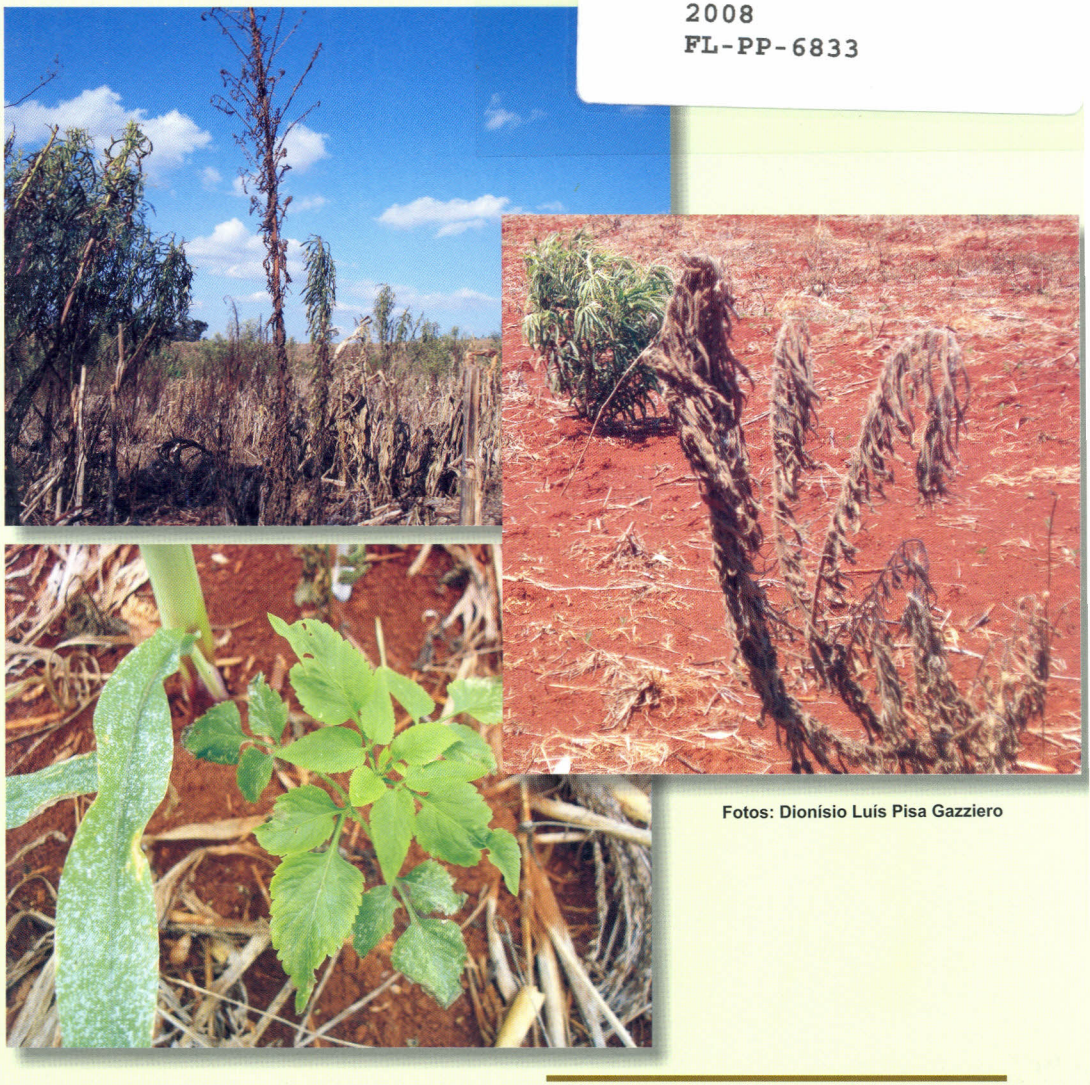
Critérios Para Relatos Oficiais Estatísticos de Biótipos de Plantas Daninhas Resistentes a Herbicidas

FL 6833
2008
FL-PP-6833



Fotos: Dionísio Luís Pisa Gazziero

Sete Lagoas, MG
2008

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AÇÃO À RESISTÊNCIA DE PLANTAS AOS HERBICIDAS NO BRASIL

Critérios Para Relatos Oficiais Estatísticos de Biótipos de Plantas Daninhas Resistentes a Herbicidas

