

## Manejo de plantas daninhas na cultura de milho



Leandro Vargas<sup>1</sup>, Claudio Miranda Peixoto<sup>2</sup>, Erivelton Scherer Roman<sup>1</sup>



### Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays* L.), o qual ocupa a maior área cultivada entre as principais culturas (14 milhões de hectares). Este cereal é a principal fonte de alimento para criações, principalmente de suínos e aves, quer via ração, quer via silagem de planta inteira e de grãos úmidos, sendo também usado diretamente na alimentação humana, substituindo a farinha de trigo. Além disso, serve como matéria-prima para grande variedade de produtos industriais, como cola, óleo, álcool e bebidas, entre outros.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Pesquisador da Embrapa Trigo na área de manejo e controle de plantas daninhas. Caixa Postal 451. Passo Fundo, RS 99001-970 [vargas@cnpt.embrapa.br](mailto:vargas@cnpt.embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrôn. Pioneer sementes.

Milho é cultivado praticamente em todas regiões do Brasil e sua produção aumenta a cada ano, contudo, o país ainda é um importador deste cereal. Apesar de a cultura de milho estar adaptada a diferentes regiões do Brasil e possuir grande potencial de produção, o rendimento médio é extremamente baixo, próximo de 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, quando comparado com o obtido nos Estados Unidos que é de 8.000 kg ha<sup>-1</sup>. A baixa tecnologia, as condições ambientais e a falta de assistência técnica e de incentivos à cultura são consideradas as principais causas desse fato.

O controle inadequado de plantas daninhas (espécie vegetal que se desenvolve onde não é desejada) é um dos principais fatores relacionados ao baixo rendimento da cultura de milho. Nesta cultura, as perdas de rendimento devido à interferência de plantas daninhas variam entre 10% a 80%, de acordo com as espécies daninhas envolvidas, com o número de plantas por área, com o período de competição, com o estágio de desenvolvimento da cultura e com as condições de solo e clima.

Plantas daninhas apresentam características que lhes conferem elevada agressividade mesmo em ambientes adversos ao desenvolvimento de milho, como por exemplo, uso mais eficiente de água em regiões com baixa disponibilidade hídrica. As principais características são: rápida germinação e crescimento inicial, sistema radicular abundante, grande capacidade de absorver nutrientes e água do solo, elevada eficiência no uso da água e grande produção e disseminação de propágulos. Essas espécies afetam diretamente a vida dos agricultores, independentemente do tamanho da sua propriedade, quer seja minifúndio ou latifúndio, devido à competição com as culturas por água, nutrientes, luz, espaço e CO<sub>2</sub>, o que reduz o rendimento de grãos, aumenta os custos de produção e, conseqüentemente, diminui a renda do produtor.

Além de reduzir o rendimento de grãos das culturas, as plantas daninhas podem causar outros problemas, como: reduzir a qualidade de grãos, provocar maturação desuniforme, causar perdas e dificuldades na operação de colheita, servir de hospedeiro para pragas e doenças e também podem liberar toxinas altamente prejudiciais ao desenvolvimento das culturas.

Contudo, apesar de as plantas daninhas apresentarem vários aspectos negativos, sob ponto de vista botânico e ecológico elas também apresentam vantagens, como:

servem de alimento para animais silvestres; representam fonte potencial de plantas úteis e depósito de germoplasma; muitas espécies possuem valor apícola e/ou medicinal; auxiliam na prevenção e combate da erosão; reciclam nutrientes e podem extrair metais pesados e outros poluentes da água (Fleck, 1992). As espécies daninhas também podem, por meio da alelopatia, impedir a germinação e/ou o desenvolvimento de outras espécies de plantas, favorecendo o manejo destas em culturas, principalmente no sistema plantio direto (Silva et al., 1999).

A competição é a disputa que se estabelece entre a cultura e as plantas daninhas por água, luz, nutrientes e dióxido de carbono disponíveis em um determinado local e tempo. Por essa competição envolver vários fatores diretos e indiretos, muitas vezes, é preferível falar-se em interferência de uma comunidade de plantas, daninhas ou não, sobre outras (Locatelly & Doll, 1977). Esse fenômeno ocorre naturalmente em uma comunidade de plantas onde existem recursos limitados, tendendo a ser maior e mais prejudicial para ambos os competidores, quanto mais semelhantes forem as exigências ambientais e o hábito vegetativo destas. Um exemplo são as espécies de gramíneas, que por apresentarem sistema radicular semelhante ao de milho, possuem maior capacidade de causar dano a milho, devido à competição, do que outras espécies.

Nos ecossistemas agrícolas, plantas daninhas levam vantagem competitiva sobre plantas produtoras de grãos, pois o melhoramento genético de culturas objetiva obter acréscimo no rendimento econômico, e isso quase sempre é acompanhado por decréscimo no potencial competitivo (Pitelli, 1985). Outro aspecto importante é a maior agressividade, ou seja, a sua grande capacidade de sobrevivência, diminuindo ou impedindo que plantas cultivadas tenham acesso aos recursos do ambiente. Dessa forma, em algumas situações ocorre grande competição entre culturas produtoras de grãos e plantas daninhas pelos recursos, sobressaindo a espécie mais eficiente em capturá-los. Cabe aos produtores e agrônomos utilizar os métodos de controle e as práticas culturais de forma a aumentar as chances de a cultura superar as plantas daninhas na competição pelos recursos.

O controle consiste em suprimir o crescimento e/ou reduzir o número de plantas daninhas por área, até níveis aceitáveis para convivência entre as espécies envolvidas,

sem prejuízos para as mesmas. Os métodos de controle de plantas daninhas são: preventivo, cultural, mecânico, químico e biológico. O método químico, por meio de herbicidas, é o mais empregado nas grandes lavouras de milho; os agricultores raramente empregam os demais métodos de controle. As práticas culturais, como o preparo do solo, a adubação, a escolha de cultivares ou híbridos mais adequados, a época da semeadura, o número de plantas por área, a rotação de cultura (principalmente com culturas de cobertura de inverno que sejam capazes de suprimir o crescimento), a redução do espaçamento entre-linhas e as consorciações, contribuem para um controle eficiente dessas espécies e nem sempre aumentam o custo de produção; ao contrário, podem até mesmo reduzi-lo.

### **Competição pelos recursos e a capacidade competitiva de milho**

#### **a) Competição por água**

A água é um recurso escasso em determinadas regiões, e a presença de espécies daninhas altamente eficientes no seu uso a torna fator limitante de produção na maioria das regiões em que se cultiva milho, no Brasil. A falta de água limita o crescimento da parte aérea e radicular da planta e também reduz a eficiência fotossintética. Milho cresce menos que *Amaranthus retroflexus* (caruru gigante) e *Abutilon theophrasti* em condições de baixa umidade (Cardina et al., 1995; Vangessel et al., 1995), indicando assim que a cultura de milho possui menor capacidade de absorver água do que a planta daninha. Dessa forma, a limitação do crescimento da planta de milho diminuirá o volume de raízes da mesma e com isso ela terá menor capacidade de absorver água e nutrientes, resultando em menor crescimento total. Isso resultará na conseqüente redução da fotossíntese total; o que provocará redução do rendimento de grãos. A deficiência de água também induz o fechamento de estômatos, fazendo com que a fotossíntese seja paralisada e o rendimento de grãos drasticamente reduzido.

A eficiência do uso de água é de grande importância em situações de deficiência. Certas espécies de plantas daninhas são capazes de usar menos água por unidade de matéria seca produzida do que outras, ou seja, apresentam elevada

eficiência no uso de água. Nesse sentido, a planta de milho, por apresentar rota fotossintética C4 (eficiente no uso de água), leva vantagem sobre aquelas com rota fotossintética C3 (menos eficientes no uso de água), mas não sobre aquelas espécies que possuem igual rota fotossintética, como é o caso das plantas daninhas tiririca (*Cyperus rotundus*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), caruru (*Amaranthus retroflexus*), entre outras. Esse fato explica a maior preocupação com o controle das espécies gramíneas, em relação às espécies daninhas de folhas largas.

#### **b) Competição por nutrientes.**

A competição por nutrientes é outro fator importante, pois algumas plantas daninhas são mais eficientes do que milho na absorção desses elementos. Nesse tipo de competição devem-se levar em consideração a eficiência, o número de plantas por área e o potencial de absorção, uma vez que algumas plantas daninhas podem ser altamente eficientes em absorver nutrientes, entretanto, devido ao seu pequeno tamanho, a quantidade total absorvida não é significativa (Van Acker et al., 1993).

O uso da adubação para superar a competição por nutrientes pode ser eficiente em alguns casos e agravar o problema em outros. As adubações pesadas aumentam o crescimento tanto de plantas daninhas quanto da cultura. Na verdade, a competição estará se intensificando e a espécie mais capaz irá sobressair-se (Fleck, 1992). Na maioria dos casos, as plantas daninhas beneficiam-se mais das adubações do que as culturas produtoras de grãos, por absorverem com maior eficiência e maiores quantidades de nutrientes. Assim, a adubação pode estimular o maior crescimento de plantas daninhas, reduzindo ainda mais o rendimento de grãos. Esse fato pode tornar-se ainda mais grave quando essa competição ocorre na linha de plantio. Entretanto, em casos em que a cultura produtora de grãos apresenta maior absorção de nutrientes, a adubação proporcionará maior benefício à cultura e, dessa forma, essa prática poderá ser eficiente.

### **c) Competição por luz.**

A competição por luz é outro fator que pode afetar significativamente o rendimento de grãos de milho. As plantas necessitam de luz em quantidade suficiente para realizar fotossíntese. Na competição por luz, milho leva vantagem sobre muitas plantas daninhas, por possuir rota fotossintética C4 e assim ter ponto de compensação luminoso elevado, conferindo ampla adaptabilidade às condições tropicais. Contudo, as plantas daninhas com rota fotossintética C4, como as gramíneas por exemplo, apresentam rápido crescimento e competem fortemente com milho nesse ambiente.

A cultura de milho não apresenta elevada cobertura do solo, principalmente nos estádios iniciais do seu desenvolvimento, assim, as plantas daninhas que se desenvolvem entre suas fileiras recebem luz e crescem com maior facilidade do que em culturas com elevada taxa de cobertura do solo, como soja. Nos estádios iniciais de desenvolvimento, enquanto as plantas daninhas alcançam até 20% do seu crescimento total, a cultura de milho não atinge 5% (Foster, 1991). Em consequência disso, muitas vezes o controle de plantas daninhas deve ser realizado o mais cedo possível, devido à agressividade de algumas espécies daninhas, visando evitar os efeitos dessas espécies sobre o rendimento de grãos da cultura.

O espaçamento entre-linhas da cultura produtora de grãos merece grande atenção, pois quanto menor o espaçamento adotado, menor será o tempo necessário para a cultura cobrir a superfície do solo, reduzindo o espaço e sombreando as plantas daninhas. A redução do espaçamento entre-linhas de milho diminui o número de plantas e o crescimento de *Cyperus esculentus* (tiriricão, junquinho) e *Amaranthus retroflexus* (caruru gigante) devido ao sombreamento das espécies daninhas pela cultura (Teasdale, 1998).

Atualmente, os produtores vêm reduzindo o espaçamento entre-linhas de milho para 70 cm. Entretanto, as colhedoras fabricadas mais recentemente, permitem a colheita de milho com espaçamento de até 45 cm e os produtores indicam forte tendência na utilização desse espaçamento, já que esta é uma maneira de ajustar o espaçamento de milho com o da cultura de soja, facilitando, no entendimento destes, o trabalho do dia-a-dia na propriedade, apesar de não apresentarem dados

consistentes que comprovem o aumento do rendimento de grãos de milho pela redução do espaçamento entre-linhas.

Estudos desenvolvidos por vários órgãos de pesquisa e empresas produtoras de sementes apresentam dados contraditórios e demonstram dependência do genótipo, do manejo (como a população de plantas) e do próprio ambiente, envolvendo a fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica.

A adoção de um menor espaçamento significa melhor distribuição das plantas produtoras de grãos na superfície do solo, isto é, melhor arranjo espacial, maior aproveitamento de espaço e da luz do sol e maior sombreamento, evitando novos fluxos germinativos (reinfestação ou emergência em camadas) de plantas daninhas. O uso de espaçamento menor, aumenta a capacidade competitiva de milho sobre as plantas daninhas, devido a melhor distribuição do sistema radicular e à melhor cobertura do solo, provocando sombreamento de plantas daninhas (Teasdale, 1998).

O aumento do número de plantas produtoras de grãos por área, ou população de plantas, pode ser vantajoso em alguns casos. Milho cultivado em densidade maior e com menor espaçamento, diminui o crescimento de plantas daninhas e aumenta a eficiência do controle, inclusive quando se emprega doses reduzidas de herbicidas (Teasdale, 1998). O aumento da população de plantas de milho mostrou potencial para reduzir drasticamente ou até mesmo eliminar completamente a produção de sementes de *Abutilon theophrasti* (Teasdale, 1998). Segundo Merotto Júnior et al. (1997), o aumento do número de plantas de milho diminui o efeito da competição com plantas daninhas, principalmente para os métodos de controle menos efetivos e é eficiente em reduzir matéria seca de plantas daninhas. Ainda segundo estes autores, as plantas daninhas presentes provocaram maior decréscimo no rendimento de grãos de milho, na maior população estudada (80.000 pl. ha<sup>-1</sup>), uma vez que a competição com plantas daninhas somou-se à competição intra-específica que também é maior do que nas populações menores. Já Martinez et al. (1982) constataram que o aumento da densidade de plantas de milho de 44.000 para 66.000 pl. ha<sup>-1</sup> não teve efeito sobre o controle de plantas daninhas.

Entretanto, é importante salientar que os técnicos e os produtores devem saber claramente que o aumento da população de plantas de determinado híbrido de milho

está diretamente ligado às características desse híbrido, ao nível de fertilidade do solo, ao nível de adubação empregado e à disponibilidade de água, dentre outros fatores. Assim, para que se adote a prática do aumento da população de plantas, como auxílio no controle de plantas daninhas, é de suma importância que se estude primeiramente a viabilidade da adoção desta prática, levando-se em consideração os fatores acima mencionados.

A capacidade competitiva da cultura de milho é uma característica que deve ser explorada para auxiliar o controle de plantas daninhas. A escolha de híbridos de milho com estabelecimento rápido e uniforme de plântulas e crescimento vegetativo vigoroso, para obter a cobertura do terreno em curto espaço de tempo, é de grande importância para reduzir os efeitos da competição das espécies daninhas sobre a cultura. As plantas que emergem e se estabelecem primeiro, tendem a levar vantagem em situação de competição. Assim, devem-se adotar todas as práticas que permitam a cultura obter vantagens competitivas sobre as plantas daninhas.

Para obter uma lavoura uniforme e com rápido estabelecimento deve-se escolher híbridos de milho adaptados para a região, adquirir sementes de qualidade, usar o número de plantas adequado por área, com adequada distribuição (reduzir, de acordo com as possibilidades, ao máximo, o espaçamento entre fileiras), o solo deve estar equilibrado nutricionalmente, a adubação de base deve permitir à cultura rápido desenvolvimento inicial (elevado nível de nitrogênio na fórmula), a semeadura deve ser realizado de tal forma que as sementes tenham íntimo contato com o solo e que as condições ambientais, principalmente de umidade e de temperatura, permitam rápida emergência e desenvolvimento inicial.

Portanto, fica claro que a redução do rendimento de grãos de milho devido à competição é dependente da espécie daninha, do número de espécies de plantas daninhas existentes na área, da densidade dessas plantas, do período de competição e das condições climáticas, principalmente chuva e temperatura. Controle considerado eficiente é aquele que na fase de planejamento leva em consideração todos estes fatores.



