura, do herbicida e das plantas daninhas presentes na área. Os herbicidas de pós-emergência, considerados dessecantes, são utilizados no manejo das plantas daninhas no sistema de plantio direto antes do plantio da cultura.

## **b. Atividade**

Herbicidas podem ser classificados como sistêmicos ou de contato. Os herbicidas sistêmicos são aqueles que necessitam serem absorvidos e translocados dentro das plantas para que o produto torne-se eficiente no controle das plantas daninhas. Os herbicidas de contato são aqueles produtos que atuam simplesmente pelo contato com as plantas, não havendo translocação para dentro das mesmas.

## **c. Seletividade**

A seletividade dos herbicidas depende principalmente do grau de tolerância das plantas a estes produtos (Figura 7). Os herbicidas podem ser classificados como seletivos ou não seletivos. Os seletivos são aqueles que podem ser aplicados na cultura do milho, pois o mesmo apresenta tolerância ou resistência baseada em algum modo de detoxificação do herbicida. Os considerados não seletivos são aqueles herbicidas que, quando aplicados na cultura, podem ocasionar morte das plantas. Fatores como estágio de desenvolvimento das plantas, morfologia, absorção, translocação, condições ambientais, época de aplicação e metabolismo são importantes fatores na determinação da seletividade do herbicida.

## **d. Modo de ação**

Apesar de ser uma forma usada para classificar herbicidas, o modo de ação não é baseado na melhora de controle das plantas daninhas. Essa classificação atualmente apresenta grande importância no manejo (seleção) dos herbicidas. Com o aparecimento de plantas daninhas resistentes a alguns herbicidas, a rotação de produtos vem sendo preconizada principalmente baseada nesta forma de classificação. Os modos de ação de alguns herbicidas utilizados na cultura do milho podem ser vistos na Tabela 1.

É de grande importância verificar a persistência média no solo dos herbicidas utilizados nas culturas antecessoras, uma vez que eles podem tornar-se fitotóxicos para a cultura seguinte. Levar em consideração, ainda, na escolha de um herbicida para o controle de plantas daninhas o intervalo de segurança, que é o intervalo mínimo entre a aplicação e a colheita da cultura.

O aparecimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas depende de vários fatores, como adaptabilidade ecológica e capacidade de se proliferar, longevidade e dormência das sementes da espécie ou do biótipo sob seleção, frequência de utilização de herbicidas com mesmo mecanismo de ação e a sua persistência no solo, bem como a eficácia do herbicida e os métodos adicionais empregados no controle das plantas daninhas.

Quando uma população de plantas daninhas resistentes se estabelece em determinada área, a eficácia do controle através da utilização de herbicidas diminui. Para prevenir ou retardar o aparecimento de plantas resistentes a herbicidas, são recomendados: a utilização de rotação de culturas; o manejo adequado dos herbicidas; a prevenção da disseminação de sementes através do uso de equipamentos limpos; a limpeza dos equipamentos através de bombas de água ou ar comprimido para remoção das sementes; o monitoramento da evolução inicial da resistência; e o controle das plantas daninhas suspeitas de resistência, antes que as mesmas produzam sementes.

## **Métodos de aplicação de herbicidas**

A eficiência de aplicação de qualquer herbicida depende da uniformidade e da correta aplicação. Problemas na ineficiência do controle de plantas daninhas, na maioria dos casos, estão relacionados à tecnologia de aplicação. Problemas comuns nas aplicações ocorrem devido à deficiência na calibragem do pulverizador (46%), na realização da mistura dos produtos (5%) e na combinação dos dois (12%). A maioria das aplicações de herbicidas são realizadas com tratores (sistemas hidráulicos), embora a aplicação via água de irrigação tenha aumentado nos últimos anos.

### **Controle de plantas daninhas em pré-plantio**

No sistema de plantio direto, o trabalho do arado e da grade é substituído pela aplicação de herbicidas capazes de matar as plantas daninhas presentes e de formar uma massa vegetal de cobertura do solo, a chamada palhada. O período entre a aplicação do herbicida e a semeadura da cultura varia com as características do herbicida, a dose utilizada, a cobertura vegetal antecessora, a textura do solo e as condições ambientais. Os principais herbicidas utilizados para este fim são glyphosate, glyphosate potássico, 2,4-D, paraquat e glufosinato de amônio.

