

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO

Décio Karam¹, Michelle Barbeiro da Cruz² e Mauro Antônio Rizzardi³

Introdução

Um dos grandes entraves para a produção mundial de milho ainda é a presença de plantas daninhas na cultura. As perdas na produção ocasionadas pela interferência de plantas daninhas podem variar de 10% (Marcon et al., 2000) a 85% (Silva e Pires, 1990). Levando-se em consideração as perdas mundiais de produção da cultura do milho decorrentes da interferência de plantas daninhas, estimadas por Walker (1975), embora relatadas a mais de 25 anos, pode inferir que as perdas de produção do milho, na safra 2007/2008, no Brasil, decorrentes dos efeitos diretos das plantas daninhas pode ter chegado a aproximadamente 6 milhões de toneladas.

As plantas daninhas podem também diminuir a qualidade do produto, tanto por dificultar o seu desenvolvimento e beneficiamento, quanto por alterar suas características, além de encarecerem as práticas agrícolas e servirem de hospedeiras para pragas e doenças (Silva et al., 1998).

O manejo de plantas daninhas na cultura do milho deve enfatizar a utilização das diferentes estratégias de controle, considerando a infra-estrutura e a mão-de-obra disponíveis na propriedade, para a obtenção de um bom resultado na produção. A busca de alternativas que diminuam os custos, mantendo ou melhorando a eficiência do controle de plantas daninhas, está diretamente relacionada com um sistema integrado de práticas agrícolas. O manejo integrado de plantas daninhas deve ser utilizado com o objetivo de racionalização do uso dos herbicidas, do ambiente e dos custos de produção. Os principais métodos de controle são: preventivo, cultural, mecânico e químico

¹ Eng. Agr., M.Sc., Ph.D.; Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424 Km 45, Sete Lagoas MG, CEP 35701-970, karam@cnpmc.embrapa.br

² Doutoranda Universidade Federal de Viçosa, michellecruz@terra.com.br

³ Eng. Agr., M.Sc., Dr., Prof., Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAM/UPF), rizzardi@upf.br

Métodos de Controle

Preventivo

A importância do método preventivo está na premissa de evitar a introdução, o estabelecimento e a disseminação de novas espécies de plantas daninhas. Práticas preventivas como utilizar sementes de boa qualidade, provenientes de campos controlados e livre de disseminulos, promover a limpeza rigorosa de todas as máquinas e de todos os implementos, antes de serem transportados para outras, controlar o desenvolvimento das invasoras, impedindo, ao máximo, a produção de sementes e/ou estruturas de reprodução nas margens de cerca, estradas, terraços, pátios, canais de irrigação ou qualquer outro local da propriedade, controlar focos de infestação e, utilizar a rotação de culturas e de herbicidas devem ser adotadas para evitar a disseminação (Grazieiro et al., 2001).

Cultural

O método de controle cultural normalmente é utilizado pelos agricultores sem que estes tenham a noção de estar utilizando mais uma técnica de manejo de plantas daninhas. Esse método consiste na utilização das características da cultura e do meio ambiente que aumentem a capacidade competitiva das plantas de milho, favorecendo seu crescimento e desenvolvimento.

Uso de variedades adaptativas

A escolha de cultivares que se desenvolvem mais rapidamente e cobrem o solo de maneira mais intensa, controlam melhor as plantas daninhas e sofrem menos com a interferência que venha surgir. Assim, devem-se escolher aquelas cultivares mais adaptadas à região, capazes de apresentar resistência, ou tolerância, às principais pragas e doenças que predominam a região, além de boa produtividade.

Densidade de semeadura e espaçamento

A modificação no arranjo de plantas possibilita o maior e mais rápido fechamento do solo no espaçamento mais estreito e na densidade mais elevada, o que aumenta a competição da cultura e favorece a supressão das plantas daninhas. O arranjo mais equidistante das plantas de milho com redução do espaçamento entre fileiras diminui o potencial de crescimento das plantas daninhas por aumentar a quantidade de luz interceptada pelo dossel da cultura.