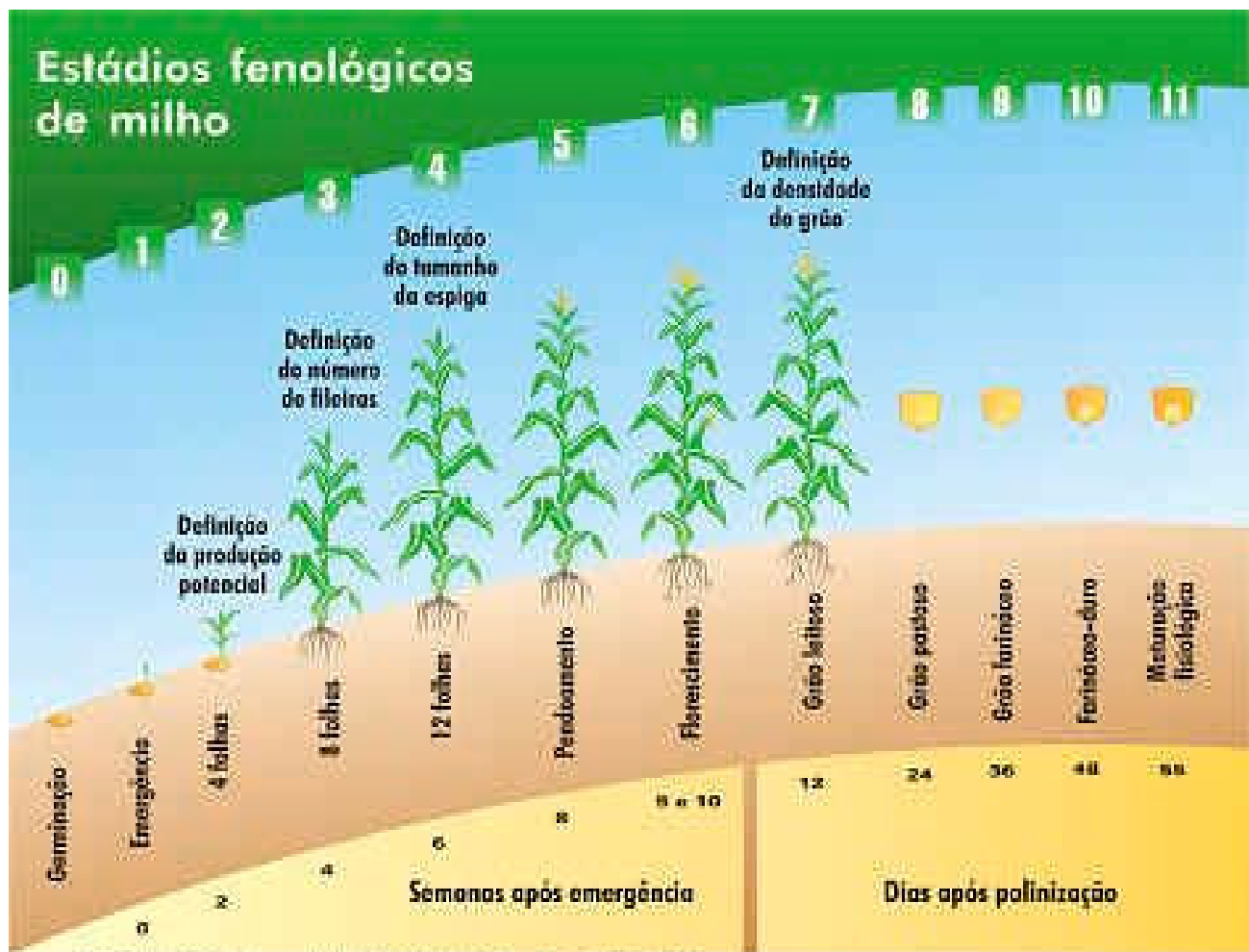
## **Estádios fenológicos de milho**

Milho é uma cultura cujo ciclo completo é extremamente variável, dependendo do genótipo e das condições ambientais ocorridas durante suas fases de desenvolvimento, principalmente temperatura. Milho é uma planta que responde ao acúmulo térmico diário, ou seja, suas etapas fenológicas e seu ciclo como todo, são determinados pelo número de horas de calor diário que a cultura consegue acumular. Na prática, milho acumula em termos de unidades de calor, o equivalente à temperatura média ambiente subtraída de 10 °C (Temperatura Média – 10 °C), temperatura essa considerada como base, ou mínima para que a cultura de milho inicie seus processos fisiológicos.

Essa característica da cultura faz com que a mesma necessite diferentes períodos em dias, de acordo com o ambiente, para atingir ou completar uma mesma etapa de desenvolvimento, levando muitas vezes a erro quanto à indicação de algumas práticas de manejo. Isto dificulta a identificação da fase adequada para aplicação de determinado herbicida, compromete não só a sua eficiência, mas principalmente aumenta os riscos de fitotoxicidade para a cultura, podendo reduzir significativamente o rendimento de grãos.

O conhecimento detalhado de cada dessas etapas e como cada uma interfere no rendimento de grãos final da lavoura são, de fundamental importância, para que se possa manejar a cultura da forma mais adequada possível e, assim, buscar elevada produtividade através da potencialização de cada um dos componentes do rendimento de grãos.

A Figura 1 apresenta os estádios fenológicos de milho com as respectivas definições dos componentes do rendimento de grãos.



Fonte: FANCELLI, 1986, adaptada de HANWYR, 1966, e NEL & SMIT, 1978.

Figura1. Estádios fenológicos da cultura de milho.

Para o objetivo presente, que é discutir a importância da competição de plantas daninhas versus etapas de desenvolvimento de milho, é mostrado, de uma forma sumária, o ciclo da cultura de milho compreendido em cinco diferentes etapas de desenvolvimento, procurando fazer algumas observações quanto ao nível de competitividade entre a cultura e as plantas daninhas em cada uma delas. São elas:

Etapa I – Germinação e emergência: Esse período é compreendido da semente até o aparecimento da plântula de milho e é muito variável principalmente em função da temperatura e nível de umidade do solo, podendo durar de cinco até 15 dias. Nesta etapa os maiores problemas surgem quando a competição ocorre na linha de plantio, principalmente, quando se tratam de plantas daninhas de folha estreita.

Etapa II - Crescimento vegetativo: Esse período é compreendido desde a emissão da segunda folha definitiva (considera-se folha definitiva, aquelas folhas totalmente emergidas do cartucho, em que é possível observar a olho nú a linha de união entre a lâmina e a bainha da folha) até o início do florescimento de milho. É durante essa etapa que são determinados importantes componentes do rendimento de grãos. Entre seis e nove folhas define-se o número de fileiras de grãos por espiga de milho e entre 12 a 15 folhas o número de grãos por fileira. É por esse motivo que na prática e nos estudos de predição, esse período é considerado o mais importante em termos de competição, controle e reflexos no rendimento de grãos final da lavoura.

Etapa III – Florescimento: É o período compreendido entre polinização e início da frutificação de milho, que normalmente tem sua duração estabelecida entre quatro e oito dias.

Etapa IV – Frutificação: É a etapa compreendida entre fecundação até enchimento de grãos de milho. Essa etapa é conhecida pelos técnicos e agricultores pela fase de enchimento de grãos. A duração dessa etapa, dependendo da cultivar e das condições ambientais, pode variar de 40 a 60 dias.

Etapa V – Maturação: É o período compreendido entre o fim da frutificação e a maturação fisiológica ou aparecimento da camada preta na base do grão de milho (que fica em contato com o sabugo). Em algumas áreas em que o controle de plantas daninhas foi realizado de maneira inadequada ou em áreas de elevada infestação, devido ao baixo sombreamento da cultura nessa etapa, e conseqüente elevada taxa de luminosidade, pode ser induzida a emergência de plantas daninhas com elevada agressividade, a exemplo das gramíneas, que pode comprometer o rendimento de grãos final, devido a perdas e/ou, normalmente em maior grau, devido à redução da qualidade do produto final, em função das dificuldades durante a colheita.

### **Período crítico de competição**

Período crítico de competição é o período a partir da semeadura ou da emergência das plantas de milho, em que as plantas daninhas devem ser controladas com eficiência, para evitar perdas quantitativas e/ou qualitativas da produção. Na

prática, esse deve ser o período em que as capinas, cultivadores e/ou o residual dos herbicidas devem atuar (Silva et al., 1999).

O período crítico de competição para a cultura de milho, em condições normais, em média vai dos 20 aos 60 dias após a emergência de plantas, que, em número de folhas da planta corresponde ao intervalo entre a terceira (V3) e a décima segunda folha (V12). Esse é o subperíodo entre a emergência de plântulas e a diferenciação da espiga, momento em que se define o potencial de rendimento de grãos da lavoura.

O início do período crítico mostra-se mais estável quanto ao estágio vegetativo das plantas de milho do que o fim (Hall et al., 1992). Há dois pontos na determinação do período crítico de competição que devem ser considerados. O primeiro é o período em que as plantas daninhas devem ser controladas e o segundo, é quando o controle deve ser iniciado, ou seja, por quanto tempo as plantas daninhas podem permanecer vegetando juntamente com a cultura de milho, sem provocar danos ao rendimento de grãos da mesma (Hall et al., 1992).

A pesquisa indica que os maiores prejuízos são observados quando a competição ocorre entre os 20 e 60 dias após a emergência de plantas; a competição anterior aos 20 dias após a emergência (plantas de milho com menos de três folhas) e após 60 dias da emergência (plantas de milho com 12 folhas ou mais) é “tolerável”, por não afetar o rendimento de grãos de milho. No entanto, existem na literatura resultados discrepantes em relação ao período crítico de competição envolvendo diferentes espécies daninhas e milho. Por exemplo, no México é 50 dias, nos Estados Unidos 28 dias e no Canadá de 28 até 56 dias (Hall et al., 1992). Essas diferenças são atribuídas à agressividade das espécies daninhas, à densidade de semeadura, ao estágio de desenvolvimento da cultura e de plantas daninhas e ao clima da região e até mesmo às diferenças existentes com relação à metodologia adotada, pois o ciclo de milho é determinado pela soma térmica diária, isto é, acúmulo de calor diário, o que significa dizer que a determinação do ciclo em dias, pode ocasionar diferenças.

O desenvolvimento das plantas de milho varia de acordo com as características do clima da região de cultivo, principalmente com a temperatura do ar. O período compreendido entre a emergência e o espigamento da cultura de milho pode variar em

função da temperatura; de maneira geral, para cada 1°C de aumento da temperatura há redução de 5 a 6 dias nesse período.

Nos estudos de Hall et al. (1992), a duração do período crítico em dias, foi variável nos diferentes locais e anos estudados. Entretanto o estágio vegetativo permaneceu mais estável. Assim, o número de dias de duração do período crítico pode ser aumentado ou reduzido de acordo com as características das espécies envolvidas e principalmente com as condições ambientais do local, e por isso, o número de folhas das plantas de milho é melhor indicador do período crítico, do que número de dias.

É importante salientar que, mesmo após o período crítico, algumas espécies daninhas como as pertencentes ao gênero *Ipomoea* (corda-de-viola) e ao gênero *Senna* (fedegoso), podem causar problemas consideráveis na colheita, como embuchamento e quebra da navalha, respectivamente, aumentando custos e riscos na colheita e reduzindo a eficiência da operação e a qualidade do produto final.

Durante o período crítico, o agricultor deve estar atento para controlar de forma eficiente as plantas daninhas, evitando que o nível de dano econômico seja atingido (o nível de dano econômico é atingido quando o valor das perdas é maior que o custo do controle). Algumas vezes infestações moderadas de plantas daninhas poderão ser tão danosas à cultura quanto altas infestações. Desta forma, o número de plantas daninhas por área que justifica o controle varia de acordo com a disponibilidade dos recursos (água, nutrientes, luz, espaço e CO<sub>2</sub>) e, principalmente, com a época de estabelecimento e a espécie daninha invasora. Apesar de inúmeros estudos de predição e trabalhos com modelagem, estes são alguns dos motivos pelo qual ainda não se dispõe de níveis de dano econômico para a maioria de plantas daninhas.

### **Alelopatia**

A alelopatia ocorre quando uma planta libera substâncias químicas no ambiente, quer seja pela lavagem de resíduos culturais que ficam na superfície do solo ou pela liberação de exudados através das raízes, que afetam a germinação, o crescimento e/ou desenvolvimento de outros indivíduos da mesma espécie ou não (Silva et al., 1999). Para a cultura de milho, é reconhecido o potencial alelopático de capim-

colchão (*Digitaria horizontalis*), da tiririca (*Cyperus rotundus*), do capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*), da samambaia (*Pteridium aquilinum*), do capim-rabo-de-raposa (*Setaria faberi*), do sapé (*Imperata brasiliensis*) e da aveia-preta (*Avena strigosa*), entre outras espécies (Foster, 1991; Deuber, 1992).

Algumas vezes ocorre confusão entre sintomas de alelopatia e deficiência de nitrogênio evidenciada pelas plantas de milho, principalmente em lavouras em que se adota sistema plantio direto. Nesse tipo de cultivo a cobertura morta, na maioria das vezes, é formada apenas por gramíneas como aveia e azevém, que imobilizam grande quantidade de nitrogênio do ambiente.

A formação de cobertura morta é fundamental para o sucesso do sistema plantio direto e as espécies gramíneas que possuem baixa relação C/N são as mais usadas. Assim, o período inicial do desenvolvimento da cultura de milho coincide com a elevada imobilização de nitrogênio pela decomposição da palhada, o que provoca falta deste nutriente para a cultura, a qual evidencia sintomas de deficiência. Estes sintomas são muitas vezes confundidos com alelopatia, mas na maioria das vezes desaparecem quando se utiliza adubação nitrogenada na semeadura ou em cobertura.

Portanto, em situações em que possa ocorrer imobilização de nitrogênio pela cobertura morta, os produtores devem usar nitrogênio na adubação de base através de fórmula de elevada concentração desse nutriente, e/ou realizar a antecipação da dessecação, e/ou elevar a adubação nitrogenada da gramínea usada como cobertura de inverno, e/ou cultivar em consórcio com a gramínea uma espécie leguminosa para elevar a relação C/N. Essas práticas amenizarão os efeitos da deficiência nitrogenada inicial.

Recentemente, após significativos investimentos, principalmente, na área de melhoramento vegetal de culturas alternativas como aveia-branca, vem sendo observado em algumas regiões do sul da país, em que o uso de aveia-preta é expressivo, alguns sintomas de desuniformidade nas plântulas em alguns híbridos de milho pós-cultivo da aveia-preta. Esse fato vem merecendo especial atenção por parte de empresas produtoras de sementes e de pesquisadores de diversas áreas. Pesquisas preliminares, ainda em fase de detalhamento, indicam que mudanças na composição bromatológica das aveias cultivadas (provavelmente ocorridas durante o processo de

melhoramento visando alcançar maior rendimento de grãos e níveis de resistência a doenças) podem estar intimamente ligadas a esses fenômenos.

## **Manejo e controle de plantas daninhas**

### **I) Manejo**

O manejo de plantas daninhas consiste na adoção de certas práticas que resultam na redução da infestação, mas não necessariamente na sua completa eliminação ou erradicação. A redução da interferência de plantas daninhas, considerando-se culturas produtoras de grãos, deve ser feita até o nível no qual as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo de controle, ou seja, de modo que não interfiram na produção econômica da cultura (Silva et al. 1999).

Os métodos de controle de plantas daninhas usados pelo homem até hoje são os mais variados possíveis, e atualmente verifica-se grande evolução nestes. Eles abrangem desde o arranquio manual de plantas até o uso de sistemas e equipamentos sofisticados para mapear e exterminar plantas e sementes no solo.

O controle eficiente de plantas daninhas muitas vezes necessita ser iniciado antes da instalação da cultura de milho, ou até mesmo na safra anterior.

#### **1. Manejo de plantas daninhas antes da semeadura**

O agricultor deve conhecer as plantas daninhas que infestam a área para planejar a escolha das práticas e/ou dos herbicidas a serem empregados. Existem muitas estratégias que podem ser adotadas para reduzir a infestação de plantas daninhas antes da implantação da cultura; dentre elas destacam-se:

- Escolha da área: o agricultor deve dar preferência ao uso de áreas livres ou com baixa infestação de plantas daninhas, ou ainda de áreas com espécies de fácil controle. Normalmente, para que isso seja possível é importante que o produtor adote um adequado planejamento, incluindo um plano de rotação de culturas.
- Preparo do solo: esta prática elimina as plantas daninhas estabelecidas e torna o ambiente favorável ao recebimento de sementes de milho e à aplicação de herbicidas usados em pré-plantio incorporado ou pré-emergência. Entretanto, fica restrito aos produtores que utilizam o sistema convencional de preparo do

solo, que está sendo reduzido a cada safra. Porém, em algumas propriedades, principalmente nas de menor área de plantio, é uma prática que vem sendo utilizada com eficiência. Entretanto, ressalta-se que esta prática deve ser usada com critério, especialmente ao aspecto de conservação do solo.

- Preparo antecipado do solo: esta prática visa a induzir a germinação das sementes e emergência das plântulas, que poderão ser controladas mecanicamente ou com aplicação de herbicidas totais antes da semeadura da cultura. Entretanto, tal prática está restrita ao sistema de preparo convencional e, além disso, deve-se analisar o aspecto de aumento do custo pelo acréscimo de mais uma operação a ser realizada.
- Uso de cobertura morta e a semeadura em época favorável à germinação: através do uso dessa prática será possível proporcionar estabelecimento rápido da cultura e baixa germinação de sementes de plantas daninhas.

Em áreas que se adota sistema plantio direto, a dessecação antes da semeadura elimina as plantas estabelecidas e proporciona a formação da cobertura morta. Essa palhada exerce efeito físico sobre a população de plantas daninhas, atuando sobre a passagem de luz, temperatura e umidade do solo, e ainda pode liberar substâncias alelopáticas, criando condições adversas para a germinação e o estabelecimento de plantas daninhas.

A dessecação deve ser feita de tal forma que aproximadamente uma semana após a aplicação do(s) herbicida(s) seja possível realizar a semeadura de milho. Também deve-se levar em consideração os aspectos de relação C/N da cultura utilizada para a cobertura de solo e possíveis pragas que possam surgir após a dessecação e assim afetar o estabelecimento da cultura de milho.

