

Manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja



Leandro Vargas¹, Erivelton Scherer Roman¹



Introdução

O controle inadequado de plantas daninhas (espécie vegetal que se desenvolve onde não é desejada) é um dos principais fatores relacionados à redução do rendimento de soja.

As plantas daninhas competem com a cultura de soja pelos recursos (luz, água, nutrientes e espaço). Essa competição é importante, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, devido à possíveis perdas na produtividade, que podem ser superiores a 80% ou até mesmo, em casos extremos, inviabilizar a colheita.

As plantas daninhas apresentam características que lhes conferem elevada agressividade, mesmo em ambientes adversos ao desenvolvimento vegetal. As

¹ Eng.-Agr^o., 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

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 produtividade e disseminação de propágulos. Essas espécies afetam diretamente a vida dos agricultores, independentemente do tamanho da propriedade, quer seja minifúndio ou latifúndio, devido à competição com as espécies cultivadas. Assim, o rendimento torna-se reduzido e os custos de produção aumentam, resultando na diminuição da renda do agricultor.

Além de reduzir a produtividade das culturas, as plantas daninhas podem causar outros problemas, como: reduzir a qualidade dos grãos, provocar maturação desuniforme, causar perdas e dificuldades na operação da colheita e servir de hospedeiro para pragas e doenças. Também podem liberar toxinas altamente prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. Contudo, apesar de as plantas daninhas apresentarem vários aspectos negativos, sob o ponto de vista botânico e ecológico, elas 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 daninhas, favorecendo o manejo dessas em culturas, principalmente sob sistema plantio direto (Silva et al., 1999).

A competição é a disputa que se estabelece entre a cultura econômica/com fins econômicos e as plantas daninhas por água, luz, nutrientes e dióxido de carbono disponíveis em determinado local e tempo. Em razão de esta 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 e Doll, 1977). Trata-se de um fenômeno natural em uma comunidade de plantas em que existem recursos limitados, tendendo a ser maior e mais prejudicial a ambos os competidores, quanto mais semelhantes forem as exigências ambientais e o hábito vegetativo das mesmas.

Nos ecossistemas agrícolas, as plantas daninhas levam vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas, pois o melhoramento genético das espécies cultivadas objetiva obter acréscimo na produtividade econômica, e isso quase sempre é acompanhado por decréscimo no potencial competitivo (Pitelli, 1985). Outro aspecto importante é a grande agressividade, ou seja, a grande capacidade de sobrevivência de plantas daninhas, diminuindo ou impedindo que as plantas cultivadas tenham acesso aos recursos. Dessa forma, em algumas situações ocorre grande disputa entre as culturas econômicas e as plantas daninhas para obtenção dos 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 de plantas daninhas 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. Na cultura de soja, o controle de plantas daninhas pode ser feito usando-se um ou mais dos métodos de controle, que são: preventivo, cultural, mecânico, químico e biológico. O agricultor também pode usar o controle integrado, no qual mais de um desses métodos é adotado. O uso do controle integrado facilita o controle de plantas daninhas durante todo ciclo da cultura. As práticas culturais, como preparo do solo, adubação, escolha da cultivar, época de semeadura, número de plantas por área e rotação de culturas devem ser empregadas, visando beneficiar ao máximo a cultura, e em alguns casos podem reduzir, ou até mesmo eliminar, a necessidade do uso de outros métodos de controle.

Período crítico de competição

Período crítico de competição é o período, a partir da semeadura ou da emergência da cultura, em que as plantas daninhas devem ser controladas com eficiência para evitar perda quantitativa e/ou qualitativa da produção. Na prática, esse deve ser o período que as capinas e/ou o efeito residual dos herbicidas devem atuar.

O período crítico de competição da cultura de soja para Durigan et al. (1983) é de 30 a 50 dias após a emergência, variável com a cultivar. Para Eaton et al. (1976) e para Harris & Ritter (1987) este período vai dos 14 aos 42 dias após a emergência da

cultura e para Spadotto et al. (1994) o mesmo é de 21 a 31 dias após a emergência da cultura de soja. Entretanto, Van Acker et al. (1993), constataram que, em média, a cultura de soja deve estar livre de competição dos nove aos 38 dias após a emergência, ou seja, quando a cultura encontra-se entre os estádios V2 e R3. Esse autor ainda salienta que normalmente o período crítico é referido em dias ou semanas e não é relacionado ao estágio da cultura, o que limita sua aplicação. A determinação do período crítico e sua correlação com o estágio de desenvolvimento poderá reduzir a discordância existente entre as pesquisas e aumentar a precisão da informação (Van Acker et al., 1993).

O período crítico de competição para a cultura de soja é variável e seu final é referido, em alguns casos, como sendo quatro semanas e, em outros casos, seis semanas após a emergência da cultura. Os resultados de pesquisa obtidos por Eaton et al. (1976), Durigan et al. (1983), Harris e Ritter (1987), Van Acker et al. (1993) e Spadotto et al. (1994) demonstram que o período crítico de competição varia de acordo com a cultivar, o tipo de solo, o tipo de análise usada, a ocorrência de chuva, a data de semeadura, e a temperatura, entre outros fatores. Isso demonstra que cada situação poderá ter um período crítico de competição diferente em número de dias, mas deverá ser semelhante no estágio de desenvolvimento da cultura.

O controle de plantas daninhas deve ser eficiente durante o período crítico, pois a pesquisa indica que os maiores prejuízos são observados nesse período, e que após esse período, soja já apresenta adequada cobertura do solo e não é mais afetada pela competição, ou seja, a competição torna-se “tolerável” por não afetar o rendimento. É importante salientar que mesmo após o período crítico, algumas espécies daninhas, como as *Ipomoeas* (corda-de-viola) e as *Sennas* (fedegoso), podem causar problemas consideráveis na colheita, como embuchamento e quebra da navalha. Assim, essas espécies requerem cuidados especiais.

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 de controle). Algumas vezes uma infestação moderada de plantas daninhas poderá ser tão danosa à cultura quanto uma infestação pesada. Portanto, o número de plantas

daninhas por área que justifica o controle varia de acordo com a disponibilidade dos recursos (água, nutrientes, luz e espaço) e principalmente com a época de estabelecimento e a espécie daninha invasora. Esse é um dos motivos pelo qual ainda não se dispõe de níveis de dano econômico para a maioria de plantas daninhas.

Competição pelos recursos

A água é um recurso simples, escasso em quase todas as regiões, e a presença de espécies daninhas altamente eficientes no seu uso a torna fator limitante de produção na maioria das regiões (Griffin et al., 1989).

A umidade do solo afeta a intensidade da competição e os efeitos sobre a cultura de soja, pois as espécies daninhas apresentam comportamento competitivo diferente quando ocorre variação no nível de umidade. Os danos de *Xanthium strumarium* (carrapichão) e *Sorghum halepense* (sorgo de alepo) sobre a cultura de soja são maiores em condições de baixa umidade (Griffin et al., 1989). O *Xanthium strumarium* reduziu a produção de soja em 29% em condições de baixa umidade, e reduziu em 12%, em condições de elevada umidade (Mortensen e Coble, 1989). Isso demonstra que a capacidade competitiva dessa espécie é aumentada em condições de baixa umidade, o que é atribuído à maior eficiência no uso e na absorção da água (Mortensen e Coble, 1989), sendo também observado para *Amaranthus retroflexus* (Legere e Schreiber, 1989). Por outro lado, as plantas daninhas *Ambrosia artemisiifolia* L. e *Ipomoea hederacea* apresentam maior dano à cultura de soja em condições de elevada umidade (Griffin et al., 1989; Mosier e Oliver, 1995).

A falta de água limita o crescimento da planta e também reduz a eficiência fotossintética pelo fechamento dos estômatos, fazendo com que a produtividade seja reduzida.

A eficiência de uso da água é de grande importância em situações de deficiência. Certas espécies de plantas são capazes de usar menos água por unidade de matéria seca produzida do que outras, ou seja, apresentam maior eficiência no uso de água. Nesse sentido, a planta de milho, por apresentar rota fotossintética C4 (mais 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.

Dessa forma, a competição por água entre a cultura econômica e as plantas daninhas pode causar significativa redução do rendimento de soja, principalmente quando as plantas daninhas existentes na área possuem elevada agressividade na competição por esse recurso, como é o caso das espécies anteriormente citadas. Para controlar adequadamente as espécies daninhas é necessário conhecer o comportamento de cada espécie em cada nível de umidade de solo, pois uma espécie que não causa danos em situação de elevada umidade, pode ser altamente prejudicial em condições de baixa umidade.

A competição por nutrientes é outro fator importante, pois algumas plantas daninhas são mais eficientes do que soja na absorção desses elementos. Nesse tipo de competição devem-se levar em consideração a eficiência 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 econômica. Na verdade, em alguns casos 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 espécies cultivadas, por absorverem os nutrientes com maior eficiência e em maior quantidade. Assim, a adubação pode estimular o maior crescimento de plantas daninhas, reduzindo ainda mais a produtividade da cultura econômica. Entretanto, em casos em que a cultura apresenta maior absorção de nutrientes, a adubação proporcionará maior benefício a esta. Dessa forma, essa prática poderá ser eficiente, como no caso de competição entre soja e a planta daninha *Sesbania exaltata*, na qual a aplicação de nitrogênio favorece mais a cultura de soja do que a planta daninha (King & Purcell, 1997). Portanto, antes de usar

adubação deve-se ter conhecimento do efeito desta sobre a capacidade competitiva da população de plantas daninhas existentes na área.

A competição por luz é outro fator que pode afetar grandemente a produtividade de soja. As plantas necessitam de luz em quantidade suficiente para realizar fotossíntese. A habilidade competitiva da planta por luz depende da sua capacidade de assimilar CO₂ e utilizá-lo na fotossíntese, aumentando a área foliar e/ou o tamanho (Black et al., 1969). Na competição por luz, espécies como *Abutilon theophrasti*, *Datura stramonium*, *Senna obtusifolia* e *Ipomoea* spp levam vantagem por posicionarem suas folhas acima das folhas de soja. Já o *Xanthium strumarium* possui maior capacidade de realizar fotossíntese acima e abaixo do dossel, apresentando elevada capacidade de provocar redução do rendimento de soja, podendo reduzir em até 80% em casos extremos (Regnier & Stoller, 1989). Além disso, a maioria dessas plantas possui rota fotossintética C4 e, assim, têm ponto de compensação luminoso elevado, que lhe confere ampla adaptabilidade às condições tropicais. O *Xanthium strumarium* possui elevada capacidade de dano devido a fatores como alelopatia, elevada capacidade de absorver água e nutrientes e elevada capacidade competitiva por luz e espaço (Regnier & Stoller, 1989). A falta de luz, provocada pelo sombreamento de plantas daninhas que crescem mais que a cultura de soja, diminui a produção de fotoassimilados e em conseqüência disto, ocorre redução do crescimento da cultura afetando o número de flores e vagens, diminuindo a produção (Legere & Schreiber, 1989).

A cultura de soja apresenta elevada cobertura de solo, assim, as plantas daninhas que se desenvolvem entre suas fileiras recebem menor quantidade de luz e crescem menos, do que em culturas com baixa cobertura de solo, como milho. No manejo de plantas daninhas deve-se explorar ao máximo a capacidade competitiva da cultura sobre as plantas daninhas. Desse modo, as práticas culturais devem favorecer sempre a cultura. O aumento do número de plantas por área e a distribuição adequada dessas no terreno podem proporcionar maior cobertura do solo e, portanto, maior sucesso na competição com plantas daninhas.

O espaçamento entre as linhas da cultura econômica merece grande atenção, pois quanto menor o espaçamento adotado, menor será o tempo necessário para que

a cultura cubra a superfície do solo, reduzindo o espaço e sombreando as plantas daninhas. A adoção de menor espaçamento significa melhor distribuição das plantas no terreno, maior aproveitamento do espaço e da luz do sol e maior sombreamento, evitando novos fluxos germinativos de plantas daninhas. O espaçamento entre linhas recomendado para soja é de 35 a 50 cm, mantendo-se o número de plantas por área recomendado. O uso de espaçamento menor aumenta a capacidade competitiva de soja sobre as plantas daninhas devido à melhor distribuição do sistema radicular e à rápida cobertura do solo, provocando sombreamento das plantas daninhas (Legere & Schreiber, 1989).

A competição por água, nutrientes e luz é difícil de ser separada, já que esses estão interligados, pois a deficiência em um desses recursos afeta a capacidade competitiva da planta pelos demais (Fleck, 1992).

A capacidade competitiva da cultura de soja é uma característica que deve ser explorada para auxiliar o controle de plantas daninhas. A escolha de cultivares de estabelecimento rápido e uniforme de plântulas e crescimento vegetativo vigoroso, para obter cobertura do terreno em curto espaço de tempo, é de grande importância para reduzir os efeitos da competição das espécies daninhas sobre a cultura econômica. Para obter uma lavoura uniforme e com rápido estabelecimento, deve-se escolher cultivares adaptadas para a região, usar número de plantas adequado por área, com ampla distribuição (reduzir, de acordo com as possibilidades, ao máximo o espaçamento entre fileiras), o solo deve ser fértil e a nutrição adequada.

As plantas que emergem e se estabelecem primeiro em uma área tendem a levar vantagem em situação de competição. Desse modo, devemos adotar todas as práticas possíveis para que a espécie cultivada obtenha essa vantagem sobre as plantas daninhas.

Portanto, fica claro que a redução do rendimento de soja devido à competição é dependente da espécie daninha, do número de espécies de plantas daninhas existentes na área, da densidade dessas plantas, do tempo de competição e das condições climáticas, principalmente chuva e temperatura, sendo que o controle deve ser feito levando em consideração todos esses fatores.

Controle de plantas daninhas na cultura de soja

O controle de plantas daninhas consiste na adoção de certas práticas que resultam na redução da infestação, mas não necessariamente na completa eliminação ou erradicação. A redução da interferência de plantas daninhas, considerando-se uma cultura, deve ser feita até o nível em que as perdas pela interferência sejam iguais ao custo do 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 a atualidade são os mais variados possíveis, e atualmente, verifica-se grande evolução nesses. Eles abrangem desde o arranquio manual de plantas até o uso de sistemas e equipamentos sofisticados para mapear e erradicar plantas e sementes no solo.

