

Capítulo 6 - INTRODUÇÃO AO CONTROLE QUÍMICO

Rubem Silvério de Oliveira Jr.¹

Resumo: Neste capítulo conceitos básicos relacionados ao controle químico de plantas daninhas são abordados. Entre eles, a importância econômica, benefícios e limitações oriundas do uso de herbicidas, bem como as diferentes classificações a que estes produtos estão sujeitos são discutidas. Discute-se classificações relacionadas à translocação, seletividade, época de aplicação, estrutura química e mecanismo de ação.

¹ Professor Adjunto, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá.

Introdução ao controle químico

Os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas. O termo “seleção” se refere à atuação desses produtos, provocando a morte de certas plantas e de outras não. De acordo com Zimdhal (1993), a etimologia da palavra vem do latim *Herba* (planta) e *caedere* (matar).

Em muitos aspectos, a história da Ciência das Plantas Daninhas confunde-se com a história do controle das plantas daninhas. Após a fase histórica em que o controle era feito manualmente ou com auxílio de ferramentas, surgem, no início do século XX, os primeiros relatos da utilização de substâncias químicas para o manejo de plantas daninhas. Por volta de 1908, pesquisadores como Bolley (North Dakota, EUA), Bonnet (França) e Schulz (Alemanha) usaram sais de cobre e depois ácido sulfúrico para o controle de plantas daninhas em cereais (Zimdhal, 1993).

O primeiro marco do controle químico moderno ocorreu, no entanto, em 1941, com a síntese do ácido 2,4-diclorofenoxiacético, o 2,4-D (Pokorny, 1941). Durante a segunda guerra mundial foram descobertas as propriedades dos derivados dos ácidos fenoxiacéticos sobre o crescimento de plantas. Apenas após o fim da guerra foi feito o anúncio público da ação do 2,4-D como herbicida que causava morte diferenciada de plantas (Hammer & Tukey, 1944; Marth & Mitchell, 1944). Posteriormente, foi descrito o primeiro herbicida (monuron) que não era derivado dos ácidos fenólicos (Bucha & Todd, 1951). Iniciava-se, então, nas décadas de 50 e 60, as práticas modernas de baixas doses de herbicidas orgânicos sintéticos para o controle seletivo de plantas daninhas.

O surgimento, nos Estados Unidos, da primeira sociedade científica (Weed Science Society of America, em 1956) consolidou o estudo das Plantas Daninhas como ciência, repercutindo na criação de outros grupos de estudo em diferentes países do mundo. No Brasil, em 1963 é criada a Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas (SBHED), atual Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD).

Importância econômica

O mercado de negócios de pesticidas no Brasil tem evoluído rapidamente, tanto pela agregação de novas áreas produtivas, como os cerrados, quanto pelo aumento de tecnificação e pela menor dependência de mão-de-obra. Nos últimos 35 anos, o volume de negócios com herbicidas passou de US\$ 400 mil em 1964 para US\$ 1,37 bilhões em 1998 (Figura 1).

Apenas no período de 1994 a 1998, houve um aumento de 82,8% do volume de negócios no mercado de pesticidas. Neste mesmo período, as vendas de herbicidas passaram de 775,762 milhões para 1,368,723 bilhões (+76,43%), o que representa, atualmente, mais da metade do total volume de negócios do setor (Tabela 1). Apenas 4 culturas (soja, cana-de-açúcar, milho e arroz) concentram mais de 80% dos negócios com herbicidas (Figura 2).