O intervalo entre dessecação e semeadura deve ser respeitado obrigatoriamente quando se usar herbicidas a base de 2,4 D, pois essa molécula, apesar de ter sua recomendação em pós-emergência para o controle de plantas de folha larga, poderá afetar tanto a cultura como as plantas daninhas durante o período médio de 8 dias.

A dessecação deve ser bem planejada, contemplando aspectos relacionados ao controle das plantas, evitando-se que as mesmas permaneçam vegetando no local e interferindo na cultura de milho, a fertilidade do solo, principalmente, aqueles ligados



à relação C/N (retenção e fornecimento posterior de nitrogênio para a cultura de milho) e ao aparecimento de pragas após dessecação, a exemplo da lagarta da aveia (*Pseudaletia sp*), broca-do-azevém (*Listronotus bonariensis*), lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*) e lagarta elasm (*Elasmopalpus lignosellus*).

Áreas infestadas com determinadas plantas daninhas, como azevém, requerem cuidados especiais, pois é comum encontrar lavouras de milho infestadas com esta espécie em que o agricultor realizou dessecação incorreta e não obteve controle eficiente. Com isso, a cultura de milho cresce competindo com plantas adultas de azevém. O problema agrava-se ainda mais em razão do baixo controle desta espécie proporcionado pelos herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura de milho e devido a reinfestações.

Algumas plantas daninhas com propagação vegetativa, como grama-seda (*Cynodon dactylon*) e capim-massambará (*Sorghum halepense*), devem ser controladas antes da instalação da cultura de milho ou do preparo do solo, já que os herbicidas aplicados nesta cultura em pré e pós-emergência não são eficientes para controlar estas espécies em estádios avançados de desenvolvimento. O uso de herbicidas totais é uma alternativa eficiente para controlar essas espécies, devendo ser realizado antes da semeadura de milho.

## **2. Manejo de plantas daninhas após a semeadura**

Depois da semeadura da cultura de milho, o agricultor dispõe da possibilidade de uso de herbicidas pré-emergentes, os quais controlam as plantas daninhas durante sua emergência. Após a emergência das plantas daninhas, o agricultor poderá empregar o controle mecânico (com uso de cultivadores) e/ou o controle químico (com uso de herbicidas pós-emergentes).

O uso de cultivadores pode reduzir a infestação de plantas daninhas nas entrelinhas, mas estes não são eficientes no controle daquelas localizadas na linha da cultura. Na tentativa de solucionar esse problema, é comum os agricultores usarem cultivadores maiores de tração animal ou tratorizados. As denominações regionais para estes cultivadores são as mais diversas, do tipo asa de andorinha, bico de pato, sulcadores, etc.

Esses implementos ineficientes e ineficazes para esse tipo de controle são utilizados inadequadamente, ou muito próximo da linha de plantio ou profundos demais, na tentativa de revolver determinado volume de solo que possa cobrir as plantas daninhas localizadas nas linhas, o que acaba provocando danos ao sistema radicular da cultura de milho. Esses danos poderão ser muito sérios, dependendo do equipamento, da profundidade e, principalmente, do nível de umidade do solo, pois podem aumentar a evaporação da umidade do solo através da exposição das camadas mais profundas. Além desses aspectos, eles não controlam plantas daninhas com reprodução vegetativa.

O uso de herbicidas aplicados em pós-emergência é uma alternativa eficiente para controlar plantas daninhas e podem ser empregados para corrigir falhas de outros métodos ou em casos em que não é viável o uso de cultivadores ou outras técnicas. O emprego de herbicidas pós-emergentes depende da espécie infestante e do estágio de desenvolvimento das plantas daninhas e da cultura. O uso de associações de herbicidas é comum em algumas regiões. Nesses casos, deve-se dar atenção especial à seletividade das associações para a cultura e para o espectro de controle.

### **3. Monitoramento**

O monitoramento das espécies daninhas presentes na área e de suas proporções, além de auxiliar na escolha do método de controle a ser usado, indica o comportamento das espécies naquele ambiente. Essas informações são úteis na detecção da seleção de espécies e na identificação precoce das plantas daninhas resistentes a herbicidas. Já é possível encontrar em algumas regiões do Brasil plantas daninhas com resistência a alguns mecanismos herbicidas. Estudos para conhecer melhor os mecanismos da resistência e suas possíveis alternativas de controle estão sendo realizados. Nos casos em que há suspeitas de seleção de espécies, o agricultor deve usar outros métodos de controle. O monitoramento, na maioria dos casos, proporciona economia na quantidade de herbicida aplicado, principalmente nos casos em que se empregam produtos em pré-emergência, proporcionando redução significativa no custo do controle. Além disso, o monitoramento permite a identificação de plantas daninhas resistentes no início do processo, o que facilita o

seu controle. Infelizmente, o monitoramento ainda não é uma prática usual entre os agricultores brasileiros, nem um método muito difundido e incentivado entre a maioria dos técnicos de empresas e assistência técnica.

## **II) MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

### **1. Controle preventivo**

No controle preventivo, o agricultor deve reduzir as possibilidades de introdução e multiplicação de propágulos de plantas daninhas na área. Esse controle objetiva evitar a infestação e a reinfestação das áreas em que as plantas daninhas são economicamente indesejáveis. Tal prática visa apenas à redução da infestação e não programa o controle ou a eliminação das espécies que infestam a área (Deuber, 1992; Fleck, 1992).

A prevenção engloba todas medidas adotadas para prevenir a introdução e disseminação de plantas daninhas. Para isso, é indispensável conhecer as características reprodutiva e de disseminação das espécies daninhas.

Para colocar em prática o controle preventivo, o agricultor deverá: usar semente certificada, evitar trânsito de animais de áreas infestadas para áreas livres de plantas daninhas, limpar os equipamentos após trabalho em áreas com plantas daninhas indesejáveis e controlar essas espécies em canais, curvas de nível e margens da lavoura e nos caminhos (Deuber, 1992; Silva et al., 1999).

Essa é uma prática que na maioria das vezes não é considerada, mas que pode contribuir em muito para a redução da pressão de infestação de plantas daninhas.

### **2. Controle cultural**

O controle cultural consiste em usar qualquer condição ambiental ou procedimento que promova o rápido crescimento da cultura, favorecendo esta em detrimento às plantas daninhas. Esse método está baseado em dois princípios: as primeiras plantas que ocupam uma área tendem a excluir as demais e a espécie melhor adaptada predominará no ambiente (Fleck, 1992).

Esse controle usa principalmente as características da cultura para inibir o desenvolvimento de plantas daninhas. Assim, é necessário conhecer detalhadamente as características da cultura que se está instalando e das plantas daninhas envolvidas, reforçando a importância do monitoramento. Também é necessário conhecer a resposta destas espécies às práticas culturais a serem adotadas, pois as espécies favorecidas por determinadas práticas tendem a se perpetuar. Contudo, se as práticas culturais favorecem o crescimento rápido e vigoroso da cultura, a tendência é de que as plantas daninhas sejam controladas, tendo seu desenvolvimento reduzido.

Dessa forma, deve-se selecionar a cultura a ser implantada na área e os tratamentos culturais devem ser realizados de forma a proporcionar o máximo benefício à cultura, em relação às plantas daninhas. A escolha do genótipo de milho correto para as condições de solo e clima da região, a adubação correta e a adequação da densidade de plantas, da profundidade de semeadura, do espaçamento entrelinhas e da época de semeadura são fatores que podem proporcionar grande vantagem para a cultura. A adubação do solo, a profundidade de semeadura e a época de semeadura devem ser favoráveis a rápida germinação de sementes, à emergência de plântulas e ao estabelecimento vigoroso e uniforme da cultura econômica. O espaçamento entrelinhas deve ser reduzido o máximo possível, sempre respeitando os demais fatores envolvidos no manejo da cultura, tais como a cultivar de milho, fertilidade do solo, etc, para aumentar o índice de cobertura da área, diminuindo o espaço para plantas daninhas.

A rotação de culturas é outra técnica que impede o aumento de uma determinada espécie, em razão da monocultura. Algumas espécies de plantas daninhas adaptam-se melhor a determinadas culturas, assim, se uma mesma cultura for cultivada em anos seguidos, a tendência é de que estas espécies de daninhas se tornem predominantes na área. A rotação, além de criar diferentes dinâmicas competitivas na área, cria a oportunidade do uso de diferentes tipos de herbicidas, colaborando para o manejo de plantas daninhas na cultura de milho e nas culturas subsequentes. A escolha das culturas a serem cultivadas em um talhão deve levar em consideração as plantas daninhas existentes na área, além das características físicas, químicas e topográficas da área.

### 3. Controle mecânico

O controle mecânico de plantas daninhas, através do arranquio manual, é o método de controle mais antigo usado pelo homem, consistindo no uso de equipamentos que eliminam plantas daninhas através do efeito físico, como a enxada e os cultivadores. Mesmo após a introdução de herbicidas no mercado, o uso desses equipamentos é extensivo, principalmente em pequenas propriedades, em que o emprego de outros métodos de controle é limitado, devido à falta de equipamentos ou à topografia do terreno. Em grandes propriedades, o uso do controle mecânico de plantas daninhas é ainda reduzido, em razão da necessidade de maior agilidade na operação.

Os principais tipos de cultivadores são:

- Com enxada fixa: arrastado através do solo por tração animal (uma enxada) ou trator (quatro a seis enxadas);
- Enxada rotativa: com acionamento através da tomada de força do trator;
- Enxada rotativa de arrasto: acionada pela resistência do terreno ao deslocamento.

Segundo Fleck (1992), os principais mecanismos responsáveis pelo controle de plantas daninhas por meio do método mecânico são:

Enterrio: as plantas morrem por falta de luz para fotossíntese e conseqüente esgotamento de suas reservas;

Corte: consiste na separação da parte aérea das raízes;

Dessecação: raízes, rizomas e estolões, quando expostos à superfície do solo, acabam morrendo por desidratação; e

Exaustão: estimulação repetida da brotação das gemas leva à exaustão das reservas e morte das gemas (esse método é de grande importância para plantas perenes).

O cultivo mecânico praticado em períodos chuvosos ou com solo apresentando elevado nível de umidade torna-se inoperante e ineficiente (Foster, 1991). A elevada umidade do solo favorece a “pega” de plantas daninhas, e assim, o agricultor estará apenas trocando as plantas de lugar dentro da lavoura. Além disso, mesmo que a

umidade do solo seja adequada para uso do controle mecânico, o equipamento deve estar bem regulado, pois as plantas que não forem arrancadas e expostas à superfície não serão controladas.

O eficiente cultivo mecânico é aquele que controla as plantas daninhas na entrelinha através dos mecanismos citados anteriormente e cobre aquelas existentes na linha da cultura com solo, controlando-as por abafamento (Foster, 1991).

O uso de cultivadores de tração animal muitas vezes é a única alternativa para pequenos agricultores que não possuem equipamento e/ou treinamento para aplicar herbicidas e também em casos em que a topografia do terreno não permite o uso de máquinas. No entanto, o baixo rendimento dessa operação requer planejamento, a fim de evitar que a competição entre a cultura e as plantas daninhas resulte em redução do rendimento. Além disso, a eficiência do controle mecânico é variável, principalmente, para espécies com fácil enraizamento e com vários fluxos germinativos. Assim, este método é muito dependente das características da espécie daninha a ser controlada e do uso correto do equipamento; isso faz com que os agricultores que têm condições optem pelo controle químico.

Antes de adotar o controle mecânico de plantas daninhas, o agricultor deve estar ciente da adequabilidade deste método para controlar as espécies daninhas que são problemas em sua lavoura. Para isso, é necessário conhecer algumas características da espécie daninha envolvida, como: capacidade de enraizamento, profundidade do sistema radicular, hábito de crescimento e tipo de reprodução. Essas características informam qual o equipamento adequado e como este deve ser operado, por exemplo: plantas daninhas (como a tiririca, o capim-massambará e a grama-seda) que se multiplicam através de estruturas vegetativas, como rizomas, tubérculos, bulbos e estolões, podem ter seu número aumentado se o equipamento empregado fragmentar a planta.

Para plantas anuais e bienais, o controle mecânico é eficiente; já as plantas perenes, que desenvolvem sistema radicular profundo, apresentam maiores dificuldades de controle. É importante, no entanto, que o equipamento esteja adequadamente regulado, procurando-se eliminar as plantas daninhas operando

somente a superfície do solo, para evitar possíveis danos às raízes da cultura (Foster, 1991).

As principais vantagens do método mecânico são: relativamente econômico, eficiente em solos secos e quebra crostas que eventualmente se formam na superfície do solo, aumentando a aeração e a infiltração da água. Já as desvantagens são: não controla as plantas daninhas existentes na linha da cultura, danifica o sistema radicular da cultura, pode reduzir o estande de plantas, e em período chuvoso é inoperante e ineficiente, favorecendo a erosão (Foster, 1991; Fleck, 1992; Silva et al., 1999).

#### **4. Controle químico**

O controle químico atualmente é a alternativa que mais vem crescendo em termos de adoção. Novas moléculas surgem a cada ano e as técnicas de aplicação são cada vez mais eficientes, proporcionando aumento das opções em termos de controle por parte dos agricultores.

##### **4.1. Vantagens e desvantagens do controle químico.**

As principais vantagens do controle químico são: eficiência e rapidez, evitando a competição de plantas daninhas desde a implantação da cultura; permite controlar plantas daninhas em época chuvosa, quando o controle mecânico é impraticável, não causa danos às raízes da cultura, não revolve o solo e controla as plantas daninhas na linha da cultura. Já as desvantagens do controle químico são: exigência de equipamentos adequados com permanente manutenção, necessidade de maior capacitação de produtores ou mão-de-obra especializada e falta de capacitação de produtores e da mão-de-obra, que induz a aplicações incorretas, ocasionando elevação dos custos, controle ineficiente, poluição do ambiente e resíduos no solo, na água e nos alimentos.

O uso de herbicidas é fundamental para manejo de plantas daninhas, principalmente em locais em que ocorrem altas infestações e o tempo disponível para controle é reduzido devido ao tamanho da área ou à falta de equipamentos com elevado desempenho. Em grandes lavouras de milho o controle químico aparece como

o único método viável, devido à agilidade e à eficiência em condições de solo úmido, o que ocorre comumente em várias regiões produtoras nessa fase de cultivo.

#### **4.2. Cuidados na hora de escolher o herbicida.**

Os agricultores que usam o método químico devem estar atentos para as interações existentes entre a cultivar de milho que está sendo empregado e o herbicida a ser aplicado, pois alguns híbridos de milho são sensíveis a determinados herbicidas. Também é de fundamental importância a atenção com relação aos herbicidas utilizados na cultura anterior, pois atualmente existem vários herbicidas recomendados para as culturas de soja, feijão, algodão, entre outras, que, dependendo da dose utilizada, do tipo de solo, das condições climáticas ocorridas após a aplicação e, principalmente, do intervalo entre aplicação e plantio, podem inviabilizar o cultivo de milho na área.

Atualmente o controle seletivo de plantas daninhas na cultura de milho pode ser realizado em pré ou em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura. No entanto, o número de herbicidas disponíveis para controle de plantas daninhas de folhas largas, em pós-emergência é relativamente grande, quando comparado com aqueles disponíveis para controle de plantas de folhas estreitas. Nos casos em que a infestação de gramíneas é elevada, o controle deve ser preferencialmente realizado com uso de herbicidas pré-emergentes. Todavia quando as plantas de folhas largas forem predominantes, o controle poderá ser realizado em pós-emergência, buscando-se sempre reduzir a quantidade de herbicida inserida no ambiente, com objetivo de baixar o custo e reduzir a poluição ambiental.

O uso de associações de herbicidas é importante para aumentar o espectro de controle, baixar o custo do tratamento e reduzir a pressão de seleção, o que auxilia a evitar o surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas.

A escolha do herbicida a ser usado depende da sua eficiência sobre as plantas daninhas que estão ocorrendo na área, do estágio da cultura, do tipo de solo, da cultura que será usada em rotação e das lavouras adjacentes.

Para produtos absorvidos pelas raízes das plantas, aplicados em pré ou pós-emergência, a dose de herbicida a ser usada depende, além da cultura e das espécies



daninhas, da textura do solo, da CTC efetiva do solo e do nível de matéria orgânica do solo. Geralmente solos com textura leve e baixo nível de matéria orgânica requerem doses menores de herbicida do que solos argilosos e com maior nível de matéria orgânica para proporcionar controle efetivo de plantas daninhas. Na cultura de milho, a maioria dos herbicidas de solo possui indicação diferenciada para cada tipo de solo, em que: a menor dose é usada em solos arenosos, a dose intermediária em solos médios e a maior em solos argilosos com elevado nível de matéria orgânica. Segundo Oliveira Júnior (1998), a sorção (adsorção, absorção e precipitação) dos herbicidas nicosulfuron, simazine e atrazine, em solos brasileiros, correlaciona-se linearmente com a variação do teor de carbono orgânico e CTC do solo, sendo que o herbicida nicosulfuron apresenta baixa sorção, quando comparado com alachlor, atrazine e simazine. No entanto, a avaliação do potencial de lixiviação demonstrou que nicosulfuron é um potencial lixiviador, enquanto os demais comportam-se como lixiviadores a intermediários, dependendo das características do solo.