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

Manejo de plantas daninhas antes da semeadura

O agricultor deve conhecer as plantas daninhas que infestam a área para embasar a escolha das práticas e/ou de 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, àquelas áreas com espécies de fácil controle.
- Preparo do solo - essa prática elimina as plantas daninhas estabelecidas e torna o ambiente favorável ao recebimento de sementes da cultura e à aplicação de herbicidas usados em pré-plantio incorporado ou pré-emergência.
- Preparo antecipado do solo - essa prática visa a induzir a emergência de plantas daninhas, que poderão ser controladas mecanicamente ou com aplicação de herbicidas totais antes da semeadura da cultura.

- Uso de cobertura morta e semeadura em época favorável à germinação – proporcionarão o estabelecimento rápido da cultura e reduzida 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 de 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 soja. A dessecação deve ser eficiente e deve controlar as plantas estabelecidas, evitando-se que essas permaneçam vegetando no local e interferindo no desenvolvimento da cultura. Deve-se ter cuidado na dessecação de áreas infestadas com espécies perenes, pois é comum encontrar lavouras de soja infestadas com essas espécies em que o agricultor realizou dessecação incorreta e não obteve controle eficiente. Com isso, a cultura de soja cresce competindo com plantas adultas. Nesses casos é necessário aplicar herbicidas específicos para controlar essas espécies.

Algumas plantas daninhas perenes com propagação vegetativa como a grama-seda (*Cynodon dactylon*) e o capim-massambará (*Sorghum halepense*) podem ser controladas antes da instalação da cultura de soja, com uso de herbicida total como glyphosate.

Manejo de plantas daninhas após a semeadura

Depois da semeadura da cultura econômica e antes da emergência de plantas daninhas, o agricultor dispõe da possibilidade de uso de herbicidas pré-emergentes. Após a emergência de plantas daninhas, o uso de herbicidas pós-emergentes é uma alternativa eficiente para controlar essas espécies. O emprego de herbicidas pós-emergentes depende da espécie e do estágio de desenvolvimento de plantas daninhas e da cultura alvo. O uso de associações de herbicidas é comum em algumas regiões.

Nesses casos, deve-se dar atenção à seletividade para a cultura e para o espectro de controle.

Monitoramento

O monitoramento das espécies ocorrentes na área e 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 de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Em casos 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 pré-emergentes.

Métodos de controle de plantas daninhas

Controle preventivo

No controle preventivo, o agricultor deve reduzir as possibilidades de introdução de propágulos, oriundos de outros locais, de plantas daninhas, principalmente em áreas ainda não infestadas. O objetivo desse tipo de controle é evitar a infestação e/ou a reinfestação das áreas em que as plantas daninhas sejam economicamente indesejáveis. Essa prática visa apenas à redução da infestação e não programa o controle para eliminar espécies que infestam a área.

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

Para colocar em prática o controle preventivo, o agricultor deverá: usar sementes certificadas, 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, margens da lavoura e caminhos (Silva et al., 1999).

Controle cultural

O controle cultural consiste em usar qualquer condição ambiental ou procedimento que promova o crescimento da cultura, tendendo a diminuir os danos de 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).

Tal controle usa principalmente as características da cultura para inibir o desenvolvimento de plantas daninhas. Assim, é necessário conhecer detalhadamente as características da cultura que está sendo instalada e das plantas daninhas envolvidas. Também é necessário conhecer a resposta dessas 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 e afetam negativamente as plantas daninhas, a tendência é de que as ervas sejam eliminadas ou tenham seu desenvolvimento reduzido.

Dessa forma, deve-se selecionar a cultura a ser implantada na área, para que esta obtenha a máxima vantagem sobre as plantas daninhas. Os tratos culturais devem ser realizados de forma a proporcionar o máximo benefício à cultura econômica, em relação às plantas daninhas. A escolha da cultivar adequada 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 econômica. A adubação do solo, a profundidade de semeadura e a época de semeadura devem ser favoráveis à rápida germinação das sementes, à emergência de plântulas e ao estabelecimento vigoroso e uniforme da cultura. O espaçamento entrelinhas pode ser reduzido até o máximo possível, para aumentar a cobertura de solo, diminuindo o espaço para as plantas daninhas.

A rotação de culturas impede o aumento de determinada espécie, em razão da monocultura. Algumas espécies de plantas daninhas adaptam-se melhor a determinadas culturas, assim, se a mesma cultura for cultivada em anos seguidos, a tendência é que as espécies daninhas que melhor se adaptam àquelas condições se tornem predominantes. A rotação, além de criar diferentes dinâmicas competitivas na

área, oportuniza o uso de diferentes tipos de herbicidas, colaborando para o controle de plantas daninhas na cultura de soja e nas culturas subseqüentes. A escolha das culturas a serem usadas deve levar em consideração as plantas daninhas existentes na área, além das características físicas, químicas e topográficas dessas.

Controle mecânico

O controle mecânico de plantas daninhas através do arranquio manual é a forma mais antiga usada pelo homem. O controle mecânico consiste no uso de equipamentos que eliminam as plantas daninhas através do efeito físico, como a enxada e os cultivadores. O uso de cultivadores para controle de plantas daninhas pode ser mais econômico para o agricultor. Mesmo após a introdução no mercado dos herbicidas, o uso desses equipamentos é comum, principalmente em pequenas propriedades, em que o emprego de outros métodos de controle é limitado devido à falta de equipamentos e à topografia do terreno. Em grandes propriedades o uso do controle mecânico de plantas daninhas é consideravelmente reduzido, em razão da necessidade de maior agilidade.

Os principais tipos de cultivadores são: com enxada fixa - arrastado através do solo por trator; e enxada rotativa – com acionamento através da tomada de força do trator e enxada rotativa de arrasto – é 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.
- Corte – consiste na separação da parte aérea das raízes.
- Dessecação – as raízes, rizomas e estolões são expostos e acabam morrendo por desidratação.
- Exaustão – a 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 é aquele que controla as plantas daninhas na entrelinha e cobre aquelas existentes na linha da cultura com solo (Foster, 1991).

O uso do controle mecânico, devido ao baixo rendimento, requer planejamento para evitar que a competição entre a cultura econômica 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, esse método é muito dependente das características da espécie daninha a ser controlada e do uso correto do equipamento, fazendo 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 desse método para controlar as espécies daninhas problema. Para isso, o agricultor deve 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 esse deve ser operado, por exemplo: plantas daninhas que se multiplicam através de estruturas vegetativas com rizomas e estolões podem ter seu número aumentado se o equipamento empregado fragmentar a planta.

Para plantas anuais e bienais, o controle mecânico é altamente eficiente, mas para plantas perenes que desenvolvem sistema radicular profundo há maiores dificuldades de controle. É importante, no entanto, que o equipamento esteja regulado, procurando-se eliminar as plantas daninhas, trabalhando somente a superfície do solo, para evitar possíveis danos às raízes da cultura (Foster, 1991).

As principais vantagens do método mecânico são: economicidade, eficiência 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; em período chuvoso, é inoperante e ineficiente e favorece a erosão (Foster, 1991; Fleck, 1992; Silva et al., 1999).

No sistema plantio direto, a cobertura morta exerce controle de plantas daninhas pelo seu efeito físico e provavelmente pelo efeito químico. A palhada atua sobre a passagem de luz, temperatura e umidade do solo e ainda pode liberar

substâncias alelopáticas, criando condições adversas para a germinação e estabelecimento das plantas daninhas.

Controle químico

Os herbicidas são a principal e mais eficiente ferramenta usada para controle de plantas daninhas na cultura de soja. O uso desses produtos em pré ou pós-emergência combinados com as práticas discutidas anteriormente são suficientes para garantir vantagem competitiva para a cultura de soja nos estádios iniciais e até mesmo durante todo o ciclo.

As principais vantagens do controle químico são: eficiência; evita 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; permite melhor distribuição de plantas da cultura econômica na área; controla as plantas daninhas na linha da cultura alvo; e é de rápida operação. Entre as desvantagens estão o custo, geralmente mais elevado que os outros métodos; exige equipamentos adequados; pode ser tóxico ao homem e aos animais; polui o ambiente e pode deixar resíduos no solo e nos alimentos.

O controle químico é importante principalmente em locais em que ocorre elevada infestação de plantas daninhas, baixa disponibilidade de água e nutrientes e o tempo disponível para controle é reduzido, devido ao tamanho da área ou à falta de equipamentos de elevado desempenho. Em grandes plantações de soja o controle químico é o método mais empregado, devido à agilidade e à eficiência.

Os agricultores que usam o método químico devem estar atentos para as interações existentes entre a variedade que está sendo empregada e o herbicida a ser aplicado, pois algumas cultivares são mais sensíveis do que outras a determinados herbicidas.

Atualmente o controle seletivo de plantas daninhas na cultura de soja pode ser feito em pré-plantio incorporado (PPI), em pré ou em pós-emergência. O número de herbicidas disponíveis para controle de plantas daninhas folhas largas e estreitas na cultura de soja é grande (mais de 40 ingredientes ativos). Contudo, 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 e reduz a quantidade de herbicidas inserida no ambiente.

Escolha do herbicida a ser aplicado

O grande número de ingredientes ativos registrados para a cultura de soja provoca dificuldades na hora de escolher qual o melhor produto para determinada situação. As dificuldades aumentam ainda mais com as possíveis associações desses compostos. Soja é a cultura que possui o maior número de ingredientes ativos registrados (Rodrigues & Almeida, 1994).

A escolha do herbicida a ser usado depende basicamente do custo do tratamento, da eficiência sobre as plantas daninhas que estão ocorrendo na área, do tipo de solo, do sistema de cultivo, da tolerância da cultura, da cultura que será usada em rotação e das culturas adjacentes.

Depois de escolhido o produto, deve-se decidir sobre a dose a ser usada. A dose de herbicida a ser empregada para produtos absorvidos pelas raízes das plantas, aplicados em pré ou pós-emergência, depende, além da cultura e das espécies daninhas, da textura, da CTC efetiva e da matéria orgânica do solo. Geralmente solos com textura leve e nível de matéria orgânica baixo requerem doses menores de herbicida do que solos pesados e com maior nível de matéria orgânica para proporcionar controle efetivo das plantas daninhas. A maioria dos herbicidas de solo possuem recomendação 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.

A persistência dos herbicidas é extremamente importante para proporcionar controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição e para determinar quais as culturas que poderão ser instaladas na próxima safra. Alguns herbicidas possuem longo efeito residual e, assim, podem causar danos a culturas implantadas posteriormente. A persistência de um herbicida varia de acordo com diversos fatores, como: adsorção, lixiviação, decomposição microbiana e química.

É importante que seja levado em consideração a persistência dos herbicidas, 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 realizado com muito cuidado. Nesses casos, antes de eleger a cultura a ser instalada na área o agricultor deve verificar a sensibilidade desta cultura aos produtos que foram aplicados. Atrazine é um produto que apresenta limitações para algumas culturas, como soja. O resíduo de alguns herbicidas pode permanecer durante longo período no solo. Fomesafen e imazaquin podem afetar a cultura de milho-safrinha.

Para facilitar a escolha do produto, o agricultor primeiramente deve conhecer quais as espécies daninhas que infestam a área, onde se localizam e em que proporções. Isso permite ao agricultor escolher entre os produtos aplicados em pré-plantio incorporado (PPI), em pré-emergência ou em pós-emergência aquele mais indicado. Dependendo da espécie infestante a opção pode recair sobre apenas um desses métodos de aplicação. Algumas plantas daninhas são controladas com maior facilidade em pré-emergência, como é o caso do fedegoso (*Senna obtusifolia*).

Em uma segunda etapa deve-se eliminar produtos com restrições a culturas sucessivas que poderão ser implantadas. Em terceiro lugar, selecionar os produtos e doses adequadas para uso de acordo com as características do solo (textura, nível de matéria orgânica e CTC). Alguns herbicidas exigem o emprego de doses extremamente elevadas em solos com elevado nível de matéria orgânica, aumentando demasiadamente o custo do tratamento. Em quarto lugar, escolher herbicida com possibilidade de aplicação por mais de um método e produtos com ação sobre plantas estabelecidas (pós-emergente) com residual. Assim, o produto controlará as espécies já instaladas na área e aquelas originadas de novos fluxos germinativos.

Por fim, a escolha do herbicida ou da associação de herbicidas deve proporcionar controle satisfatório das espécies daninhas presentes na área com o menor custo. Muitas vezes o agricultor, por pensar que o controle de plantas daninhas deve ser total, acaba pagando mais caro por herbicidas altamente eficientes. Porém, é importante lembrar que o controle de plantas daninhas não precisa ser total, ou seja, o uso de herbicidas com menor eficiência pode ser vantajoso em termos de custo,

desde que esse produto mantenha o número de plantas daninhas abaixo do nível de dano econômico.

Toxicidade à cultura de soja

No campo, é possível observar a ocorrência, tanto de falhas no controle de plantas daninhas, como de sintomas de toxicidade de herbicidas na cultura de soja. Apesar de a soja apresentar elevada capacidade de recuperação, alguns herbicidas, como trifluralin, podem afetar severamente o sistema radicular dessa cultura e influenciar na capacidade de absorver nutrientes e água. Esse fato preocupa devido à possível redução do rendimento da cultura.

As falhas no controle e os sintomas de toxicidade são atribuídos a diversos fatores, sendo os principais: o uso de dose inadequada para o estágio de plantas e tipo de solo e a aplicação em condições climática inadequadas.

As condições ambientais afetam a toxicidade do produto nas plantas daninhas e na cultura, podendo ocorrer desde controle deficiente até toxicidade à soja. Baixa temperatura pode reduzir a eficiência de herbicidas como bentazon, e, por outro lado, temperatura elevada pode aumentar a atividade de herbicidas, devido ao aumento da absorção do produto pelas plantas.