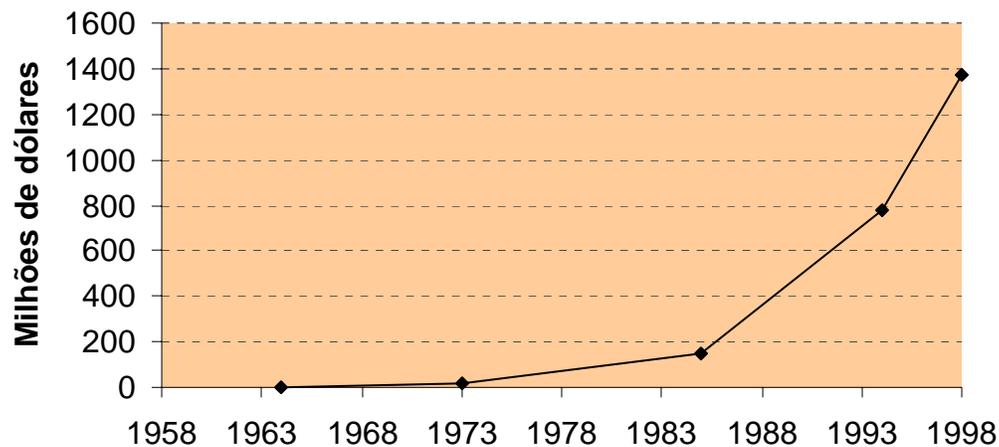


Figura 1. Evolução do mercado de herbicidas no Brasil. Fonte: Durigan (1990) e SINDAG (1999).

Tabela 1. Mercado de agroquímicos no Brasil em 1998 (US\$ 1,000.00). Fonte: SINDAG (1999).

Classe	Valor (US\$1,000)				
	1996	1997	Δ 96/97	1998	Δ 97/98
Herbicidas	1,005,112	1,214,818	+20,86	1,368,723	+12,67
Fungicidas	276,331	356,304	+28,94	436,235	+22,43
Inseticidas	375,548	464,796	+23,76	589,458	+26,82
Acaricidas	92,237	86,714	- 5,99	97,854	+12,85
Outros*	43,443	58,159	+33,87	65,579	+12,76
Total	1,712,671	2,180,791	+27,33	2,557,849	+17,29

* Antibrotantes, reguladores de crescimento, óleo mineral e espalhantes adesivos.

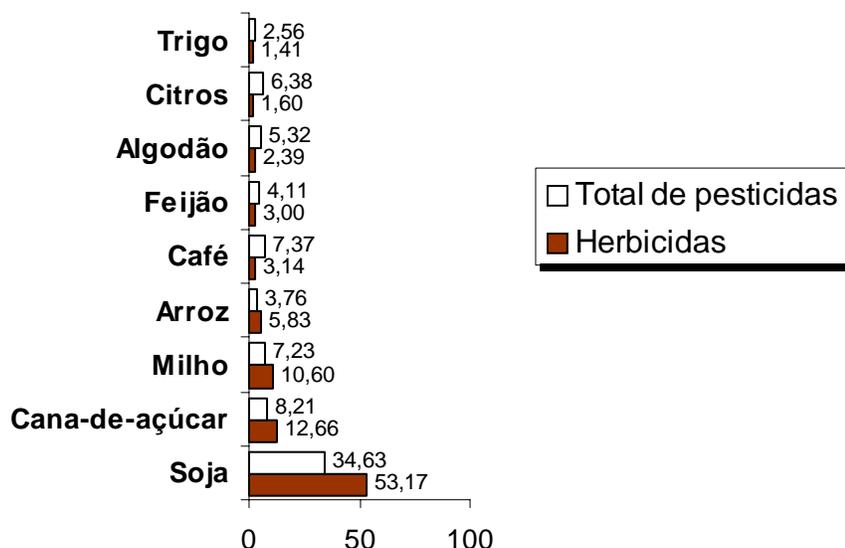


Figura 2. Participação percentual relativa de diferentes culturas no volume total de vendas de pesticidas e de herbicidas no Brasil em 1998. Fonte: SINDAG (1999).

Aspectos positivos do controle químico

O uso de herbicidas pode prevenir a interferência das plantas daninhas principalmente no início do ciclo, período durante o qual as plantas daninhas causam normalmente as maiores perdas nas culturas. É um aspecto importante quando na população de plantas daninhas presentes são encontradas espécies de difícil controle após a emergência, ou quando as plantas daninhas são indesejáveis durante todo o ciclo da cultura, como no caso de áreas destinadas à produção de sementes. Além disso, o uso de herbicidas proporciona um controle mais efetivo nas linhas de plantio, onde muitas vezes outros métodos de controle não tem a mesma eficiência.