A persistência dos herbicidas é extremamente importante para proporcionar controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição e para determinar quais culturas poderão ser instaladas na próxima safra. Alguns herbicidas possuem longo período residual e assim, podem causar danos a culturas implantadas posteriormente. A persistência de herbicida varia de acordo com a estrutura química da molécula, o tipo de solo e clima, que afetam, por sua vez, a adsorção, lixiviação e decomposição microbiana e química (Silva et al., 1999).

É extremamente importante que os agrônomos e os agricultores conheçam as características de solubilidade e de lixiviação do herbicida, para prever a possibilidade deste atingir o lençol freático e ainda, a sua persistência, principalmente em situações em que há necessidade de reinstalar a cultura. O replantio da cultura ou de outra cultura em seu lugar, após ter ocorrido a aplicação do herbicida, deve ser feito com muito cuidado. Nesses casos, antes de eleger a cultura a ser instalada na área o agricultor deve verificar a sensibilidade da mesma aos produtos que foram aplicados. O resíduo de alguns herbicidas pode permanecer durante longo período no solo. Atrazine é um herbicida que pode apresentar limitações para algumas culturas em anos secos, podendo afetar espécies como feijão e soja no ano seguinte, quando

semeadas em sucessão a milho. São também exemplos os herbicidas a base de fomesafen, diclosulan, diuron, imazaquin, entre outros, que podem apresentar elevado residual em certas condições, principalmente em casos de deficiência hídrica e baixa temperatura após aplicação, o que proporciona longo período de permanência no solo e favorece o aparecimento de problemas de toxicidade em culturas posteriores, a exemplo de milho.

### **Toxicidade herbicida à cultura de milho**

No campo, é comum observar a ocorrência tanto de falhas no controle de plantas daninhas como de sintomas de toxicidade de herbicidas na cultura de milho. Esse fato é preocupante, devido à possível redução do rendimento de grãos da cultura. São raros os estudos que avaliam as perdas no rendimento de grãos das culturas devido à toxicidade de herbicidas aplicados de forma incorreta.

As falhas no controle e os sintomas de toxicidade são atribuídos a diversos fatores, sendo os principais: uso de dose inadequada de herbicida para o estágio das plantas daninhas e o tipo de solo, aplicação em condições climáticas inadequadas, associações inadequadas e não respeito ao prazo de carência exigido por determinadas moléculas, como por exemplo a molécula do herbicida nicosulfuron, que exige carência quanto ao uso de determinados inseticidas do grupo fosforado, e também de fertilizantes nitrogenados, a exemplo da uréia, sulfato de amônio e outros.

As condições ambientais influenciam a toxicidade do herbicida nas plantas daninhas e na cultura, podendo ocorrer desde controle deficiente até toxicidade a milho. Baixa temperatura pode atrasar a emergência e o crescimento de milho, reduzindo sua capacidade competitiva e o metabolismo dos herbicidas pela planta. Por outro lado, temperatura elevada pode aumentar a atividade do herbicida e a absorção pelas plantas e reduzir a tolerância da cultura aos herbicidas.

Assim, torna-se de primordial importância que os produtores e técnicos da área de assistência técnica fiquem atentos para estes fatos. A época de semeadura, quer antecipada, ou retardada, principalmente no sul do País (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná) e sul de São Paulo, além das regiões de maior altitude, quer da região Sul ou Central do Brasil, podem manifestar com maior intensidade esse

fenômeno e comprometer a eficiência de controle e principalmente aumentar os riscos com a toxicidade dos herbicidas à cultura. No caso das regiões do Brasil Central, esse fato pode ser agravado por residuais de herbicidas utilizados em culturas anteriores, como exemplo a cultura de soja tratada com herbicida diclosulan com posterior semeadura de milho safrinha ou de algodão tratado com herbicida diuron com posterior plantio precoce de milho ou ainda, de feijão tratado com herbicida fomesafen e posterior cultivo de milho. Nessa região, além do tipo de solo de textura mais leve, há ocorrência de baixos níveis pluviais (chuvas) durante a estação do inverno, aumentando as possibilidades de toxicidade com herbicidas.

Os herbicidas reguladores de crescimento, como o 2,4-D, podem provocar injúrias a milho quando a aplicação ocorrer fora do estágio recomendado ou sobre plantas estressadas. Os herbicidas inibidores de pigmento (isoxaflutole) possuem maior probabilidade de causar injúrias a milho quando aplicados em condições de elevada umidade e baixa temperatura, em solos arenosos e com baixo nível de matéria orgânica. Os inibidores de aminoácidos (nicosulfuron) podem causar danos a milho quando aplicados fora do estágio recomendado e ainda quando as plantas de milho estiverem estressadas no momento da aplicação, ou quando não respeitados os prazos de carência com fertilizantes nitrogenados ou inseticidas fosforados. Baixa temperatura, aliada à deficiência de água, aumenta as possibilidades de dano a milho por parte destes herbicidas (Ahrens, 1994). Os herbicidas a base de acetochlor e dimethenamid são também exemplos de possíveis problemas de toxicidade para a cultura de milho, dependendo da dosagem, tipo de solo, do híbrido e das condições de aplicação e climáticas após a aplicação. É importante salientar que existem diferenças entre híbridos quanto ao grau de toxicidade para os herbicidas a base de nicosulfuron, acetochlor e dimethenamid.

Para evitar esse problema, é necessário que o engenheiro-agrônomo defina corretamente a dose a ser usada, devendo estar de acordo com o tipo de solo, com o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas e da cultura, com as espécies a serem controladas, com o histórico das condições ambientais da região na época da aplicação, disponibilidade de equipamento versus tamanho da área a ser aplicada e principais limitações de cada herbicida a ser utilizado. Diante disso, técnicos e

produtores poderão estabelecer adequado planejamento de controle de plantas, reduzindo substancialmente os riscos de toxicidade.

### **Época de aplicação de herbicidas na cultura de milho**

Os herbicidas podem ser aplicados antes do preparo de solo (manejo da vegetação), em pré ou pós-emergência das plantas daninhas.

#### **1. Aplicação antes do preparo do solo**

Algumas plantas daninhas são controladas com maior eficiência antes do preparo de solo. As plantas daninhas com propagação vegetativa, como *Sorghum halepense* (capim-massambará), *Cyperus rotundus* (tiririca) e *Cynodon dactylon* (grama-seda), devem ser controladas antes do preparo de solo, já que esta prática fragmenta as plantas, multiplicando seus propágulos. Para controlar essas espécies, indica-se aplicar herbicidas sistêmicos e, se possível, com residual, iniciando o preparo da área, no mínimo uma semana após a aplicação, para que o produto tenha tempo de distribuir-se por toda a planta.

A aplicação de herbicida deve ser realizada quando essas plantas daninhas apresentarem alto vigor vegetativo e houver condições ambientais favoráveis, para que o produto apresente elevada atividade. Não se deve aplicar herbicidas pós-emergentes durante ou imediatamente após longo período de estresse. Isso reduz significativamente o nível de controle de plantas daninhas presentes. É comum, quando identifica-se que o período não é indicado para controle, que se faça uso de técnicas de aplicação, na tentativa de melhorar o desempenho do herbicida, como a adição de fertilizantes ou adjuvantes. Porém, nenhuma dessas práticas substituirá, em termos de eficiência, a aplicação em condições de pleno vigor vegetativo das plantas daninhas. É importante lembrar que os herbicidas sistêmicos necessitam de condições adequadas para que ocorra adequada translocação da molécula por todos tecidos e órgãos da planta.

## **2. Aplicações pré-emergentes**

As aplicações pré-emergentes de herbicidas na cultura de milho são aquelas realizadas antes da emergência das plantas daninhas e podem ser realizadas juntamente ou logo após a semeadura, sem incorporação ou com incorporação mecânica superficial.

Os herbicidas usados em pré-emergência oferecem a vantagem do controle de plantas daninhas antes que estas possam competir com a cultura e provocar redução do rendimento de grãos. Na aplicação desses produtos, o agricultor deve estar atento para a necessidade de incorporação mecânica ou não do herbicida, visando aumentar a eficiência do produto ou minimizar os riscos de toxicidade para a cultura produtora de grãos.

O desempenho dos herbicidas usados em pré-emergência depende de muitos fatores, como: umidade do solo no momento da aplicação; chuva após a aplicação, para sua ativação; temperatura e tipo de solo e espécies daninhas a serem controladas e seus estádios de crescimento. Por isso, alguns desses herbicidas podem proporcionar controle insatisfatório de plantas daninhas, principalmente se as condições ambientais forem inadequadas para sua atividade no momento e após aplicação. Diante disso, é comum se deparar com nível de controle variável dentro da propriedade, principalmente quando essa possui área de aplicação que exigiu vários dias para sua realização. Esse aspecto deve ser levado em consideração por ocasião da escolha do herbicida. Quanto maior for a área a ser tratada e quanto maiores forem as exigências do produto com relação às condições climáticas e de aplicação, maior serão também os cuidados durante e após a aplicação, exigindo com certeza maior estrutura da propriedade como tratores e equipamentos, visando cumprir a tarefa dentro do período mais adequado possível, o que na maioria das vezes requer menor tempo.

Quando esses herbicidas são aplicados e incorporados mecanicamente ao solo, não necessitam da chuva para sua ativação e nem de tanta umidade para proporcionar controle eficiente de plantas daninhas quanto aqueles produtos que não são incorporados, pois a incorporação distribui o produto na camada superficial do solo. Aqueles produtos não incorporados necessitam de umidade adequada no solo para se

difundir e se distribuir naturalmente em seu perfil, prevenindo-se perdas por volatilização e fotodecomposição.

### **2.1. Aplicação em pré-emergência sem incorporação**

Os herbicidas usados em pré-emergência sem incorporação devem ser aplicados logo após a semeadura da cultura produtora de grãos ou sob preparo convencional do solo, no máximo três dias após a última gradagem, uma vez que esses produtos comumente atuam durante a emergência das plantas daninhas, perdendo sua eficiência durante o processo de pré-germinação.

A área deve estar livre de torrões e apresentar adequado nível de umidade. A ocorrência de chuva ou irrigação após a aplicação é necessária, a fim de permitir a difusão destes produtos no solo, promovendo a incorporação, o que aumenta sua eficácia, pois se este não atingir o local em que estão as sementes de plantas daninhas, o tratamento poderá ser ineficiente.

A ocorrência de estiagem por período superior a uma semana poderá afetar o desempenho da maioria dos herbicidas dessa classe, visto que haverá perdas por fotodecomposição e volatilização. Assim, não só a semeadura, mas também o controle das plantas daninhas em pré-emergência exigem condições climáticas adequadas. Dentro desse aspecto, ressalta-se a importância de ambas as práticas para se alcançar elevados níveis de produtividade e reduzir custos dessas operações. Atualmente, torna-se obrigatória a consulta por parte dos produtores e assistência técnica sobre as possíveis condições climáticas durante determinado período, para que assim se possa programar melhor a realização dessas operações. É claro que nem sempre é possível cumprir todas as operações de uma programação como essa, nem tampouco as condições ocorrerão com tamanha precisão, mas sempre existirá a possibilidade de que em parte da área se realize determinadas práticas com maior eficiência e segurança.

As vantagens dos herbicidas usados em pré-emergência são: podem ser usados no preparo convencional do solo e no sistema plantio direto, podem ser aplicados na operação de semeadura, com equipamentos acoplados à semeadora, não necessitam

de incorporação, resultando em economia de tempo, maquinaria e combustível; e expõem menos o solo à erosão, reduzindo o impacto ambiental.

## **2.2. Aplicação em pré-emergência com incorporação**

Recomenda-se incorporar os herbicidas que atuam durante ou imediatamente após a germinação das sementes de plantas daninhas e que apresentam significativa fotodecomposição e/ou volatilização. A incorporação também é recomendada nos casos em que, após aplicação do herbicida em pré-emergência, ocorre estiagem prolongada e o produto fica exposto na superfície do solo, a fim de promover sua reativação. Essa prática é realizada mecanicamente e deve ser uniforme.

Normalmente, é realizada com grade quase que totalmente fechada, para que não haja excesso de aprofundamento do herbicida no solo, o que poderia diluí-lo e torná-lo menos eficiente. A profundidade também é fator importante, para herbicidas em que a seletividade para a cultura de milho ocorra por posição, como é o caso do trifluralin, pois o contato com as sementes poderia provocar toxicidade à cultura de milho, promovendo a redução da população de plantas e uma possível redução da produtividade.

As principais vantagens desse tipo de aplicação são: o herbicida estará disponibilizado no perfil superficial do solo, local em que se encontram as sementes de plantas daninhas com potencial para germinar, a operação de incorporação elimina as plantas daninhas emergidas, os produtos aplicados dessa forma, em geral não são facilmente lixiviados, devido à sua baixa solubilidade e, além disso, esse tipo de aplicação não requer chuva para ativação ou movimentação do produto no perfil do solo até as sementes de plantas daninhas. Já as desvantagens são: pode ocorrer danos à cultura (perda da seletividade), a movimentação excessiva do solo e a compactação devido ao trânsito das máquinas poderão favorecer a erosão, a aplicação é feita em área total, aumentando os custos, não exerce adequada atividade sobre espécies perenes com propagação vegetativa, o custo do tratamento é aumentado, em razão da necessidade de realizar a operação de incorporação e esse tipo de aplicação é o que causa maior impacto ambiental.

### **3. Aplicação em pós-emergência**

Este tipo de aplicação é realizado após a emergência de plantas daninhas, antes que estas interfiram na cultura produtora de grãos. A possibilidade de ocorrer prejuízo devido à competição é maior nesse tipo de tratamento de herbicida do que nos anteriores, sendo necessário monitoramento constante para aplicar o produto na época adequada.

Há maior probabilidade de ocorrerem problemas nesse tipo de aplicação em grandes áreas cultivadas, devido ao curto período em que as plantas daninhas devem ser controladas, pois, se ocorrerem condições climáticas inadequadas, como excesso ou falta de chuva ou falta de equipamentos para realizar a operação, as plantas daninhas podem acabar afetando a cultura produtora de grãos. Em grandes lavouras aconselha-se que o agricultor use, em parte da área, herbicidas pré-emergentes e, na outra, herbicidas pós-emergentes, ou realize a semeadura de forma escalonada, para evitar acúmulo de trabalho na mesma época. Esses aspectos são importantes e devem ser considerados, pois, é comum observar-se, em grandes áreas, que o agricultor conhecendo essas limitações utiliza dois recursos. Primeiro, antecipam a aplicação, correndo o risco de aumentar a toxicidade devido à aplicação em época inadequada ou controlar inadequadamente pelo fato de uma possível reinfestação. Alguns agricultores reduzem a dose do herbicida, já que as plantas daninhas são menores na ocasião da aplicação e assim pensam que não há necessidade de se aplicar a dose recomendada. Segundo, aplicam com as plantas daninhas e a cultura produtora de grãos acima do estágio ideal de aplicação, aumentando os riscos com a toxicidade pela época inadequada, agravado por aumento da dose do herbicida na tentativa de poder compensar o maior tamanho de plantas daninhas. Em muitos casos ocorre redução da população de plantas devido ao trânsito inadequado de máquinas e equipamentos pela lavoura, provocando amassamento e quebramento de plantas.

As condições de clima para aplicação de herbicidas em pós-emergência devem ser favoráveis à sua absorção e translocação. Em geral, a temperatura mínima é de 10 °C; a ideal, de 20-30 °C; e a máxima, de 35 °C. A umidade relativa mínima é de 60%; a ideal, de 70-90%; e a máxima, de 95%. Esses herbicidas não devem ser aplicados na presença de vento com velocidade superior a 10 km/h, sobre plantas estressadas



(desidratadas) e em caso de chuva iminente, sob pena de perda da eficiência do tratamento e/ou de causar danos às culturas vizinhas (Deuber, 1992; Fleck, 1992; Silva et al., 1999).

A aplicação em dias com vento forte poderá provocar deriva, e as gotículas podem não atingir o alvo e sim locais com plantas cultivadas sensíveis. A baixa umidade relativa provoca a desidratação da cutícula e o conseqüente secamento rápido da gota sobre a superfície da folha, provocando a cristalização do produto sobre esta, o que dificulta a absorção das moléculas. Elevada temperatura pode provocar a volatilização das moléculas e aumentar evaporação de gotas; por outro lado, temperatura baixa pode reduzir o metabolismo de plantas e dificultar a absorção e a translocação de produtos até seu local de ação.

A aplicação do herbicida sobre a cultura produtora de grãos estressada também reduz a absorção e translocação deste e pode reduzir o metabolismo das moléculas herbicidas por parte da cultura, reduzindo a seletividade do produto. A ocorrência de chuva logo após a aplicação pode lavar as moléculas do herbicida da superfície da folha da planta e impedir sua absorção. Alguns herbicidas necessitam de até seis horas sem chuva após a aplicação, para serem absorvidos em quantidade suficiente para controlar a planta daninha (Rodrigues & Almeida, 1994; Silva et al., 1999).