Critérios para relatos ...
2008 FL-PP-6833
CNPSO- 30134-1

Sete Lagoas, MG, Brasil
2008

FL 6833
Embrapa
ID 30134

Editores: Dionísio Luís Pisa Gazziero - Embrapa Soja
Antonio João Batista Galli - Monsanto do Brasil
Décio Karam - Embrapa Milho e Sorgo

Autores: Dionísio Luís Pisa Gazziero - Embrapa Soja
Pedro Jacob Christoffoleti - ESALQ
Leandro Vargas - Embrapa Trigo
Nelson Diehl Kruse - UFSM
Antonio João Batista Galli - Monsanto do Brasil
Michelangelo Muzzel Trezzi - UTFPR/Campus Pato Branco

Normalização bibliográfica: *Maria Tereza Rocha Ferreira*
Editoração eletrônica: *Tânia Mara Assunção Barbosa*
Arte final da capa: *Tânia Mara Assunção Barbosa*

1ª edição

1ª impressão (2008): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.160).
CIP. Brasil. Catalogação-na-publicação.

Critérios para relatos oficiais estatístico de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas / Dionísio Luís Pisa Gazziero, Antônio João Batista Galli e Décio Karam (eds). - Sete Lagoas: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas; Campinas: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas no Brasil, 2008.
22 p. : 15,5 x 22,5 cm.

1. Planta daninha – Resistência - Herbicida. I. Gazziero, Dionísio Luís Pisa, ed. II. Galli, Antônio João Batista Paulo, ed. III. Karam, Décio ed. IV. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. V. Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas no Brasil.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS
Gestão 2006 - 2008

Diretoria
Presidente: Décio Karam
1° Vice-Presidente: Maria Helena Tabim Mascarenhas
2° Vice-Presidente:Francisco Affonso Ferreira
1° Secretário: Elifas Nunes de Alcântara
2° Secretário: Tarcisio Cobucci
1° Tesoureiro: Nestor Gabriel da Silva
2° Tesoureiro: João Baptista da Silva

Conselho Consultivo
Robert Deuber
Júlio Cézar Durigan
Dionísio Luís Pisa Gazziero
Ricardo Victoria Filho
Marcus Barifouse Matallo
Roberto José de Carvalho Perreira
Luis Lonardoni Foloni

Conselho Fiscal
Edson Begliomini
Edivaldo Luiz Panini
Antonio Alberto da Silva

Suplentes
Maurílio Fernandes de Oliveira
Lino Roberto Ferreira
Neimar de Freitas Duarte

Representantes Regionais
Região Norte: Antonio Pedro da Silva Souza Filho
Região Nordeste: Francisco Cláudio Lopes de Freitas
Região Centro: Oeste: Eliane Regina Archangelo
Região Sudeste: Cleber Daniel de Góes Maciel
Região Sul: Aldo Merotto Júnior

Relações Intenacionais
Robinson Antonio Pitelli
Ulisses Rocha Antuniasse
João Baptista da Silva
Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AÇÃO À RESISTÊNCIA DE PLANTAS AOS HERBICIDAS NO BRASIL

Antonio João Batista Galli (Monsanto do Brasil)
Presidente:

Roberto E.B. de Toledo (Arysta LifeScience)
Vice-Presidente para Assuntos Técnicos

Rodrigo Neves (Dow AgroScience)
Vice-Presidente para Assuntos Educacionais

José Antonio de Souza Júnior (Iharabras)
Vice-Presidente para Assuntos Institucionais e Comunicação

André Luís Bachiega (Syngenta)
Primeiro Secretário

Gilmar Vargas Franco (Bayer CropScience)
Segundo Secretário

Edivaldo Luiz Panini (DuPont)
Tesoureiro

Ricardo Camara Werlang (FMC) e
Sílvio Furuhashi (Ishihara Brasil)
Conselho Fiscal

Apresentação

O aparecimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil tem sido objeto de questionamento nos últimos anos pela comunidade científica da área. Para que se entenda melhor esse assunto, deve-se em primeiro lugar conhecer o significado da resistência e da tolerância. A tolerância, definida como a habilidade de algumas plantas em sobreviver e reproduzir após a aplicação de herbicidas, mesmo que apresentem sintomas de injúrias, difere da resistência que é a habilidade de uma planta em sobreviver à determinada dose de um herbicida, que em condições normais, controla as demais plantas da mesma população. A confirmação da resistência, portanto, é de fundamental importância para o manejo das plantas daninhas e cuidados especiais devem ser tomados para que estas plantas não se disseminem, dificultando e encarecendo o seu controle.