A flexibilidade quanto à época de aplicação, principalmente em áreas de grande extensão, é desejável pois o controle das plantas daninhas pode ser feito em etapas, adequando a demanda de trabalho ao maquinário, implementos e mão-de-obra disponíveis. Em muitas situações, há alternativas de tratamentos desde aqueles incorporados ao solo antes do plantio até aqueles aplicados em pós-emergência, diminuindo a concentração na demanda dos equipamentos. Além disso, alguns métodos de controle mecânicos são de uso limitado em épocas de precipitações frequentes.

A redução do tráfego de máquinas e de cultivos mecânicos pode proporcionar uma vantagem no caso de solos susceptíveis à erosão, assim como em locais onde é importante a preservação da integridade do sistema radicular de culturas perenes, como no caso de café e citros. Utilizado adequadamente, o controle químico pode resultar não só em uma redução substancial do tráfego pesado nas áreas de cultivo como também na formação de cobertura morta para proteção do solo (Figura 3).



Figura 3. Aspecto visual de lavoura de citros, conduzida em solo arenoso na região do arenito Caiuá. Acima: 50 dias após a aplicação (DAA) de glyphosate+diuron nas linhas de plantio (à esquerda área não tratada nas entrelinhas). Abaixo: 120 DAA do mesmo herbicida (à direita o controle neste período foi feito por duas roçadas). Observa-se, em ambos os casos, a formação de camada de cobertura morta protegendo o solo. Fonte: Oliveira Jr. et al. (1995).

O controle químico de plantas daninhas apresenta rendimento operacional elevado, além de demandar pequena quantidade de mão-de-obra quando comparado a outros métodos de controle. O uso de herbicidas também proporciona economia de trabalho e energia pela redução dos custos de colheita e de secagem de grãos, em função da eliminação das plantas daninhas.

No entanto, como qualquer outra técnica, a utilização de herbicidas para o controle de plantas daninhas apresenta também limitações.

Limitações do uso de herbicidas

Todos os pesticidas possuem certo grau de toxicidade para o homem e para outras espécies de plantas e animais. Embora a tendência atual seja de que os novos herbicidas lançados no mercado apresentem um menor grau de toxicidade para o homem e o ambiente, ainda existem preocupações com relação aos casos de intoxicação registrados em aplicadores e manipuladores de caldas de pesticidas. Uma análise detalhada a respeito dos casos de intoxicação registrados no Brasil foi feita por Goellner (1993).

A utilização de herbicidas demanda equipamento adequado de aplicação e proteção, além de operador treinado. Na maioria dos casos, as intoxicações ocorrem pela negligência no uso de equipamento individual de proteção, da mesma forma que o sucesso de muitas aplicações pode ser limitado pela utilização inadequada do equipamento.

Problemas associados ao comportamento ambiental desses compostos também existem. No Paraná, por exemplo, diversos municípios têm restringido o uso do herbicida 2,4-D em função dos problemas causados pela deriva desse produto para áreas vizinhas a sua aplicação, causando fitotoxicidade em áreas de olerícolas, frutíferas, algodão e mandioca (Tabela 2).

Tabela 2. Municípios da região de Campo Mourão, PR, nos quais existem restrições de utilização do 2,4-D durante algum período do ano.

Município	Período de restrição	Município	Período de restrição
• Araruna	ano todo	• Mamborê	agosto a maio
• Ariranha do Ivaí	setembro a fevereiro	• Mato Rico	setembro a fevereiro
• Boa Esperança	15/agosto a 15/maio	• Moreira Sales	agosto a maio
• Corumbataí do Sul	setembro a março	• Nova Cantu	setembro a fevereiro
• Engenheiro Beltrão	agosto a março	• Peabiru	agosto a abril
• Farol	setembro a fevereiro	• Quinta do Sol	outubro a abril
• Fênix	ano todo	• Roncador	ano todo
• Janiópolis	ano todo	• São João do Ivaí	20/setembro a 20/maio
• Jardim Alegre	ano todo	• São Pedro do Iguaçu	setembro a fevereiro
• Luiziana	agosto a março		

Embora nenhum herbicida permaneça indefinidamente no ambiente, em alguns casos eles podem apresentar persistência por um período de tempo suficiente para limitar ou injuriar o desenvolvimento de espécies cultivadas em rotação. Uma análise mais

detalhada sobre o fenômeno de "carryover" é feita no capítulo 11. Além disso, eventualmente resíduos dos herbicidas podem persistir em partes das plantas utilizadas para a alimentação humana ou animal, tornando-as impróprias para consumo.