As vantagens dos herbicidas usados em pós-emergência são: aplicação localizada, sua eficiência não é afetada pelas características do solo, uso nos sistemas de preparo convencional do solo e plantio direto, a escolha do produto é feita de acordo com as plantas daninhas existentes na área naquele momento, e auxílio na prevenção da erosão (Fleck, 1992).

### **3.1 Tipos de aplicação em pós-emergência**

Os herbicidas pós-emergentes podem ser aplicados em pós-emergência precoce, normal ou tardia.

### **3.1.1. Aplicação em pós-emergência precoce**

Herbicidas são aplicados sobre plantas daninhas em estádios iniciais de desenvolvimento, ou seja, quando as espécies daninhas de folhas largas estiverem com no máximo duas folhas e as espécies de folha estreita ainda não tiverem perfilhado.

### **3.1.2. Aplicação em pós-emergência normal**

São aplicações realizadas quando as plantas daninhas de folhas largas estiverem com no máximo, seis folhas e as espécies de folha estreita, tiverem com até três perfilhos.

### **3.1.3. Aplicação em pós-emergência tardia**

Neste tipo de aplicação os herbicidas são aspergidos sobre plantas daninhas em estádios avançados de desenvolvimento, ou seja, quando as espécies folhas largas estiverem em estádios acima de seis folhas e as espécies de folha estreita tiverem com mais de três perfilhos. Em tais situações, normalmente, a cultura produtora de grãos já sofreu danos e terá o rendimento reduzido. A eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência tardia pode ser menor do que quando aplicados em pós-emergência precoce ou normal, sendo quase sempre imprescindível o uso de adjuvante.

## **4. Aplicação dirigida**

A aplicação dos herbicidas usados em pré e pós-emergência pode ser realizada de forma dirigida, ou seja, somente em parte da área, como por exemplo, em faixas ou manchas em que ocorre determinada espécie de planta daninha ou nas entrelinhas da cultura produtora de grãos.

O sucesso das aplicações dirigidas em pós-emergência baseia-se nas diferenças entre as plantas daninhas e a cultura produtora de grãos. Nos casos em que a altura da cultura é maior que a de plantas daninhas, pode-se aplicar o herbicida de forma direcionada à base das plantas da cultura econômica, evitando-se o contato do

herbicida com as folhas desta. Para isso, o agricultor pode usar pingentes ou pistolas acopladas ao pulverizador.

O uso de pingentes visa a direcionar a pulverização para o alvo (solo ou plantas daninhas, sem atingir a cultura), promovendo melhor cobertura (diminuindo o efeito guarda-chuva) e protegendo a cultura produtora de grãos de herbicidas com baixa ou nenhuma seletividade. É comum que a aplicação do herbicida paraquat (Gramoxone) ocorra dessa forma, para controle de plantas daninhas nas entrelinhas de lavouras de milho.

A aplicação dirigida também pode ser usada para corrigir falhas, nos casos em que os cultivadores ou herbicidas aplicados em pré ou pós-emergência não apresentarem controle satisfatório das espécies presentes na área ou ainda por período adequado. O uso de herbicidas totais de forma dirigida pode ser a única alternativa eficiente para controlar plantas daninhas em estádios avançados de desenvolvimento ou para pequenos produtores controlarem estas espécies em áreas com topografia irregular.

Entre as vantagens das aplicações dirigidas está a redução do gasto com herbicida, pois a quantidade de produto aplicada será consideravelmente reduzida quando comparada com a aplicação em área total. Por outro lado, entre as desvantagens estão o possível não-controle de plantas daninhas na linha da cultura produtora de grãos e os cuidados a serem tomados no caso de se utilizarem herbicidas não-seletivos, a dificuldade de se usar em grandes áreas, a necessidade de equipamentos especiais para aplicação (pingentes), a dependência das condições climáticas (sem chuvas e ventos) para a entrada na lavoura e o seu uso restrito apenas em áreas planas.

A aplicação dirigida é ferramenta que deve ser usada para evitar a multiplicação e disseminação de determinadas espécies daninhas, ainda não predominantes na área e para controlar plantas resistentes a herbicidas.

### **Controle integrado de plantas daninhas**

O programa de manejo integrado utiliza a combinação de todos métodos de controle de plantas daninhas (preventivo, cultural, químico e mecânico) para se obter

controle eficiente dessas espécies. Não há método que seja eficiente em todas as situações ou ambientes em que a cultura e as plantas daninhas estão se desenvolvendo, ou seja, cada situação precisa ser analisada isoladamente, de acordo com suas características, para que sejam definidas as práticas a serem adotadas.

Os agricultores devem ser estimulados a usar todos os métodos de controle de plantas daninhas disponíveis, objetivando reduzir custos e proteger o ambiente, sem com isso haver perdas de produção. Para que isso seja possível, deve-se conhecer a biologia de plantas daninhas infestantes da área, os métodos de controle e as características da propriedade. O sucesso no controle de plantas daninhas é obtido somente quando se evita qualquer tipo de perda na produção, ocasionada por plantas daninhas.

### **Controle de plantas daninhas perenes**

Plantas daninhas perenes são aquelas que possuem ciclo de vida maior que dois anos. Algumas espécies, durante o inverno, podem perder suas folhas e permanecer com as estruturas (gemas) vegetativas dormentes. Na primavera, retomam crescimento usando as reservas depositadas em seu sistema radicular ou estruturas subterrâneas. Áreas infestadas com plantas daninhas perenes constituem-se em sério problema para os produtores de milho, em razão de sua elevada capacidade reprodutiva e persistência.

A reprodução de plantas daninhas perenes ocorre via sementes, como as plantas daninhas anuais e bianuais, e vegetativamente, por meio de bulbos, tubérculos, rizomas e estolões. O fracionamento destes órgãos multiplica a espécie, pois cada fragmento poderá originar rapidamente nova planta. Assim, as práticas de preparo do solo ou o uso de equipamentos que fracionem essas plantas poderão estar contribuindo para aumentar o número de indivíduos dessas espécies na área.

O estabelecimento de plantas oriundas de partes vegetativas é mais rápido do que aquele de plantas oriundas de sementes, aumentando sua capacidade de causar danos ao milho. As plantas daninhas perenes competem com as culturas produtoras de grãos da mesma forma que as anuais, porém sua capacidade competitiva é maior, devido ao seu crescimento inicial rápido. Desse modo, se essas espécies não forem

controladas com eficiência, poderão superar a cultura rapidamente, afetando seu rendimento. Além da competição pelos recursos (água, nutrientes, luz, espaço e CO<sub>2</sub>), algumas espécies perenes possuem efeito alelopático sobre culturas produtoras de grãos, aumentando ainda mais a possibilidade de afetar o rendimento. Além disso, indivíduos adultos dessas espécies daninhas são tolerantes a praticamente todos herbicidas seletivos para a cultura de milho.

As principais espécies perenes que constituem problema na cultura de milho são: *Sorghum halepense* (capim-massambará), *Cyperus rotundus* (tirikica), *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Pennisetum clandestinum* (capim-quicuío) e *Rumex obtusifolius* (língua-de-vaca).

## **1. Métodos de controle de plantas daninhas perenes**

### **1.1. Controle mecânico**

O uso de cultivadores em uma área pode aumentar o número de plantas daninhas perenes, em razão do fracionamento destas. O controle mecânico só terá eficiência sobre plantas perenes, quando usado repetidamente em uma mesma estação, o que induzirá o esgotamento das reservas da planta. Entretanto, esta prática pode não ser totalmente eficiente, e o custo operacional é muito elevado.

### **1.2. Controle químico**

O surgimento dos herbicidas sistêmicos facilitou muito o controle de espécies perenes e tornou o manejo destas, uma prática possível e relativamente de baixo custo.

As espécies de plantas daninhas perenes devem ser controladas quando apresentam pleno desenvolvimento vegetativo, ou seja, quando as plantas estão produzindo e translocando intensamente fotoassimilados.

O agricultor deve buscar controlar as plantas daninhas perenes que estão vegetando na área com herbicidas totais, como glyphosate e sulfosate, antes do preparo de solo ou antes da instalação da cultura produtora de grãos sob sistema plantio direto. Dessa forma, o herbicida será absorvido e translocado por toda planta,

atingindo os órgãos subterrâneos, como bulbos, tubérculos e estolões. Já as plantas daninhas perenes jovens, originadas de sementes, são controladas com eficiência por herbicidas aplicados em pós-emergência inicial.

Os herbicidas 2,4-D e bentazon são produtos eficientes para controlar *Cyperaceas* seletivamente na cultura de milho. A planta daninha capim-massambará, apesar de ser considerada grande problema, pode ser controlada com uso em pré-emergência de herbicidas dinitroanilinas, como pendimethalin (Herbadox) e trifuralin (Premerlin, Trifuralina, Herbiflan, entre outros) ou em pós-emergência com alguns dos herbicidas inibidores da síntese de lipídios como clethodim (Select), sethoxydim (Poast) e fluazifop-P (Fusilade) em lavouras de soja, preparando-se a área para a cultura de milho.

Com o advento das plantas transgênicas e/ou mutantes, será criada a oportunidade de usar herbicidas totais, como glyphosate (Roundup, Glifosato entre outros), glufosinato de amônio (Finale) e imazapyr (Contain, Arsenal), além de suas variações como Onduty (imazapyr + imazapic), este com excelentes resultados no controle de tiririca, controlando seletivamente essa espécie em várias culturas, independentemente se são originadas de órgãos vegetativos ou sementes.

### **1.3. Controle integrado**

O controle de plantas daninhas perenes é conseguido com maior facilidade quando o agricultor emprega mais de um método de controle. A associação do controle químico antes do preparo convencional do solo com o controle em pós-emergência e a adequação do espaçamento e da densidade de plantas aumenta as possibilidades de sucesso. As práticas culturais, como a rotação de culturas, proporcionam oportunidade do uso de diversas moléculas herbicidas na área e estabelece diferentes dinâmicas de competição nesse ambiente. O cultivo da área com pastagem aumenta a competição entre as espécies e reduz a produção de sementes dessas espécies.

## **Manejo de plantas daninhas sob sistema plantio direto**

O sistema plantio direto além de causar menor impacto ambiental, auxilia na redução da infestação de plantas daninhas. A cobertura morta, formada por restos de culturas antecessoras ou por uma cultura instalada especialmente para esse fim, é fundamental para o sucesso do sistema plantio direto. A aveia-preta, a aveia-branca e o azevém são muito usados devido à sua grande produção de matéria seca e elevado efeito alelopático, principalmente de aveia-preta sobre capim-marmelada, da aveia-branca sobre picã-preto e do azevém sobre guaxuma.

As culturas instaladas para produção de cobertura morta deverão ser dessecadas antes da semeadura de milho. Essa prática irá controlar as plantas daninhas estabelecidas e as demais espécies presentes, formando a cobertura morta.

A palhada formada sobre o solo exerce efeito físico, impedindo a entrada de luz e alterando as características do ambiente no qual se encontram as sementes de plantas daninhas, reduzindo a germinação das mesmas e/ou fazendo com que as plântulas esgotem as reservas autotróficas, estiolem e se tornem mais sensíveis aos herbicidas. Entretanto o excesso de palha na superfície do solo pode reter o herbicida e impedir que o mesmo atinja o solo.

O controle químico de plantas daninhas no sistema plantio direto é similar ao do preparo convencional, com duas diferenças básicas, a saber:

- Plantas daninhas estabelecidas podem ser eliminadas com uso de herbicidas totais antes da semeadura da cultura produtora de grãos.
- Não é possível usar herbicidas em pré-plantio incorporado, sendo que os demais podem ser usados sem problemas.

## **Estádio ideal para aplicação de herbicidas**

A aplicação de herbicida em estágio inadequado de plantas daninhas e/ou da cultura pode resultar em controle insatisfatório destas, em sintomas de toxicidade ou até mesmo na completa perda de seletividade do produto para a cultura, levando-a à morte.

A sensibilidade das culturas produtoras de grãos e de plantas daninhas aos herbicidas varia de acordo com o seu estágio de desenvolvimento e com a dose

herbicida. Para a cultura de milho, existem muitas diferenças entre variedades e os diversos híbridos disponíveis no mercado, quanto à sensibilidade e à sua maneira de evidenciar os sintomas aos diferentes herbicidas indicados para esta cultura.

É comum deparar-se com determinados híbridos de milho que logo após a aplicação mostram sinais visíveis de toxicidade, quer através da redução da altura de plantas e/ou desuniformidade, quer através de modificações na coloração das folhas com ou sem aparecimento de estrias ao longo da nervura foliar principal e/ou bordas do limbo foliar, ou modificações na aparência geral das plantas como retenção e/ou encharutamento das folhas. Entretanto, outras vezes, alguns híbridos de milho mostram-se aparentemente sadios, não demonstrando sinais de toxicidade aparente, mas por ocasião da colheita apresentam performance muito abaixo daquela esperada (no entanto sem nenhum sintoma aparente de toxicidade ter sido observado). Essas diferenças quanto à sensibilidade e à forma de expressar ou evidenciar os sinais de toxicidade são de primordial importância e interferem na metodologia utilizada para avaliação dos níveis de toxicidade nos ensaios com herbicidas realizados para esse fim.

Dessa forma, a época de aplicação e a dose dos herbicidas usados em pós-emergência deve ser analisada de forma isolada para cada variedade ou híbrido de milho e herbicida a ser empregado, a fim de que o produto e a época de aplicação sejam seguros para a cultura, proporcionando controle satisfatório de plantas daninhas sem afetar o desempenho da cultura.

As plantas daninhas, principalmente as anuais, são mais sensíveis aos herbicidas durante os estádios iniciais de desenvolvimento, enquanto as perenes com reservas subterrâneas são controladas com maior eficiência quando apresentam elevada área foliar, ou seja, pleno desenvolvimento vegetativo.

O maior desenvolvimento vegetativo de plantas daninhas pode resultar na necessidade de aumentar a dose do herbicida e/ou de adicionar adjuvantes à calda, aumentando o risco de injúrias à cultura e de obter baixa eficiência no controle.

Os herbicidas atrazine, bentazon, cyanazine, 2,4-D e nicosulfuron são recomendados em pós-emergência para a cultura de milho. Esses produtos devem ser aplicados preferencialmente em pós-emergência inicial das plantas daninhas, o que



normalmente significa que as plantas de milho estarão no estágio de duas a quatro folhas (V2 a V4 = duas a quatro folhas totalmente fora do cartucho de milho - folhas com a união entre a lâmina foliar e a bainha visíveis). Contudo, o 2,4-D deve ser aplicado observando-se o estágio da cultura econômica, ou seja, a aplicação deste herbicida deve ocorrer no máximo quando as plantas de milho estiverem no estágio de três a quatro folhas (V3 a V4 = três a quatro folhas totalmente fora do cartucho), pois aplicações após essa fase podem causar deformações nas plantas, pelo fato de que o ponto de crescimento, ou gema de crescimento, nesta fase já está acima do colo da planta, facilitando assim, o contato ou exposição ao produto, que por ser um herbicida hormonal, atua na multiplicação celular, desorganizando-a, podendo causar sintomas como encharutamento (soldadura das folhas do cartucho, formando uma espécie de cipó), deformação nas raízes, criando uma espécie de soldadura das mesmas, levando ao acamamento resultando em significativa redução do rendimento. As aplicações de 2,4-D fora da época indicada podem ser feitas de forma dirigida, evitando-se o contato do herbicida com plantas de milho. Já nicosulfuron deve ser aplicado quando as plantas de milho estiverem no estágio de duas a seis folhas, uma vez que fora deste estágio há risco de se causar toxicidade à cultura.

Portanto, antes de aplicar o herbicida, o agricultor deve estar bem informado sobre o produto, principalmente sua dose e limitações de uso e seguir suas indicações relacionadas ao estágio correto de aplicação para as plantas daninhas e para a cultura, buscando obter o controle das invasoras, sem prejuízo para milho.

### **Principais herbicidas indicados para cultura de milho no sistema plantio direto e no preparo convencional do solo**

**Acetochlor** (Nomes comerciais: Kadett CE, 840 g/L e Surpass EC, 768 g/L)

É herbicida do grupo químico das acetamidas, cujo mecanismo de ação não é totalmente conhecido, porém sabe-se que envolve inibição da síntese de lipídeos e proteínas (Ahrens, 1994). É indicado na cultura de milho, em pré-emergência de plantas daninhas e da cultura. No preparo convencional de solo, deve ser aplicado no máximo três dias após a última gradagem, logo após a

semeadura, com o solo livre de torrões, de restos culturais e com adequado nível de umidade.

Para evitar toxicidade e/ou injúrias em milho, o acetochlor precisa ser usado com protetor para cultura (Safener), que já vem incluso na formulação comercial. É absorvido pelas partes emergentes (coleóptilo, hipocótilo e epicótilo), com translocação aposimplástica (movimento do herbicida na planta junto com o fluxo de água e de fotoassimilados, via xilema e floema). Possui rápido metabolismo pelas plantas de milho, através da conjugação com glutathione (GSH). Como sintomas de toxicidade, observa-se que algumas plantas sensíveis não emergem e que aquelas que conseguem emergir apresentam o coleóptilo enrolado e deformado.