A densidade de plantio, número de plantas por unidade de área, apresenta importante papel no rendimento de uma lavoura. Cada cultura apresenta uma densidade ótima (quando o rendimento é máximo), que é variável para cada situação e depende de três condições: cultivar, disponibilidade hídrica e disponibilidade de nutrientes.

A escolha de um híbrido de milho de menor porte permite cultivos em menores espaçamentos e maiores densidades. Estes híbridos se desenvolvem precocemente, apresentando pouca massa vegetal, o que proporciona uma maior penetração da luz solar na lavoura.

Época de plantio

A época de plantio é limitada por determinados fatores, como a disponibilidade hídrica, temperatura e radiação solar. A época mais adequada para o plantio do milho é aquela em que o período de floração coincide com os dias mais longos do ano e a etapa de enchimento de grãos, com o período de temperaturas mais elevadas e alta disponibilidade de radiação solar, desde que sejam satisfeitas as necessidades de água pela planta (Gomes, 1991). Nas condições tropicais, devido à menor variação da temperatura e do comprimento do dia, a distribuição de chuvas é que geralmente determina a melhor época de semeadura.

Uso de cobertura morta

A crescente utilização do sistema de semeadura direta está relacionada à maior dificuldade de controle de plantas daninhas e ao incremento da necessidade de herbicidas em algumas culturas. A impossibilidade de revolvimento do solo na semeadura direta implica a não-eliminação das plantas daninhas por meio da operação de preparo do solo para a semeadura. Por outro lado, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo restringe a emergência de plantas daninhas, em comparação com o solo descoberto. Com a utilização de culturas de cobertura, procura-se aproveitar tanto o efeito físico quanto o alelopático dessas plantas.

No sistema de plantio direto, antes da semeadura da cultura é necessária à realização da operação de manejo, com o objetivo de controlar plantas daninhas e formar a cobertura morta na qual a cultura será semeada. O manejo mecânico pode ser realizado com roçadeiras, rolo facas ou mesmo grades niveladoras de disco destravadas. A eficiência desse método depende da época de sua

realização, sendo esta normalmente mais eficiente quando realizada no estágio de florescimento pleno da cobertura vegetal.

Alelopatia

As plantas daninhas podem ter seu desenvolvimento suprimido ou estimulado por meio de plantas vivas ou de seus resíduos, os quais liberam substâncias químicas no ambiente (Rice, 1984). A utilização da alelopatia para o manejo de plantas daninhas, é sugerida por Kohli et al. (1998), através de três propostas: (i) transferência de genes responsáveis pela síntese de aleloquímicos entre as culturas; (ii) uso de rotação de culturas, combinando culturas companheiras capazes de reduzir a população de plantas daninhas por meio do seu potencial alelopático e; (iii) uso de aleloquímicos obtidos das plantas como herbicidas, sendo um método seguro e efetivo, uma vez que são produtos naturais biodegradáveis e não persistem no solo como poluentes.

Rotação de culturas

Através da alternância temporal do cultivo de diferentes espécies vegetais numa determinada área, há a modificação da intensidade de competição e os efeitos alelopáticos a que são submetidas às plantas daninhas, além de poder se utilizar de uma rotação de herbicidas em uma mesma área de cultivo, dificultando a perpetuação de espécies e o aparecimento de biótipos resistentes (Oliveira e Constantin, 2001; Gazzieiro et al., 2001).

Mecânico

O controle físico é realizado através da ação de arrancar ou cortar as plantas daninhas. Este método pode ser realizado manualmente ou com o auxílio de ferramentas e implementos.

Capina manual

A capina manual é um método amplamente utilizado em pequenas propriedades. Geralmente, os produtores utilizam duas a três capinas com enxada durante os primeiros 40 a 50 dias da lavoura. A partir daí, o crescimento da cultura contribuirá para a redução das condições favoráveis à germinação e ao desenvolvimento das plantas daninhas. A capina deve ser realizada evitando solos úmidos, preferencialmente em dias quentes e secos. Esse método de controle demanda grande quantidade de mão-de-obra, visto que a produtividade dessa operação é de aproximadamente 8 dias-homem ha⁻¹ (Silva et al., 1987).