Os herbicidas como acetochlor e metribuzin podem causar toxicidade à cultura quando forem aplicados em solos arenosos e com baixo nível de matéria orgânica, aliado à semeadura superficial. Para os herbicidas hormonais, como 2,4-D amina, usados na dessecação antes da semeadura, existe maior probabilidade de ocorrer injúrias à soja, quando não for respeitado o período adequado entre aplicação e semeadura. Herbicidas como Basagran, Blazer, Cobra e Flex podem causar bronzeamento e manchas necróticas nas folhas de soja. Já, os produtos inibidores da ALS como Pivot, Scepter e Classic, entre outros, podem alterar a cor dos vasos da parte abaxial da folha para vermelho a marrom, encurtar os entre nós da planta e causar amarelecimento dos pontos de crescimento. Os herbicidas graminicidas como Select, Poast, Verdict e Podium são altamente seletivos para soja e não se observam sintomas desses produtos na cultura.

Os sintomas se tornam mais evidentes quando a aplicação do herbicida é feita em período em que soja está com crescimento rápido e após a aplicação segue-se um período de estresse, no qual a cultura desenvolve-se lentamente.

Esses sintomas, normalmente, não causam redução do rendimento da cultura, pois soja possui grande capacidade de recuperação. Contudo, para evitar problemas, é necessário que se defina corretamente a dose a ser usada, que deve estar de acordo com o tipo de solo, com as plantas daninhas a serem controladas e as condições ambientais na época da aplicação.

Época de aplicação dos herbicidas

Os herbicidas podem ser aplicados em pré ou pós-emergência de plantas daninhas.

Aplicações pré-emergentes

Para adotar o controle em pré-emergência de plantas daninhas é necessário o conhecimento prévio das espécies daninhas presentes na área. Nesses casos o uso de mapas que indicam as espécies presentes em cada local é de grande importância na escolha do herbicida a ser usado, já que dificilmente toda a lavoura estará infestada ou apresentará as mesmas espécies.

O uso de herbicidas em pré-emergência oferece a vantagem do controle de plantas daninhas antes que essas possam competir com a cultura e provocar redução do rendimento. Na aplicação desses produtos o agricultor deve estar atento à necessidade de incorporação e à que profundidade esta deve ser feita, para aumentar a eficiência do produto e minimizar os riscos de toxicidade à cultura.

O desempenho dos herbicidas pré-emergentes depende de muitos fatores, como: umidade no momento da aplicação; chuva após a aplicação, para sua ativação; temperatura; tipo de solo e espécies daninhas a serem controladas. Por isso, algumas vezes esse tipo de herbicida pode proporcionar controle insatisfatório. Quando esses herbicidas são aplicados e incorporados ao solo, não necessitam de 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.

As aplicações pré-emergentes de herbicidas são aquelas realizadas antes da emergência de plantas daninhas e podem ser em pré-plantio incorporado (PPI), juntamente ou logo após a semeadura sem incorporação.

Aplicação em pré-plantio incorporado

Recomenda-se aplicar em pré-plantio incorporado (PPI) os herbicidas que atuam durante ou imediatamente após a germinação de sementes, que apresentam elevada pressão de vapor ($> 10^{-4}$ mm Hg), que são facilmente decompostos pela luz ou possuem baixa mobilidade no solo, como é o caso do trifluralin. A incorporação é realizada mecanicamente com uso da grade de disco e deve ser uniforme, a uma profundidade que atinja as sementes de plantas daninhas a serem controladas (5-10 cm). Para aqueles herbicidas com elevada pressão de vapor, a incorporação deve ser realizada imediatamente após a aplicação, e para os demais herbicidas esse período poderá ser maior. O nível de umidade do solo no momento da aplicação deve ser de médio a baixo para aumentar a adsorção das moléculas do herbicida, evitando-se a perda por volatilização.

As principais vantagens desse tipo de aplicação são: o herbicida estará disponibilizado no perfil superficial do solo, local onde se encontram as sementes de plantas daninhas com potencial para germinar; a operação de incorporação elimina as plantas daninhas emergidas; os produtos usados não são facilmente lixiviados, devido a sua baixa solubilidade e não requer chuva para ativação ou movimentação do produto no perfil do solo até as sementes. Entre as desvantagens estão: a movimentação excessiva do solo; a compactação devido ao trânsito das máquinas, que poderá favorecer a erosão; a aplicação é feita em área total; não exercem adequada atividade sobre espécies perenes com propagação vegetativa; o custo do tratamento é aumentado devido à necessidade de realizar a incorporação e a cultura deve ser tolerante ao produto, pois as sementes desta estarão em contato direto com o herbicida.

Aplicação em pré-emergência sem incorporação

Os herbicidas pré-emergentes sem incorporação podem ser aplicados imediatamente após a semeadura da cultura ou até mesmo após sua emergência, mas sempre antes da emergência de plantas daninhas, pois a ação desses se dá durante ou logo após a germinação. Normalmente a aplicação é feita imediatamente após a semeadura ou no máximo três dias após a última gradagem. A área deve estar livre de torrões e apresentar razoável nível de umidade. A ocorrência de chuva ou irrigação após a aplicação é necessária para incorporar o produto ao solo, o que aumenta a eficácia do mesmo, pois se esse não atingir o local onde 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 do herbicida, pois haverá perdas por fotodecomposição e volatilização.

As vantagens dos herbicidas pré-emergentes são: podem ser usados no preparo convencional e no sistema plantio direto; podem ser aplicados na operação de semeadura, com equipamentos acoplados à semeadora; não necessitam incorporação, com isso há economia de tempo, maquinaria e combustível e expõem menos o solo à erosão, reduzindo o impacto ambiental.

Aplicações pós-emergentes

A aplicação em pós-emergência é aquela realizada após a emergência de plantas daninhas e antes que essas interfiram no desenvolvimento da cultura, devido à competição. A possibilidade de ocorrer prejuízo devido à competição é maior nesse tipo de tratamento herbicida do que nos anteriores. A atenção para o estágio de desenvolvimento de plantas daninhas e da cultura é fundamental para o sucesso da aplicação, pois alguns herbicidas são muito exigentes quanto à esse fator.

As condições de clima devem ser favoráveis à absorção e translocação do herbicida. Em geral, para aplicação de herbicidas pós-emergentes, a temperatura mínima é de 10 °C; a ideal de 20 - 30 °C; e a máxima, de 35 °C. A umidade relativa do ar 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 e em caso de chuva iminente, sob pena de perda da eficiência do tratamento ou causar danos à cultura.

A aplicação em dias com vento forte poderá provocar deriva e as gotículas não atingirão o alvo, podendo atingir locais com culturas sensíveis. A baixa umidade relativa do ar provoca a desidratação da cutícula e o conseqüente secamento rápido da gota sobre a superfície da folha, provocando a cristalização do produto sobre a mesma, dificultando assim, a absorção da molécula. Elevada temperatura pode provocar a volatilização de moléculas e aumentar a evaporação de gotas. Por outro lado, temperatura baixa pode reduzir o metabolismo de plantas e dificultar a absorção.

A aplicação sobre plantas estressadas reduz a absorção e translocação do produto e pode reduzir o metabolismo das moléculas herbicidas pela cultura, reduzindo a seletividade do herbicida. A ocorrência de chuva logo após a aplicação pode lavar as moléculas do herbicida da superfície da folha da planta e impedir a absorção. Alguns herbicidas necessitam de até seis horas sem chuva, após a aplicação, para serem absorvidos em quantidade suficiente para controlar a planta.

As vantagens dos herbicidas pós-emergentes são: permitem aplicação localizada; não são afetados pelas características do solo; podem ser usados no preparo convencional de solo e no sistema plantio direto; a escolha do produto pode ser feita de acordo com as plantas daninhas existentes na área naquele momento e auxílio na prevenção da erosão.

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

Aplicação em pós-emergência precoce

A eficiência dos herbicidas pós-emergentes é maior quando esses são aplicados sobre plantas daninhas em estádios iniciais de desenvolvimento, ou seja, quando as espécies dicotiledôneas estiverem no máximo com duas folhas e as gramíneas ainda não perfilhadas.

Aplicação em pós-emergência normal

A eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência normal ainda é elevada. Nessa fase as folhas largas estão no estágio 4-6 folhas e as gramíneas estão com até 3-4 perfilhos.

Aplicação em pós-emergência tardia

A eficiência dos herbicidas em pós-emergência tardia pode ser menor do que quando aplicados em pós-emergência precoce ou normal. Nesse tipo de aplicação os herbicidas são aspergidos sobre plantas daninhas em estádios avançados de desenvolvimento, ou seja, quando as espécies dicotiledôneas estão em estágio acima de seis folhas e as gramíneas com mais três perfilhos. Em tais situações, normalmente, a cultura já sofreu danos e terá o rendimento reduzido. O uso de adjuvante torna-se imprescindível.

Aplicação dirigida

A aplicação dos herbicidas pré e pós-emergentes pode ser realizada de forma dirigida, ou seja, somente em uma parte da área, como por exemplo, em manchas onde ocorre determinada espécie de planta daninha ou nas entrelinhas da cultura. 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 não controle de plantas daninhas na linha da cultura e os cuidados a serem tomados no caso de se utilizar herbicidas não seletivos.

O sucesso das aplicações dirigidas em pós-emergência baseia-se nas diferenças entre as plantas daninhas e a cultura. 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 de plantas da cultura econômica, evitando-se o contato do herbicida com as folhas desta.

A aplicação dirigida pode ser usada para corrigir falhas, nos casos em que os herbicidas aplicados em pré ou pós-emergência não apresentaram controle satisfatório das espécies presentes na área ou por tempo adequado. O uso de herbicidas totais de

forma dirigida pode ser a única alternativa eficiente para controlar plantas daninhas em estádios avançados de desenvolvimento.

Aplicações dirigidas são uma ferramenta que deve ser usada para evitar a multiplicação e disseminação de determinadas espécies ainda não detectadas na área e para controlar plantas resistentes a herbicidas.

Controle biológico

O controle biológico de plantas daninhas não é praticado no Brasil em larga escala. Atualmente, existem vários estudos sendo conduzidos pela Universidade Federal de Viçosa e pela EMBRAPA que evidenciam muitos problemas a serem resolvidos, principalmente referentes a falta de consistência de controle em condições ambientais variadas.

Controle integrado de plantas daninhas

O programa de manejo integrado utiliza a combinação de todos os métodos de controle de plantas daninhas (preventivo, cultural, químico e mecânico) para obter controle eficiente dessas espécies. Não há um método que seja eficiente em todas as situações ou ambientes onde as culturas e as plantas daninhas estão se desenvolvendo, ou seja, cada situação precisa ser analisada individualmente e de acordo com as suas características, devem ser definidas quais as práticas que devem ser adotadas. Os agricultores devem ser estimulados a usar todos os métodos de controle de plantas daninhas disponíveis, objetivando reduzir os custos e proteger o ambiente, sem com isso haver perdas de produção. Para que isso seja possível, deve-se conhecer os métodos e as características da propriedade. O sucesso no controle de plantas daninhas é obtido quando é feito antes que tais plantas provoquem qualquer tipo de perda na produtividade.

Estádio ideal para aplicação de herbicidas

A aplicação de um herbicida em estágio inadequado das plantas daninhas pode resultar em controle insatisfatório dessas, sintomas de toxicidade ou até mesmo na completa perda de seletividade do produto para a cultura econômica.

A sensibilidade de plantas daninhas aos herbicidas varia de acordo com o estágio de desenvolvimento. As plantas daninhas, de maneira geral, tanto anuais como perenes, são mais sensíveis aos herbicidas durante os estágios iniciais de desenvolvimento. O desenvolvimento de plantas daninhas pode resultar na necessidade de aumentar a dose do herbicida ou de adicionar adjuvantes à calda herbicida, aumentando o risco de causar injúrias à cultura e obter baixa eficiência no controle.

Manejo de plantas daninhas no 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 sucesso do sistema plantio direto. A aveia-preta, a aveia-branca e o azevém são muito usadas devido à sua intensa produção de matéria seca e efeito alelopático, principalmente de aveia-preta sobre capim-marmelada, de aveia-branca sobre picão-preto e de azevém sobre guanxuma.

No caso de se instalar uma cultura para produzir cobertura morta, esta deverá ser dessecada antes da semeadura de soja. Essa prática controlará as plantas daninhas estabelecidas e as demais espécies presentes, formando palhada sobre o solo (cobertura morta).

A palhada formada sobre o solo exerce efeito físico, impedindo a entrada de luz e alterando as características do ambiente, como temperatura e umidade, onde se encontram as sementes de plantas daninhas, reduzindo a germinação das mesmas. Entretanto, o excesso de palha na superfície do solo pode reter o herbicida e impedir que o mesmo atinja o solo e exerça sua atividade.

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

- plantas daninhas estabelecidas podem ser eliminadas com uso de herbicidas totais antes da semeadura da cultura.
- não é possível usar herbicidas em pré-plantio incorporado, os demais podem ser usados sem problemas.

Controle de plantas daninhas perenes

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

A propagação de plantas 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 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 à soja. As plantas daninhas perenes competem com as culturas 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 o rendimento. Além da competição pelos recursos (água, nutrientes, luz, espaço e CO₂), algumas espécies perenes possuem efeito alelopático sobre as culturas, aumentando ainda mais a possibilidade de afetar a produtividade.

As principais espécies perenes problema na cultura de soja são: *Sorghum halepense* (capim-massambará), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Cynodon dactylon* (grama-seda) e *Rumex obtusifolius* (língua-de-vaca).

Métodos de controle de plantas daninhas perenes

Controle mecânico

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

Controle químico

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

As espécies 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 perenes que estão vegetando na área com herbicidas totais, como glyphosate, antes do preparo do solo, ou antes, da instalação da cultura sob sistema plantio direto. Dessa forma, o herbicida será absorvido e translocado por toda a planta, atingindo os órgãos subterrâneos, como bulbos, tubérculos e estolões. Já as plantas perenes jovens, originadas de sementes, são controladas com eficiência por herbicidas aplicados em pós-emergência inicial.

Os herbicidas bentazon e sulfentrazone são produtos eficientes para controlar *Cyperaceas* seletivamente na cultura de soja. O capim-massambará (*Sorghum halepense*) e grama-seda (*Cynodon dactylon*), apesar de serem considerados grande problema, podem ser controlados em pós-emergência com alguns dos herbicidas inibidores da síntese de lipídios como: clethodim (Select), sethoxydim (Poast) e fluazifop-P (Fusilade).