É indicado em doses de 2 a 4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, dependendo da concentração de ativo no produto comercial e da textura de solo, controlando com eficiência espécies de folhas estreitas e algumas folhas largas, como guanxuma, picão-branco, trapoeraba e caruru, entre outras. Em solos com matéria orgânica maior que 5% ou com elevadas infestações de *Brachiaria plantaginea*, deve-se usar a maior dose.

Conforme indicações dos respectivos fabricantes, Kadett é recomendado na dose de 3 a 4 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (2,52 – 3,36 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) e o Surpass de 2,6 a 5,2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (2,0 – 4,0 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). As variações de indicações se dão em função das diferenças na textura do solo, sendo que doses menores são indicadas para solos de textura leve (arenosa) e maiores para solos de textura pesada ( argilosa).

Acetochlor apresenta solubilidade em água de 223 ppm,  $-\log_{10}$  constante de dissociação do ácido (pka) = zero, coeficiente de partição entre octanol e água (kow) = 300 e coeficiente de adsorção do carbono orgânico (koc) desconhecido. É adsorvido pelos colóides orgânicos e minerais do solo e apresenta baixa lixiviação e residual de oito a 12 semanas, dependendo da dose utilizada, das condições climáticas e do tipo de solo. Pode ser misturado com atrazine ou cyanazine (1,5 a 2 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) para aumentar o espectro de controle, principalmente de espécies folhas largas.

Existe variação de sensibilidade dos híbridos de milho a esse herbicida. A sensibilidade está diretamente ligada ao híbrido, à dose, à textura do solo e às condições climáticas ocorridas logo após a aplicação. Tem sido observado, principalmente nos solos de textura média e arenosa, que chuva intensa logo após a aplicação aumenta significativamente os níveis de toxicidade na cultura, podendo causar, em alguns casos, danos econômicos à cultura. Especula-se que a provável causa deste maior nível de toxicidade, quando da ocorrência de chuva intensa logo após aplicação, seja devido à diferença de solubilidade do ativo (Acetochlor) e do seu protetor (Safener), o que provocaria a lixiviação do ativo até a profundidade em que estão as sementes de milho, enquanto o protetor permaneceria na superfície, assim, as sementes seriam expostas ao ativo.

#### **Alachlor** (Nomes comerciais: Alaclor Nortox ou Laço CE)

É herbicida do grupo químico amidas e seu mecanismo de ação não é totalmente conhecido, mas sabe-se que envolve inibição da síntese de lipídeos e proteínas (Ahrens, 1994). É indicado para controle de diversas espécies gramíneas e comelináceas em pré-emergência. No preparo convencional do solo, deve ser aplicado logo após a semeadura e no máximo três dias após a última gradagem, com solo livre de torrões e com adequado nível de umidade. Quando aplicado em solo seco, a eficácia do produto é reduzida, se não chover no prazo de até três dias; neste caso, indica-se incorporação superficial do produto.

É absorvido pelas partes emergentes (coleótilo, hipocótilo e epicótilo), com translocação aposimplástica (movimento do herbicida na planta junto com o fluxo de água e de fotoassimilados, via xilema e floema). Possui rápido metabolismo por plantas de milho, através da conjugação com glutatona (GSH). Como sintomas, observa-se que muitas plantas sensíveis não emergem e que aquelas que conseguem emergir apresentam o coleótilo enrolado e deformado.

As doses indicadas vão de 2,40 a 3,36 kg i.a. ha<sup>-1</sup>. Controla com eficiência espécies folhas estreitas e algumas folhas largas, como guanxuma, poaia, trapoeraba, caruru e carrapicho-rasteiro, entre outras.

Alachlor apresenta solubilidade em água de 242 ppm,  $pka = \text{zero}$ ,  $kow = 794$  e  $koc$  médio de 120 mL/g de solo. É adsorvido pelos colóides do solo, possuindo média a baixa mobilidade e residual de seis a dez semanas, variável com o tipo de solo e as condições climáticas.

Herbicidas com esse ingrediente ativo, quase não são usados de forma isolada para controle de plantas daninhas na cultura de milho. Entretanto, esse herbicida faz parte de uma série de formulações em mistura, principalmente, com atrazine ou cyanazine, buscando-se aumentar o número de espécies controladas, principalmente folhas largas.

**Ametryne** (Nomes comerciais: Ametrina Agripec, Gesapax 500 SC ou Gesapax GRDA)

Esse herbicida pertence ao grupo químico triazinas, sendo o mecanismo de ação a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no foto sistema II (FSII) entre quinona "a" (Qa) e quinona "b" (Qb). É indicado como tratamento complementar em pós-emergência tardia de papuã e folhas largas, sempre em aplicações dirigidas, quando as plantas de milho estiverem com 40-50 cm de altura (aproximadamente com 30 dias após a emergência) com equipamentos especiais tipo pingentes. Pode ser absorvido pelas raízes e folhas de plantas e translocado via apoplasto (junto com o fluxo de água, via xilema), quando absorvido pelas raízes, e possui translocação baixa, quando absorvido pelas folhas, atuando sobre as plantas como produto de contato. Esse produto requer seis horas sem chuva após a aplicação para ser absorvido. Os sintomas, que surgem primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos, são clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas das folhas que progride para necrose generalizada. Não são observados sintomas nas raízes.

É indicado nas doses de 1,5 kg i.a.  $ha^{-1}$  em solos leves e 2,0 kg i.a.  $ha^{-1}$  em solos médios a pesados. Controla com eficiência caruru, capim-colchão, papuã, nabo, guanxuma, azevém, picão-preto e trapoeraba, entre outras.

Ametryne apresenta solubilidade em água de 185 ppm,  $pka = 4,1$ ,  $kow = 427$  e  $koc$  médio de 30 mL/g de solo. É pouco móvel no solo, por ser muito adsorvido

por colóides orgânicos e minerais deste. A sua adsorção é altamente influenciada pelo pH do solo. Também pode apresentar adsorção negativa (dessorção), ocorrendo liberação para as plantas daninhas de moléculas anteriormente inativadas pelos colóides do solo. É medianamente lixiviável em solo arenoso. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também química, por processos de oxidação e hidrólise. Apresenta persistência média nas doses indicadas de quatro a seis meses nas condições tropicais e subtropicais, podendo ser maior que nove meses se usado em doses elevadas, dependendo do clima e tipo de solo.

**Atrazine** (Nomes comerciais: Atranex 500 SC, Atrazina Nortox 500 SC, Atrazinax, Coyote 500 SC, Gesaprim 500, Gesaprim GRDA, Herbitrin 500 BR, Siptran 800 SC ou Stauzina 500 SC)

É herbicida com ação residual que pertence ao grupo químico clorotriazinas. O mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no FSII entre Qa e Qb. É indicado em pré ou pós-emergência das plantas daninhas, para controlar principalmente espécies com folhas largas. Em pré-emergência, a aplicação é realizada imediatamente antes, simultaneamente ou logo após a semeadura da cultura. No preparo convencional do solo, deve ser aplicado no máximo três dias após a última gradagem, com elevada umidade de solo. Atrazine não deve ser aplicado em plantas estressadas ou em períodos de deficiência hídrica. Quando aplicado em solo seco, a eficácia do produto será reduzida, se não chover em até seis dias. É sob essas condições, que normalmente produtores apresentam dúvidas quanto à eficiência e à eficácia do produto.

Em pós-emergência a aplicação deve ser feita preferencialmente nos estádios iniciais de desenvolvimento (pós-emergência precoce) de plantas daninhas. Nas aplicações em estádios mais avançados (pós-emergência normal e tardia) a eficiência do produto pode ser reduzida. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar com elevado vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60% e elevada temperatura.

As plantas de milho possuem a capacidade de metabolizar o herbicida atrazine absorvido, transformando-o em hidroxitriazinas pela hidroxilação por ação

de enzimas, presentes em toda planta. Este herbicida é absorvido pelas raízes e partes aéreas de plantas e translocado via apoplasto, quando absorvido pelas raízes, e pouco translocado, quando absorvido pelas folhas. Os sintomas, que surgem primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos, são clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas de folhas, que progride para necrose generalizada. Não são observados sintomas em raízes.

A Atrazine é muito eficiente no controle de plantas daninhas dicotiledôneas (folhas largas), apresentando eficiência apenas regular para diversas monocotiledôneas. Na cultura de milho, é muito usado em pré-emergência, em mistura com metolachlor (Dual) em áreas com elevada infestação de gramíneas, e em pós-emergência precoce, em mistura com óleo mineral, para controle de dicotiledôneas. Também é usado em mistura no tanque com nicosulfuron (Sanson), em áreas com infestação mista.

É indicado nas doses de 1,5 a 4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, dependendo do tipo de solo: em solos leves, deve-se usar a menor dose, e em solos argilosos e com elevado nível de matéria orgânica, a maior dose. Controla com eficiência folhas largas, como picão-preto, guaxuma, caruru, corda-de-viola, nabo, leiteiro, poaia, carrapicho-rasteiro, saco-de-padre e papuã, entre outras. A menor dose é indicada em pós-emergência precoce e a maior em pós-emergência normal.

Atrazine apresenta solubilidade em água de 33 ppm, pka = 1,7, kow = 481 e koc médio de 100 mL/g de solo. É adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica, tanto mais quanto maior seu nível no solo; o processo é reversível, dependendo da umidade, da temperatura e do pH do terreno. É pouco lixiviável, não sendo comumente encontrado nos solos cultivados em profundidade superior a 30 cm. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também química e física. Apresenta persistência média no solo entre cinco a sete meses nas doses indicadas; deve-se usar somente nas cultivares de milho e de sorgo em rotação de culturas na área nesse período. Nas condições tropicais e subtropicais, a persistência pode ser maior que 12 meses, se usado em doses elevadas ou em casos de estiagem prolongada.

No campo, tem sido observada toxicidade em aveia semeada até 150 dias após aplicação de atrazine na cultura de milho. As culturas de fumo e trigo são muito sensíveis a esse herbicida. Normalmente não se constata toxicidade nas culturas sensíveis, como soja e feijão, em rotação anual.

**Bentazon** (Nomes comerciais: Banir ou Basagran)

É herbicida do grupo químico tiadiazina, indicado para controlar folhas largas na cultura de milho. O mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no foto sistema II (FSII) entre quinona a (Qa) e quinona b (Qb), (Ahrens, 1994). É recomendado em pós-emergência inicial, no máximo seis folhas, de plantas daninhas, estando estas com satisfatório vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem e umidade relativa do ar inferior a 60%. A adição de óleo mineral à calda melhora o desempenho deste herbicida em aplicações terrestres e aéreas, mas pode aumentar a toxicidade para a cultura de milho, principalmente em plantas estressadas, após longo período de falta de água. Possui reduzida absorção radicular e translocação restrita à folha. Apresenta metabolismo pelas plantas através da conjugação com glicosídeos. A eficácia é maior em temperatura elevada, reduzindo-se abaixo de 16 °C; por isso, no inverno, o uso de óleo mineral torna-se indispensável. Como sintomas, inicialmente evidencia-se clorose foliar, 3-5 dias após a aplicação, que progride para necrose. Em plantas tolerantes pode ocorrer bronzeamento (avermelhamento do limbo) das folhas.

Esse herbicida é altamente seletivo e controla com eficiência espécies de folhas largas anuais, entre elas guanxuma, picão-preto, corda-de-viola, nabo e trapoeraba. Para controlar guanxuma e corda-de-viola, deve-se adicionar óleo mineral. É indicado nas doses de 0,72 a 1,2 kg ha<sup>-1</sup>, podendo ser associado com 2,4-D e atrazine para ampliar o número de espécies controladas. Por ser seletivo a feijão e por apresentar baixo residual no solo, bentazon é usado para controlar plantas daninhas em culturas consorciadas de milho e feijão. Nas áreas de sequeiro e principalmente nas áreas irrigadas do Brasil Central, bentazon vem sendo muito utilizado em mistura com fomesafen (Flex) para controlar plantas daninhas de folhas largas em áreas em

que se cultiva a cultura de feijão em sucessão a milho. Essa mistura propicia a redução de dosagem de cada produto e aumenta a eficiência e o espectro de controle, reduzindo o residual proporcionado pelo fomesafen (Flex) que tem causado toxicidade para as culturas de milho instaladas logo após a colheita de feijão.

Bentazon apresenta solubilidade em água de 2.300.000 ppm, pka = não disponível, kow = 0,35 e koc médio de 34 mL/g de solo. É adsorvido pelos colóides orgânicos e minerais do solo, apresentando lixiviação muito reduzida, não só por esta razão, mas pelo rápido processo de degradação no solo. Nos terrenos cultivados, não é encontrado em profundidade superior a 20 cm.

### **Cyanazine** (Nome comercial: Bladex 500)

É herbicida que pertence ao grupo químico triazinas, com ação predominante sobre folhas largas. Seu mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no FSII entre a Qa e Qb. Deve ser aplicado em pré-emergência, imediatamente antes, simultaneamente ou logo em seguida à semeadura da cultura de milho. No preparo convencional do solo, deve ser aplicado no máximo três dias após a última gradagem. A absorção pelas plantas é predominantemente radicular, com translocação apoplástica (via xilema). Possui metabolismo pelas plantas através da hidrólise do ácido carbônico, e o átomo de cloro é substituído por um grupo hidróxilo. Os sintomas, que surgem primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos (folhas basais), são clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas das folhas, que progride para necrose generalizada. Não são observados sintomas nas raízes. Este herbicida pode causar sintomas de toxicidade ao milho, dependendo do híbrido, da dose, da textura de solo, do nível de matéria orgânica e das condições climáticas antes e, principalmente, após a aplicação. Em função desses aspectos, esse produto apresenta algumas restrições quanto ao uso na cultura de milho.

É indicado nas doses de 1,5 a 2,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup>. Em solos leves com até 25% de argila, não deve ser usado; em solos leves com 25 a 30% de argila deve-se usar 1,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup>; em solos médios com 30 a 50% de argila, até 2 kg i.a. ha<sup>-1</sup>; e solos pesados com mais de 50% de argila, até 2,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup>. Não deve ser usado em



solos arenosos com nível de matéria orgânica inferior a 2%. Controla com eficiência carrapicho-rasteiro, beldroega, guanxuma, joá, caruru e picão-preto, entre outras.

Cyanazine pode ser misturado com metolachlor, alachlor, pendimethalin e simazine para ampliar o espectro de controle. Porém, deve-se observar as restrições acima e a indicação de associações deve ser feita através da orientação da empresa fabricante e/ou com acompanhamento de um técnico autorizado.

Apresenta solubilidade em água de 171 ppm,  $pka = 5,1$ ,  $kow = 127$  e Koc médio de 190 mL/g de solo. A adsorção aos colóides do solo é reversível. Sob condições de pH baixo, matéria orgânica elevada e em solos secos, há incremento da adsorção. Apresenta baixa lixiviação. Apresenta residual de dois a três meses para doses indicadas.

Apesar de serem observados, com frequência, sintomas de toxicidade em feijão, este pode ser cultivado em consórcio com milho em áreas tratadas com cyanazine.

**2,4-D** (Nomes comerciais: formulação amina: Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480, Tento 867 CS ou U 46 D – Fluid 2,4-D)

É herbicida do grupo químico fenóis, usado para controlar folhas largas. O mecanismo de ação envolve os sistemas enzimáticos carboximetil celulase e RNA polimerase, que têm influência na plasticidade da membrana celular e no metabolismo dos ácidos nucléicos. O aumento anormal do DNA, RNA e de proteínas resulta em divisão descontrolada das células. 2,4-D foi o primeiro herbicida seletivo descoberto para o controle de plantas daninhas latifoliadas.

Esse herbicida é indicado em pós-emergência de plantas daninhas e quando as plantas de milho estiverem em estágio inferior à formação do cartucho (V3 a V4 = três a quatro folhas definitivas fora do cartucho), pois a aplicação após este estágio provoca deformações na planta (raízes e folhas) e redução no rendimento de grãos. Deformações nas raízes, através da soldadura das mesmas, dão aspecto de pé-de-pato, provocando mais tarde o tombamento das plantas. Deformações no colmo fazem com que esses fiquem curvados, exibindo aparência retorcida e nas folhas

observa-se encharutamento, mostrando sintoma de retenção foliar dentro do cartucho, formando uma espécie de cipó.

As formulações à base de sal são rapidamente absorvidas pelo sistema radicular das plantas. Os sintomas em plantas daninhas incluem epinastia, curvatura do caule e dos ramos e, finalmente, paralisação do crescimento e clorose dos meristemas, seguidos de necrose. As folhas de dicotiledôneas apresentam encarquilhamento e adquirem coloração verde-escura. A morte das plantas ocorre lentamente, às vezes após cinco semanas.