Capina mecânica

A capina mecânica utiliza cultivadores que podem ser tracionado por animais ou tratores. As capinas mecânicas, assim como as manuais, devem ser realizadas nos primeiros 40 a 50 dias após a emergência da cultura. Nesse período, os danos ocasionados à cultura são minimizados. O cultivo deve ser realizado superficialmente, de preferência em dias quentes e secos, com solo seco, aprofundando-se as enxadas o suficiente para o arranquio ou o corte das plantas daninhas. As capinas mecânicas são geralmente realizadas com enxadas do tipo asa-de-andorinha ou picão. A produtividade desse método é de aproximadamente 0,5 a 1 dia-homem ha⁻¹ (tração animal) e 1,5 a 2,0 homens ha⁻¹ (tratorizada) (Silva et al., 1987).

Químico

Dentre os métodos disponíveis de controle de plantas daninhas, o químico é atualmente o mais utilizado, sendo estimado que os herbicidas estejam sendo aplicados em mais de 65% da área cultivada com milho no Brasil. A alta taxa de utilização deste método de controle permite identificar problemas enfrentados pelos agricultores como resultado da aplicação dos herbicidas, estando estes relacionados à própria aplicação, ao meio ambiente, à saúde humana e ao surgimento de plantas resistentes.

Quando da utilização do controle químico, o agricultor deve sempre empregar herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, bem como nas Secretarias Estaduais de Agricultura, pois o registro desses produtos significa que eles foram avaliados tanto para sua eficácia agrônômica e seletividade para a cultura como também ao impacto ambiental e a toxicidade para a saúde humana. A seleção de um herbicida deve ser baseada nas espécies de plantas presentes na área a ser tratada, bem como nas características físico-químicas dos produtos.

Na aplicação, devem-se verificar as condições climáticas (temperatura e umidade relativa do ar, vento, e possibilidade de chuva), bem como as condições do solo e das plantas. Para a aplicação de herbicidas pré-emergentes, verificar as condições de umidade do solo para o manejo das plantas daninhas antes da sua emergência. As aplicações em pós-emergência são realizadas após a emergência das plantas daninhas e da cultura; devem ser observadas as condições em que se encontram as plantas daninhas, evitando aplicar os herbicidas em condições de estresse destas. É de grande importância verificar a persistência média no solo dos herbicidas

utilizados nas culturas antecessoras, uma vez que eles podem tornar-se fitotóxicos para a cultura seguinte. Levar em consideração, na escolha de um herbicida para o controle de plantas daninhas, o intervalo de segurança, que é o intervalo mínimo entre a aplicação e a colheita da cultura.

Um dos grandes entraves de utilização do controle químico de plantas daninhas está associado à seletividade dos herbicidas para a cultura na qual se deseja fazer o controle. Níveis diferenciados de sensibilidade de plantas de milho têm sido observados, resultando em maior ou menor segurança no uso dos herbicidas. Estádio de desenvolvimento das plantas, morfologia, absorção, translocação, condições ambientais, época de aplicação e metabolismo são importantes fatores na determinação da seletividade do herbicida.

Os herbicidas podem ser aplicados em diferentes fases de crescimento do milho (Figura 1). As alternativas de herbicidas registrados no MAPA para estas fases são apresentadas nas tabelas 1 e 2 (MAPA, 2008).

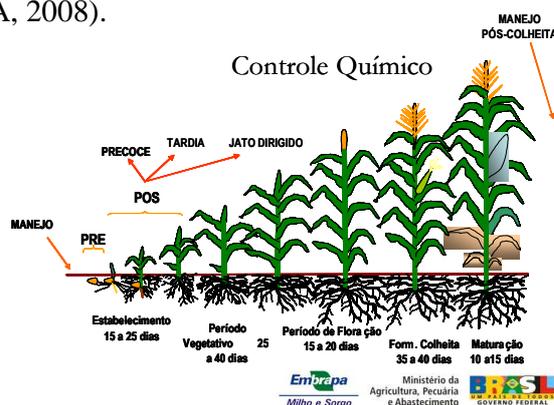


Figura 1. Épocas de aplicação de herbicidas na cultura do milho.