Com o advento das plantas transgênicas, tem-se a oportunidade de usar herbicidas totais, como o glyphosate e o imazapyr, para controlar seletivamente essas espécies em várias culturas, independentemente se são originadas de órgãos vegetativos ou sementes.

Cuidados com os equipamentos no momento da aplicação

O sucesso no controle de plantas daninhas depende da escolha do herbicida adequado para as espécies que estão ocorrendo na área e da correta aplicação. Para isso, antes de iniciar a aplicação do herbicida, é necessário revisar cuidadosamente o equipamento a ser usado. Os bicos devem ser examinados individualmente, a fim de avaliar o desgaste e o alinhamento. A quantidade de ingrediente ativo aplicado deve ser correta para evitar falhas de controle ou danos à cultura. Assim, o volume de calda a ser aplicado, o tamanho de gotas, a pressão de funcionamento de bicos, a dosagem, a diluição, a agitação e a necessidade da adição de adjuvantes devem ser cuidadosamente verificados.

Os herbicidas são aspergidos sobre o solo ou sobre as plantas, para garantir que o ingrediente ativo atinja toda a superfície alvo, portanto, é necessário que o equipamento esteja distribuindo uniformemente a quantidade correta do herbicida na área.

O controle químico de plantas daninhas na cultura de soja é adotado principalmente por médios e grandes produtores e a aplicação realizada com uso de pulverizadores de barra, através do sistema de irrigação (herbigação) ou de aplicações aéreas. Esses três métodos são eficientes, porém existem situações em que cada um deles se adapta melhor. O produtor deve consultar um engenheiro agrônomo para regular o equipamento e definir, por exemplo, tipo de bico a ser usado, com objetivo de distribuir uniformemente a dose correta do produto na área, evitando desperdício e perdas no rendimento devido à toxicidade causada à cultura. A ocorrência de erro na dose aplicada, normalmente apresenta reduzida possibilidade de correção, e é o principal responsável pela maioria das aplicações fracassadas.

Principais herbicidas recomendados para cultura de soja no preparo convencional e no sistema plantio direto

Acetochlor (Nome comercial: Fist)

É herbicida do grupo químico acetamida cujo mecanismo de ação não é totalmente conhecido, porém sabe-se que envolve inibição da síntese de lipídeos e proteínas (Ahrens, 1994). É recomendado na cultura de soja, em pré-emergência de plantas daninhas e da cultura. No preparo convencional, 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. É absorvido pelas partes emergentes (coleóptilo, hipocótilo e epicótilo), com translocação aposimplástica. Possui rápido metabolismo em plantas de soja por meio da conjugação com glutatona (GSH). Como sintomas, observa-se que algumas plantas sensíveis não emergem e que aquelas que conseguem emergir apresentam o coleóptilo enrolado e malformado.

Esse herbicida é recomendado em doses de 1,8 a 3,6 kg i.a. ha⁻¹. Controla com eficiência espécies gramíneas e algumas folhas largas, como guanxuma, picão-branco, trapoeraba e caruru. Em solos com matéria orgânica maior que 5% ou com elevadas infestações de *Brachiaria plantaginea*, deve-se usar a maior dose. Pode ser associado com metribuzin, exceto em solos arenosos.

O acetochlor apresenta solubilidade em água de 223 ppm, pka = zero, kow = 300 e koc desconhecido. É adsorvido pelos colóides orgânicos e minerais do solo, apresenta baixa lixiviação e residual de 8 a 12 semanas, dependendo da dose utilizada, das condições climáticas e do tipo de solo.

Acifluorfen-sódio (Nomes comerciais: Blazer Sol ou Tackle)

Pertence ao grupo químico difeniléteres, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima PROTOX. O acifluorfen está registrado no Brasil para controlar em pós-emergência espécies folhas largas, em estádios iniciais de desenvolvimento, nas culturas de soja e feijão. É recomendado em pós-emergência das invasoras, no estágio de duas a quatro folhas, com a cultura de soja apresentando mais de um

trifólio. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Requer duas horas sem ocorrência de chuva após a aplicação, para assegurar a absorção pelas plantas daninhas.

As plantas de soja toleram acifluorfen por meio do metabolismo da molécula. A clivagem da molécula parece ser a principal forma de metabolização. A adição de adjuvantes aumenta a atividade desse herbicida sobre as plantas daninhas e a toxicidade sobre a cultura. Em doses baixas as folhas jovens de soja podem apresentar bronzeamento e doses elevadas podem causar clorose e necrose, porém não chega a afetar o rendimento.

Os herbicidas desse grupo são absorvidos rapidamente pelos caules e folhas de plantas jovens. Possuem baixa ou nenhuma translocação. Em condições de baixa umidade a absorção é reduzida. Necessitam luz para apresentar máxima atividade, sendo que no escuro apresentam baixa ação. As partes tratadas morrem em dois ou três dias. Devido à baixa translocação é necessária adequada cobertura foliar.

O acifluorfen é recomendado nas doses de 0,17 a 0,51 kg i.a. ha⁻¹, dependendo da marca comercial. Controla grande número de espécies de folhas largas anuais, entre elas *Acanthospermum hispidum* (carrapicho), *Amaranthus hybridus* (caruru), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Ipomoea grandifolia* (corriola), além de outras. Para aumentar o espectro de controle o acifluorfen pode ser associado com bentazon ou sethoxydim. A associação do acifluorfen com inseticidas pode aumentar a toxicidade para a cultura (Ahrens, 1994). Os primeiros sintomas desse herbicida são manchas verde-escuras nas folhas que progridem para necrose em um a dois dias.

Apresenta solubilidade em água de 250.000 ppm, pka = 3,86, kow = 15,6 e koc médio de 113 mL/g de solo. Apresenta adsorção e lixiviação baixa. Persistência média no solo na dose recomendada, com meia vida de 14 a 60 dias, dependente das condições de clima e solo. Observar intervalo mínimo de 18 meses entre a aplicação de acifluorfen e o cultivo de espécies como cenoura, nabo e batata. Não há relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida.

Alachlor (Nomes comerciais: Alaclor Nortox ou Laço CE)

É herbicida do grupo químico amida e seu mecanismo de ação não é totalmente conhecido, mas sabe-se que envolve inibição da síntese de lipídeos e proteínas (Ahrens, 1994). É recomendado para controle de diversas espécies gramíneas e comelináceas em pré-emergência na cultura de soja. No preparo convencional do solo, deve ser aplicado logo após a semeadura e no máximo três dias após a última gradagem, com o 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. Nesse caso, recomenda-se a incorporação superficial do produto. É absorvido pelas partes emergentes (coleótilo, hipocótilo e epicótilo), com translocação aposimplástica. Possui rápido metabolismo por plantas de soja, 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 malformado.

As doses recomendadas desse herbicida vão de 2,40 a 3,36 kg i.a. ha⁻¹. Controla com eficiência espécies gramíneas e algumas folhas largas como guanxuma, poaia, trapoeraba, caruru e carrapicho-rasteiro. Em áreas com elevada infestação de capim-marmelada recomenda-se associar com um graminicida ou aplicar o alachlor depois da aplicação do trifluralin incorporado. Entretanto, se a infestação for de picão-preto, poaia ou guanxuma pode-se associar com metribuzin, exceto em solos arenosos, ou com outros herbicidas para folhas largas (Rodrigues & Almeida, 1998).

O alachlor apresenta solubilidade em água de 200 ppm a 20°C e 242 ppm a 25°C, pka = zero, kow = 794 e koc médio de 124 mL/g de solo. É adsorvido pelos colóides do solo, possuindo média a baixa mobilidade e residual de 6 a 10 semanas, variável com o tipo de solo e as condições climáticas.

Bentazon (Nomes comerciais: Banir ou Basagran)

É herbicida do grupo químico tiadiazina, recomendado para controlar folhas largas na cultura de soja. O mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no FSII entre Qa e Qb (Ahrens, 1994). É

recomendado em pós-emergência inicial, no máximo seis folhas, das plantas daninhas, estando essas com adequado vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem e umidade relativa do ar inferior a 60%. A adição de óleo mineral à calda melhora o desempenho desse herbicida em aplicações terrestres e aéreas, mas pode aumentar a toxicidade para a cultura de soja. 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. Após a aplicação é necessário período de quatro horas livre de chuva, para o produto ser absorvido. Como sintomas, inicialmente evidencia-se clorose foliar, 3-5 dias após a aplicação, que progride para necrose. Em plantas tolerantes pode ocorrer bronzeamento 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 recomendado nas doses de 0,72 a 1,2 kg i.a. ha⁻¹, podendo ser associado com acifluorfen, fomesafen ou lactofen para controlar principalmente leiteiro. Como o bentazon não tem efeito sobre gramíneas recomenda-se aplicar primeiro um graminicida e três dias depois bentazon. Não é compatível com alguns inseticidas fosforados e fertilizantes com pH inferior a 5,0. Deve-se manter intervalo de sete dias entre a aplicação de inseticidas fosforados e a aplicação do bentazon.

Bentazon apresenta solubilidade em água de 2.300.000 ppm a 20°C, pka = não disponível, kow = 0,35 e koc médio de 34 mL/g de solo. Possui meia-vida média de 20 dias. 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.

Butroxydim (Nome comercial: Falcon 250 WG)

É herbicida do grupo químico ciclohexanodiona, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima ACCase, que impede a síntese de lipídeos. É recomendado para

controle de espécies gramíneas em pós-emergência na cultura de soja. Possui absorção foliar e translocação pelo xilema e floema, acumulando-se nos meristemas. Para a sua atividade máxima há sempre a necessidade da adição de um surfactante ou adjuvante. As plantas daninhas, no momento da aplicação, devem estar com adequado vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem e umidade relativa do ar inferior a 60%.

O butoxydim deve ser aplicado em gramíneas nos estádios de um a seis perfilhos, nas doses de 25 a 94 g i.a. ha⁻¹, dependendo da espécie e do estágio de desenvolvimento, sendo as maiores doses usadas para estádios mais avançados. Deve-se adicionar óleo mineral (0,2 a 0,5% v/v) na calda herbicida. Controla com eficiência capim-marmelada, capim-colchão, capim-carrapicho e aveia, entre outras. Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto são paralisação do crescimento e amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

A solubilidade em água, o pka, o kow e o koc do butoxydim não são conhecidos. Possui meia vida de cinco a oito dias. Existem biótipos de *Brachiaria plantaginea* (papuã) resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Chlorimuron-ethyl (Nomes comerciais: Classic, Conquest, Chlorimuron master)

É herbicida do grupo químico sulfoniluréia, que age inibindo a enzima ALS, bloqueando a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. No Brasil, encontra-se registrado para a cultura de soja, sendo usado em pós-emergência para controle de espécies de folhas largas em estádios iniciais de desenvolvimento. É absorvido principalmente pelas folhas e translocado via xilema e floema. Possui metabolismo pelas plantas através da hidrólise. As plantas daninhas, no momento da aplicação, devem estar com adequado vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem e umidade relativa do ar inferior a 60%. 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.

É recomendado nas doses de 15 a 20 g i.a. ha⁻¹. Controla essencialmente plantas daninhas anuais dicotiledôneas, sendo mais efetivo quando essas se encontram na fase inicial de crescimento (até 6 folhas). Entre as espécies sensíveis encontram-se *Desmodium tortuosum*, *Acathospermum australe*, *Ipomoea grandifolia*, *Bidens pilosa*, além de outras. É comum misturá-lo com outros herbicidas como imazethapyr, fomesafen e lactofen, para controle de dicotiledôneas em soja, porém não deve ser associado com graminicidas. Apresenta solubilidade em água de 11 ppm a pH 5,0 e de 450 a pH 6,5 a 25°C, pka = 4,2, kow de 320 a pH 5,0 e 2,3 a pH 7,0 e koc médio de 110 mL/g de solo a pH 7,0. No solo apresenta adsorção e lixiviação moderada e meia-vida de 40 dias. A persistência é maior em solos com pH elevado; em solos ácidos e com clima quente, a persistência é baixa. Manter intervalo de 60 dias entre a aplicação do chorimuron-ethyl e a semeadura de trigo, milho, feijão ou algodão. Para as outras culturas fazer antes um bioensaio. Já foram identificados biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS.

Clethodim (Nome comercial: Select 240 CE)

Pertence ao grupo químico ciclohexanodiona e age inibindo a enzima ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos. É um herbicida graminicida, sistêmico, altamente seletivo para a cultura de soja e outras dicotiledôneas. Destaca-se pelo amplo espectro de ação no controle de gramíneas anuais, perenes e tigüera de culturas gramíneas, comuns em rotação de culturas como soja, azevém, milho, aveia ou trigo.

O Clethodim é recomendado para uso em pós-emergência, nas doses de 84 a 108 g i.a. ha⁻¹, devendo ser aplicado no início do desenvolvimento de plantas daninhas (quatro folhas até seis perfilhos, quando provenientes de sementes, e com 10 a 40 cm, quando provenientes de rizomas). Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de

estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. É compatível com a maioria dos herbicidas folhas largas, porém o controle de gramíneas pode ser reduzido quando associado com bentazon ou acifluorfen. O clethodim é comercializado em associação com fenoxaprop-p-ethyl (Podium S).

Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto são a paralisação do crescimento e o amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

Apresenta solubilidade em água de 5.520 ppm, pka sem informação, kow = 15.000 e koc desconhecido. Não apresenta mobilidade no solo, tendo persistência muito curta (dois a três dias). Existem biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Clomazone (Nome comercial: Gamit)

É herbicida do grupo químico isoxazolidinona, recomendado à cultura de soja para controlar em pré-emergência gramíneas anuais e perenes e algumas folhas largas como beldroega, guanxuma e trapoeraba. É absorvido pelos meristemas apicais, raízes e colo da planta, translocando-se via xilema.