Os produtos à base de glyphosate são recomendados principalmente para áreas infestadas com plantas daninhas perenes, por serem herbicidas sistêmicos capazes de penetrar na planta pelas folhas e translocar-se via floema até às raízes.

Glyphosate potássico é um herbicida semelhante ao glyphosate, apresentando o mesmo modo de ação. Porém, por causa do radical trimetilsulfônio, penetra mais rápido nas folhas das plantas daninhas que o glyphosate, tornando-se uma boa opção no período chuvoso. O uso de 2,4-D ajuda no controle de folhas largas, principalmente trapoeraba, tolerante a glyphosate e glyphosate potássico.

Ao contrário do glyphosate, os produtos à base de paraquat têm ação de contato, não servindo para o controle de plantas daninhas perenes. O paraquat é um disruptor da membrana celular e tem ação muito rápida. A aplicação de paraquat pode ser feita na véspera do plantio e a adição de um surfactante não iônico no tanque é sempre recomendada. O glufosinato de amônio é também um herbicida de contato, de classe IV, de ação um pouco mais lenta que o paraquat.

### **Controle de plantas daninhas em pré-emergência**

A pulverização, em plantio convencional do milho, é feita com o solo limpo, destorroado, após o plantio. Porém, antes da emergência da cultura e das plantas daninhas. O herbicida aplicado permanece na superfície do solo, exposto aos raios do sol e ao vento. Para uma boa performance, é preciso que o solo esteja úmido ou que, no caso de solo seco, haja uma garantia de chuva ou de irrigação nas próximas 48 horas. Caso o produto permaneça na superfície do solo sem a umidade para incorporá-lo a terra, as perdas pela forma de vapor e/ou pela decomposição através da luz acabarão por prejudicar a ação do herbicida. Por outro lado, terrenos mal preparados, cheios de torrões, comprometem seriamente a performance do herbicida.

Os herbicidas de pré-emergência, como o próprio nome indica, controlam as plantas daninhas no estágio mais inicial, quando as sementes estão germinando e as plântulas ainda não emergiram. Esses herbicidas, ao contrário do que se pensa, não afetam a germinação das sementes, controlando as plantas daninhas após a sua germinação, durante o período de sua ação no solo. Os herbicidas aplicados devem apresentar poder residual suficiente para manter as plantas daninhas controladas até o final do período crítico de competição. Os principais herbicidas recomendados para o controle das plantas daninhas em pré-emergência na cultura do milho estão

indicados na Tabela 1.

A análise dos herbicidas indicados para o controle em pré-emergência de plantas daninhas na cultura do milho permite a observação de que alguns herbicidas, como atrazine, cyanazine e 2,4-D, são eficientes no controle de latifoliadas anuais e exercem pouca ação sobre as gramíneas. Por outro lado, herbicidas como s-metolachlor, alachlor, acetochlor, dimethenamid, isoxaflutole, trifluralin e pendimethalin apresentam uma ação mais acentuada sobre gramíneas anuais. Plantas daninhas perenes, como a tiririca e a grama seda, são tolerantes aos herbicidas de pré-emergência.

No sistema de semeadura direta, a presença de palha na superfície do solo pode afetar o comportamento de herbicidas aplicados em pré-emergência, pois estes são aplicados sobre a palha, ficando expostos à radiação solar, às altas temperaturas e à adsorção nos resíduos vegetais. O atrazine apresenta boas perspectivas de uso em pré-emergência sobre palhadas, uma vez que é facilmente lixiviado para o solo com chuvas que ocorram logo após a aplicação.

O acetochlor apresenta maior eficiência que o s-metolachlor no controle de gramíneas, quando aplicado sobre a palha no sistema de semeadura direta e sem chuva após a aplicação, porque aquele é mais estável nestas condições. Porém, s-metolachlor, por apresentar estrutura química mais estável e maior adsorção aos colóides orgânicos e minerais do solo, é mais eficiente do que acetochlor e alachlor, quando a chuva remove os herbicidas da palha, levando-os até o solo, onde s-metolachlor é dissipado mais lentamente, resultando em maior persistência e controle das plantas daninhas.

### Controle de plantas daninhas em pós-emergência precoce e inicial

Com o aparecimento de herbicidas de pós-emergência para a cultura do milho, o produtor ganhou em flexibilidade de tempo para sua pulverização. A aplicação pode ser iniciada na pré-emergência, passar pela pós-emergência precoce, atingir a pós-emergência inicial e terminar na pós-emergência tardia. As fases da pós-emergência podem ser assim caracterizadas:

**a. pós-emergência precoce:** fase que vai desde a emergência até o estágio de duas folhas abertas. É importante salientar que as plantas daninhas ainda são muito pequenas e que as gramíneas ainda não perfilharam;

**b. pós-emergência inicial:** tem seu início no estágio fenológico de três folhas abertas do milho e vai até a abertura completa da quinta folha. As gramíneas anuais apresentam de um a dois perfilhos e as folhas largas de quatro a seis folhas. Nesta fase da pós-emergência, as perdas culturais não são ainda significativas, podendo estas chegar até 10%;

**c. pós-emergência tardia:** é caracterizada por perdas culturais mais evidentes (10 a 35%). Neste estágio, a cultura do milho já apresenta a sexta folha completamente aberta, as gramíneas anuais de três a quatro perfilhos e plantas daninhas, como o leiteiro, de seis a oito folhas. Esta fase da pós-emergência é recomendada para o controle das plantas daninhas somente em situações especiais, devido às perdas já ocasionadas pela interferência anterior à aplicação. A aplicação de herbicidas residuais nesta época tem como objetivo aumentar o efeito residual sobre as plantas daninhas de folhas largas, como a corda de viola, e sobre outras plantas daninhas tardias que irão causar problemas na colheita mecanizada.

A exemplo dos herbicidas pré-emergentes, os herbicidas recomendados para a pós-emergência precoce e inicial possuem ação residual variada e, além de controlar as plantas daninhas emergidas, controlam as que ainda irão nascer no período de ação do herbicida. A pulverização deve ser feita em dia não chuvoso para que as gotículas não sejam arrastadas, mas a umidade é muito importante para a ativação no solo e para a absorção foliar. As horas quentes do dia e a baixa umidade relativa do ar (abaixo de 50%) não são recomendadas para a pulverização. Os melhores resultados de pulverização em pós-emergência precoce e inicial têm sido obtidos por produtores que pulverizam nas primeiras horas do dia, com vazão na faixa de 100 a 250L/ha.

Com relação às sulfoniluréias, a aplicação exige um intervalo de sete dias para a utilização de inseticidas organofosforados. O ideal, nesse caso, é o uso de inseticidas fisiológicos ou à base de piretróides, manejando as pragas da cultura sem interferir na ação do herbicida.

Os herbicidas recomendados para o controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho estão agrupados na Tabela 2.

Os herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias (nicosulfuron e foransulfuron + iodossulfuron) inibem a acetolactato sintase (ALS), impedindo a síntese de aminoácidos essenciais, como valina, leucina e isoleucina. O sintoma típico de fitotoxicidade ocasionado pela aplicação de sulfoniluréias consiste em descoloração da porção mediana da lâmina das folhas centrais da planta, que se encontra em fase de expansão no momento da aplicação, sendo esse sintoma mais expressivo até sete dias após a aplicação do produto. A seletividade da cultura do milho a sulfoniluréias deve-se à capacidade do milho em metabolizar o produto em compostos não ativos; portanto, cultivares tolerantes parecem metabolizar sulfoniluréias mais rapidamente. A existência de tolerância diferencial de híbridos de milho a sulfoniluréias restringe a utilização de nicosulfuron a determinadas cultivares que tolerem o produto.

O herbicida carfentrazone pode ser utilizado para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas em pós-emergência. Devido a esta ação, os sintomas de fitotoxicidade podem ser observados dentro de poucas horas após a aplicação, sendo a morte da planta constatada em uma semana. A seletividade detectada nas plantas devido à aplicação de carfentrazone-ethyl deve-se ao metabolismo de detoxificação do composto químico. Cultivares de milho doce e normal apresentam boa seletividade à aplicação de carfentrazone-ethyl.