Aplicação em pré-semeadura (Manejo)

Esta aplicação consiste na eliminação de plantas daninhas antes da semeadura da cultura, utilizando-se herbicidas de contato ou sistêmicos. O período entre a aplicação do herbicida e a semeadura da cultura varia em função de características do herbicida, da dose utilizada, da cobertura vegetal antecessora, da textura do solo e das condições ambientais.

A ocorrência de elevada população de plantas daninhas no início do desenvolvimento da cultura pode proporcionar perdas acentuadas na produtividade se o controle não for adequado e

realizado nesta mesma época. Essa situação é freqüentemente observada quando a dessecação no sistema de plantio direto é realizada alguns dias antes da semeadura. Nesses casos, quando a cultura emerge, as plantas daninhas estão em estádios mais avançados de desenvolvimento, e, assim, a população destas plantas irá determinar a época em que o controle deve ser iniciado.

Nas aplicações de pré-semeadura, podem-se, em determinadas situações, utilizar herbicidas dessecantes em mistura com residuais. Essa prática pode ser vantajosa uma vez que, numa única operação, faz-se a dessecação da cultura antecessora que vai ser utilizada como cobertura morta e também a aplicação do herbicida residual ou pré-emergente, que terá o papel de manter a cultura de verão no limpo durante parte do seu ciclo.

Aplicação em pré-emergência (PRE)

Nesta modalidade de aplicação, os herbicidas são aplicados após a semeadura do milho, sendo que a grande maioria dos herbicidas aplicados pertence aos grupos químicos das triazinas e das amidas.

Herbicidas do grupo químico das triazinas (ametryne, atrazine, cyanazine e simazine) são utilizados na cultura do milho principalmente para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Em plantas sensíveis a esses herbicidas, há a germinação das sementes; porém, quando as plântulas emergem do solo e recebem luz são desencadeadas reações que afetam a fotossíntese, que levarão à morte da plântula.

Com a finalidade de ampliação do espectro de controle, herbicidas do grupo das triazinas têm sido misturados com herbicidas do grupo das amidas normalmente com s-metolachlor e alachlor. Esses produtos proporcionam controle eficiente da maioria das espécies infestantes e apresentam seletividade para o milho. As triazinas também são empregadas em pós-emergência precoce, destacando-se atrazine, que proporciona bons níveis de controle de plantas daninhas dicotiledôneas.

Herbicidas do grupo químico das amidas (acetoachlor, alachlor, dimethenamid e s-metolachlor) possuem mecanismo de ação associado à inibição da parte aérea das plantas. São absorvidos durante o processo germinativo das sementes das plantas daninhas, interferem em diversos processos bioquímicos da plântula e inibem a divisão celular, a síntese de lipídeos, ácidos graxos, ceras foliares, terpenos, flavonóides, proteínas e divisão celular, e também, por

interferirem na regulação hormonal (Weed, 1994; Liebl, 1995); controlam grande número de espécies mono e dicotiledôneas. As plantas sensíveis são mortas antes da emergência, sem que haja inibição da germinação das sementes nem parada imediata do crescimento, porém o crescimento da raiz é menos sensível que o crescimento da parte aérea (Weed, 1994).

O herbicida metolachlor é formado por dois isômeros R e dois isômeros S que estão presentes em proporções iguais no herbicida. O isômero S apresenta maior atividade herbicida do que o isômero R (Moser et al., 1983). Com o conhecimento dessa propriedade, Blaser e Sindler (1997), desenvolveram um novo sistema catalítico que produziu uma nova substância enriquecida (>80%) com o S-isômero, a qual foi denominada s-metolachlor ((S)-2-Chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl) acetamide).

O efeito fitotóxico desse grupo de herbicida pode ser observado após a germinação das plântulas, caracterizando-se pela não abertura do coleótilo e pelo enrugamento das folhas definitivas, causados pelo menor crescimento da nervura central em relação ao crescimento do limbo foliar (Figura 2).



Figura 2. Sintomas de fitointoxicação do herbicida s-metolachlor em planta de milho.