Uma preocupação mais recente a respeito do uso de herbicidas está ligada à possibilidade do desenvolvimento de biótipos de plantas daninhas resistentes. No Brasil, existem relatos de resistência a herbicidas em plantas daninhas como amendoim-bravo, picão-preto e capim-marmelada (Gazziero et al., 1998).

Utilização incorreta ou mal planejada pode inviabilizar o desenvolvimento adequado da cultura, quer pela ineficiência de controle de plantas daninhas ou por injúrias causadas à cultura pelos próprios herbicidas.

Por último, o grau de eficiência dos herbicidas pode sofrer interferência de fatores externos de difícil controle, tais como a época de aplicação, clima, solo e densidade de infestação.

Aspectos a serem considerados na escolha do tratamento a ser utilizado

Por tratamento entende-se a combinação de um determinado herbicida, aplicado na dose e épocas recomendadas. Para minimizar a possibilidade de erros, inicialmente é imprescindível conhecer qual ou quais são as espécies de infestantes predominantes na área em que deverá ser feito o controle químico, bem como qual é o estágio de desenvolvimento predominante das espécies. Muitas vezes a simples presença de uma espécie modifica o enfoque a ser dado em termos de escolha de produto, época de aplicação ou dose a ser utilizada. Plantas perenes, por exemplo, normalmente requerem para seu manejo uma integração de métodos de controle, associados à aplicação de herbicidas sistêmicos em época adequada. De forma análoga, espécies anuais que possuem diversos fluxos de germinação podem requerer a utilização de um herbicida cujo efeito residual seja suficiente para garantir à cultura um desenvolvimento inicial livre da interferência imposta pelas plantas daninhas.

Para herbicidas aplicados ao solo, também é de grande importância o conhecimento de suas características químicas e físicas, especialmente pH, textura e teor de carbono orgânico, uma vez que essas propriedades podem influenciar a escolha da dose a ser utilizada. Além desses dois pontos básicos, os seguintes itens devem ser considerados na escolha do tratamento a ser utilizado, entre outros:

- Registro do herbicida para uso na cultura;
- Eficiência sobre a infestação predominante na área;
- Estágio de desenvolvimento das plantas daninhas;
- Estimar qual o período de controle que se necessita;
- Custo por unidade de área;
- Disponibilidade para aquisição no mercado local;
- Menor toxicidade para o homem e ambiente;
- Efeito residual para culturas em rotação;
- Menor potencial de contaminação ambiental (deriva, lixiviação, "runoff");
- Adequação do equipamento disponível para aplicação;
- Maior flexibilidade quanto à época de aplicação;
- Adequação ao sistema de plantio adotado na propriedade (direto/convencional);
- Potencial de seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas.

Por fim, é importante que, após a utilização de um determinado herbicida, sejam feitas observações no sentido de avaliar se a eficiência do tratamento utilizado foi satisfatória para as espécies de interesse, procurando identificar possíveis razões pelas quais eventuais falhas de controle foram observadas. O acompanhamento dos resultados proporciona ao usuário não só familiarizar-se com o modo de uso do produto, mas também um controle mais detalhado sobre a lucratividade de sua exploração agrícola.

Nomenclatura dos herbicidas

Todo herbicida é nomeado pelo menos de três formas diferentes. Uma vez que são substâncias sintetizadas em laboratório, cada ingrediente ativo tem um nome químico para descrever sua estrutura química. Como também são produtos comerciais, cada herbicida tem um nome comercial dado pelo fabricante, que o distingue dos outros produtos e auxilia no "marketing" do produto. No entanto, alguns herbicidas podem ser fabricados por diferentes companhias e cada uma delas pode dar um nome comercial distinto ao seu produto (Tabela 3). Desta forma, para evitar confusão, os herbicidas também possuem um nome comum. Este nome se refere a todos os produtos que possuem o mesmo ingrediente ativo. As referências mais utilizadas na classificação de herbicidas são organizadas de acordo com o nome comum dos compostos (Ahrens, 1994; Rodrigues & Almeida, 1998). No decorrer deste texto, o nome comum dos herbicidas são preferencialmente utilizados, exceto quando explicitado.