O herbicida clomazone parece ter um único local de ação e causa acúmulo de gossypol e hemygossypol. A inibição da enzima IPP (isopentyl pirophosphato isomerase) é o local provável de ação (Abernatly, 1994). Outras alterações provocadas por esses produtos são: redução da síntese protéica, perda de proplastídeos e degradação dos ribossomos 70S. Esses produtos também possuem efeitos sobre a reação de Hill (Moreland, 1980).

A dose recomendada varia com o tipo de solo e vai de 0,8 a 1,25 kg i.a. ha⁻¹. As plantas suscetíveis aos herbicidas inibidores de pigmentos perdem a cor verde após o tratamento com esses herbicidas. O sintoma evidenciado por plantas tratadas com herbicidas inibidores de pigmentos é a produção de tecidos novos totalmente brancos (albinos), algumas vezes rosados ou violáceos. Esses tecidos são normais, exceto pela falta de pigmentos verdes (clorofila) e amarelos (Ross & Childs, 1998). O crescimento da planta continua por um certo tempo, contudo, devido à falta de clorofila ela não consegue se manter. Assim, o crescimento cessa e começam a surgir

manchas necróticas. É importante salientar que esses herbicidas não têm efeito sobre carotenóides sintetizados antes da sua aplicação. Desse modo, tecidos formados antes da aplicação do herbicida não se mostram brancos imediatamente, porém, devido à necessidade de renovação dos carotenóides, desenvolvem manchas cloróticas que progridem para necrose (Abernatly, 1994).

O Clomazone apresenta solubilidade em água de 1.100 ppm a 25°C, $pK_a =$ zero, $K_{ow} = 350$ e K_{oc} médio de 300 mL/g de solo. Devido à solubilidade, quando aplicado sobre a superfície do solo pode lixiviar e atingir camadas profundas, chegando às raízes das culturas, causando danos àquelas sensíveis. Apresenta ainda atividade de solo e pode persistir cerca de 100 a 120 dias, afetando culturas sucessoras como trigo, centeio e aveia. A meia-vida do clomazone é de 15 a 40 dias, dependendo de clima e de solo, e dificilmente é encontrado em profundidade superior a 30 cm.

Cloransulam-metil (Nome comercial: Pacto)

É herbicida do grupo químico sulfoanilida, registrado para a cultura de soja no controle de espécies folhas largas em pós-emergência. Esse herbicida age inibindo a enzima ALS, que, em consequência, bloqueia a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. É absorvido principalmente pelas folhas e possui ação sistêmica. O cloransulam tem metabolismo rápido em espécies tolerantes como soja. As plantas daninhas, no momento da aplicação, devem estar com adequado vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem e umidade relativa do ar inferior a 60%. 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.

É recomendado nas doses de 30 a 40 g i.a. ha^{-1} , controlando essencialmente plantas daninhas anuais dicotiledôneas, sendo mais efetivo quando essas se encontram na fase inicial de crescimento (2 a 4 folhas). Entre as espécies sensíveis destacam-se corda-de-viola, picão-preto, trapoeraba e guanxuma, entre outras. Para se obter a máxima atividade desse produto é necessário adicionar adjuvante

não iônico na calda herbicida. Apesar de ser um herbicida pós-emergente, também possui considerável ação de solo.

Apresenta solubilidade em água de 184 ppm a pH 7,0 e de 3 ppm a pH 5,0, $pka = 4,81$, kow de 1,12 e koc não conhecido. A meia-vida do cloransulam está entre 10 e 28 dias, dependendo das condições de clima e solo. Já foram identificados biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS.

Cyanazine (Nome comercial: Bladex 500)

Pertence ao grupo químico triazinas com ação predominante sobre folhas largas. O seu mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no FSII entre Q_a e Q_b . Deve ser aplicado em pré-plantio incorporado associado com trifluralin e em pré-emergência isolado ou associado com graminicidas. Não deve ser usado em solos arenosos. A ocorrência de chuva com elevada intensidade pode lixiviar o produto até as raízes da cultura, provocando sintomas de toxicidade na mesma.

A absorção pelas plantas é predominantemente radicular, com translocação apoplástica. É metabolizado pelas plantas através da hidrólise do ácido carbônico, sendo o átomo de cloro substituído por um grupo hidroxila. Os sintomas que surgem primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos (folhas basais) são a clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas das folhas, que progride para necrose generalizada. Não são observados sintomas nas raízes.

Cyanazine é recomendado nas doses de 1,0 a 1,7 kg i.a. ha^{-1} , sendo que em solos leves e médios com nível de matéria orgânica inferior a 2% não se deve usar. Controla com eficiência carrapicho-rasteiro, beldroega, guanxuma, joá, caruru e picão-preto. Pode ser associado com metolachlor e alachlor para ampliar o espectro de controle.

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. Pode ser aplicado associado com graminicidas

como metolachlor, alachlor e pendimethalin. Apresenta residual de dois a três meses para doses recomendadas. Observa-se com freqüência toxicidade na cultura.

Diclosulam (Nome comercial: Spider)

É herbicida do grupo químico sulfoanilida que age inibindo a enzima ALS, ocasionando o bloqueio da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. É registrado para a cultura de soja no controle de espécies folhas largas em pré-plantio incorporado (PPI) ou em pré-emergência. Nas aplicações em PPI o solo deve estar preparado e livre de torrões. A incorporação deve ser feita mecanicamente a profundidade de 5 a 10 cm. No caso de aplicação com trifluralin a incorporação deve ser feita imediatamente após a aplicação desta. Em pré-emergência a aplicação deve ser feita imediatamente após a semeadura de soja, não devendo ultrapassar o ponto de rachadura do solo "cracking" (Rodrigues & Almeida, 1998).

O diclosulam é absorvido principalmente pelas raízes e caulículo, possui ação sistêmica e tem metabolismo rápido em espécies tolerantes como soja. 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.

É recomendado nas doses de 25 a 35 g i.a. ha⁻¹, controlando essencialmente plantas daninhas anuais dicotiledôneas. Entre as espécies sensíveis encontram-se caruru, corda-de-viola, picão-preto, desmódio, beldroega e guanxuma, entre outras.

Apresenta solubilidade em água de 124 ppm a pH 7,0 e de 117 a pH 5,0, pka = 4,09, kow de 1,42 e koc não conhecido. A meia-vida do diclosulam está entre 33 e 65 dias, dependendo das condições de clima e solo. Já foram identificados biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS.

Fenoxaprop-p-ethyl (Nome comercial: Podium)

Pertence ao grupo químico ariloxifenoxipropionato e age inibindo a enzima ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos. É herbicida graminicida para ser usado

em pós-emergência. Possui ação sistêmica e é altamente seletivo para a cultura de soja e outras dicotiledôneas. Destaca-se pelo seu amplo espectro de ação no controle de gramíneas anuais e perenes.

A dose recomendada de Podium vai de 68,7 a 110 g i.a. ha⁻¹, devendo ser aplicado no início do desenvolvimento de plantas daninhas, de 15 a 45 dias após a germinação da cultura, com as mesmas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Requer período de uma hora sem chuva para ser absorvido (Rodrigues & Almeida, 1998). Para controlar gramíneas até o estágio de dois perfilhos, usar a menor dose, nos estádios de 3 a 6 perfilhos usar dose intermediária e após, a maior dose.

Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto são a paralisação do crescimento e o amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

Apresenta solubilidade em água de 0,5 a 1,0 ppm a 20 °C, pka sem informação, kow = 13.200 e koc médio de 9490 mL/g de solo. Possui degradação por hidrólise e decomposição microbiana. Não apresenta mobilidade no solo, tendo persistência média (30 dias) e meia-vida de 9 dias. Existem biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Fluazifop-p-butil (Nome comercial: Fusilade)

Pertence ao grupo químico ariloxifenoxipropionato e age inibindo a enzima ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos. É herbicida graminicida para ser usado em pós-emergência. Possui ação sistêmica e é altamente seletivo para a cultura de soja e outras dicotiledôneas. Destaca-se pelo seu amplo espectro de ação no controle de gramíneas anuais e perenes.

Apresenta elevada absorção foliar e baixa pelas raízes, dependendo da dose empregada. É metabolizado pelas plantas de soja.

A dose recomendada de Fusilade vai de 90 a 250 g i.a. ha⁻¹, devendo ser aplicado no início do desenvolvimento de plantas daninhas, podendo, para algumas espécies, ir até quatro perfilhos.

As plantas daninhas devem estar com elevado vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60% . Requer período de uma hora sem chuva para ser absorvido (Rodrigues & Almeida, 1998). A associação desse herbicida com outros que controlam espécies dicotiledôneas pode reduzir a atividade sobre essas espécies (dicotiledôneas) e aumentar a toxicidade para soja. O fluazifop-p-butil é comercializado em mistura com fomesafen (Fusiflex) para ser usado em soja para controlar folhas largas e estreitas.

Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto são a paralisação do crescimento e o amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

Apresenta solubilidade em água de 11 ppm a 25°C, pka = zero, kow = 0,8 a pH 7,0 e 20 °C e koc médio de 5.700 mL/g de solo. Possui elevada decomposição microbiana. Apresenta pouca lixiviação e meia-vida de três semanas. Existem biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Flumetsulam (Nome comercial: Scorpion)

É herbicida que pertence ao grupo químico sulfoanilida, e age inibindo a enzima ALS, ocasionando o bloqueio da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. É registrado para a cultura de soja no controle de espécies folhas largas em pré-plantio incorporado (PPI) ou em pré-emergência. Em aplicações em PPI, o solo deve estar preparado e livre de torrões e a incorporação deve ser feita mecanicamente a profundidade de 5 a 10 cm. No caso de aplicação com trifluralin a incorporação deve ser feita imediatamente após a aplicação. Em pré-emergência a aplicação deve ser realizada imediatamente após a semeadura de soja, não devendo ultrapassar o ponto de rachadura do solo "cracking" (Rodrigues & Almeida, 1998). É necessário adequado nível de umidade no solo ou ocorrência de chuva ou irrigação para que o herbicida se distribua na camada superficial do solo.

O flumetsulam é absorvido principalmente pelas raízes, pelo caulículo e pelos cotilédones. Possui ação sistêmica, acumulando-se nos meristemas, e rápido

metabolismo em espécies tolerantes, como soja. 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.

É recomendado nas doses de 25 a 35 g i.a. ha⁻¹ e controla essencialmente plantas daninhas anuais dicotiledôneas. Entre as espécies sensíveis encontram-se picão-preto, fedegoso, poaia, carrapicho-rasteiro e guanxuma, entre outras. É compatível com a maioria dos produtos usados em soja.

Apresenta solubilidade em água de 5.600 ppm a 25°C em pH 7,0, pka = 4,6, kow de 1,62 a 24,4°C em pH 3,44 e koc = 700 mL/g de solo. Possui degradação microbiana e a sua meia-vida é de 1 a 3 meses, dependendo das condições de clima e solo. Não se recomenda usar as culturas de algodão, colza ou beterraba para rotação em áreas tratadas com esse herbicida. Já foram identificados biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS.

Flumiclorac-pentil (Nome comercial: Radiant)

É herbicida do grupo químico ftalimidas, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima PROTOX. O flumiclorac-pentil é registrado no Brasil para controlar em pós-emergência, espécies folhas largas na cultura de soja. É recomendado em pós-emergência das invasoras, no estágio de duas a quatro folhas, com a cultura de soja apresentando de 2-4 trifólios. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Requer adição de óleo mineral (0,2% v/v), o qual aumenta a atividade desse herbicida sobre as plantas daninhas e a toxicidade sobre a cultura.

Os herbicidas desse grupo são absorvidos rapidamente pelo caule, gemas e folhas de plantas, atuando como herbicida de contato, com baixa ou nenhuma translocação. Devido à baixa translocação é necessária adequada cobertura foliar.

É recomendado na dose de 40 a 60 g i.a. ha⁻¹ e controla espécies de folhas largas anuais, entre elas trapoeraba, guanxuma e erva de touro, além de outras.

Para aumentar o espectro de controle o flumiclorac-pentil pode ser associado com chlorimuron-ethyl, fomesafen, lactofen, bentazon e imazethapyr. Os primeiros sintomas desse herbicida são manchas esbranquiçadas e marrons nas folhas, que progridem para necrose em poucos dias.

Apresenta solubilidade em água de 0,189 ppm a 25 °C, $pK_a =$ zero, $K_{ow} =$ 97.720 a 20°C e K_{oc} não disponível. Possui elevada adsorção em argila e matéria orgânica do solo e baixa lixiviação. Apresenta degradação microbiana rápida no solo. A persistência é baixa na dose recomendada, com meia-vida de 1 a 6 dias, dependente das condições de clima e solo. Não há relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida.

Flumioxazin (Nomes comerciais: Flumyzin 500 ou Sumisoya)

É herbicida do grupo químico ftalimidas cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima PROTOX. O flumioxazin é registrado no Brasil para controlar em pré-emergência espécies folhas largas e algumas gramíneas na cultura de soja. É recomendado em pré-emergência de plantas daninhas, logo após a semeadura, podendo estender até dois dias após o plantio (Rodrigues & Almeida, 1998). O solo deve estar preparado, livre de torrões e nivelado. Deve-se evitar aplicação em períodos de estiagem, horas de muito calor, umidade relativa do ar inferior a 60% e vento acima de 10 km/h, para reduzir perdas por evaporação e deriva. Requer sempre pré-diluição.

Os herbicidas desse grupo são absorvidos rapidamente pelo hipocótilo e epicótilo de plântulas e não se translocam. Os sintomas do produto se manifestam quando as plântulas emergem e recebem luz.

O Flumioxacin é recomendado nas doses de 45 a 90 g i.a. ha⁻¹ e controla espécies de folhas largas anuais, entre elas caruru, picão-preto, nabo, corda-de-violão, desmódio, beldroega e folhas estreitas, como capim-colchão. Para aumentar o espectro de controle, o flumioxazin pode ser associado com alachlor, acetochlor, flumetsulam, dimethenamid, glyphosate, imazaquin e metolachlor. Os primeiros sintomas que esses herbicidas acarretam nas plantas são manchas cloróticas que progridem para necrose. Algumas plântulas quando emergem já evidenciam necrose.