O herbicida isoxaflutole inibe a síntese de carotenos; tem atividade e absorção foliar principalmente quando misturado com adjuvantes à base de óleo vegetal, podendo ser aplicado antes da semeadura para controlar algumas gramíneas existentes, apresentando efeito residual para controlar as plantas que germinarem no início do ciclo do milho. Seu espectro de controle é melhorado quando é misturado com herbicidas com atrazine. O controle das plantas sensíveis poderá ser observado pela não-emergência das plantas daninhas, ou pela emergência de plântulas com sintomas de branqueamento das folhas, com posterior morte das plantas. Os sintomas de branqueamento aparecem, inicialmente,

nas bordas e nas pontas das folhas e são mais evidentes em folhas novas.

No sistema de semeadura direta, ocorre maior acúmulo de palha na superfície do solo, podendo afetar o comportamento de herbicidas aplicados em pré-emergência, os quais ficam mais expostos à radiação solar, às altas temperaturas e à adsorção nos resíduos vegetais. Alguns produtos, como atrazine, possuem boas perspectivas de uso em pré-emergência sobre palhadas, uma vez que são facilmente lixiviados para o solo com chuvas que ocorram logo após a aplicação. Outros produtos pertencentes ao grupo das amidas possuem problemas de retenção na palha, quando utilizados em pré-emergência em plantio direto.

As alterações da quantidade de água na interação herbicida-solo-palha nos primeiros dias após a aplicação dos herbicidas amidas podem ser responsáveis pela maior variação dos efeitos destes herbicidas em relação a outros aplicados ao solo, como isoxaflutole.

Acetochlor tem sido mais eficaz do que s-metolachlor no controle de gramíneas quando aplicado sobre a palha no sistema de semeadura direta e sem chuva após a aplicação, indicando que acetochlor é mais estável nessas condições. Quando ocorre chuva logo após a aplicação, s-metolachlor é mais eficaz do que acetochlor e alachlor. Isso indica que a chuva remove os herbicidas da palha levando-os até o solo, onde s-metolachlor é dissipado mais lentamente, por ter estrutura química mais estável e maior adsorção aos colóides orgânicos e minerais do solo, resultando em maior persistência e controle das plantas daninhas.

Aplicação em pós-emergência (POS)

Esta aplicação é realizada quando as plantas daninhas e a cultura se encontram emergidas. Alguns herbicidas recomendados para serem aplicados em pré-emergência, como as triazinas, também podem ser aplicados em pós.

Com o registro no Brasil de herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias (nicosulfuron e foransulfuron + iodosulfuron methyl), abriram-se novas perspectivas para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. As sulfoniluréias inibem a acetolactato sintase (ALS), impedindo a síntese de aminoácidos essenciais, como valina, leucina e isoleucina. O sintoma típico de fitotoxicidade destes herbicidas consiste em descoloração da porção mediana da lâmina das folhas centrais da planta, que se encontra em fase de

expansão no momento da aplicação, sendo esse sintoma mais expressivo até sete dias após a aplicação do produto (Figura 3). A seletividade da cultura do milho as sulfoniluréias deve-se à capacidade do milho em metabolizar o produto em compostos não ativos. Cultivares tolerantes parecem metabolizar estes herbicidas mais rapidamente. A partir da existência de tolerância diferencial de híbridos de milho as sulfoniluréias, a sua utilização deve ser restrita a determinados cultivares que tolerem o produto.



Figura 3. Sintomas de fitointoxicação do herbicida nicosulfuron em planta de milho.

A agricultura moderna está utilizando recursos de biotecnologia para proteger e aumentar a produção agrícola. O recente desenvolvimento e comercialização de híbridos de milho que são resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (inibidores da ALS) introduzem novas oportunidades de controle em pós-emergência de espécies daninhas na cultura do milho, além de possibilitar a utilização alternada de herbicidas com mecanismos de ação diferentes. Linhagens de milho tolerantes aos herbicidas imidazolinonas possuem maior habilidade em metabolizar esse tipo de herbicida. Relatos indicam que linhagens tolerantes metabolizam rapidamente o herbicida, mesmo quando doses de imazethapyr são aplicadas em quatro vezes a sua dose normal. Deve ser enfatizado que herbicidas imidazolinonas não podem ser utilizados universalmente em todos os genótipos de milho, mas apenas naqueles que sejam tolerantes.