Tabela 3. Exemplos de nomes de herbicidas.

Nome químico	Nome comum	Nomes comerciais
2,6-dinitro- <i>N,N</i> -dipropil-4-(trifluorometil)benzoamina	trifluralin	Treflan, Herbiflan, Premerlin 600, Trifluralina Nortox.
6-cloro- <i>N,N'</i> -dietil-1,3,5-triazina-2,4-diamina	simazine	Herbazin, Sipazina
<i>N</i> -(3,4-diclofenil)propanamida	propanil	Clean-Rice, Grassaid, Herbipropanin, Propanil Agripec, Propanil Fersol, Stam 480

Formas de classificação de herbicidas

Existem diversas formas de classificar os herbicidas, embora nenhuma delas seja completamente adequada ou definitiva. A maioria das classificações abordam apenas certos aspectos relacionados ao comportamento dos produtos ou às suas características.

O maior problema no desenvolvimento de um sistema de classificação adequado é a grande diversidade de modos de ação e de composição química dos herbicidas. Para se entender o controle químico, é fundamental familiarizar-se com certos termos usados na

ciência das plantas daninhas, muitos dos quais são utilizados nos sistemas de classificação dos herbicidas.

As principais classificações envolvem os seguintes aspectos:

Classificação segundo a seletividade

O conhecimento a respeito da seletividade de um herbicida é um pré-requisito básico para seu uso ou recomendação, uma vez que revela quais as plantas que ele afeta e quais são menos sensíveis ao produto.

Herbicidas seletivos: matam ou restringem severamente o crescimento de plantas daninhas numa cultura, sem prejudicar as espécies de interesse além de um nível aceitável de recuperação. Muitos herbicidas são seletivos para culturas, mas pode-se considerar também que alguns deles possuem eficiência apenas sobre algumas espécies de plantas daninhas. Herbicidas como trifluralin, clethodim e fluazifop são seletivos para o controle de gramíneas e outros como bentazon, acifluorfen e lactofen são seletivos para o controle de folhas largas.

Herbicidas não seletivos: são aqueles de amplo espectro de ação, capazes de matar ou injuriar severamente todas as plantas, quando aplicados nas doses recomendadas. Glyphosate e sulfosate são herbicidas não seletivos registrados para dessecação de manejo das plantas daninhas em áreas de semeadura direta, enquanto paraquat, diquat e amônio-glufosinato são mais utilizados para dessecação pré-colheita. Em função do largo espectro de espécies de plantas afetadas por esses herbicidas, os mesmos são considerados não seletivos. Nenhum herbicida pertence rigidamente a nenhum dos grupos, uma vez que a seletividade é função da interação entre diferentes fatores (ver capítulo 9).

Classificação segundo a translocação

Herbicidas com ação de contato: Não se translocam ou se translocam de forma muito limitada. Só causam danos nas partes que entram em contato direto com os tecidos das plantas, necessitando, portanto, de uma boa cobertura por ocasião da aplicação. O efeito normalmente é rápido e agudo, podendo se manifestar em questão de horas. Alguns herbicidas cuja ação sobre as plantas é caracteristicamente de contato são bentazon, lactofen e paraquat.

Herbicidas de ação sistêmica: Normalmente são caracterizados pelo efeito mais demorado, crônico. A translocação pode ocorrer pelo xilema, pelo floema, ou através de ambos, dependendo do herbicida e da época de aplicação (ver capítulo 8). Em aplicações na parte aérea, as condições de clima e de umidade do solo são fatores importantes que interferem no resultado final observado. Para que se manifeste o efeito desejado sobre as plantas daninhas, esses herbicidas dependem de franca atividade metabólica das plantas. Produtos de absorção lenta também podem sofrer influência de chuvas logo após a aplicação. Herbicidas como fluazifop, fenoxaprop, sethoxydim e clethodim são considerados de absorção rápida, não necessitando período maior do que 1 hora sem chuva após a aplicação. Por outro lado, herbicidas como o glyphosate e o 2,4-D amina

necessitam de um período mínimo sem chuvas após a aplicação de 4 horas para que não haja prejuízo no resultado de controle (University of Minnesota, 1999).