Apresenta solubilidade em água de 1,79 ppm a 25°C, pka, kow e koc não conhecidos. Possui elevada adsorção pelos colóides do solo e degradação microbiana rápida. A persistência é baixa na dose recomendada, com meia-vida de 22 dias, dependente das condições de clima e solo. Não há relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida.

Fomesafen (Nome Comercial: Flex)

É herbicida do grupo químico difeniléteres, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima PROTOX. É registrado no Brasil para controlar em pós-emergência precoce (2-4 folhas) as plantas daninhas de folhas largas nas culturas de soja e feijão. A aplicação do fomesafen ocorre geralmente de 20 a 30 dias após a emergência da cultura. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Recomenda-se adicionar espalhante adesivo à calda herbicida na concentração de 0,2% v/v.

É absorvido pelas folhas e pouco pelas raízes. Apresenta translocação via xilema. Requer uma hora sem ocorrência de chuva após a aplicação para assegurar a absorção pelas plantas daninhas. Os primeiros sintomas desse herbicida são manchas verde-escuras nas folhas, que progridem para necrose em um a dois dias. A cultura de soja metaboliza a molécula do fomesafen, porém pode ocorrer clorose das folhas após a aplicação desse herbicida, que desaparece aproximadamente 15 dias depois do tratamento.

O Fomesafen é recomendado nas doses de 225 a 250 g i.a. ha⁻¹, controlando grande número de espécies de folhas largas anuais, entre elas carrapicho-rasteiro, caruru, leiteiro, picão-preto, trapoeraba, joá-de-capote, beldroega, nabo e corda-de-violão. É comum ser utilizado associado com o fluazifop-p-butil e sethoxydim para o controle em pós-emergência de plantas daninhas dicotiledôneas e gramíneas.

Apresenta solubilidade em água de 600.000 ppm a 25°C, pka = 2,7 a 20°C, kow = 794 a pH 1,0 e koc médio de 60 mL/g de solo. Adsorção e lixiviação sem informação. Possui persistência elevada na dose recomendada, com meia-vida de 100 dias. Deve-se observar um intervalo mínimo de 150 dias entre a aplicação do

fomesafen e a semeadura de milho ou sorgo. Não existem relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida.

Haloxifop-methyl (Nome comercial: Verdict-R)

Pertence ao grupo químico ariloxifenoxipropionato e age inibindo a enzima ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos. É herbicida graminicida registrado no Brasil para ser usado em pós-emergência nas culturas de soja, feijão e eucalipto. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É rapidamente absorvido pelas folhas, e chuva que ocorra uma hora após aplicação não afeta sua atividade. Apresenta translocação via floema e acumula-se nos meristemas. Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto são a paralisação do crescimento e o amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

Esse herbicida é recomendado nas doses de 48 a 60 g i.a. ha⁻¹, controlando ampla gama de gramíneas. A menor dose é usada para controlar plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento (até 2-3 perfilhos) e a maior para controlar plantas em estádios acima desses. É compatível com outros herbicidas usados em pós-emergência para controle de folhas largas, como bentazon, acifluorfen, fomesafen e lactofen, permitindo a aplicação dos dois numa só operação, com exceção do 2,4-D. Nesse caso, há que se observar um intervalo de dez dias entre o emprego de um e outro. Quando associado com herbicidas recomendados para uso em pós-emergência que controlam plantas daninhas de folhas largas e que já contenham em sua formulação um adjuvante, não se deve adicionar óleo mineral à calda, pois aumenta a toxicidade.

Apresenta solubilidade em água de 9,3 ppm, pka = 4,3, kow = 11,7 e koc médio de 33 mL/g de solo. É moderadamente adsorvido pelos colóides do solo; em solos leves, em condições de elevada pluviosidade, pode haver lixiviação do produto. A ação residual do produto na lavoura é de 30 a 40 dias. Dentre os herbicidas pós-emergentes dessa classe é o que apresenta o maior residual. Existem biótipos de

Brachiaria plantaginea resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Imazamox (Nome comercial: Raptor 70DG)

É herbicida que pertence ao grupo químico imidazolinona e age inibindo a enzima ALS, resultando no bloqueio da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. É registrado no Brasil para cultura de soja e feijão, devendo ser usado em pós-emergência no controle de plantas daninhas folhas largas, com até quatro folhas. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É herbicida sistêmico, absorvido pelas folhas e pouco pelo sistema radicular. 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.

A dose recomendada varia de 28 a 42 g i.a. ha⁻¹, controlando com eficiência diversas espécies de plantas daninhas, entre elas caruru, picão-preto, trapoeraba, leiteiro, corda-de-viola, beldroega e guanxuma, entre outras. É compatível com a maioria dos herbicidas usados em soja.

O Imazamox apresenta solubilidade em água de 4.413 ppm e pka, kow e koc desconhecidos. É pouco adsorvido pelos colóides do solo e também pouco lixiviado. Apresenta degradação essencialmente microbiana (meia-vida de 15 dias). Estudos preliminares têm demonstrado que esse herbicida apresenta rápida degradação em condições de solos brasileiros. Existem biótipos de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes aos inibidores da ALS no Brasil (Ponchio, 1997; Vargas et al., 1999).

Imazaquin (Nomes comerciais: Scepter, Scepter 70DG ou Topgan)

É herbicida que pertence ao grupo químico imidazolinona, e age inibindo a enzima ALS, resultando no bloqueio da síntese dos aminoácidos valina, leucina e

isoleucina. É registrado no Brasil para controlar plantas daninhas folhas largas na cultura de soja, sendo utilizado em pré-plantio incorporado ou em pré-emergência de plantas daninhas. Em pré-plantio incorporado o imazaquin deve ser incorporado mecanicamente a profundidade de 5 a 12 cm, sendo que a aplicação pode ser realizada até 30 dias antes da semeadura. Em pré-emergência o solo deve estar nivelado e livre de torrões. Esse tipo de aplicação pode ser feito até sete dias após a semeadura, mesmo com soja já germinada (Rodrigues & Almeida, 1998).

É herbicida sistêmico, absorvido pelas folhas e raízes. Os sintomas, que se tornam evidentes em 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.

A dose recomendada é de 150 g i.a. ha⁻¹, controlando essencialmente plantas daninhas dicotiledôneas, com destaque para leiteiro, guanxuma e corda-de-viola. Pode ser associado com a maioria dos herbicidas usados em soja. É muito usado associado com trifluralin. Existem formulações comerciais de imazaquin + trifluralin (Triscept) e imazaquin + pendimethalin (Squadron).

Apresenta solubilidade em água de 160.000 ppm a 20°C e pH 7,0, pka = 3,8, kow = 2,2 a 22°C e koc médio de 20 mL/g de solo. É fracamente adsorvido em solo com pH elevado, todavia, esta adsorção aumenta em pH baixo. Sua persistência no solo é elevada (meia-vida de sete meses), podendo afetar culturas de inverno que seguem à de soja tratada com o produto. O milho é muito sensível a resíduos de imazaquin no solo, exigindo intervalo de segurança de 300 dias após sua aplicação, não sendo recomendável cultivá-lo na modalidade de "milho-safrinha" no mesmo ano agrícola de soja em alguns tipos de solo. Existem biótipos de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes aos inibidores da ALS no Brasil (Ponchio, 1997; Vargas et al., 1999).

Imazethapyr (Nomes comerciais: Pivot, Pivot 70DG ou Vezir)

É herbicida que pertence ao grupo químico imidazolinona e age inibindo a enzima ALS, resultando no bloqueio da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. É registrado no Brasil para uso exclusivo na cultura de soja, no controle

de plantas daninhas folhas largas e estreitas em pós-emergência. Recomenda-se a aplicação em pós-emergência precoce, estando as dicotiledôneas entre o estágio cotiledonar e quatro folhas e as monocotiledôneas entre uma e quatro folhas, o que geralmente acontece entre cinco e 15 dias após a semeadura de soja. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

O Imazethapyr é herbicida sistêmico, absorvido pelas folhas e raízes. Os sintomas, que se tornam evidente 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.

A dose recomendada é de 100 g i.a. ha⁻¹, controlando com eficiência diversas espécies de planta daninha. Entre as folhas largas destacam-se leiteiro, picão-preto, guaxuma e trapoeraba, e entre as gramíneas destacam-se capim-marmelada, capim-carrapicho e capim-colchão. É incompatível com graminicidas pós-emergentes, mas pode ser associado com a maioria dos latifolicidas pós-emergentes, como chlorimuron-ethyl, lactofen e bentazon.

Apresenta solubilidade em água de 1.400 ppm a 25°C e pH 7,0, pka = 3,9 e kow = 11 a pH 5,0, 31 a pH 7,0 e 16 a pH 9,0. É fracamente adsorvido em solo com pH elevado, todavia, esta adsorção aumenta em pH baixo, sendo também pouco lixiviado. Apresenta lenta degradação no solo (meia-vida de 60 dias), podendo causar toxicidade a algumas culturas de inverno que forem cultivadas em sucessão à soja tratada com esse herbicida. Milho e sorgo são muito sensíveis a resíduos de imazethapyr no solo. Existem biótipos de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes aos inibidores da ALS no Brasil (Ponchio, 1997; Vargas et al., 1999).

Lactofen (Nome Comercial: Cobra)

É herbicida do grupo químico difeniléteres, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima PROTOX. É registrado no Brasil para controlar plantas daninhas folhas largas na cultura de soja em pós-emergência. No momento da aplicação a soja deve

estar no estágio de dois a três trifólios e as plantas daninhas com duas a seis folhas. A aplicação deve ser feita com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Não adicionar adjuvante, pois este reduz a seletividade para soja.

É absorvido pelas folhas e pouco pelas raízes. Apresenta translocação muito baixa, atuando por contato. Requer uma hora sem ocorrência de chuva após a aplicação para assegurar a absorção pelas plantas daninhas. Os primeiros sintomas desse herbicida são manchas verde-escuras nas folhas, que progridem para necrose em um a dois dias. O lactofen provoca fortes sintomas de toxicidade à cultura de soja, como clorose e necrose foliar e redução de crescimento, mas a cultura se recupera, sem prejuízo ao rendimento.

É recomendado nas doses de 150 a 180 g i.a. ha⁻¹, controlando grande número de espécies de folhas largas anuais, incluindo algumas espécies problemáticas, como leiteiro, guanxuma, trapoeraba e corda-de-viola, além de outras.

É comum ser utilizado em associação com outros herbicidas, visando aumentar o espectro de controle de plantas daninhas de folhas largas, também quando a infestação do terreno inclui espécies que lhe são tolerantes.

Apresenta solubilidade em água de 0,1 ppm a 22°C, pka = zero, kow não disponível e koc médio de 10.000 mL/g de solo. É fortemente adsorvido pelos colóides orgânicos e minerais, apresentando muito baixa lixiviação no perfil do solo. A sua persistência é baixa, apresentando meia-vida de três dias. O lactofen é dissipado no solo em menos de sete dias e perde sua atividade em menos de três semanas, não afetando as culturas em sucessão. Não há relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida.

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 registrado

para a cultura de soja e recomendado em pré-emergência de plantas daninhas, em razão de sua absorção foliar ser quase nula.

No sistema plantio direto, deve ser aplicado após a etapa de dessecação e antes da emergência de plantas daninhas. Em preparo convencional, a aplicação deve ser feita imediatamente após a última gradagem e depois da semeadura da cultura, 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 a incorporação superficial do metolachlor para reativá-lo. É comum associar o metolachlor com herbicidas de folhas largas ou realizar aplicação seqüencial de um latifolicida em pós-emergência precoce.

A absorção desse produto ocorre quase que totalmente pelo coleótilo das gramíneas e pelo epicótilo das dicotiledôneas; assim, é essencial que a aplicação seja feita antes da completa emergência de plantas.

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

É recomendado para uso em solos com nível de matéria orgânica superior a 2%, nas doses de 1,92 kg i.a. ha⁻¹ para solos leves e 2,40 kg i.a. ha⁻¹ para solos médios a pesados. O metolachlor controla com eficiência espécies gramíneas e algumas folhas largas, como caruru, trapoeraba, carrapicho-rasteiro, picão-branco, poaia e beldroega. Possui controle regular de papuã em elevadas infestações. Para aumentar o espectro de ação, é comum misturá-lo com latifolicidas, como metribuzin.

Apresenta solubilidade em água de 488 ppm a 20°C, pka = zero, kow = 794 a 25°C e koc médio de 200 mL/g de solo. Proporciona controle de plantas daninhas por um período de 10 a 14 semanas e sua meia-vida é de 15 a 50 dias. É fortemente adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica, por essa

razão sua lixiviação é fraca, exceto em solos arenosos. Devido à sensibilidade do metolachlor à fotodegradação e à volatilização, a eficácia ficará comprometida se o mesmo for aplicado em solo seco e não ocorrer chuva de intensidade superior a 10 mm no espaço de cinco dias.

Metribuzin (Nomes comerciais: Sencor ou Sencor 480BR)

É herbicida do grupo químico triazinas, recomendado para controlar folhas largas em pré-emergência, incorporado ou não, na cultura de soja. O mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio de fluxo de elétrons no FSII entre Qa e Qb (Ahrens, 1994). Na aplicação em pré-plantio incorporado o solo deve estar nivelado, livre de torrões e com baixa umidade. A incorporação é feita com grade niveladora a profundidade de 5-10 cm. Quando aplicado na superfície de solo seco, persistindo essa condição, por sete dias, é desativado por fotodegradação.

O metribuzin é absorvido pelas raízes, podendo ter alguma absorção foliar e é translocado via xilema, acumulando-se nas folhas, caules e raízes, menos nos frutos e sementes (Rodrigues & Almeida, 1998).

É recomendado na dose de 350 a 490 g i.a. ha⁻¹, controlando diversas espécies de dicotiledôneas, entre elas picão-preto, caruru, corda-de-viola e guanxuma. É muito utilizado associado com outros herbicidas especialmente com trifluralin e metolachlor, na cultura de soja.

Apresenta solubilidade em água de 1.100 ppm a 20 °C, pka não disponível, kow = 44,7 e koc médio de 60 mL/g de solo. É moderadamente adsorvido em solos com elevado nível de matéria orgânica e/ou argila. É um herbicida muito dependente das condições edafoclimáticas para seu adequado funcionamento. O metribuzin é também facilmente lixiviado no solo, não sendo recomendado seu uso em solo arenoso e/ou com baixo nível de matéria orgânica. Possui meia-vida de 30 a 60 dias.

Oryzalin (Nome comercial: Surflan)

É herbicida que pertence ao grupo químico das dinitroanilinas. O mecanismo de ação é através da inibição da tubulina impedindo a polimerização do microtúbulo, resultando em divisão anormal de células. É recomendado para soja em pré-emergência. Não deve ser usado em solos com nível de matéria orgânica superior a 5%.

É absorvido principalmente pela radícula e praticamente não se transloca na planta. Como sintomas observa-se que as plantas sensíveis algumas vezes não conseguem emergir e aquelas que emergem evidenciam folhas enroladas e mal formadas, com as raízes atrofiadas, sem alongação e em forma de taco.

Esse produto apresenta excelente ação sobre as gramíneas anuais e perenes, oriundas de sementes e algumas folhas largas como o caruru e poaia. A dose recomendada varia de acordo com as características físico-químicas do solo, sendo que em solos arenosos deve-se usar 0,96 kg i.a. ha⁻¹, em solos médios 1,15 kg i.a. ha⁻¹ e em solos pesados 1,54 kg i.a. ha⁻¹. Pode ser associado com a maioria dos produtos usados em soja, inclusive fertilizantes.

Oryzalin é fortemente adsorvido pelos colóides do solo e pouco lixiviado. Em solos ricos em matéria orgânica, a forte adsorção pode impedir a absorção desse herbicida pelas raízes de plantas, pelo que não é aconselhável seu uso nessas condições.

Apresenta solubilidade de 2,6 ppm a 25°C, pka = 9,4, kow = 5.420 a pH 7,0 e koc médio de 600 mL/g de solo. Possui persistência curta a média, com meia-vida de 20 dias. A lixiviação, assim como movimento lateral no solo é muito reduzido, devido à adsorção e à baixa solubilidade. Apresenta degradação lenta no solo, não sendo recomendado cultivar cereais de inverno como trigo, aveia, triticale e centeio, num prazo mínimo de 5,5 meses. Não existem relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida no Brasil.

Pendimethalin (Nome comercial: Herbadox 500 CE)

Pertence ao grupo químico das dinitroanilinas, cujo mecanismo de ação é através da inibição da tubulina, impedindo a polimerização do microtúbulo, resultando em divisão anormal de células. É registrado para a cultura de soja e recomendado no controle de plantas daninhas gramíneas e algumas folhas largas em pré-emergência, preferivelmente logo após a semeadura da cultura ou no prazo máximo de cinco dias após a semeadura. O pendimethalin também pode ser usado em pré-plantio incorporado. O solo deve estar com adequada umidade, pois se aplicado em solo seco e não chover em 3 a 5 dias, o produto terá a eficácia reduzida. É absorvido pelas raízes e coleótilo de plantas, sendo pouco translocado.

É herbicida de média volatilidade (pressão de vapor de $3,0 \times 10^{-5}$ mm Hg), sensível à luz e pouco móvel no solo, motivo pelo qual a incorporação é recomendável em condições de solo seco e com período de estiagem. Como sintomas, observa-se que as plantas sensíveis algumas vezes não conseguem emergir e aquelas que emergem evidenciam folhas enroladas e malformadas, com as raízes atrofiadas, sem alongação, em forma de taco.

As doses recomendadas variam de acordo com a textura do solo. Em solos arenosos usar de 0,75 a 1,0 kg i.a. ha⁻¹; em solos com textura média usar de 1,00 a 1,25 kg i.a. ha⁻¹; e em solos argilosos usar de 1,25 a 1,5 kg i.a. ha⁻¹. Esse produto controla com eficiência espécies gramíneas e algumas folhas largas como caruru, beldroega e poaia, mas é fraco para as demais folhas largas.

Pendimethalin possui solubilidade de 0,275 ppm a 25°C, pka = zero, kow = 152.000 e koc médio de 17.200 mL/g de solo. É fortemente adsorvido pelos colóides do solo. Por esta razão, sua lixiviação é muito baixa e as doses recomendadas se dão em função das características físico-químicas do solo. Sua persistência no solo varia de 3 a 6 meses com meia-vida de 44 dias. Pode ser aplicado combinado com herbicidas para folhas largas, como o imazaquin.

Propaquizafop (Nome comercial: Shogun)

Pertence ao grupo químico ariloxifenoxipropionato e age inibindo a enzima ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos. É herbicida graminicida registrado no Brasil para ser usado em pós-emergência na cultura de soja. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É rapidamente absorvido pelas folhas, e chuva que ocorra uma hora após sua aplicação não afeta sua atividade. Apresenta translocação via xilema e floema e acumula-se nos meristemas. Os sintomas de plantas sob o efeito desses produtos são a paralisação do crescimento e o amarelecimento dos meristemas e folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

É recomendado na dose de 125 g i.a. ha⁻¹, controlando gramíneas em geral, desde o estágio de 3-4 folhas até 3 a 4 perfilhos. É necessário adicionar óleo mineral à calda herbicida, para acelerar sua absorção. Esse herbicida é incompatível com praticamente todos os latifolicidas, não devendo ser associado com tais produtos, e o controle de folhas largas deve ser realizado de forma isolada.

Apresenta solubilidade de 1,9 ppm, pka, kow e koc não conhecidos. A adsorção, persistência e lixiviação não são conhecidas. Já foram encontrados biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Quizalofop-p-ethyl (Nomes comerciais: Targa ou Truco)

Esse herbicida age inibindo a enzima ACCase bloqueando a síntese de lipídeos. É herbicida graminicida registrado no Brasil para ser usado em pós-emergência na cultura de soja. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É rapidamente absorvido pelas folhas, e chuva que ocorra duas horas após sua aplicação não afeta sua atividade. Apresenta translocação via xilema e floema e acumula-se nos meristemas. Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto

são a paralisação do crescimento e o amarelecimento de meristemas e de folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

É recomendado na dose de 75 a 100 g i.a. ha⁻¹, controlando gramíneas em geral desde os estádios iniciais de desenvolvimento até 4 perfilhos. Não é necessário adicionar adjuvante na calda e não deve ser associado com herbicidas folhas largas. Quando necessário deve-se aplicar esses produtos com intervalo de três dias.

Apresenta solubilidade de 0,4 ppm a 20°C, pka e kow não conhecidos, e koc de 510 mL/g de solo. Possui elevada adsorção aos colóides do solo, lixiviação reduzida e decomposição total, essencialmente microbiana. A sua meia-vida é de 60 dias. Já foram encontrados biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Sethoxydim (Nome comercial: Poast)

Pertence ao grupo químico ciclohexanodionas e age inibindo a enzima ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos. É herbicida graminicida registrado no Brasil para ser usado em pós-emergência na cultura de soja. Deve ser aplicado com as plantas daninhas em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É rapidamente absorvido pelas folhas, e chuva que ocorra uma hora após sua aplicação não afeta sua atividade. Apresenta translocação via xilema e floema e acumula-se nos meristemas. Os sintomas de plantas sob o efeito desse produto são a paralisação do crescimento e o amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas.

É recomendado na dose de 230 g i.a. ha⁻¹, controlando gramíneas anuais e algumas perenes, como grama-seda. É necessário adicionar adjuvante à calda, acelerando sua absorção.

Apresenta solubilidade de 257 ppm a pH 5,0 e 4.390 ppm a pH 7,0 e 25°C, pka = 4,16 a 25°C, kow = 45,1 a pH 7,0 e koc médio de 100 mL/g de solo. Adsorção e lixiviação sem informações. Apresenta curta persistência no solo, meia-vida no solo de 5 a 11 dias, dependendo das condições de clima, não prejudicando

culturas sensíveis que sejam instaladas na área um mês após o tratamento. Já foram encontrados biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Sulfentrazone (Nome comercial: Boral)

É herbicida do grupo químico ariltiazolinona, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima PROTOX. É registrado no Brasil para controlar plantas daninhas folhas largas e estreitas na cultura de soja, em pré-emergência. No momento da aplicação, o solo deve estar preparado, livre de torrões e com adequado nível de umidade.

É absorvido pelas raízes e transloca-se na planta em ausência de luz. Quando há incidência de luminosidade atua por contato. O produto é absorvido pelas plântulas em emergência e quando essas atingem a superfície do solo e recebem luz o produto é ativado, necrosando os tecidos. O sintoma provocado por esse herbicida é a rápida dessecação dos tecidos.

É recomendado na dose de 0,6 kg i.a. ha⁻¹, controlando grande número de espécies de folhas largas, incluindo espécies problemáticas, como desmódio, leiteiro, guanxuma, picão-preto, trapoeraba e corda-de-viola, além das folhas estreitas como capim-marmelada, capim-colchão, capim-carrapicho, capim-pé-de-galinha, capim-arroz e tiririca, entre outras.

Apresenta solubilidade em água de 490 ppm, pka, kow e koc não disponível. Possui adsorção baixa, mobilidade moderada e degradação microbiana. A sua persistência no solo é média, com meia-vida aproximada de 180 dias. Não há relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida.

Trifluralin (Nomes comerciais: Herbiflan, Treflan, Trifluralina AgrEvo, Trifluralina Defesa, Trifluralina Nortox, Tritac ou Premerlin)

É herbicida que pertence ao grupo químico das dinitroanilinas cujo mecanismo de ação é a inibição da tubulina, impedindo a polimerização do microtúbulo e resultando em divisão anormal das células. É recomendado para a cultura de soja em pré-emergência, incorporada ou não, dependente da

formulação, em solos médios e pesados e com nível de matéria orgânica acima de 2%. Existem várias formulações de trifluralin no mercado e nem todas podem ser usadas sem incorporação, mas todas são registradas para soja.

É absorvido principalmente pela radícula e praticamente não se transloca na planta. Como sintomas, observa-se que as plantas sensíveis algumas vezes não conseguem emergir e aquelas que emergem evidenciam folhas enroladas e malformadas, com as raízes atrofiadas, sem alongação e em forma de taco.

Esse produto apresenta excelente ação sobre as gramíneas anuais e perenes oriundas de sementes. A dose recomendada varia de acordo com as características físico-químicas do solo. Para controlar sorgo-de-alepo proveniente de rizomas usar 1,0 a 2,0 kg ha⁻¹ em dois anos seguidos. Estresses podem aumentar o efeito desse herbicida sobre a cultura. Pode ser associado com a maioria dos produtos usados em soja. É muito empregado associado com imazaquin.

Trifluralin é fortemente adsorvido pelos colóides da matéria orgânica e pouco pelos colóides da argila. Em solos ricos em matéria orgânica a forte adsorção pode impedir a absorção desse herbicida pelas raízes de plantas, por isso não é aconselhável seu uso nestas condições.

Apresenta solubilidade de 0,3 ppm a 25°C, pka = zero, kow = 118.000 a 25°C e koc médio de 7.000 mL/g de solo. A lixiviação, assim como movimento lateral no solo, é muito reduzido, devido à adsorção e a baixa solubilidade. Apresenta degradação lenta no solo, podendo, em alguns casos de rotação de culturas, em áreas de baixa fertilidade e mal manejadas, causar danos à cultura sucessora, provocando inibição do crescimento radicular da mesma. Não existem relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida no Brasil.

Principais misturas de herbicidas recomendadas para cultura de soja no preparo convencional e no sistema plantio direto

Acifluorfen + bentazon (Nomes comerciais: Doble ou Volt)

Essa mistura é recomendada para controlar espécies folhas largas na cultura de soja em pós-emergência. Deve-se aplicar quando as plantas de soja estiverem com

mais de uma folha trifoliada, com as plantas daninhas preferivelmente em estádios iniciais de desenvolvimento, com no máximo quatro folhas. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. A ocorrência de chuva, duas horas após a aplicação, não afeta a atividade da mistura.

A dose recomendada para Doble é de 0,76 kg i.a. ha⁻¹ (2 L do produto comercial) e para o Volt de 0,684 + 0,855 kg i.a. ha⁻¹, de cada componente (1,2 a 1,5 L do produto comercial) de acordo com o produto comercial (Rodrigues e Almeida, 1998). Controla com eficiência espécies folhas largas como carrapicho, caruru, picão-preto, trapoeraba, leiteiro, corda-de-viola, nabo e guanxuma, entre outras.

Alachlor + trifluralin (Nome comercial: Lance)

Essa mistura é recomendada para uso na cultura de soja em pré-emergência da cultura e de plantas daninhas. Deve ser aplicado imediatamente após a semeadura da cultura, ou no preparo convencional, 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 três dias, a eficácia do produto será reduzida.

Trifluralin age sobre as gramíneas e o alachlor complementa o tratamento agindo sobre folhas largas. Controla com eficiência espécies gramíneas em geral e folhas largas como caruru, picão-preto, trapoeraba, beldroega e guanxuma. A dose recomendada varia de 4,2 a 4,9 kg i.a. ha⁻¹ (6 a 7 L do produto comercial). A maior dose deve ser usada em solos argilosos e com elevado nível de matéria orgânica.

Clethodim + fenoxaprop-p-ethyl (Nome comercial: Podium S)

Essa mistura é recomendada para controlar plantas daninhas gramíneas anuais na cultura de soja, em pós-emergência. A aplicação deve ser feita de 15 a 40 dias após a emergência de soja. No momento da aplicação as plantas daninhas devem estar em adequado estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Chuva uma hora após a aplicação, não afeta a atividade do produto.

A dose recomendada varia de 40 a 50 g i.a. ha⁻¹ de cada produto (0,8 a 1,0 L do produto comercial). A menor dose é usada para controlar as gramíneas até dois perfilhos e a maior em estádios de 3-6 perfilhos e para controlar capim-pé-de-galinha. Já foram encontrados biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes aos inibidores de ACCase no Rio Grande do Sul e Paraná.