Controla com eficiência folhas largas em geral e *cyperáceas* (tiririca). As doses indicadas são 0,2 a 0,9 kg ha<sup>-1</sup>. Esse produto é muito utilizado associado com glyphosate no sistema plantio direto (dessecação). Mesmo para essas aplicações anteriores a semeadura, em pré-emergência, pede-se cautela. Após aplicação do 2,4 D é indicado que se atente ao período de carência entre a dessecação e a semeadura, independentemente se a cultura a ser instalada (semeada) seja de folha larga ou estreita. Não são comuns as identificações de toxicidade por 2,4 D em aplicações em pré-emergência, mas recomenda-se cautela. Pode ser também aplicado em aplicações dirigidas. Também pode ser aplicado em mistura com atrazine, para ampliar o número de espécies controladas.

2,4-D é encontrado no mercado em diferentes formulações e marcas comerciais. Cada formulação pode apresentar propriedades físico-químicas diferentes, conferindo ao produto características distintas quanto à seletividade, volatilidade, toxicidade e persistência no ambiente. A ocorrência de estiagem aumenta a toxicidade do produto a milho.

2,4-D apresenta solubilidade de 600 ppm, pka 2,8, kow não disponível e Koc médio de 20 mL/g de solo. As formulações aminas são mais adsorvíveis no solo do que as de éster, em razão de serem altamente solúveis, mais lixiviáveis, enquanto as de éster são praticamente insolúveis e portanto, com menor mobilidade. Apresenta persistência curta nos solos. Em doses normais, a atividade residual do 2,4-D não excede a quatro semanas em solos argilosos e clima quente. Em solos secos e frios, a decomposição é consideravelmente reduzida. Na planta movimenta-se pelo floema e/ou, xilema, acumulando-se nas regiões meristemáticas

dos pontos de crescimento. Transloca-se com grande eficiência em plantas com elevada atividade metabólica, sendo esta a condição para ótima atividade do produto. Em geral, plantas aumentam a tolerância com o desenvolvimento, entretanto durante o florescimento a tolerância é reduzida.

#### **Dimethenamid (Nome comercial: Zeta 900)**

Esse herbicida pertence ao grupo químico acetamida, com maior ação sobre espécies gramíneas. O mecanismo de ação não é totalmente conhecido, mas sabe-se que afeta a divisão e o alongamento celular.

É herbicida indicado em pré-emergência de plantas daninhas e da cultura. No preparo convencional do solo, a aplicação deve ser feita imediatamente após a última gradagem e com adequado nível de umidade no solo. Caso seja aplicado em solo seco, será necessário chuva para ativar o produto, e algumas sementes de plantas daninhas podem germinar. É absorvido pelo hipocótilo e coleótilo das plantas e não é translocado.

É indicado na dose de 1,125 kg i.a. ha<sup>-1</sup> (1,5 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial = Zeta 900) e controla com eficiência espécies folhas estreitas e algumas folhas largas, como guaxuma, trapoeraba, poaia, caruru e nabo, entre outras. Como sintomas em plantas daninhas, observa-se que as plantas sensíveis não emergem ou emergem com folhas retorcidas e deformadas.

Apresenta solubilidade de 1.389 ppm, pka, kow e Koc não-disponíveis, bem como baixa lixiviação, com mobilidade no solo muito limitada.

Dimethenamid, atualmente, é usado em pouca área de milho em comparação com os demais produtos existentes. Vem apresentando problemas de toxicidade para cultura de milho em algumas regiões. Por ser um herbicida relativamente novo no mercado, quando comparado com outras moléculas, merece atenção quanto ao seu uso na cultura de milho. Os híbridos existentes no mercado apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao produto. Porém, parece haver também uma relação direta com as doses utilizadas e textura do solo. Sugere-se que antes de aplicá-lo, o produtor se informe com relação às possíveis restrições de uso do produto,

aumentando assim os níveis de segurança, eficiência e eficácia de controle proporcionado pelo mesmo.

**Isoxaflutole** (Nome comercial: Provence 750 WG)

Herbicida que pertence ao grupo químico benzoilisoaxazole, com maior efeito sobre espécies gramíneas. O mecanismo de ação envolve a inibição da síntese de pigmentos, através da inibição da enzima 4-HP dioxigenase, responsável pela síntese da quinona, que é um co-fator na síntese de carotenóides e no transporte de elétrons. É herbicida indicado em pré-emergência de plantas daninhas e da cultura de milho, sendo absorvido pelo hipocótilo e coleótilo das plantas e translocado via apoplasto (via xilema).

Os sintomas nas ervas daninhas evidenciam plantas que emergem com clorose, que progride para necrose. Controla com eficiência espécies gramíneas anuais e perenes oriundas de sementes e algumas folhas largas, como caruru, beldroega, guanxuma e desmódio entre outras. Para aumentar o espectro de controle de folhas largas, pode-se misturar com atrazine.

É indicado na dose de 0,06 kg i.a. ha<sup>-1</sup> (80 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial = Provence 750 WG), em solos com textura média a pesada. Não deve ser usado em solo arenoso, pois poderá causar elevada toxicidade a milho. É importante que o produtor, antes de usá-lo, solicite orientação técnica da empresa ou assistência autorizada, para obter informações relacionadas à aplicação segura desse produto, principalmente quanto à existência de alguma possibilidade de ajuste de dosagem versus textura de solo. Poderá provocar sintomas de branqueamento temporário na cultura de milho, principalmente quando usado em solos leves, com baixo nível de matéria orgânica em épocas chuvosas.

Apresenta solubilidade de 6 ppm e p<sub>ka</sub>, k<sub>ow</sub> e K<sub>oc</sub> não-disponíveis. É adsorvido pelos colóides do solo e apresenta baixa mobilidade na maioria deles, porém, naqueles arenosos e com baixo nível de matéria orgânica, possui mobilidade moderada. Sua meia-vida é de 20-38 dias, dependendo do tipo de solo e de clima. Apresenta considerável estabilidade, podendo aguardar em períodos secos,

dependendo da dose, mais de 60 dias até o início das chuvas (Rodrigues & Almeida, 1998).

**Mesotrione** (Nome comercial: Callisto)

Mesotrione foi descoberto durante estudo para identificação dos compostos alelopáticos produzidos pela planta escova-de-garrafa (*Callistemon citrinus*). Do composto natural (leptospermone) foram produzidos análogos, dos quais resultou a molécula da mesotriona, com atividade 100 vezes maior. Mesotrione pertence ao grupo químico das tricetonas e atua sobre as plantas daninhas inibindo a biossíntese de carotenóides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos. Os sintomas envolvem branqueamento de plantas daninhas sensíveis com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de uma a duas semanas. Milho é tolerante à mesotriona devido à sua capacidade de metabolizar rapidamente o herbicida, produzindo metabólitos sem atividade herbicida, o que não ocorre nas plantas daninhas sensíveis. Mesotriona é absorvido tanto pelas raízes quanto pelas folhas e ramos, sendo uma molécula consideravelmente móvel na planta - translocação aposimplástica. Callisto é herbicida seletivo, de ação sistêmica, indicado para controle pós-emergente de plantas daninhas, na cultura de milho. É indicado nos cultivos de variedades e híbridos comerciais, no preparo convencional do solo e no sistema plantio direto. Contendo o ingrediente ativo mesotriona na sua formulação, caracteriza-se pelo seu amplo espectro de controle de plantas daninhas anuais de folhas largas e do capim-colchão ou milhã, que ocorrem na cultura de milho (Syngenta, 2006).

O momento da aplicação ocorre após a emergência de plantas daninhas na lavoura, quando se indica realizar o levantamento florístico para identificar as principais espécies que ocorrem na área a ser tratada, bem como seus respectivos estádios de desenvolvimento. Com base neste levantamento, o usuário poderá definir a melhor dose do produto a ser aplicada, assim como o momento da aplicação, de modo a assegurar o pleno controle do mais amplo espectro de plantas daninhas presentes na lavoura. Callisto é aplicado normalmente duas a

três semanas após a germinação de milho, em pós-emergência das plantas daninhas, para garantir o pleno controle, antes que as plantas daninhas venham a estabelecer a competição maléfica ao desenvolvimento cultural com prejuízos na rentabilidade final. Desde que aplicado nas condições adequadas e com a observância dos parâmetros indicados, normalmente, uma aplicação do herbicida é suficiente para atender às necessidades da cultura. A dose indicada de Callisto é de 300 a 400 L (144 a 192 gramas de mesotriona). A dose mais elevada deverá ser usada quando as plantas daninhas estiverem no estágio mais avançado de desenvolvimento. Callisto deve ser aplicado sempre adicionado de óleo mineral, na concentração de 0.5 % v/v.

Para assegurar controle total de plantas daninhas com Callisto, deve-se observar atentamente as espécies indicadas e os respectivos estádios de desenvolvimento indicados na tabela "Instruções de Uso". As plantas daninhas mencionadas demonstram maior sensibilidade ao produto no estágio inicial de desenvolvimento, estando com duas a quatro folhas. O efeito do produto sobre plantas daninhas se manifesta de três a cinco dias após aplicação, com branqueamento do meristema apical e folhas mais jovens, que se tornam, posteriormente, necróticos. A adição de espalhantes ou adjuvantes à calda de pulverização é fundamental para o efeito pós-emergente do produto, imprimindo melhor controle de plantas daninhas. Recomenda-se óleo mineral na concentração de 0,5% v/v. Ocorrência de chuva: a incidência de chuva logo após aplicação interfere negativamente na eficiência de controle por acarretar a lavagem do produto. É necessário um período aproximado de duas a três horas sem chuva após aplicação para que o herbicida seja absorvido pelas plantas daninhas (Syngenta, 2006).

Nas doses indicadas e nas condições indicadas para aplicação, Callisto se mostra seguro para os híbridos de milho no sistema de tratamento pós-emergente (da cultura e de plantas daninhas), através de pulverização em área total. Entretanto, pode ocorrer nessa cultura branqueamento inicial das folhas e pequena redução inicial de crescimento, mas a cultura retoma seu desenvolvimento normal em duas a três semanas e não há efeitos negativos à rentabilidade. As plantas de milho são mais sensíveis no estágio de duas a três folhas, e se tornam mais tolerantes após. \* Antes

de aplicar, consulte a "Lista de Híbridos e Variedades Indicados para tratamento com Callisto" que se encontra junto à embalagem ou com os distribuidores do produto. Consultar um engenheiro agrônomo (Syngenta, 2006).

**Metolachlor** (Nome comercial: Dual 960 CE)

É herbicida do grupo químico das amidas, com ação residual que controla, principalmente espécies gramíneas. O mecanismo de ação não é totalmente conhecido, mas sabe-se que afeta a síntese de lipídeos e proteínas. É indicado em pré-emergência de plantas daninhas, em razão de sua absorção foliar ser quase nula. A absorção deste produto ocorre quase que totalmente pelo coleóptilo das gramíneas e pelo epicótilo das dicotiledôneas; assim, é essencial que sua aplicação seja feita antes da completa emergência das plantas.

No sistema plantio direto, deve ser aplicado após a etapa de dessecação e antes da emergência de plantas daninhas. Em preparo convencional do solo, a aplicação deve ser feita imediatamente após a última gradagem e depois da semeadura da cultura de milho, com solo úmido, ou quando há previsão de chuva nos dias seguintes. Se o solo estiver com baixa umidade, não aplicar e esperar pela próxima chuva. Em caso de excesso de chuva após a aplicação, o produto poderá ter seu efeito residual reduzido. Nos casos de reinfestações precoces devido a irregularidades climáticas, recomenda-se incorporação superficial do metolachlor para reativá-lo. É comum associar metolachlor com herbicidas de folhas largas ou realizar aplicação seqüencial de um latifolicida em pós-emergência precoce.

O metabolismo deste produto ocorre através de clivagem e conjugação com glicose e glutatona (GSH). Como sintomas nas plantas daninhas, observa-se que as plantas sensíveis algumas vezes não conseguem emergir, e aquelas que emergem evidenciam folhas enroladas e malformadas, com sistema radicular reduzido.

É indicado para uso em solos com nível de matéria orgânica superior a 2%, nas doses de 2,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup> para solos leves e 2,88 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, para solos médios a pesados (argila). Metolachlor controla com eficiência espécies gramíneas

e algumas folhas largas, como caruru, trapoeraba, carrapicho-rasteiro, picão-branco, poaia e beldroega entre outras. Possui controle regular de papuã em elevadas infestações. Para aumentar o espectro de ação, é comum misturá-lo com latifolicidas, como atrazine e cyanazine, mas indica-se procurar orientação técnica antes de proceder essas associações, a fim de que se possa analisar os possíveis riscos de toxicidade.

Apresenta solubilidade em água de 488 ppm, pka = zero, kow = 794 e koc médio de 200 mL/g de solo. É fortemente adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica; por esta razão sua lixiviação é fraca, exceto em solos arenosos. Devido à sensibilidade do metolachlor à fotodegradação e à volatilização, sua eficácia ficará comprometida se aplicado em solo seco e não ocorrer chuva de intensidade superior a 10 mm, no espaço de cinco dias. Em milho, é largamente utilizado em mistura com atrazine. Pode-se cultivar feijão em consórcio com milho tratado com este herbicida. Não deve ser misturado com substâncias que contenham nitrato, amônio ou sódio.

#### **Nicosulfuron** (Nome comercial: Sanson 40 SC)

É herbicida pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias, e apresenta ação sobre gramíneas e sobre algumas espécies folhas largas. O mecanismo de ação é inibição da enzima acetolactato sintase (ALS) na rota de síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina.

Esse produto está registrado para a cultura de milho, sendo utilizado em pós-emergência em área total, quando as plantas de milho estiverem com duas a seis folhas definitivas (aproximadamente entre 10 a 25 cm de altura) e as plantas daninhas com duas a seis folhas ou até dois perfilhos. Não é seletivo para sorgo, milheto e milho-pipoca e para os seguintes híbridos/cultivares: AG-2003, AG-612, Agromen-2010, Agromen 3000, C-211, C333, CO-11, FT-9043, P-3230, Zeneca-8551, 8392, 8452, GO-503, Avant, Star, XL-370 e BR-3123.

Indica-se aos produtores e à assistência técnica, que se informem sobre os híbridos que apresentam restrições ao uso de nicosulfuron (Sanson). Anualmente, novos híbridos são lançados no mercado e é importante que produtores e técnicos se



informem quanto à atualização da listagem de híbridos de milho acima. A empresa fabricante de nicosulfuron (Sanson), bem como as empresas produtoras de sementes de milho conduzem todos os anos uma série de ensaios, para avaliar o grau de tolerância dos diferentes híbridos de milho existentes no mercado ao nicosulfuron (Sanson). Já é conhecido das empresas produtoras de sementes que, híbridos de milho lançados recentemente no mercado e que não estão incluídos na listagem acima divulgada, mostram sensibilidade ao nicosulfuron. Há casos em que a restrição é total, isto é, não é possível aplicar o produto em determinados híbridos mesmo em baixas doses, mas existem casos em que há possibilidade de uso do produto em doses menores.

A absorção é via foliar e a translocação é rápida até os meristemas. Não se deve usar adjuvante. A ocorrência de chuva uma hora após a aplicação não afeta a eficiência deste herbicida (Rodrigues & Almeida, 1998). O metabolismo do nicosulfuron pelas plantas de milho é rápido, resultando em substâncias inativas.

É indicado nas doses de 0,05 a 0,06 kg i.a. ha<sup>-1</sup> ( 1,25 a 1,5 L do produto comercial – Sanson), controlando com eficiência espécies gramíneas e algumas folhas largas, como caruru, leiteiro, picão-preto, nabo e beldroega entre outras. Apresenta controle médio de milhã (*Digitaria* sp). Para controlar espécies entre quatro e seis folhas e capim-colchão, trapoeraba e leiteiro indica-se usar a maior dose. Para as demais espécies em estádios de duas a quatro folhas usar a menor dose.

A associação de nicosulfuron com atrazine tem sido muito utilizada pelos produtores com o objetivo de aumentar o espectro de controle de plantas daninhas. Normalmente, nessas associações se reduz a dose de nicosulfuron. A redução é feita conforme as plantas daninhas e o grau de infestação.

Deve-se aguardar um intervalo de sete dias após tratamento com inseticidas organofosforados, Bentazon (Basagran) e 2,4-D para aplicação de nicosulfuron. Com base em observações a campo e ensaios realizados por diversas empresas, sugere-se respeitar esse mesmo prazo de carência para fertilizantes nitrogenados, como por exemplo uréia. Aplicações de nicosulfuron em intervalo inferior a sete dias em relação aos produtos mencionados acima, podem provocar sérios problemas de toxicidade para a cultura de milho. Em caso de dúvidas quanto à

associações e/ou intervalo de carência com relação a inseticidas, fungicidas, acaricidas, herbicidas, tratamento de sementes, fertilizantes via solo e foliar, sugere-se consultar o fabricante e/ou assistência técnica autorizada. Eles poderão informar a maneira mais segura para aplicação com baixos riscos de toxicidade.

Pede-se especial atenção para os aspectos levantados no parágrafo acima, já que o estágio ideal para aplicação do nicosulfuron coincide na maioria das vezes com ataques de pragas e a realização da adubação de cobertura nitrogenada. O produtor desavisado quanto a esses fatos pode, por questões de redução de custos, realizar esses manejos simultaneamente e assim comprometer o desempenho da lavoura.