Classificação quanto à época de aplicação

Praticamente todos os herbicidas devem ser aplicados em um momento em particular para que o controle e a seletividade sejam maximizados. Portanto, saber quando aplicá-los para obter o efeito desejado é essencial para o uso adequado e racional do controle químico. A classificação quanto à época de aplicação reflete a eficiência de absorção por diferentes estruturas das plantas. Aqueles aplicados ao solo são normalmente absorvidos pelas raízes ou por estruturas subterrâneas antes, durante ou imediatamente após a emergência. Já aqueles aplicados à parte aérea das plantas são preferencialmente absorvidos pelas folhas. Uma vez que alguns herbicidas podem ser aplicados com sucesso em diferentes épocas, este sistema, como os anteriores, embora seja de grande importância prática, não é conclusivo também.

De modo geral, as seguintes definições de épocas de aplicação são utilizadas:

Herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado (PPI): Refere-se aos produtos que são aplicados ao solo e que posteriormente precisam de incorporação mecânica ou através de irrigação. Herbicidas que precisam ser aplicados desta forma normalmente apresentam uma ou mais das seguintes características:

- Mecanismo de ação que requer contato entre o herbicida e plântulas antes da emergência;
- Baixa solubilidade em água;
- Fotodegradação;
- Volatilidade (alta pressão de vapor).

O trifluralin é considerado um herbicida de baixa solubilidade ($0,3 \text{ mg L}^{-1}$) e de alta pressão de vapor ($1,1 \times 10^{-4} \text{ mm Hg}$). A alta pressão de vapor faz com que a perda de produto por volatilização seja acentuada quando o produto permanece na superfície do solo. Este fato, aliado à baixa solubilidade e às perdas por fotodegradação, fazem com que o produto necessite de incorporação ao solo. Novas formulações de trifluralin tem sido desenvolvidas para evitar a obrigatoriedade de incorporação, mas mesmo para estas formulações, uma incorporação leve resulta no aumento da eficácia. Já o EPTC, tendo maior solubilidade (370 mg L^{-1}), pode ser incorporado também por meio de uma irrigação logo após a aplicação. Ambos herbicidas, embora de grupos químicos diferentes, atuam sobre o mesmo processo metabólico (a divisão celular), o que faz com que ambos sejam efetivos apenas quando em contato com os tecidos em fase de divisão celular.

Herbicidas aplicados em pré-emergência (PRÉ): A aplicação é feita após a semeadura ou plantio, mas antes da emergência da cultura, das plantas daninhas ou de ambas. O herbicida depende, neste caso, da umidade do solo, da água da chuva ou de irrigação para atuar. Normalmente estes produtos atuam sobre processos como a germinação de sementes ou o crescimento radicular. Ex: napropamide, alachlor, diuron.

Herbicidas aplicados em pós-emergência (PÓS): Em aplicações em pós-emergência, o produto deve ser absorvido em maior parte via foliar, além da cultura normalmente

necessitar ter uma boa tolerância à exposição direta ao produto. Aplicações normalmente são feitas em fases precoces do desenvolvimento das invasoras. Embora variável entre plantas, este estágio geralmente compreende a fase até 3-4 folhas para as dicotiledôneas e antes ou até o início do perfilhamento para gramíneas.

A idade das plantas daninhas quando da aplicação em pós-emergência é muito importante para a eficiência deste tipo de aplicação. Normalmente são produtos mais caros pela sua alta seletividade. Exemplos de herbicidas cuja aplicação é feita caracteristicamente em pós-emergência são sethoxydim, haloxyfop-methyl, bentazon, lactofen e ioxynil.

Aplicações em pós-emergência tardia (plantas adultas) muitas vezes são necessárias, como por exemplo na dessecação de lavouras antes da colheita ou na operação de manejo das plantas daninhas em áreas de semeadura direta. Em função do estágio de desenvolvimento avançado das plantas, doses mais elevadas ou produtos não seletivos são usados nestas situações.

Classificação quanto à estrutura química

A maior limitação desse sistema de classificação está no fato de que diferentes herbicidas pertencentes a uma mesma família de compostos podem atuar de maneira distinta no controle das plantas daninhas. Os sistemas de classificação baseados apenas na estrutura química são, portanto, insuficientes para o propósito de esclarecer a atividade dos herbicidas sobre as plantas. No entanto, associada à classificação concernente aos mecanismos de ação dos herbicidas, torna-se de grande utilidade.