Dentre os herbicidas registrados para a cultura do milho, encontra-se o mesotrione (2-(4-mesyloxy-2-nitrobenzoyl)cyclohexane-1,3-dione), pertencente ao grupo químico das triquetonas. É classificado como herbicida seletivo, com aplicação em pós-emergência, para o controle de folhas largas anuais e gramíneas na cultura do milho. Deste novo grupo de produtos, recentemente foi registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o herbicida tembotrione (2-[2-chloro-4-(methylsulfonyl)-3-[2,2,2-trifluoroethoxy]methyl]benzoyl]-1,3cyclohexanedione).

O modo de ação das triquetonas consiste na inibição da biossíntese de carotenóides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-idroxifenilpiruvato-dioxigenase) nos cloroplastos. Os sintomas fitotóxicos observados envolvem o branqueamento das plantas sensíveis, com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de 1 a 2 semanas. O milho é tolerante às triquetonas devido à sua capacidade de metabolizar rapidamente o herbicida, produzindo metabólitos sem atividade tóxica. A absorção do herbicida ocorre tanto nas raízes quanto nas folhas e nos ramos. Estes herbicidas apresentam baixa toxicidade, com pequeno risco para os mamíferos, os pássaros, o ambiente e as espécies aquáticas.

## Controle de plantas daninhas tardias para beneficiar a colheita

A aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do milho tem um caráter complementar, com o objetivo principal de melhorar as condições de colheita, ajudando o controle das chamadas plantas daninhas tardias. Com o advento das aplicações sequenciais, em que as doses dos herbicidas são diminuídas, a aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do milho torna-se cada vez mais importante, complementando a aplicação feita na pré-emergência ou nas fases da pós-emergência. Esses herbicidas são aplicados nas entrelinhas do milho, de forma que o jato do pulverizador atinja somente as folhas baixas e não atinja as folhas de cima do milho. Para que isso seja possível, as plantas de milho devem estar no estágio acima de quatro pares de folhas (pós-emergência avançada), com uma altura mínima de 40 a 50cm.

Os herbicidas usados nessa operação não são seletivos para o milho e podem causar injúrias à planta se a pulverização não for direcionada. A pulverização dirigida pode ser feita com um pulverizador costal, aplicando-se o herbicida nas manchas de maior infestação ou, em casos de grandes lavouras, com um pulverizador de barra tratorizado. Para a aplicação tratorizada, recomenda-se o uso de uma barra especial com pingentes de mola que permitam baixar os bicos e dirigir o jato para a base das plantas ou com protetores para evitar a aplicação do herbicida nas plantas de milho. Essa é uma operação limitada pela altura das plantas de milho. Se o milho estiver muito alto, a barra do pulverizador pode quebrar a cana do milho.

Essa modalidade de controle já tem sido adotada e alguns equipamentos já estão disponíveis no mercado. Entre os produtos mais comumente utilizados, estão os herbicidas à base de paraquat e glufosinato de amônio, que têm ação de contato e não apresentam efeito residual. Cuidados devem ser tomados com a aplicação de herbicidas sistêmicos não seletivos, evitando o contato do produto com a planta de milho.

[Tabela 1. Herbicidas pré-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura do milho.](#)

[Tabela 2. Herbicidas pós-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura do milho](#)

## Resistência / tolerância de plantas daninhas

O surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas sempre estará associado a mudanças genéticas na população em função da seleção ocasionada pela aplicação repetida de um mesmo herbicida ou de herbicidas com um mesmo mecanismo de ação. A variabilidade genética está presente nas populações infestantes e, caso um produto seja sempre utilizado nesta população, as plantas resistentes irão sobreviver, aumentando, nos anos subsequentes, a frequência destas plantas na população até que só ocorram plantas resistentes.

A resistência de plantas daninhas foi primeiramente notificada no Brasil na década de 80 com o surgimento de *Euphorbia heterophylla* resistente a herbicidas inibidores da enzima ALS (acetolactato sintase), conforme relatado no site internacional de monitoramento de plantas daninhas resistentes a herbicidas (<http://www.weedscience.org/in.asp>) (Tabela 1). A partir desta data, outras espécies foram descritas como resistentes, sendo que os herbicidas inibidores da enzima ALS são os produtos que mais selecionaram plantas daninhas resistentes no Brasil e no mundo. Com a introdução das culturas transgênicas resistentes ao herbicida Round up, a pressão de seleção imposta pelas glicinas tende a aumentar e, conseqüentemente, o surgimento de mais populações resistentes a este grupo herbicida deverá aumentar.