Esta obra, ação conjunta do Comitê de Ação à Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas (CBRPH), da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD) e da Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas no Brasil (HRAC-BR), solidifica e divulga critérios justos e confiáveis de detecção de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicida. Baseado nestes critérios o Comitê de Ação à Resistência certificará os casos de resistência de plantas daninhas resistentes a herbicidas registrados no Brasil. Esta publicação contribuirá com o conhecimento para se elaborar e aprimorar os trabalhos que visam à confirmação da resistência de plantas daninhas a herbicidas.

Décio Karam
Presidente SBCPD
Biênio 2006-2008

Sumário

Introdução 9

Critérios 10

Conclusão 19

Literatura Citada 20

Introdução

Este documento inclui sugestões elaboradas pelo Comitê de Ação à Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas (CBRPH), da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD) e pela Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas no Brasil (HRAC-BR). Tais sugestões tiveram como base de fundamentação o artigo "**Criteria for confirmation of herbicide-resitant weeds** - with specific emphasis on confirming low level resistance", (Heap, 2005), disponível no endereço eletrônico <http://www.weedscience.org/> e acessado em: 20 de junho de 2007. O objetivo do presente documento é descrever os critérios utilizados pelo *"International Survey of Herbicide-Resistant Weeds"* (***Registro internacional de plantas daninhas resistentes a herbicidas***) para documentação de casos de seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas no endereço eletrônico www.weedscience.org. É, portanto, intenção que este documento possa eliminar qualquer dúvida sobre possíveis equívocos de relatos da resistência de plantas daninhas a herbicidas neste site.

O ***Registro Internacional de Plantas Daninhas Resistentes a Herbicidas*** relaciona de forma detalhada as informações relatadas por pessoas cadastradas no site sobre os casos confirmados de resistência de plantas daninhas a herbicidas, em áreas selecionadas (lavouras, pomares, pastagens). Para esta documentação é necessário que o relato dos casos seja feito "on line" e estes sejam baseados em informações adequadas e confiáveis coletadas pelo relator. Sendo assim, estas informações podem auxiliar técnicos ligados ao manejo de plantas daninhas, acadêmicos e agricultores na seleção de estratégias de manejo e sistemas de produção efetivos e sustentáveis no controle de plantas daninhas e os fabricantes de herbicidas na recomendação e desenvolvimento de programas de manejo de plantas daninhas econômicos, tecnicamente viáveis e ambientalmente seguros.

O objetivo do CBRPH e do HRAC com este documento é solidificar e divulgar amplamente critérios justos e confiáveis de detecção e, conseqüentemente, que os relatos de novos casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas sejam de plena confiabilidade.

Para os casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas registrados no Brasil que atendam os critérios estabelecidos neste documento está prevista a certificação por parte do CBRPH objetivando conferir caráter oficial aos mesmos, aumentando assim a credibilidade dos resultados para as pessoas que se utilizam desta informação.

Critérios

Os casos relatados e registrados de resistência de um biótipo de planta daninha a herbicidas deverão atender os seguintes critérios fundamentais:

1. Definição de Resistência de Plantas Daninhas;

2. Confirmação por meio de resultados obtidos por protocolos com base cientifica;

3. Caracterização da herdabilidade da resistência da planta daninha ao herbicida;

4. Demonstração do impacto prático no campo da resistência da planta daninha ao herbicida;

5. Identificação botânica da espécie da planta daninha em análise, e não como resultado de uma seleção deliberada/artificial.

Sendo assim, qualquer relato que não atenda a um destes critérios terá interpretação dúbia e, portanto, não pode ser considerado como um registro confiável de caso de resistência de planta daninha a herbicida no endereço www.weedscience.org.

Critério 1. Definição de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas da Sociedade Americana da Ciência das Plantas Daninhas (WSSA – Weed Science Society of America) e do Registro Internacional de Plantas Daninhas Resistentes a Herbicidas.

A resistência de planta a um herbicida é definida como "a habilidade herdada de uma planta sobreviver e reproduzir-se após a exposição a uma

dose de herbicida normalmente letal[1] para a população natural. Em uma planta, a resistência a herbicida pode ocorrer naturalmente ou ser induzida por técnicas como engenharia genética ou a seleção de mutantes produzidos por culturas de tecido ou mutagênese".