Outra alternativa de herbicida em pós-emergência disponibilizada recentemente é o carfentrazone. Este herbicida pode ser utilizado para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Seu modo de ação consiste na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), envolvida na biossíntese da clorofila, resultando no acúmulo de protoporfirinogênio IX (PPIX) no citoplasma (Sherman *et al.*, 1991; Dayan *et al.*, 1997). Na presença de luz, PPIX forma oxigênio singlete, que é

responsável pela morte das plantas através da peroxidação das membranas (Devine *et al.*, 1993). Devido à esta ação, os sintomas de fitotoxicidade (Figura 4 A) podem ser observados dentro de poucas horas após a aplicação, sendo a morte da planta constatada em uma semana (Daylan *et al.*, 1997).

Recentemente uma nova família de herbicidas, triquetonas, foi descoberta e vem sendo comercializada. Mesotrione, o primeiro herbicida a ser disponibilizado desta família, foi obtido através do isolamento de um aleloquímico (leptospermone) secretado pela planta da espécie *Callistemon citrinus* (Syngenta, 2004). O modo de ação das triquetonas consiste na inibição da biossíntese de carotenóides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxfenilpiruvato-dioxigenase) nos cloroplastos. Os sintomas fitotóxicos observados envolvem o branqueamento das plantas sensíveis (Figura 4 B) com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de 1 a 2 semanas (Lee, 1997; Wichert *et al.*, 1999).

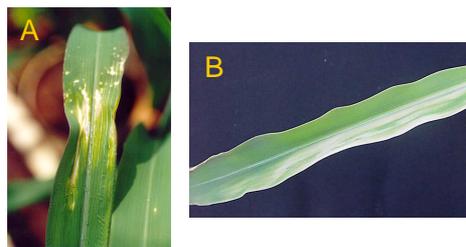


Figura 4. Sintoma de fitointoxicação do herbicida carfentrazone-ethyl (A) e do herbicida mesotrione (B) em planta de milho.

O herbicida aplicado em pós-emergência deverá ser adequadamente absorvido pelas plantas daninhas para que o controle das mesmas seja eficaz. A eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência está condicionada, sobretudo, às condições climáticas no momento da aplicação e ao estágio de desenvolvimento das plantas daninhas.

Aplicação dirigida (jato dirigido)

A aplicação dirigida de herbicidas pode ser realizada quando ocorrerem falhas de aplicação ou de funcionamento do herbicida ou, mesmo, em estratégias de controle seqüencial das plantas daninhas. As aplicações seqüenciais podem possibilitar melhores resultados por proporcionarem, por meio da primeira aplicação, o controle no início do período de competição, ao passo que a segunda aplicação

possibilita o controle das plantas não afetadas inicialmente e também daquelas que emergiram após a primeira aplicação.

A aplicação dirigida ou na entrelinha do milho é realizada quando o milho está com cerca de 50 a 80 cm de altura, procurando-se atingir apenas a entrelinha da cultura. Adaptações, como a colocação de pingentes para aproximar os bicos do solo e a pulverização atingirem apenas a área da entrelinha e a troca para pontas que trabalham com pressões baixas (15 a 20 lbs pol⁻²), tem evitado a deriva.

O uso de paraquat, em jato dirigido, nas entrelinhas do milho é uma prática que vem sendo utilizada em diversas regiões, sem interferir negativamente no desenvolvimento da cultura. Essa prática minimiza possíveis interferências de plantas daninhas que escaparam ao controle dos herbicidas aplicados em pré-emergência ou aquelas que emergiram após a aplicação de herbicidas de pós-emergência. Além disso, é uma estratégia eficiente na redução no banco de sementes de plantas daninhas e no manejo de biótipos de plantas resistentes a herbicidas.

Na aplicação dirigida, apesar de as folhas baixas serem pulverizadas diretamente, ocasionando, com isso, sintomas visuais de necrose e perda de área foliar verde, as plantas de milho são capazes de compensar essa perda e, ainda, de alcançar um bom rendimento de grãos, através da redistribuição de carboidratos acumulados na planta.