A alteração da comunidade infestante pode acontecer em função de herbicidas que selecionem espécies menos sensíveis ao produto utilizado; com o passar do tempo, estas plantas estarão dominando a população. Espécies foram selecionadas na década de 80 com o uso continuado de metribuzin e imazaquin, dificultando o manejo de plantas daninhas na cultura da soja. *Euphorbia heterophylla* e *Acanthospermum hispidum* tornaram-se espécies dominantes em sistemas de produção que utilizavam os dois produtos herbicidas. Mais recentemente, a utilização contínua de sulfoniluréias e algumas imidazolinonas contribuiu para a seleção das espécies *Cardiospermum halicacabum*, algumas *Ipomoea*, *Desmodium tortuosum*, *Senna obtusifolia* e outras.

Com a introdução do plantio direto, algumas espécies foram selecionadas em função da troca de produtos herbicidas para o manejo das plantas daninhas. *Digitaria insularis* (capim colchão), *Spermacoce latifolia* (erva quente) e *Erigeron bonariensis* tiveram suas frequências aumentadas em função do novo sistema conservacionista implantado. Atualmente, após a início da soja transgênica, houve um aumento do uso de herbicidas à base de glyphosate e espécies como as *Commelinas* (trapoerabas), *Ipomoeas* (corda de viola), *Richardia brasilienses* (poaia branca), *Tridax procumbens* (erva de touro), *Chamaesyce hirta* (erva de santa luzia), *Chloris polydactyla* (capim branco) e *Boehavia diffusa* (erva tostão) têm aumentado sua incidência nos sistemas de produção que utilizam este grupo de herbicidas.

Para prevenir ou retardar o aparecimento destas plantas, é recomendada a utilização da rotação de culturas, do manejo adequado dos herbicidas, da prevenção da disseminação de sementes através do uso de equipamentos limpos, o monitoramento da evolução inicial da resistência e o controle das plantas daninhas suspeitas de resistência antes que as mesmas produzam sementes

### **Métodos de aplicação de herbicidas**

A eficiência de um herbicida é intrínseca à sua aplicação, que deve ser feita de maneira uniforme, pelo uso dos equipamentos adequados a cada tipo de situação. Os problemas verificados na ineficiência do controle de plantas daninhas, na maioria dos casos, está relacionada à tecnologia de aplicação. Relatos são feitos apontando que 46% dos problemas das aplicações ocorrem na calibragem do pulverizador, 5% na mistura de produtos e 12% na combinação da calibragem e da mistura de produtos. Embora a aplicação via água de irrigação tenha aumentado nos últimos anos, mais de 90% dos herbicidas ainda são aplicados via trator (sistemas hidráulicos),

#### **a. Terrestre**

A calibração do sistema de aplicação terrestre deve ser realizada preferencialmente no local da aplicação, observando-se os fatores que interferem na eficiência dos herbicidas. Os equipamentos tratorizados apresentam quatro componentes básicos: tanque; regulador de pressão; bomba; e bicos de aplicação, que devem ser sempre verificados, evitando defeitos ou entupimentos que possam vir a tornar a aplicação ineficiente.

#### **b. Aérea**

A principal vantagem da aplicação aérea em relação às aplicações terrestres tratorizadas ou à manual é o menor tempo gasto para tratar uma mesma área. Este método é econômica e tecnicamente viável somente em áreas extensas e planas. Aplicações aéreas apresentam alto risco de contaminação ambiental em função do alto risco de deriva, devendo, portanto, sempre ser acompanhada por um técnico responsável.

### **c. Via irrigação**

A aplicação de herbicidas via água de irrigação é conhecida como herbigeação. Embora a adoção deste método de aplicação tenha aumentado nos últimos anos, ainda não existem herbicidas registrados para essa modalidade. Além disso, apenas alguns herbicidas possuem características favoráveis à aplicação com água de irrigação. Embora a herbigeação apresente como vantagens a redução do custo de aplicação, o aumento da atividade herbicida, a maior uniformidade de aplicação e maior compatibilidade com o sistema de plantio direto por não haver trânsito de máquinas na época de controle das plantas daninhas, a aplicação, principalmente via pivô central, pode apresentar riscos de contaminação ambiental e aumento do tempo de aplicação.