Classificação segundo o mecanismo de ação

O agrupamento de herbicidas de acordo com a forma de atuação nas plantas é uma das mais utilizadas (capítulo 7) e, uma vez que enfatiza a atuação dos herbicidas, pode englobar diferentes famílias de compostos químicos sob um mesmo mecanismo de ação.

Conhecer o mecanismo de ação requer um intrincado estudo que envolve aspectos relacionados à química, bioquímica e fisiologia vegetal. Embora o conhecimento a respeito do mecanismo de ação de um herbicida não implique diretamente em um melhor nível de controle de plantas daninhas, ele provê uma ferramenta fundamental no entendimento dos mecanismos de seletividade, comportamento dos herbicidas nas plantas e no ambiente e efeito de fatores ambientais na eficiência desses produtos à campo.

Outras classificações

Algumas classificações envolvem aspectos específicos e não foram incluídas no âmbito da discussão desse texto. Os herbicidas podem ser classificados, por exemplo, quanto ao tipo de formulação, volatilidade, persistência, potencial de lixiviação, toxicidade, classe toxicológica, solubilidade e polaridade ou forma de dissociação. Alguns desses itens são discutidos no capítulo 11.

Há ainda outras formas de classificação, que, no entanto, não são aceitas universalmente. Uma classificação baseada na forma com que os herbicidas são usados (aquáticos, de contato, translocáveis pelas folhas e aplicados ao solo) foi adotada por Radosevich et al. (1997). Os herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas aquáticas são, normalmente, classificados à parte, em função da especificidade de uso.

Alguns dos herbicidas usados para este fim são também utilizados em áreas agrícolas, como o 2,4-D. No entanto, outros produtos como o glyphosate possuem formulações especiais para esta finalidade. Outros, ainda, são especificamente utilizados nestas áreas, como o fluridone.

Bibliografia

- AHRENS, W.H. (Ed.) **Herbicide Handbook**. 7. Ed, Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352 p.
- BUCHA, H.C.; TODD, C.W. 3(p-chlorophenyl)-1,1-dimethylurea - a new herbicide. **Science**, v.114, p.403-494, 1954.
- DURIGAN, J.C. **Controle químico das plantas daninhas**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1990. 9 p.
- GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; MACIEL, C.D.G.; CHRISTOFOLLETI, P.J.; ADEGAS, F.S.; VOLL, E. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.117-125.
- GOELLNER, C.I. **Utilização de defensivos agrícolas no Brasil: análise do seu impacto sobre o ambiente e a saúde humana**. 2ª ed. Passo Fundo, RS: Artgraph Editora, 1993. 103 p.
- HAMMER, C.L.; TUKEY, H.B. The herbicidal action of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid on bindweed. **Science**, v.100, p.154-155, 1944.
- MARTH, P.C.; MITCHELL, J.W. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid as a differential herbicide. **Bot. Gaz.**, v.106, p.224-232, 1944.
- OLIVEIRA JR., R.S.; PIRES, N.M.; FORNAROLLI, D.A.; CHEHATA, A.N.; ANDRADE, O. Comportamento do glyphosate isolado ou formulado com diuron ou simazine no controle de plantas daninhas em citros na época seca e chuvosa para as condições do noroeste do Paraná. Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 20, Florianópolis-SC. 1995. **Resumos...** Florianópolis, SBCPD, 1995. p.377-378.
- POKORNY, R. Some chlorophenoxyacetic acids. **J. Amer. Chem. Soc.**, v.63, p.1768, 1941.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, C.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for weed management**. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**, 4ª edição. Londrina, PR, 1998. 647 p.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS - SINDAG. **Vendas mensais de defensivos agrícolas, 1997/1998**. São Paulo, 1999. (comunicação por fax).

UNIVERSITY OF MINNESOTA. Extension Service. **1999 Cultural & chemical weed control in field crops**. St. Paul, MN: University of Minnesota, 1999. 85 p.

ZIMDHAL, R.L. **Fundamentals of weed science**. San Diego, CA: Academic Press, Inc. 1993. 450 p.