Resistência

A utilização freqüente ou em seqüência de herbicidas de mesmo modo de ação tem ocasionado o surgimento de plantas daninhas resistentes, dificultando e aumentando o custo do controle destas plantas invasoras. Mundialmente, 315 biótipos resistentes já foram relatados sendo estes pertencentes a 183 espécies. Em 2007, o maior número de plantas daninhas resistentes era para os herbicidas da família das sulfoniluréias e das triazinas. O aparecimento de plantas daninhas resistentes depende de fatores como adaptabilidade ecológica e capacidade de se proliferar, longevidade e dormência das sementes da espécie ou do biótipo sob seleção, freqüência de utilização de herbicidas com mesmo mecanismo de ação e a sua persistência no solo, bem como a eficácia do herbicida e os métodos adicionais empregados no controle das plantas daninhas.

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

Resíduo

É muito importante conhecer a persistência média no solo dos herbicidas utilizados nas culturas antecessoras, uma vez que o acúmulo de herbicidas no solo pode tornar-se um problema aos agricultores que trabalham com culturas de sucessão. O uso de fomesafem em feijão e diclosulan na soja por agricultores que utilizam o sistema de cultivo de sucessão, têm causado intoxicação de plantas de milho cultivadas após estas culturas aplicadas com estes herbicidas.

Aplicações de herbicidas realizadas em condições climáticas desfavoráveis têm o risco do produto não atingir o alvo na dose eficaz de controle, assim como às vezes pode atingir locais indesejáveis causando danos à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

O vento pode ocasionar deriva dos herbicidas na hora da aplicação, diminuindo a quantidade desejada e/ou carregando o produto para áreas vizinhas. Ventos fortes aumentam os problemas de fitotoxicidade e ineficácia observados nas derivas. Uma maneira de minimizar o efeito do vento é a utilização de bicos de pulverização apropriados às condições mais adversas e a redução da altura de aplicação. Quanto mais alto a barra de pulverização maior será a deriva.

Literatura citada

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 12 julho 2008.

BLASER H.U.; SPLINDER, F. **Enantioselective catalysis for agrochemicals: the case history of the DUAL MAGNUM[®] herbicide.** *Chimmia*, 1997, p. 297-299.

DAYLAN, F. E.; DUKE, S.O.; WEETE, J. D.; HANCOCK, H. G. Selectivity and mode of action of carfentrazone-ethyl, a novel phenyl triazolinone herbicide. **Pesticide Science**. v. 51, n. 1, p. 65-73. 1997

DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action. In: DEVINE, M.D.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of Herbicide Action**. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall, p. 177-188. 1993.

GAZZIEIRO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; PRETE, C. E. C.; et al. **As plantas daninhas e a semeadura direta**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2001. p. 59 (Embrapa-CNPSO. Circular Técnica, n. 33).

GOMES, J. Parâmetros ambientais e época de semeadura. In: IAPAR. **A Cultura do milho no Paraná**. Londrina, 1991. P. 51-61. (IAPAR. Circular, 68).

KOHLI, R. K.; BATISH, D.; SINGH, H. P. Allelopathy and its implications in agroecosystems. **J. Crop. Prod.**, v. 1, n. 1, p. 169-201, 1998.

LEE, D. L. The discovery and structural requirements of inhibitors of hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. **Weed Science**. 45:601-609. 1997

LIEBL, R. Cell growth inhibitors (cloroacetamides, cabomothioates, napropamide, bensulide), In Liebl, R. **Herbicide action**. West Lafayette: Purdue University, v. 1, 1995. p. 200-224.

MOSER, H.; RIHS, G.; SAUTER, H. P.; BÖHNER, B. Atropisomerism, chiral center and activity of metolachlor. In: Miyamoto, J.; Kearney, P.C.; Doyle P.; Fujita, T. **IUPAC Pesticide Chemistry: human welfare and environment**. Oxford: Pergamon Press, 1983, p. 315-320.

OLIVEIRA, R. S., CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2001. 362p.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. Ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p.