Observe-se que as plantas daninhas resistentes a herbicidas enquadram-se nessa definição. Entretanto, nem todas as "plantas resistentes a herbicidas" são plantas daninhas, algumas podem ser culturas resistentes, originárias de plantas desenvolvidas em laboratório e, como tal, não devem ser consideradas para efeito de registro.

Para os objetivos do *registro,* resistência a herbicidas é definida como "a capacidade herdável selecionada em um biótipo de planta daninha, previamente suscetível ao herbicida, de sobreviver à aplicação e completar seu ciclo quando este herbicida é utilizado em sua dose recomendada, em condições agrícolas" (Heap & Lebaron, 2001; em *Herbicide Resistance and World Grains*). Para tanto, denomina-se por biótipo um grupo de indivíduos semelhantes geneticamente, pouco diferenciados da população.

Critério 2. Confirmação de Dados de Resistência

A resistência deve ser confirmada por meio de ensaios científicos, comparando-se biótipos de plantas resistentes e suscetíveis da mesma espécie, em ensaios repetidos e desenvolvidos dentro de padrões científicos. O Comitê de Ação de Resistência a Herbicidas (*Herbicide Resistance Action Committee - HRAC)*, preparou uma publicação que trata especificamente da detecção de resistência a herbicidas, e pode ser encontrada em "http://www.plantprotection.org/hrac/detecting.html" (Moss, 1999).

[1] Dose registrada, constante na bula, para a modalidade de aplicação do produto (Comitê de resistência da SBCPD).

2.1. Caracterização Inicial de Resistência versus Triagem de Rotina

Há grande diferença entre fazer um ensaio para determinar a caracterização inicial de um provável biótipo de planta daninha resistente e os ensaios de rotina quando centenas de amostras podem ser testadas após a descoberta inicial.

A literatura está repleta de ensaios de resistência a herbicidas, como os bioensaios em placas de Petri, ensaios com a parte aérea da planta, ensaios de enzimas alvo e ensaios de fluorescência (Beckie et al., 2000). Entretanto, para a caracterização inicial de um provável biótipo de planta daninha resistente, o mais recomendado é o experimento de curva de dose-resposta sob condições controladas (câmara de crescimento, casa-de-vegetação, etc.) utilizando-se plantas inteiras.

Para confirmar um novo caso de resistência deve-se simular, o mais próximo possível, as condições normais de aplicação no campo em um ambiente controlado (câmara de crescimento, casa-de-vegetação, etc.). Para tanto, determina-se o C_{50} e a GR_{50} (dose necessária para obter controle de 50% ou para reduzir a massa da parte aérea da planta em 50% em relação às plantas não tratadas) de biótipos resistentes e suscetíveis. Uma faixa ampla de doses de herbicida deve ser utilizada, para incluir doses letais e sub-letais, tanto para os biótipos resistentes como para os suscetíveis (Heap, 1994). A resistência neste tipo de experimento é confirmada se houver diferença estatística na resposta ao herbicida entre o biótipo supostamente resistente e o biótipo suscetível. Modelos de regressão não lineares podem ser usados para comparar os biótipos (Streibig, 1988; Brain & Cousens 1989; Seefeldt et al., 1995).

Neste ponto, ressalta-se a importância da aplicação do herbicida sobre as plantas a serem comparadas apresentando o mesmo estádio fenológico, visto que o desenvolvimento da planta pode interferir nestes parâmetros, conduzindo o pesquisador a resultados e conclusões por vezes equivocadas.

Para que esta metodologia de análise tenha resultados satisfatórios, bem como adequado ajuste dos modelos, há alguns detalhes que devem ser mencionados. O primeiro, e talvez um dos mais importantes, é a amplitude de doses. Em geral, o número mínimo de doses utilizado para o ajuste de curvas de dose-resposta é quatro, contudo recomenda-se o uso de pelo menos seis doses e os melhores ajustes são obtidos com intervalos de oito ou mais doses (Moss, 1999; Seefeldt et al., 1995).

É fundamental que as doses sejam proporcionalmente superiores e inferiores à dose recomendada. Neste tipo de experimento, é muito importante a obtenção de controles máximos, o mais próximos possível de 100%; porém, é igualmente importante a obtenção dos controles baixos, principalmente aqueles próximos à C_{50} ou GR_{50}. Em geral, não se consegue ajuste dos dados às equações quando não são obtidos controles inferiores a 50%, justificando a importância das doses inferiores à recomendada, principalmente nos casos em que a planta daninha é muito sensível ao herbicida em estudo.

Por se tratar de modelos logarítmicos, recomenda-se que exista proporção geométrica entre as doses, pois isto proporciona a eqüidistância destas quando projetadas no eixo *x*. Esta medida não é uma regra, porém sua aplicação geralmente resulta em resultados satisfatórios. Para plantas daninhas com susceptibilidade mediana aos herbicidas, tem-se utilizado doses múltiplas de 2, por exemplo: 0D, 1/8D, 1/4D, 1/2D, D, 2D, 4D e 8D; em que D é a dose recomendada do herbicida. Para plantas daninhas mais sensíveis, principalmente para as condições de sub-dose, pode-se utilizar múltiplos de 4 ou 10.

A análise estatística deste tipo de experimento deve ser feita inicialmente por meio da aplicação do teste F na análise da variância. Identificando-se a diferença de resposta dos biótipos aos tratamentos herbicidas, realiza-se a análise de regressão não-linear. Os modelos mais utilizados para este tipo de análise são aqueles propostos por Streibig (1988) e Seefeldt et al. (1995), representados pelas Equações 1 e 2, respectivamente.

$$y \quad \frac{a}{1 \quad \frac{x}{b}^{c}} \qquad (1)$$

$$y \quad Pmín \quad \frac{a}{1 \quad \frac{x}{b}^{c}} \qquad (2)$$

De posse dos valores de C_{50} ou GR_{50}, obtém-se o "Fator de Resistência - F" ou "Nível de Resistência - N", que corresponde à razão entre o C_{50} ou GR_{50} do biótipo resistente e o C_{50} ou GR_{50} do biótipo suscetível. O fator de resistência (F = R/S) expressa o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% do biótipo resistente é superior à dose que controla 50% do biótipo suscetível (Hall et al., 1998).

Tipicamente, este é o processo empregado para documentar a resistência quando o nível de resistência apresenta um FR maior que 10 (baseado nos GR_{50}). Entretanto, a confirmação de um baixo nível de resistência é muito mais difícil e em alguns casos, subjetiva. Em ambos os casos, o emprego das regressões e cálculos matemáticos não é simples, podendo exigir programas específicos ou o auxílio de especialistas em estatística.

Controvérsias sobre a definição de resistência primariamente resultam de diferentes pontos de vista sobre o que se constitui a variação natural nas populações de plantas daninhas e o que é classificado como baixo nível de resistência. A questão mais importante deste documento é esclarecer o que se considera como limite para o baixo nível de resistência e o que é necessário para testarem-se tais casos.

2.2. Baixo Nível de Resistência

Em qual nível se considera que uma planta daninha pode ser resistente para inseri-la na lista de plantas daninhas resistentes? A pergunta não é facilmente respondida. É interessante como muitas vezes os pesquisadores envolvidos na identificação de resistência têm uma sensação intuitiva para casos verdadeiros de resistência; contudo, é extremamente difícil colocar uma definição clara do que isto significa, de forma escrita. Há uma definição científica e uma definição agrícola de resistência. Nenhuma das duas isoladamente é a ideal

para o propósito do registro, que é o de refletir precisamente a ocorrência de um problema de planta daninha resistente. Há pontos fortes e fracos em cada definição, e o *Registro Internacional de Plantas Daninhas Resistentes a Herbicidas* baseia-se em uma combinação das duas. Abaixo, há uma descrição de cada definição, juntamente com os problemas que cada definição apresenta, e a combinação final das duas.

2.3. Definição Acadêmica

Do ponto de vista acadêmico, resistência de plantas daninhas a herbicidas está fundamentada em testes estatísticos entre curvas de dose-resposta comparando os biótipos resistentes e suscetíveis. Não é considerada nesta definição a dose normalmente recomendada do herbicida, ou seja, se as diferenças entre os biótipos existirem em doses abaixo da registrada são considerados como biótipos resistentes a herbicidas.

2.4. Os problemas com a definição Acadêmica

A definição acadêmica não leva em consideração a dose recomendada de um herbicida. Embora duas populações possam diferir estatisticamente em suas respostas a um herbicida, isto não significa, necessariamente, que o herbicida não irá controlar os indivíduos de menor suscetibilidade na dose recomendada. Sendo assim, quando doses utilizadas em condições de recomendação oficial de campo controlam o suposto biótipo resistente considerado pela definição acadêmica existe conflito de definições para as pessoas envolvidas com as recomendações de campo que não consideram estes biótipos como resistentes. Muitas vezes, há variabilidade ecotípica, ou seja, microambientes agrícolas selecionam populações que não podem ser consideradas resistentes, embora cientificamente os valores de GR_{50} sejam estatisticamente diferentes. Essa é uma variação natural e não garante seu registro como plantas daninhas resistentes ao herbicida. As empresas têm consciência da existência dessa variação e estabelecem suas doses recomendadas para uma determinada planta daninha com base em experimentos de amplo espectro, que incluem essa resposta diversa, de ocorrência natural em resposta a um herbicida.

2.5. Definição Agronômica

A definição agronômica exige que a população considerada resistente sobreviva à dose recomendada do herbicida, sob condições recomendadas de aplicação do herbicida no campo. Sendo assim, doses abaixo da recomendada pelo fabricante do herbicida (popularmente conhecidas como sub-doses) não devem sob nenhuma condição ser usada para fundamentar um relato de planta daninha resistente a herbicidas.

2.6. Problemas na definição agronômica

Variabilidades na dose recomendada em diferentes regiões de cultivo e práticas agronômicas são visualizadas pelas pessoas envolvidas com manejo de plantas daninhas como sendo relativas. Sendo assim, considera-se a dose recomendada aquela registrada nos órgãos competentes e em caso de haver intervalo de dose, sugere-se considerar nos estudos a maior dose para a condição recomendada.

A utilização da dose recomendada como medida de resistência, sem considerar-se a resistência relativa a uma testemunha suscetível, pode produzir resultados equivocados. A aplicação da dose recomendada, sobre o mesmo biótipo, dependendo das condições, poderá produzir resultados variados. O ambiente, representado pelo clima, tipo de solo, práticas de manejo, estresse, entre outros, desempenha uma grande influência no efeito do herbicida sobre uma planta daninha. Em casos marginais de resistência, um biótipo que geralmente sobrevive a uma aplicação em condições de campo, pode sucumbir à dose recomendada, sob condições de casa-de-vegetação. Isto pode ocorrer porque a dose recomendada, em tais condições (casa-de-vegetação ou câmara de crescimento), freqüentemente, é muito mais efetiva sobre as plantas daninhas do que quando um herbicida é aplicado sob condições de campo.

Por outro lado, esta situação pode indicar que são necessários experimentos adicionais de campo para se verificar se as condições ambientais estavam sendo levadas em consideração apropriadamente. Assim, utilizar-se ape-

nas a dose recomendada também não se constitui um critério suficiente para a classificação de resistência.

2.7. Definição prática de resistência

Se for empregada apenas a definição científica, o levantamento pode registrar um grande número de casos de "resistência" ou de variação na tolerância, que não tenham qualquer conseqüência prática. Se for empregada apenas a definição agrícola, estaria se confiando em uma abordagem relativamente subjetiva, que é provável que mude de lavoura para lavoura e de região para região. A combinação das duas perspectivas, a científica e a agrícola, é necessária, para fornecer uma definição prática de resistência.

Nitidamente, a definição científica é a menos problemática, e qualquer biótipo que não passar por esta definição, não poderá ser registrado como resistente. Para o propósito deste *registro*, a exigência de se demonstrar um impacto prático do caso de resistência visa confirmar que os biótipos resistentes representam um problema de controle em campo, quando o herbicida é utilizado na dose recomendada. Quando se investiga um caso de baixo nível de resistência, é necessário fornecer um número muito maior de evidências experimentais do que para o alto nível de resistência (FR ^{3} 10). Um único experimento de curva de dose-resposta não será suficiente para casos com FR < 10. Serão exigidos tanto experimentos de curva de dose-resposta em casa-de-vegetação quanto ensaios a campo utilizando plantas suscetíveis e potencialmente resistentes de tamanho e localização similares. Preferencialmente, os ensaios de campo deverão ser repetidos em mais de um local e por mais de um ano.

Critério 3. Caracterização da herdabilidade da resistência da planta daninha ao herbicida.