#### **Normas gerais para o uso de defensivos agrícolas**

Antes da aquisição de qualquer defensivo agrícola, deve-se fazer uma avaliação correta do problema e da necessidade da aplicação. Nenhum defensivo agrícola sem receituário agrônômico deve ser adquirido. Deve-se proceder sempre à observação da data de validade de produtos a fim de se evitar compras de materiais vencidos ou com embalagens danificadas. Fazer a tríplice lavagem da embalagem após o uso e inutilizá-la por meio de furos constitui benefícios à saúde e ao ambiente. Toda embalagem vazia e inutilizada de qualquer defensivo agrícola deverá ser retornada aos pontos de compra (orientar-se junto ao vendedor). Cumpra as suas obrigações e exija seus direitos de consumidor.

#### **Cuidados na aplicação**

No escopo da aplicação acertada de um herbicida, deve-se atentar para alguns fatores que, inerentes ao ambiente, acabam por influenciar a eficácia do método estabelecido. Desses, as condições climáticas, a umidade relativa do ar, a temperatura e o vento apresentam papel crucial.

Boas condições de umidade favorecem a disponibilidade de água à absorção pela planta, retardam a secagem do produto aplicado e otimizam a transposição do herbicida pela superfície da planta. Em condições arbitrárias, ocorre lentidão do processo de absorção do herbicida devido à compactação da cutícula. Portanto, sob umidades abaixo de 50%, as aplicações de agentes herbicidas devem ser evitadas.

Processos de volatilização e de celeridade na secagem dos ingredientes ativos são beneficiados a temperaturas elevadas, embora tais condições também aumentem a eficiência dos herbicidas, tornando-os mais fitotóxicos para as plantas-alvo, bem como para a cultura do milho. Temperaturas apropriadas são aquelas que se encontram no intervalo de 12 a 35° C podendo haver oscilações conforme o caso.

Clima favorável provém absorção do herbicida na dosagem apropriada, assim como inibe problemas de deriva, que geram possíveis afecções ao ambiente e/ou à saúde humana. O vento em alta velocidade é um elemento relevante, uma vez que intervém diretamente no destino da pulverização, de modo a favorecer que essa alcance o alvo ou desvie, atingindo outro componente. As circunstâncias de maior segurança acerca dos ventos consistem em velocidades na faixa de 3 a 6km/h, correspondente a uma leve brisa que apenas movimentada a folhagem. O uso de bicos de pulverização adequados e a minimização da altura de aplicação são medidas a serem tomadas para reduzir os efeitos do vento sobre aplicações. O início da manhã, o fim da tarde e o início da noite apresentam condições de vento, temperatura e umidade mais apropriadas para aplicação de herbicidas.

#### **Medidas de segurança**

No âmbito da proteção do trabalhador, as medidas de segurança devem atender à NCE (Necessidade de Controle de Exposição), que se dá pelo conjunto de medidas preventivas (normas regulamentadoras que tratam da higiene, da limpeza, da manutenção e educacionais) e de proteção (relativas à segurança em relação ao ambiente).

As medidas de proteção estão segregadas em coletivas ou individuais; a primeira é feita, por exemplo, pela seleção de herbicidas menos tóxicos ou pelo uso da direção do vento para afastar o jato pulverizado. Os tipos de cultura e de equipamento também são elementos que afetam a exposição do operador.

Como medida de proteção individual, preconiza-se o uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual), que impede o contato direto da substância com o corpo. Esse dispositivo atua como redutor da exposição por meio dos princípios impermeabilização e hidrorrepelência. O EPI deverá ser vestido sobre a roupa comum, sendo ajustado firmemente de modo que os cordões do jaleco e da calça sejam guardados dentro da roupa. As botas devem ser impreterivelmente de PVC, sob a barra da calça, para que o produto escorrido não alcance os pés.

O avental deve ser utilizado com o objetivo de proteger o corpo durante o preparo da calda e da pulverização, devendo ainda ser fabricado em material impermeável e ser de fácil fixação no corpo. A máscara deve impedir a inalação de vapores orgânicos, partículas finas e névoas. O aplicador deve estar barbeado para permitir a aderência correta do respirador ao rosto. A viseira, o boné árabe e as luvas têm o intuito de defender os olhos, o rosto, o couro cabeludo, o pescoço e as mãos das gotas ou da névoa de pulverização. As luvas devem ser de borracha nitrílica ou neoprene, passíveis de uso em todas as formulações.