SHERMAN, T. D.; BECERRIL, J. M.; MATSUMOTO, H.; DUKE, M. V.; JACOBS, J. M.; JACOBS, N. J.; DUKE, S. O. Physiological basis for differential sensitivities of plant species to protoporphyrinogen oxidase inhibiting herbicides. **Plant Physiology**. Bethesda, v. 97, p. 280-287. 1991.

SILVA, J. B.; PIRES, N. M. Controle de plantas daninhas para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 17-20, 1990.

SILVA, J. B. CRUZ, J. C.; SILVA, A. F. Controle de plantas daninhas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Sete Lagoas, 1987. p. 31-41 (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 4).

SILVA, J. B.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E. Determinação do período de interferência de plantas daninhas em milho fundamentado nos estádios fenológicos da cultura. **O Ruralista**, Belo Horizonte, v. 35, n. 440, set. 1998.

SYNGENTA. Disponível em: <<http://www.syngenta.com.br>>. Acesso em 20 out. 2004.

WALKER, P. T. Pest control problems (pre-harvest) causing major losses in world food supplies. **FAO Planta Protection Bulletin**, Rome, v. 23, p. 70-77, 1975.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMÉRICA. **Herbicide handbook**. 7. Ed. Champaign: 1994. p. 352.

WITCHERT, R. A.; TOWNSON, J. K.; BARTLETT, D. W.; DROST, D. C.
 Technical overview of ZA1296, a new corn herbicide from ZENECA. Weed Sci.
 Soc. Am. Abstr. 39-65. 1999.

Tabela 1 – Herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas na cultura do milho.

Princípio Ativo	Época de Aplicação	Modo de ação
acetolachlor	PR É	DV parte aérea
alachlor	PR É	DV parte aérea
ametryn	P Ó S	FOTO II
amicarbazone	PR É e P Ó S	FOTO II
atrazine	PR É	FOTO II
atrazine + simazine	PR É e P Ó S	FOTO II
bentazon	P Ó S	FOTO II
carfentrazone - ethyl	P Ó S	PRO
cyanazine	PR É	FOTO II
2,4 -D	PR É e P Ó S	AUX
dimethenamid	PR É	DV parte aérea
foramsulfuron + iodossulfuron methyl	P Ó S	ALS
glufosinato de amônio	Jato dirigido	GLU
imazapic + imazapyr ¹	P Ó S	ALS
isoxaflutole	PR É	CAR
linuron	PR É	FOTO II
mesotrione	P Ó S	CAR
nicosulfuron	P Ó S	ALS
paraquat	Jato dirigido	FOTO I
s -metolachlor	PR É	DV parte aérea
pendimethalin	PR É	DV raiz
simazine	PR É	FOTO II
trifluralin	PR É	DV raiz

¹ – Somente recomendado para o sistema de produção CLEARFIELD. Consultar a empresa responsável pelo produto para informações sobre as cultivares recomendadas.

ALS – Herbicidas inibidores da enzima acetolato sintase; AUX - Auxina – Herbicidas hormonais – mimetizadores da auxina; CAR - Caroteno – Herbicidas inibidores da síntese de caroteno; DV - Divisão Celular – Herbicidas inibidores da divisão celular; EPSPs – Herbicidas inibidores da enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase; FOTO - Fotossíntese – Herbicidas inibidores da fotossíntese (FSI e FSII); GLU - Glutamina – Herbicidas inibidores da enzima glutamina sintetase; PRO - Protóx – Herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogenio oxidase

Tabela 2 – Herbicidas registrados para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho em pré-plantio e pós-colheita.

Princípio Ativo	Época de Aplicação	Modo de ação
glufosinato de amônio	Dessecante	GLU
2,4-D	Dessecante	AUX
glyphosate	Dessecante	EPSPs
paraquat	Dessecante	FOTO I
glyphosate potassium	Dessecante	EPSPs

AUX - Auxina – Herbicidas hormonais – mimetizadores da auxina; EPSPs – Herbicidas inibidores da enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase; FOTO - Fotossíntese – Herbicidas inibidores da fotossíntese (FSI e FSII); GLU - Glutamina – Herbicidas inibidores da enzima glutamina sintetase.