Fluazifop-p-butil + fomesafen (Nome comercial: Fusiflex)

Essa mistura é recomendada para controlar plantas daninhas folhas largas e estreitas anuais na cultura de soja, em pós-emergência, com as folhas largas nos estádios de 2 a 6 folhas e as gramíneas com 2 a 5 perfilhos. O fomesafen controla as espécies folhas largas e o fluazifop age controlando as gramíneas. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em adequado estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. A ocorrência de chuva uma hora após a aplicação desse produto não afeta sua atividade. Deve-se adicionar espalhante adesivo à calda herbicida na concentração de 0,2% v/v.

A dose recomendada varia de 40 a 50 g i.a. ha⁻¹, (1,6 a 2,0 L do produto comercial). Controla com eficiência plantas daninhas tais como picão-preto, leiteiro, capim-marmelada, capim-colchão, capim-arroz e capim-carrapicho, entre outras. O leiteiro deve estar com menos de quatro folhas e o capim-marmelada e o capim-colchão com menos de dois perfilhos.

Imazaquin + pendimethalim (Nome comercial: Squadron)

Essa mistura é recomendada para uso na cultura de soja em pré-emergência, nos sistemas aplique-plante e pré-plantio incorporado. O solo deve estar uniformemente preparado e livre de torrões. A incorporação deve ser realizada mecanicamente com a grade, a profundidade de 5 a 12 cm.

Imazaquin age sobre folhas largas e pendimethalin complementa o controle de gramíneas. Controla com eficiência espécies como caruru, leiteiro, picão-preto, trapoeraba, beldroega, guanxuma, corda-de-viola e as gramíneas capim-marmelada, capim-carrapicho, capim-pé-de-galinha e capim-colchão, entre outras. A dose

recomendada é de 150 + 1.200 g i.a. ha⁻¹ de imazaquin e pendimethalin, respectivamente (5 L do produto comercial).

Em sucessão, só é recomendado cultivar trigo, azevém, ervilha, cevada ou aveia e em rotação soja, feijão, amendoim ou arroz. A cultura de milho só poderá ser instalada após 300 dias da aplicação do Squadron (Rodrigues & Almeida, 1998).

Imazaquin + trifluralin (Nome comercial: Triscept)

Essa mistura é recomendada para uso na cultura de soja, em pré-emergência, com incorporação. O solo deve estar uniformemente preparado e livre de torrões. A incorporação deve ser realizada mecanicamente, com a grade, a profundidade de 5 a 12 cm.

Imazaquin age sobre folhas largas e o trifluralin complementa o controle de gramíneas. Controla com eficiência espécies como caruru, leiteiro, picão-preto, trapoeraba, beldroega, guanxuma, corda-de-viola e as gramíneas capim-marmelada, capim-carrapicho, capim-pé-de-galinha e capim-colchão, entre outras. A dose recomendada é de 150 + 750 g i.a. ha⁻¹ de imazaquin e trifluralin, respectivamente (3 L do produto comercial).

Em sucessão só é recomendado cultivar trigo, azevém, ervilha, cevada ou aveia e em rotação soja, feijão, amendoim ou arroz. A cultura de milho só poderá ser instalada após 300 dias da aplicação do Triscept (Rodrigues & Almeida, 1998).

Metolachlor + metribuzin (Nome comercial: Corsum)

Essa mistura é recomendada para uso na cultura de soja no controle de plantas daninhas folhas largas e estreitas em pré-emergência. Metribuzin age sobre folhas largas e o metolachlor controla gramíneas. O solo deve estar uniformemente preparado, livre de torrões, restos culturais e com adequado nível de umidade. Caso a aplicação seja feita em solo seco e não chover em cinco dias, a eficácia do produto poderá ser reduzida.

Controla com eficiência espécies como caruru, picão-preto, beldroega, guanxuma, nabo, trapoeraba e as gramíneas capim-marmelada, capim-carrapicho, capim-colchão, capim-arroz e capim-pé-de-galinha. A dose recomendada varia com a

textura do solo, sendo que em solos arenosos não se recomenda (risco de toxicidade à cultura), em solos leves 2,4 a 3,36 kg i.a. ha⁻¹ (2,5 a 3,5 L do produto comercial), em solos pesados 2,88 a 3,84 kg i.a. ha⁻¹ (3,0 a 4,0 L do produto comercial). Os dois produtos são adsorvidos pelos colóides do solo, portanto, deve-se aplicar as maiores doses em solos pesados, ricos em matéria orgânica e com elevada infestação de gramíneas.

Metribuzin + sulfentrazone (Nome comercial: Boral 500 + Sencor 480)

Essa mistura é recomendada para uso na cultura de soja no controle de plantas daninhas, em pré-emergência. A aplicação deve ser feita imediatamente após a semeadura. O solo deve estar uniformemente preparado, livre de torrões e restos culturais e com adequado nível de umidade.

Tal produto controla com eficiência espécies como leiteiro, trapoeraba, corda-de-viola e as gramíneas capim-marmelada, capim-carrapicho e capim-pé-de-galinha. A dose recomendada é 0,35 + 0,36 kg i.a. ha⁻¹. Os produtos que compõem a mistura são comercializados em embalagens “twin-pack”, contendo a dose completa para um hectare, ou seja, 0,7 L ha⁻¹ de Boral e 0,75 L ha⁻¹ de Sencor (Rodrigues & Almeida, 1998).

Principais herbicidas recomendados para cultura de soja para controle total da vegetação (dessecação pré-semeadura)

Amônio-glufosinato (Nome comercial: Finale)

É herbicida total, pós-emergente, que pertence ao grupo químico derivado de aminoácidos. O mecanismo de ação ocorre através da inibição da enzima glutamina sintetase (GS) na rota de assimilação do nitrogênio. Com a inibição da GS ocorre acúmulo de amônia e as células acabam morrendo. No momento da aplicação as plantas daninhas devem estar em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É herbicida usado como dessecante no manejo da vegetação. Pode ser aplicado em área total na pré-emergência de espécies cultivadas e pós-emergência de plantas daninhas e em aplicações dirigidas, com a cultura já estabelecida. A dose recomendada varia de 500 a 600 g i.a. ha⁻¹, dependendo das espécies a serem controladas. Pode ser usado como dessecante em pré-colheita, devendo ser aplicado 10 dias antes da mesma.

Apresenta absorção foliar com translocação reduzida. Glufosinato não é absorvido pelas raízes, por isso não apresenta atividade de solo.

Os sintomas iniciais são amarelecimento de folhas, seguido de murchamento e necrose total da planta. O uso de espalhante aumenta sua atividade.

Glufosinato apresenta solubilidade e koc não conhecidos, pka = <2 e koc estimado de 100 mL/g de solo. É rapidamente decomposto no solo e lixiviável.

Diquat (Nome comercial: Reglone)

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 (singlete), os quais promovem a peroxidação dos lipídeos das membranas celulares, ocasionando vazamento do suco celular e morte do tecido. No momento da aplicação as plantas daninhas devem estar em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É herbicida usado como dessecante no sistema plantio direto. Pode ser aplicado em área total na pré-emergência de culturas e pós-emergência de plantas daninhas, e em aplicações dirigidas, com a cultura já estabelecida. A dose recomendada varia de 200 a 400 g i.a. ha⁻¹, dependendo das espécies a serem controladas. Deve-se adicionar adjuvante não iônico à calda.

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

Diquat apresenta solubilidade em água de 700.000 ppm, $pka = \text{zero}$, $kow = 0,000055$ e koc estimado de 1.000.000 mL/g de solo. É inativado ao entrar em contato com o solo, por completa adsorção desse cátion à argila. Por essa razão, sua lixiviação é nula e a decomposição microbiana no solo é muito lenta.

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

Plantas perenes com sistema radicular profundo podem rebrotar. A ocorrência de chuva 30 minutos após a aplicação não afeta a atividade desse herbicida.

Glyphosate (Nomes comerciais: Agrisato, Glifosato Agripec, Glifosato Fersol, Glifosato Nortox, Gliz ou Round Up)

São herbicidas totais, aplicados em pós-emergência que pertencem ao grupo químico derivado da glicina. O mecanismo de ação ocorre através da inibição da enzima 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 recomendada do glyphosate está entre 0,18 e 2,16 kg i.a. ha^{-1} , dependendo das espécies a serem controladas. Esses produtos são recomendados 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 desses herbicidas pelas plantas é lenta. A ocorrência de chuva em intervalo de tempo menor que 4-6 horas pode reduzir sua eficiência. As plantas tratadas morrem lentamente de 7 a 14 dias após aplicação. Em plantas com sistema radicular profundo, recomenda-se não cortar a parte aérea durante a primeira semana após aplicação, para favorecer a translocação do herbicida por toda 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.

As moléculas do glyphosate não apresentam atividade no solo, pois são imobilizadas devido à sua conjugação com sesquióxidos de ferro e alumínio. A água usada como diluente não deve apresentar elevada concentração de sais (água dura) ou argilas em suspensão, sob risco de reduzir a atividade desses herbicidas. A presença de poeira na superfície da folha poderá reduzir a atividade dos mesmos.

Por meio da engenharia genética, já foram obtidas culturas resistentes a glyphosate, como soja e algodão. Existem biótipos de *Lolium rigidum* e *Eleusine indica* resistentes ao glyphosate na Austrália, nos Estados Unidos e na Malásia, respectivamente.

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

É mistura recomendada para controle total da vegetação em pós-emergência (dessecação). Deve ser aplicada em plantas que estão em pleno crescimento vegetativo, ou seja, livres de estresse, o qual reduz a atividade desse produto. Requer um período de seis horas sem chuva após aplicação para ser absorvido. A água usada como diluente na aplicação deve ser de adequada 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 um período de 8-10 dias entre a dessecação e a semeadura da cultura.

Paraquat (Nome comercial: Gramoxone 200)

É herbicida total, pós-emergente que pertence ao grupo químico bipyridílio. O mecanismo de ação ocorre através da captura de elétrons provenientes da fotossíntese e da respiração, formando radicais livres, que resultam na formação de radicais hidroxil e oxigênio livre (singlete), os quais promovem a peroxidação dos lipídeos das membranas celulares, ocasionando vazamento do suco celular e morte do tecido. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em adequado estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É um 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 recomendada varia de 300 a 600 g i.a. ha⁻¹, dependendo das espécies a serem controladas.

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

Paraquat é herbicida totalmente solúvel em água e apresenta $pK_a = \text{zero}$, $K_{ow} = 4,5$ e K_{oc} estimado de 1.000.000 mL/g de solo. É inativado ao entrar em contato com o solo, por completa adsorção desse 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 essa razão, sua lixiviação é nula e a decomposição microbiana no solo é muito lenta.

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

Plantas perenes com sistema radicular profundo podem rebrotar. A cultura de soja não apresenta injúrias quando esse herbicida é aplicado de forma dirigida nas entrelinhas e na base de plantas da cultura. A ocorrência de chuva, 30 minutos após a aplicação, não afeta a atividade desse herbicida.

Referências bibliográficas

ABERNATLY, J. R. Mode of action of pigment inhibitors. In: HERBICIDE ACTION COURSE, 1994. **Summary of lectures**. West Lafayette: Purdue University, 1994. p. 285-296.

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

BLACK, C. C.; CHEN, T. M.; BROWN, R. H. Biochemical basis for plant competition. **Weeds**, Champaign, v. 17, n. 3, p. 338-344, 1969.

- DURIGAN, J. C.; VICTORIA FILHO, R.; MATUO, T.; PITELLI, R. Períodos de matocompetição na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares santa rosa e IAC-2 . I – efeitos sobre os parâmetros de produção. **Planta Daninha**, n. 2, p. 86-100, 1983.
- EATON, B. J.; RUSS, O. G.; FELTNER, K. C. Competition of velvetleaf, prickly sida and Venice mallow in soybeans. **Weed Science**, Champaign, v. 24, p. 224-228, 1976.
- 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.
- GRIFFIN, B. S.; SHILLING, D. G.; BENNET, J. M.; CURREY, W. L. The influence of water stress on the physiology and competition of soybeans (*Glycine max*) and florida beggarweed (*Desmodium tortuosum*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, p. 544-551, 1989.
- HARRIS, T. C.; RITTER, R. L. Giant green foxtail (*Setaria viridis* var. *major*) and fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) competition in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 235, p. 663-668, 1987.
- KING, C. A.; PURCELL, L. C. Interference between hemp sesbania (*Sesbania exaltata*) and soybean (*Glycine max*) in response to irrigation and nitrogen. **Weed Science**, Champaign, v. 45, p. 91-97, 1997.
- LEGERE, A.; SCHREIBER, M. M. Competition and canopy architecture as affected by soybeans (*Glycine max*) row width and density of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, p. 84-92, 1989.
- LOCATELLO, 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.
- MORELAND, D. E. Mechanism of action of herbicides. **Annual Review of Plant Physiology**, Rockville, v.31. p. 610-625, 1980.
- MORTENSEN, D. A.; COBLE, H. D. The influence of soil water content on common cocklebur (*Xanthium strumarium*) interference in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, p. 76-83, 1989.
- MOSIER, D. G.; OLIVER, L. R. Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and entireleaf morningglory (*Ipomoea hederacea* var. *integriuscula*) interference on soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 43, p. 239-246, 1995.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.
- PONCHIO, J. A. de R. **Resistência de biótipos de *Bidens pilosa* L. a herbicidas inibidores da enzima ALS/AHAS**. 1997. 120 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- REGNIER, E. E.; STOLLER, E. W. The effects of soybeans (*Glycine max*) interference on the canopy architecture of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) jimsonweed

(*Datura stramonium*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, p. 187-195, 1989.

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

ROSS, M. A.; CHILDS, D. J. **Herbicide mode-of-action summary**. West Lafayette: Purdue University, 1998, 11p. Disponível em: <http://hermes.ecn.purdue.edu:8001/Http_dir/acad/agr/extn/agr/acspub/html/ws/ws23.html. Acesso em: 21 set. 2001.

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, MG: UFV, 1999. 260 p.

SPADOTTO, C. A.; MARCONDES, D. A. S.; LUIZ, A. J. B.; SILVA, A. A. R. da. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura de soja: uso do modelo "Broken-stick". **Planta Daninha**, n. 2, v. 12, p. 59-62, 1994.

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.

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



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.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 23 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 62). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62.htm