### **Operações pós-colheita**

Tem sido observado que os produtores têm deixado que as plantas daninhas cresçam e produzam sementes após a colheita (Figura 2), devido principalmente ao aumento dos custos de mais uma aplicação de um método de controle e pelas dificuldades financeiras que têm passados nos últimos anos. Para evitar ou minimizar o aumento da população de plantas daninhas existente em uma área, pode-se adotar técnicas como a rotação de culturas e a semeadura de cobertura. Culturas de cobertura, como milheto, nabo forrageiro e sorgo, assim como outras, na entressafra, têm grande capacidade de supressão na emergência e de desenvolvimento das plantas daninhas.

Operações de pós-colheita, como o uso de roçadeiras ou a aplicação de herbicidas para dessecação das plantas daninhas, também podem ser realizadas, evitando-se que estas plantas se desenvolvam e produzam sementes ou propágulos que irão contribuir para o aumento do banco de sementes do solo. Devemos lembrar que, com o uso intensivo de determinados grupos de herbicidas, tem sido observado o surgimento de plantas daninhas resistentes.

O manejo de plantas daninhas pós-colheita contribui para a não proliferação das plantas daninhas resistentes, facilitando o controle nas safras subsequentes. Na maioria dos casos, os herbicidas utilizados para o manejo pós-colheita são à base de glyphosate, 2,4D e paraquat. Qualquer utilização de herbicidas deve ser acompanhada por um técnico responsável e os produtos utilizados devem estar registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

### **Manejo de Plantas Daninhas no Milho Cultivado no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária**

Uma vez implantado o SILP com SPD, o manejo dos herbicidas no consórcio lavoura-forrageira passa a representar uma etapa das mais importantes, pois dela vai depender a produtividade tanto da lavoura quanto da pastagem que se vai formar.

Em geral, o momento para aplicação dos produtos para dessecação pode ocorrer após as primeiras chuvas, quando a nova brotação da forrageira estiver vigorosa e em pleno crescimento (15 a 20 dias após o corte, 20 a 25 cm de altura). A aplicação deve ser feita, preferencialmente, nos períodos com temperaturas mais amenas (nas primeiras horas da manhã ou ao entardecer) e com ventos de baixa intensidade.

Outra condição relaciona-se à dessecação com a espécie forrageira em estágio avançado de crescimento. Nessa situação, recomenda-se um pastejo de curta duração utilizando alta taxa de lotação no final do período seco ou manejo com roçadeira ou triturador vegetal (triton). A época de aplicação e a dosagem do herbicida dependerão do sistema de semeadura da cultura e da espécie da forrageira. As situações comumente encontradas podem ser: A - Semeadura da forrageira após a emergência do milho. Semeia-se o milho solteiro e faz-se o controle das plantas daninhas antes do plantio da forrageira. Sistema usado quando há alta incidência de plantas daninhas ou em condições de milho safrinha. O produto não deve apresentar efeito residual no solo ou deve ser seletivo para a gramínea a ser cultivada para evitar deficiências ou falhas na formação da pastagem. B - Semeadura simultânea do milho + forrageira. A aplicação deverá ocorrer na fase em que cultura do milho estiver com 4 a 6 folhas e da forrageira com mais de 3 perfilhos. Quando houver predominância de plantas daninhas de folhas largas e a braquiária não estiver exercendo interferência na cultura do milho, não haverá necessidade de aplicação de graminicida ou redução do crescimento da forrageira, podendo ser utilizado o herbicida atrazina na dosagem de 800 a 1.300 g i.a./ha. Nas situações em que é necessário o controle de plantas daninhas de folhas largas com necessidade de inibição temporária do crescimento da forrageira, sugere-se a aplicação de atrazina associada à uma subdose de herbicidas com ação graminicida. Maiores informações e detalhes sobre utilização de herbicidas no Sistema de Integração Lavoura Pecuária, recomenda-se consultar a Circular Técnica 110, Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

(<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publonline.php?itembarra=1>)