A condução de ensaios coletando diretamente as plantas do campo para ensaios laboratoriais não garante na maioria das vezes confiabilidade nos resultados de confirmação de resistência a herbicidas, pois não se comprova o critério da herdabilidade desta característica. Esta pode ser uma forma rápida para determinar, mas outros ensaios devem ser conduzidos, pois este procedi-

mento, por si só, não é suficiente para a confirmação de um novo caso de resistência. Os biótipos R (potencialmente resistentes) e S (suscetíveis) podem estar em estádios de crescimento diferentes, ou podem já ter sido expostos a um herbicida no campo, o que pode afetar o resultado do experimento.

Critério 4. Demonstração do impacto prático no campo da resistência da planta daninha ao herbicida.

Os relatos de casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas devem estar associados a uma relevância prática, não sendo, portanto, considerados para o site do HRAC o registro de variações naturais na resposta de herbicidas entre as populações de plantas daninhas. Assim, casos de variabilidade na eficácia do herbicida, mas que doses recomendadas do herbicida (doses registradas), sob condições de campo mantêm eficácia adequada não devem ser registradas como caso de resistência de plantas daninhas. Este critério se torna ainda mais crítico quando trata de casos em que a diferença biotípica de controle é pequena. Sendo assim, sob o ponto de vista acadêmico pode ser considerado um caso de nível baixo de resistência de plantas daninhas a herbicidas, porém em nível agronômico não pode ser divulgado com resistência de plantas daninhas a herbicidas, mas sim apenas variabilidade genética natural das plantas daninhas em seu grau de suscetibilidade.

Critério 5. Identificação botânica da espécie da planta daninha em análise, e não como resultado de uma seleção deliberada/artificial.

A caracterização de um biótipo de planta daninha resistente a herbicida deve ser feita depois de adequada identificação sistemática da planta daninha em nível de espécie e subespécie. Não é admitido qualquer relato onde dúvidas existam sobre a espécie em questão, pois diferenças de suscetibilidade existem entre espécies de mesmo gênero e, portanto, jamais devem ser caracterizadas como resistência, mas sim tolerância interespecífica. Para ser classificada como planta daninha resistente a herbicida, é necessária que seja feita a identificação da espécie e subespécie, quando necessário. Casos de seleção deliberada para resistência a herbicida, incluindo culturas resistentes a herbicidas de ocorrência voluntária, não devem ser incluídas como casos de registro.

Conclusão

O relato de confirmação de um biótipo de planta daninha resistente a herbicidas deve ser fundamentado em informações confiáveis para assegurar confiabilidade nas informações. Por outro lado, as informações devem ser divulgadas de forma a permitir que haja tempo suficiente para que sejam feitas orientações adequadas às empresas fabricantes de herbicidas e aos produtores. A divulgação destes critérios tem a intenção de facilitar o trabalho das pessoas que visam relatar casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas, combinando objetividade, transparência e consistência, aspectos indispensáveis para o método científico e para a aplicação prática da experiência profissional.

Literatura Citada

BRAIN, P.; COUSENS, R. An equation to describe dose responses where there is stimulation of growth at low doses. **Weed Research**., Oxford, v. 29, p. 93-96, 1989.

BECKIE, H. J.; HEAP, I. M.; SMEDA, R. J.; HALL, L. M. Screening for Herbicide Resistance in Weeds. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, p. 428-445, 2000.

HALL, L. M.; STROME, K. M.; HORSMAN, G. P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false clover (Gallium spurium). **Weed Science**, Ithaca, v. 46, p. 390-396, 1998.

HEAP, I. M. Identification and documentation of herbicide resistance. **Phytoprotection**, Quebec, v. 75, p. 85-90, 1994. Suplemento

HEAP, I.; LEBARON, H. Introduction and overview of resistance. In: POWLES, S. B.; SHANER, D. L. (Ed.). **Herbicide resistance and world grains**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 1-22.

MOSS, S. Detecting Herbicide Resistance Guidelines for conducting diagnostic tests and interpreting results. HRAC, June 1999. Disponível em: <http://www.hracglobal.com/Publications/DetectingHerbicideResistance/tabid/229/Default.aspx > Acesso em: 3 out. 2006.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E; FUERST, E. P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, p. 218-227, 1995.

STREIBIG, J. C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Oxford, v. 28, p. 479-484, 1988.

Referências Adicionais que podem ajudar no Diagnóstico de Resistência.

CLARKE, J. H.; BLAIR, A. M.; MOSS, S. R. The testing and classification of herbicide resistant Alopecurus myosuroides (black-grass). **Aspects of Applied Biology**, Cambridege, v. 37, p. 181-188, 1994.

DUPONT, S.; BIESENTHAL, C.; DEVINE, M. D. In vivo diagnostic of grass weed resistance to ACCase-inhibitor herbicides. **Weed Science Society of America Abstracts**, Champaign, v. 37, p. 274, 1997.

GERWICK, B. C.; MIRELES, L. C.; EILERS, R. J. Rapid diagnosis of ALS/AHAS-resistant weeds. **Weed Technolology**, Champaign, v. 7, p. 519-524, 1993.

HENSLEY, J. R. A method for identification of triazine resistant and susceptible biotypes of several weeds. **Weed Science**, Ithaca, v. 29, p. 70-73, 1981.

LETOUZÉ, A.; GASQUEZ, J. A rapid reliable test for screeningaryloxyphenoxypropionic acid resistance within Alopecurus myosuroides and Loliumspp. populations. **Weed Research**, Oxford, v. 39, p. 37-48, 1999.

LETOUZÉ, A.; GASQUEZ, J.; VACCARA, D. Development of new reliable quick tests and state of grass-weed herbicide resistance in France. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: WEEDS, 1997, Brighton. **Proceedings**... Surrey: BCPC, 1997. p. 325-330.

LOVELL, S. T.; WAX, L. M.; SIMPSON, D. M.; MCGLAMERY, M. Using the in vivo acetolactate synthase (ALS) assay for identifying herbicide resistant weeds. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, p. 936-942, 1996.

MOSS, S.R.; CUSSANS, G. W. Detection and practical significance of herbicide resistance with particular reference to the weed Alopecurus myosuroides (black-grass). In: FORD, M.; HOLLOMON, D.; KHAMBAY, B.; SAWICKI, R. (Ed.). **Biological and chemical approaches to combating resistance in xenobiotics**. Chichester: Ellis Horwood, 1987. p. 200-213.

MURRAY, B. G.; FRIESEN, L. F.; BEAULIEU, K. J.; MORRISON, I. N. A seed bioassay to identify acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (Avena fatua) populations. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, p. 85-89, 1996.

NORSWORTHY, J. K.; TALBERT, R. E.; HOAGLAND, R. E. Chlorophyll fluorescence for rapid detection of propanil-resistant barnyardgrass (Echinochloa crusgalli). **Weed Science**, Ithaca, v. 46, p. 163-169, 1998.

O'DONOVAN, J. T.; RASHID, A.; NGUYEN, H. V.; NEWMAN, J. C.; KHAN, A. A.; JOHNSON, C. I.; BLACKSHAW, R. E.; HARKER, K. N. A seedling bioassay for assessing the response of wild oat (Avena fatua) populations to triallate. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, p. 931-935, 1996.

OORSCHOT, J. L. P. van; LEEUWEN, P. H. van. Use of fluorescence induction to diagnose resistance of Alopecurus myosuroides Huds. (blackgrass) to chlorotoluron. **Weed Research**, Oxford, v. 32, p. 473-482, 1992.

RASHID, A.; O'DONOVAN, J. T., KHAN, A. A.; SHARMA, M. P.; NGUYEN, H. V. Response of triallate-resistant and –susceptible wild oat (Avena fatua) populations to difenzoquat and EPTC in a seedling bioassay. **Weed Technology**, Champaign, v. 11, p. 527-531, 1997.

SINGH, B. K.; SHANER, D. L. Rapid determination of glyphosate injury to plants and identification of glyphosate-resistant plants. **Weed Technology**, Champaign, v. 12, p. 527-530, 1998.

SINGH, B. K.; STIDHAM, M. A.; SHANER, D. L. Assay of acetohydroxyacid synthase. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 171, p. 173-179, 1988.

TARDIF, F. J.; HOLTUM, J .A .M.; POWLES, S. B. Occurrence of a herbicide resistant acetyl-coenzyme A carboxylase mutant in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) selected by sethoxydim. **Planta**, p. 190, p. 176-181, 1993.

YANASE D.; ANDOH, A. The paraquat bioassay to evaluate photosynthesis inhibition. In: BOGER, P.; SANDMANN, G. (Ed.). **Target assays for modern herbicides and related phytotoxic compounds.** Boca Raton: Lewis, 1993. p. 257-262.

Fotos: Dionísio Luís Pisa Gazziero

SBCPD

HRAC-BR