A aplicação deve ser feita com o solo úmido e com as plantas daninhas em pleno vigor vegetativo. Os sintomas, que se tornam evidentes uma a duas semanas após a aplicação, incluem paralisação do crescimento, amarelecimento dos meristemas e redução do sistema radicular, com as raízes secundárias apresentando-se, uniformemente curtas e engrossadas.

Apresenta solubilidade em água de 360 ppm a pH 5 e 12.200 a pH 6,85,  $pka = 4,3$ ,  $kow = 0,44$  a pH 5 e 0,018 a pH 7 e koc médio de 30 mL/g de solo a pH 6,5. Não há informações sobre sua adsorção e lixiviação no solo. Quanto à persistência nos solos do Brasil, sabe-se que culturas como soja, girassol, algodão e feijão poderão ser semeadas 30 dias após aplicação de nicosulfuron; trigo, arroz e batata, 45 dias após aplicação; e tomate, 60 dias (Rodrigues & Almeida, 1998).

### **Simazine** (Nomes comerciais: Herbazin 500 BR ou Sipazina 800 PM)

Pertence ao grupo químico das triazinas. O mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no foto sistema II (FSII) entre Qa e Qb. Seu uso é indicado em pré-emergência da cultura de milho e de plantas daninhas, para controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas. No preparo convencional do solo, deve ser aplicado logo após a semeadura, no máximo três dias após a última gradagem, com adequado nível de umidade no solo. Se aplicado em solo seco, e não chover em até sete dias, a eficácia do produto será reduzida. Sua absorção é basicamente pelo sistema radicular das plantas. Os sintomas incluem

clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas das folhas, progredindo para necrose generalizada, surgindo primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos.

É indicado nas doses de 1,5 a 4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, dependendo da marca comercial. Controla com eficiência milhã, picão-preto, caruru, picão-branco, beldroega e carrapicho-rasteiro e medianamente corda-de-viola, nabo, maria-pretinha, guanxuma e poaia entre outras. Não controla saco-de-padre, fedegoso, leiteiro, joá-de-espinho, papuã, amoroso, capim-arroz e sorgo-de-alepo.

Apresenta solubilidade em água de 3,5 ppm, pka = 1,62, kow = 122 e koc médio de 130 mL/g de solo. Devido à sua baixa solubilidade, apresenta maior atividade e residual em solos arenosos. É adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica, tanto mais quanto maior seu nível no solo; o processo é reversível, dependendo da umidade, da temperatura e do pH do solo. É pouco lixiviável, não sendo comum ser encontrado nos solos cultivados, em profundidade superior a 10 cm. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também ocorre a química, principalmente hidrólise, com formação de hidroxissimasine e dealquilação do grupo amino. Apresenta persistência média no solo, nas doses indicadas de cinco a sete meses, nas condições tropicais e subtropicais, podendo ser maior que 12 meses, se usado em doses elevadas. Em razão da baixa solubilidade em água e da pequena movimentação no perfil do solo, usa-se a mistura com atrazine para minimizar efeitos do clima, principalmente relacionados a oscilações pluviométricas, sobre a eficiência do tratamento no controle de plantas daninhas e também para aumentar o espectro de controle.

### **Principais misturas de herbicidas indicadas para cultura de milho no preparo convencional do solo e no sistema plantio direto**

**Alachlor + Atrazine** (Nomes comerciais: Alaclor + Atrazine SC Nortox, Agimix ou Boxer)

Essa mistura é indicada para uso em pré-emergência e em pós-emergência inicial (Agimix). Quando usado em pré-emergência deve ser aplicado imediatamente

após semeadura da cultura, ou no preparo convencional do solo, no máximo três dias após a última gradagem. Necessita de adequado nível de umidade no solo; se aplicado em solo seco e não chover em sete a dez dias, a eficácia do produto será reduzida. Em pós-emergência inicial deve ser aplicado, quando plantas daninhas estiverem no estágio de duas a quatro folhas, independentemente do estágio da cultura de milho.

Controla com eficiência espécies gramíneas, como milhã, amoroso e capim-arroz e folhas largas em geral. Apresenta deficiência no controle de papuã. A dose indicada varia de 2,94 a 4,32 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, de acordo com o produto comercial.

#### **Atrazine + Isoxaflutole** (Nome comercial: Alliance WG)

Essa mistura deve ser aplicada em pré-emergência das plantas daninhas e de milho (Rodrigues e Almeida, 1998). A dose varia com o tipo de solo: em solo arenoso, não deve ser aplicada; em solo médio, usar 0,051 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole + 1,245 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de atrazine (1,5 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial); e em solo argiloso, usar 0,068 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole + 1,66 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de atrazine (2,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial). Controla com eficiência plantas daninhas de folhas largas e estreitas. Ocorrem limitações em elevadas infestações de papuã. Pode causar toxicidade para a cultura em temperatura abaixo de 21 °C.

Não deve ser usado em cultivares, variedades de milho-branco, linhas puras, milho-pipoca e em áreas que receberam calagem pesada nos últimos 90 dias (Rodrigues & Almeida, 1998).

#### **Atrazine + Metolachlor** (Nomes comerciais: Primaiz 500 SC ou Primestra SC)

É mistura indicada em pré e pós-emergência inicial (Primestra), com adjuvante. No preparo convencional do solo, deve ser aplicada imediatamente após a semeadura, antes da emergência de plantas daninhas e da cultura, com adequada umidade no solo. Primestra possui registro para aplicação em pós-emergência inicial de milho (fase de "charuto") e mais tarde quando as plantas de milho estiverem com mais de quatro a cinco folhas. Já as plantas daninhas podem ser controladas, com esse herbicida, em pré-emergência ou em pós-emergência inicial. Porém, observa-se maior atividade desse herbicida em pré-emergência.

Controla com eficiência folhas largas e estreitas, devido à especificidade de cada um dos compostos. A dose indicada varia de 2,5 a 4,0 kg ha<sup>-1</sup> (5-8 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial), dependendo do tipo de solo e da espécie a ser controlada. A ocorrência de seca após aplicação reduz a eficiência do produto.

**Atrazine + óleo mineral** (Nomes comerciais: Posmil ou Primóleo)

É um herbicida indicado para cultura de milho em pós-emergência inicial de plantas daninhas, quando estas estiverem no estágio de duas a quatro folhas.

O Primóleo é indicado para controlar folhas largas e apenas papuã entre as gramíneas. O controle de papuã deve ser em pós-emergência precoce (antes do perfilhamento). Portanto, não se deve aplicar Primóleo em áreas infestadas com outras gramíneas ou até mesmo com elevadas infestações de papuã. Nestas áreas, indica-se aplicar seletivo em pré ou pós-emergência, de acordo com a especificação do produto a ser usado. O produto necessita de aproximadamente seis horas sem chuva, após aplicação, para ser absorvido pelas plantas daninhas (Rodrigues e Almeida, 1998). A dose indicada varia de 2 a 2,8 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, o que equivale a 5-6 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial. Pode ocorrer toxicidade ao milho quando a aplicação for realizada em dias nublados e com baixa temperatura.

**Atrazine + simazine** (Nomes comerciais: Controller 500 SC, Extrazin SC, Herbimix SC, Primatop SC ou Triamex 500 SC)

É mistura indicada para uso em pré-emergência da cultura comercial e de plantas daninhas ou em pós-emergência com as plantas daninhas no estágio de duas a quatro folhas ou com um perfilho. Em pré-emergência, deve-se aplicar logo após a semeadura ou, no preparo convencional do solo, no máximo três dias após a última gradagem. O solo deve ter adequado nível de umidade; caso seja aplicado em solo seco e não chover em cinco dias após aplicação do produto, a sua eficácia será reduzida. Em pós-emergência, requer período de seis horas para ser absorvido (Rodrigues & Almeida, 1998). Controla com eficiência folhas largas em pré e pós-emergência. Apresenta controle médio de milhã em pré-emergência e de papuã em

pós-emergência precoce. Apresenta curto efeito residual e não controla amoroso e corda-de-viola.

É indicado nas doses de 1,75 a 3,5 kg i.a ha<sup>-1</sup>, que equivale a 3,5 a 7,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial. A dose varia de acordo com a marca comercial e o tipo de solo, devendo-se usar a menor dose em solos leves e a maior em solos argilosos e com elevado nível de matéria orgânica.

**Foramsulfuron + iodosulfuron-methyl** (Nome comercial: Equip Plus)

Equip Plus é um herbicida sistêmico do grupo das sulfoniluréias. Esta mistura é indicada para controlar plantas daninhas em pós-emergência da cultura comercial e de plantas daninhas. No momento da aplicação, a cultura de milho deve estar com duas a seis folhas e entre dez a 25 cm de altura; já as plantas daninhas dicotiledôneas deverão estar no estágio de duas a seis folhas e as gramíneas com uma folha e no máximo com um perfilho. Em estádios mais avançados de plantas daninhas deve-se utilizar a maior dose indicada. Para obter melhor distribuição e maior absorção do produto indica-se adicionar espalhante adesivo à calda.

É indicado nas doses de 120 - 150 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial, ou seja, 36,0 + 2,4 g i.a. ha<sup>-1</sup> nos estádios iniciais de desenvolvimento de plantas daninhas e 45,0 + 3,0 g i.a. ha<sup>-1</sup> em estádios mais avançados. Não aplicar com umidade relativa do ar abaixo de 60%, temperatura superior a 30°C e velocidade do vento superior a 10 km/h, visando reduzir ao máximo as perdas por evaporação e deriva.

A maioria dos híbridos e variedades de milho não apresentam sensibilidade ao Equip Plus, entretanto existem alguns materiais com reação moderada ao produto. Não aplicar inseticidas organofosforados sete dias antes, ou após a aplicação de Equip Plus. Em caso de aplicação do inseticida Counter (Terbufós) no sulco de semeadura não se deve aplicar Equip Plus.

## **Principais herbicidas indicados para cultura de milho no preparo convencional do solo e plantio direto, para controle total da vegetação**

**Glyphosate** (Nomes comerciais: Agrisato, Glifosato Agripec, Glifosato Fersol, Glifosato Nortox, Gliz ou Round up entre outros)

Glyphosate é herbicida total aplicado em pós-emergência pertencente ao grupo químico derivado da glicina. O mecanismo de ação se dá através da inibição da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, precursores de produtos como lignina, flavonóides e ácidos benzóicos. Como a enzima afetada é exclusiva de plantas, apresentam, de maneira geral, baixa toxicidade para animais.

A dose indicada do glyphosate está entre 0,18 e 2,16 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, dependendo das espécies a serem controladas. Este produto é indicado para controle de plantas daninhas em áreas não-cultivadas e como dessecante no sistema plantio direto, para diversas culturas. São considerados herbicidas totais (não-seletivos), com translocação simplástica.

A absorção destes herbicidas pelas plantas é lenta. A ocorrência de chuva em intervalo de tempo menor que quatro a seis horas pode reduzir a eficiência. As plantas tratadas morrem lentamente de sete a 14 dias após aplicação. Em plantas com sistema radicular profundo, indica-se não cortar a parte aérea durante a primeira semana após aplicação, para favorecer a translocação do herbicida em toda a planta. A translocação é facilitada em condições de elevada intensidade luminosa. O uso de baixa vazão e de gotas grandes aumenta a absorção do produto. Os sintomas incluem amarelecimento dos meristemas, que progride para necrose e morte em dias ou semanas.

A molécula do glyphosate não apresenta atividade no solo, pois é imobilizada devido à sua conjugação com sesquióxidos de ferro e alumínio. A água usada como

diluyente não deve apresentar alta concentração de sais (água dura) ou argilas em suspensão, sob risco de reduzir a atividade destes herbicidas. A presença de poeira na superfície da folha poderá reduzir a atividade do glyphosate.

Por meio de engenharia genética, já foram obtidas culturas resistentes a glyphosate, como soja, milho e algodão; existem biótipos de *Lolium rigidum* e *Eleusine indica* resistentes ao glyphosate na Austrália e nos Estados Unidos e na Malásia, respectivamente. No Brasil foram identificados biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) e buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*) resistentes a glyphosate em pomares e lavouras cultivadas com soja, milho e trigo.

#### **2,4-D + Glyphosate** (Nome comercial: Command)

É mistura indicada para controle total da vegetação em pós-emergência (dessecação). Deve ser aplicada em plantas em pleno crescimento vegetativo e livres de estresse, o qual reduz a atividade desse produto. Requer período de seis horas sem chuva, após aplicação, para ser absorvido. A água usada como diluyente na aplicação deve ser de qualidade, livre de argila em suspensão e excesso de sais, pois o 2,4-D e o glyphosate podem ser inativados por esses elementos. Requer período de oito a dez dias entre dessecação e semeadura da cultura.

#### **Paraquat** (Nome comercial: Gramoxone 200)

É herbicida total pós-emergente que pertence ao grupo químico bipyridílio. O mecanismo de ação é através da captura de elétrons provenientes da fotossíntese e respiração, formando radicais livres, que resultam na formação de radicais hidroxil e oxigênio livre (singleto), os quais promovem a peroxidação dos lipídeos das membranas celulares, ocasionando vazamento do conteúdo celular e morte do tecido.

É herbicida usado extensivamente como dessecante no sistema plantio direto. Pode ser usado em aplicações em área total em pré-emergência das culturas e pós-emergência de plantas daninhas e em aplicações dirigidas, com a cultura já



estabelecida. A dose indicada varia de 0,3 a 0,6 kg ha<sup>-1</sup>, dependendo das espécies a serem controladas.

Os sintomas aparecem em poucas horas após aplicação, quando as folhas murcham e surgem manchas com aspecto encharcado, que evoluem para necrose total da planta em até três dias após tratamento. O uso de espalhante aumenta sua atividade.

Paraquat é herbicida totalmente solúvel em água e apresenta pka = zero, kow = 4,5 e koc estimado de 1.000.000 mL/g de solo. É inativado ao entrar em contato com solo, por completa adsorção deste cátion à argila. Paraquat, devido à sua dupla carga positiva, forma complexos com os locais de carga negativa, só sendo recuperado por fragmentação da argila com ácido sulfúrico 18 N. Por esta razão, sua lixiviação é nula e a decomposição microbiana no solo é muito lenta.

Devido à alta adsorção do paraquat pelos colóides do solo, deve-se evitar o uso de água suja, com excesso de argila em suspensão, para aplicar este herbicida, sob risco de perda da eficiência do tratamento.

Plantas perenes com sistema radicular profundo podem rebrotar. As culturas de milho e sorgo não apresentam injúrias quando este herbicida é aplicado de forma dirigida nas entrelinhas e na base das plantas da cultura, após estas terem alcançado 45 cm de altura. A ocorrência de chuva 30 minutos após aplicação não afeta a atividade deste herbicida.

### Referências bibliográficas

AHRENS, W. H. (Ed.). **Herbicide handbook**. 7. ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352 p.

CARDINA, J.; REGNIER, E.; SPARROW, D. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) competition and economic thresholds in conventional and no-tillage corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 43, p. 81-87, 1995.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431 p.

FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 70 p.

FOSTER, R. **Controle das plantas invasoras na cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. 46 p.

HALL, M. R.; SWANTON, C. J.; ANDERSON, G. W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 40, p. 441-447, 1992.

LOCATELLY, E.; DOLL, J. D. Competencia y alelopatia. In: DOOL, J. D. **Manejo e controle de malezas en el tropico**. Cali: CIAT, 1977. p. 25-34.

MARTINEZ, G.; MEDINA, J.; TASISTRO, A.; FISCHER, A. Sistemas de control de malezas em maiz (*Zea mayz* L.): efecto de metodos de control, densidad y distribucion del cultivo. **Planta Daninha**, v. 2, p. 46-56, 1982.

MEROTTO JÚNIOR, A.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de; HAVERROTH, H. S. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de. **Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas**. 1998. 83 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: Ed. Autor, 1998. 648 p.

SILVA, A. A. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 260 p.

SYNGENTA BRASIL. **Callisto**. Disponível em:

<<http://www.syngenta.com.br/cs/index.asp>>. Acesso em: 10 abr. 2006.

TEASDALE, J. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. **Weed Science**, v. 46, p. 447-453, 1998.

VAN ACKER, R. C.; SWANTON, C. J.; WEISE, S. F. The critical period of weed control in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Weed Science**, v. 41, p. 194-200, 1993.

VANGESSEL, M. J.; SCHWEIZER, E. E.; GARRETT, K. A.; WESTRA, P. Influence of weed density and distribution on corn (*Zea mays*) yield. **Weed Science**, v. 43, p. 215-218, 1995.

---

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a blue, sans-serif font with a green leaf-like graphic element above the letter 'a'.

**Trigo**

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: **Leandro Vargas**

Ana Lúcia V. Bonato, José A. Portella, Leila M. Costamilan, Márcia S. Chaves, Maria Imaculada P. M. Lima, Paulo Roberto V. da S. Pereira, Rainoldo A. Kochhann, Rita Maria A. de Moraes

**Expediente**

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins

Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 61). Disponível em:  
[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do61.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm)