



# Resistência de capim-arroz ao herbicida quinclorac em Santa Catarina

Carlos Eduardo Schaedler<sup>1</sup>, Pedro Valério Dutra de Moraes<sup>2</sup>,  
José Alberto Noldin<sup>3</sup> e Domingos Savio Eberhardt<sup>4</sup>

**Resumo** – O capim-arroz (*Echinochloa* spp.) é uma das principais plantas daninhas que causam prejuízos ao arroz irrigado. O controle químico é o método mais utilizado pelos agricultores para esta planta daninha. O objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de resistência de capim-arroz ao herbicida quinclorac em populações oriundas de lavouras de arroz irrigado de Santa Catarina e testar a suscetibilidade destas populações aos herbicidas bispyribac-sodium e cyhalofop-butyl. Foram avaliados três ecótipos de capim-arroz (ECH 33, ECH 37 e ECH 38), oriundos de lavouras com suspeita de ocorrência de resistência, e dois ecótipos comparativos: ECH 13 (resistente) e ECH 17 (suscetível). O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Foram testadas doses crescentes dos herbicidas quinclorac, cyhalofop e bispyribac. Dentre as cinco populações de capim-arroz avaliadas, somente a ECH 38 e a ECH 13 foram resistentes ao quinclorac. As populações ECH 13 (testemunha) e ECH 38, resistentes ao quinclorac, são controladas pelos herbicidas cyhalofop e bispyribac. Os ecótipos ECH 17, ECH 33 e ECH 37 foram suscetíveis aos herbicidas quinclorac, cyhalofop e bispyribac.

**Termos para indexação:** arroz irrigado, *Echinochloa*, Facet, cyhalofop, bispyribac.

## Barnyardgrass resistance to quinclorac in paddy rice in Santa Catarina State

**Abstract** – Barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) infestation is very high and results in significant yield losses in paddy rice in Santa Catarina State. The objective of this study was to evaluate quinclorac resistance of *Echinochloa* spp. ecotypes in rice fields and to test the susceptibility of these populations to herbicides bispyribac-sodium and cyhalofop-butyl. Three barnyardgrass populations were evaluated: ECH 33, ECH 37 and ECH 38, compared to a resistant (ECH 13) and a susceptible (ECH 17) ecotype. The experiment was carried-out in a greenhouse. Herbicide treatments were: quinclorac, cyhalofop-butyl and bispyribac-sodium. The ecotypes ECH 38 and ECH 13 are resistant to quinclorac, but ECH 17, ECH 33 and ECH 37 are susceptible. Ecotypes ECH 38 and ECH 13, resistant to quinclorac, are controlled by cyhalofop-butyl and bispyribac-sodium.

**Index terms:** paddy rice, *Echinochloa*, Facet, cyhalofop, bispyribac.

Aceito para publicação em 17/3/08.

<sup>1</sup>Eng. agr., aluno de pós-graduação em Fitossanidade, Faem/UFPel, C.P. 354, 96010-900 Pelotas, RS, e-mail: caduschaedler@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Eng. agr., M.Sc., aluno de pós-graduação em Fitossanidade, Faem/UFPel, e-mail: pvdmoraes@gmail.com.

<sup>3</sup>Eng. agr., Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5241, fax: (47) 3341-5255, e-mail: noldin@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, e-mail: savio@epagri.sc.gov.br.

## Introdução

O capim-arroz (*Echinochloa* spp.) é uma espécie daninha comum em lavouras de arroz irrigado e uma das principais plantas daninhas que causam danos à produtividade da cultura, especialmente nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O herbicida Facet (quinclorac) foi registrado para uso em arroz irrigado no Brasil em 1991. Em função da sua alta eficiência para o controle de capim-arroz, o quinclorac passou a ser utilizado tanto em pulverização como em lâmina de água (benzedura) nas áreas de arroz irrigado. No entanto, o uso frequente do herbicida quinclorac resultou na seleção de populações resistentes.

A resistência de plantas daninhas aos herbicidas é definida pela FAO como a ocorrência de plantas com habilidade de sobreviver à aplicação de composto químico, para o qual a população original era suscetível (LeBaron & Gressel, 1982). No Brasil foram documentadas 16 espécies daninhas resistentes a herbicidas, principalmente nas lavouras de soja e arroz irrigado (Heap, 2008). Em arroz irrigado, já foram relatadas a ocorrência de resistência de *Sagittaria montevidensis*, *Cyperus difformis* e *Fimbristylis miliacea* para os herbicidas inibidores da enzima ALS em Santa Catarina (Noldin et al., 1999; Rampelotti et al., 2004) e *Echinochloa* spp. resistente a quinclorac, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (Eberhardt et al., 2000; Merotto Jr. et al., 2000).

Os primeiros casos de ocorrência de capim-arroz resistente a herbicidas foram relatados na década de 80, sendo em alguns locais constatada resistência múltipla a dois ou mais mecanismos de ação (Heap, 2008; Yun et al., 2005). Em 1998, foi relatada nos Estados Unidos (Louisiana), a primeira ocorrência de capim-arroz com resistência aos mimetizadores das auxinas (quinclorac). Atualmente, populações de capim-arroz resistentes a

quinclorac são reportadas em três países: Brasil, Colômbia e Estados Unidos (Heap, 2008).

Por outro lado, é importante a avaliação de herbicidas alternativos com diferentes mecanismos de ação, para o manejo das populações resistentes. Os herbicidas bispyribac-sodium e cyhalofop-butyl, respectivamente, inibidores das enzimas ALS (acetolactato sintase) e ACCase (Acetil CoA carboxilase) têm sido utilizados no manejo de plantas daninhas em arroz irrigado e nenhuma população de capim-arroz tem sido identificada como resistente a estes herbicidas no Brasil.

O objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de resistência de capim-arroz ao herbicida quinclorac em populações oriundas de lavouras de arroz irrigado de Santa Catarina e avaliar a suscetibilidade destas populações aos herbicidas bispyribac-sodium e cyhalofop-butyl.

## Material e métodos

Três populações de capim-arroz com suspeita de resistência ao herbicida quinclorac foram coletadas em lavouras de arroz irrigado, em abril de 2005. As populações foram identificadas como ECH 33, ECH 37 e ECH 38, provenientes, respectivamente, de lavouras dos municípios de Tubarão, Guarimirim e Massaranduba. Como comparativos (testemunhas), foi avaliado um ecótipo previamente identificado como resistente (ECH 13), proveniente de Tubarão e uma população suscetível (ECH 17) proveniente de área sem histórico de uso do herbicida quinclorac, em Itajaí, SC.

As sementes de capim-arroz foram colocadas em papel germinador, embebidas com água destilada e acondicionadas em geladeira com temperatura de 4°C por uma semana para superação da dormência. Após, as sementes foram transferidas para uma câmara de germinação com temperatura de 28°C por 4 dias, quando foram semeadas cin-

co a oito sementes por vaso com capacidade de 300ml, preenchidos com solo, livre de sementes de capim-arroz.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em ambiente controlado, do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel. Após a emergência das plantas, foi realizado o desbaste mantendo-se duas plantas por vaso. Os vasos foram mantidos em bandejas plásticas contendo água visando à irrigação por capilaridade. As temperaturas diurna e noturna da casa de vegetação, em média, foram de 27 e 18°C, respectivamente.

Os tratamentos foram organizados num esquema fatorial (5 x 3 x 8) e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, cada uma constituída por um vaso.

Os tratamentos herbicidas foram aplicados quando as plantas estavam em média com um afilho. Cada herbicida foi aplicado nas doses zero; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4 e 8X, sendo X = dose recomendada do produto comercial, ou seja, 375, 270 e 50g i.a./ha, respectivamente, para os herbicidas quinclorac (Facet PM – 500g i.a./kg), cyhalofop-butyl (Clincher – 180g i.a./L) e bispyribac-sodium (Nominee 400 SC – 400g i.a./L). Foram, portanto, avaliadas as seguintes doses herbicidas: quinclorac (zero; 46,875; 93,75; 187,5; 375; 750; 1.500 e 3.000g i.a./ha), cyhalofop (zero; 33,75; 67,5; 135; 270; 540; 1.080 e 2.160g i.a./ha), bispyribac (zero; 6,25; 12,5; 25; 50; 100; 200 e 400g i.a./L). Os seguintes adjuvantes foram adicionados à calda herbicida na concentração de 0,5% v/v: Assist, Energic e Iharol, respectivamente para quinclorac, cyhalofop e bispyribac. Os herbicidas foram aspergidos com equipamento pressurizado por CO<sub>2</sub>, com pontas de pulverização do tipo leque 110.015, pressão de 30 lb/Pol e volume de calda de 150L/ha. Durante a aplicação, a temperatura média do ar era de 21°C e a umidade relativa média do ar de 72%. ▶

As avaliações de controle foram realizadas por meio de avaliação visual, utilizando a escala percentual de zero a 100, onde a nota zero correspondeu à ausência total de controle e nota 100, à morte das plantas (SBCPD, 1995), aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Após a última avaliação visual (28 DAT), as plantas foram coletadas individualmente para a determinação da massa seca da parte aérea.

Os dados observados foram ajustados aos modelos de regressão exponencial de três parâmetros ( $Y = y_0 + ae^{-bx}$ ), onde: Y = variável dependente;  $y_0$  = valor mínimo estimado pelo modelo; a = parâmetro estimado pelo modelo; e = parâmetro do modelo;  $bx$  = inclinação da curva e, tendo como variável resposta, a massa seca da parte aérea.

Os valores de  $GR_{50}$ , ou seja, a dose necessária para propiciar 50% de redução da massa seca da parte aérea dos ecótipos suspeitos de resistência e do biótipo suscetível, foram obtidos a partir de modelos ajustados. As relações médias de  $GR_{50}$  foram calculadas para cada produto, dividindo-se o  $GR_{50}$  dos ecótipos em teste pelo valor do biótipo suscetível (R/S).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F para tratamentos foi significativo, realizou-se a comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade do erro.

## Resultados e discussão

Na Figura 1 são apresentados os dados de controle das populações de capim-arroz aos 28 DAT, para os três herbicidas testados. Para o herbicida cyhalofop, todos os ecótipos apresentaram aumento no percentual de controle com o aumento na dose do herbicida até 2X a dose recomendada. O controle de todos os ecótipos foi equivalente ou superior a 80% da dose de rótulo recomendada para este herbicida. Portanto, cyhalofop foi eficiente no controle de todos os ecótipos de capim-arroz avaliados.

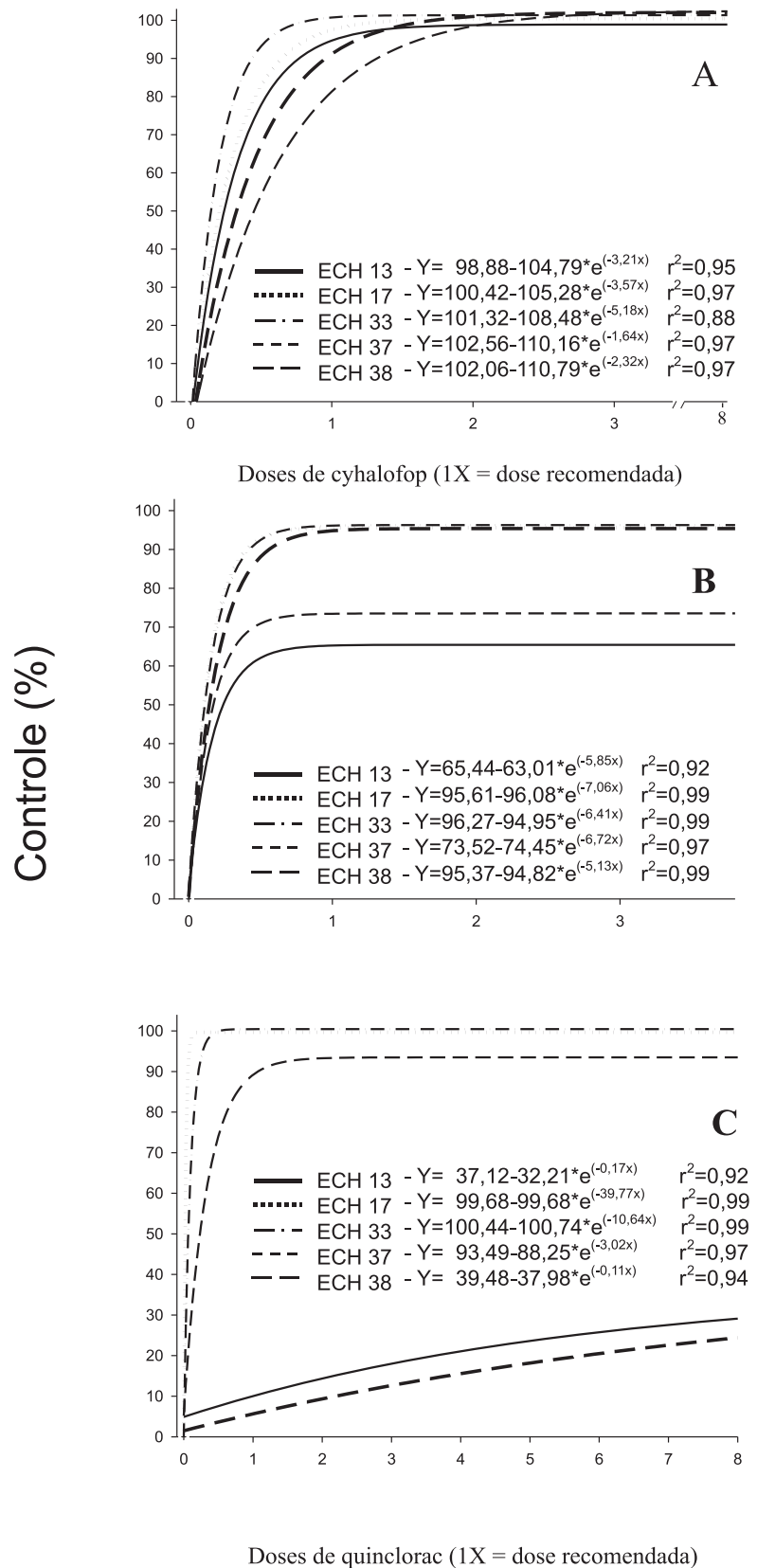


Figura 1. Percentual de controle de cinco ecótipos de *Echinochloa* spp. aos 28 dias após aplicação dos herbicidas cyhalofop (A), bispyribac (B) e quinclorac (C). Capão do Leão, RS, 2006

O herbicida bispyribac proporcionou nível de controle superior a 90% na dose 1X (50g i.a./ha) para o ecótipo ECH 17 (S) e para os ecótipos com suspeita de resistência, ECH 33 e ECH 38. No entanto, para o ecótipo resistente ao quinclorac ECH 13 e o ECH 37, o controle foi de 65% e 74%, respectivamente. O menor percentual de controle das populações ECH 13 e ECH 37 pode ser devido ao fato destas apresentarem maior vigor inicial e encontrarem-se em estágio mais avançado de desenvolvimento em relação às demais populações na época de aplicação do herbicida. Trabalhos com bispyribac realizados por Osuna et al. (2002) e Yun et al. (2005) verificaram resistência de capim-arroz (*Echinochloa phyllopogon*). Osuna et al. (2002) relataram a ocorrência de resistência cruzada em população desta espécie para os herbicidas bispyribac e bensulfuron-methyl.

Em relação ao herbicida quinclorac, observou-se baixo controle para os ecótipos ECH 13 e ECH 38 (Figura 1). O percentual de controle de ambos nas populações foi inferior a 32%, mesmo com a utilização de oito vezes a dose recomendada do herbicida quinclorac (3.000g i.a./ha). População de capim-arroz proveniente de lavouras de arroz do Rio Grande do Sul também foi reportada como resistente ao herbicida quinclorac (Merotto Jr. et al., 2000).

As curvas de dose-resposta dos ecótipos resistentes ECH 13 e ECH 38 apresentaram valores de massa seca sempre superiores aos demais ecótipos, em todas as doses dos herbicidas avaliados (Figura 2). Os ecótipos ECH 33 e ECH 37 não confirmaram a suspeita de resistência e foram suscetíveis ao herbicida quinclorac.

A Figura 3 ilustra o comportamento aos 28 DAT dos cinco ecótipos de capim-arroz submetidos aos tratamentos com os herbicidas cyhalofop, bispyribac e quinclorac, na dose normalmente recomendada (1X) para o controle desta planta daninha. O ecótipo ECH 38 foi o que

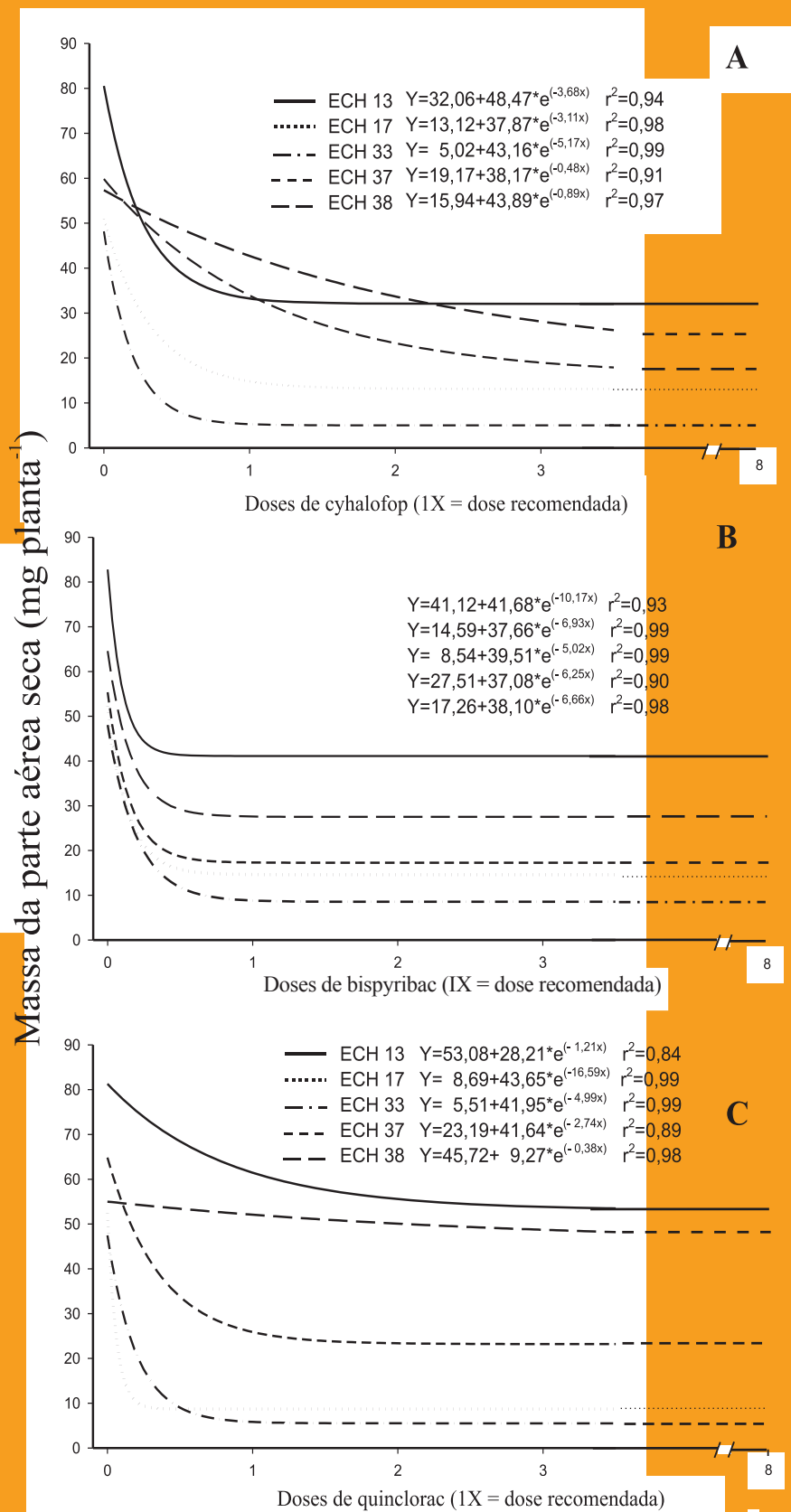
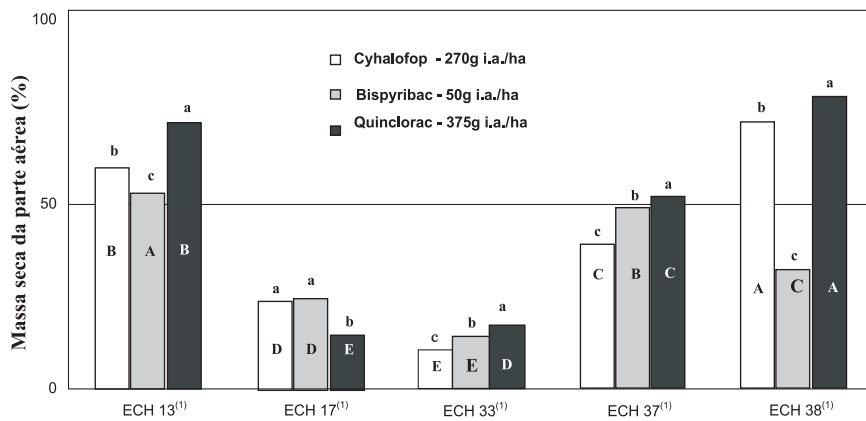


Figura 2. Produção de massa seca da parte aérea de cinco ecótipos de *Echinochloa* spp. aos 28 dias após aplicação dos herbicidas cyhalofop (A), bispyribac (B) e quinclorac (C). Capão do Leão, RS, 2006



<sup>(1)</sup>Letras maiúsculas comparam o efeito do herbicida entre os ecótipos e letras minúsculas comparam os efeitos dos herbicidas em cada ecótipo – Teste de Duncan Pd  $\leq$  0,05.

Figura 3. Porcentagem de produção de massa seca da parte aérea de cinco ecótipos de *Echinochloa* spp. em relação à testemunha (100%), aos 28 DAT, em função das doses recomendadas (1X) dos herbicidas cyhalofop, bispyribac e quinclorac. Capão do Leão, RS, 2006.

apresentou menor redução da massa seca da parte aérea quando submetido à aplicação dos herbicidas quinclorac e cyhalofop. No tratamento herbicida com bispyribac, o ecótipo ECH 13 (R) foi o que apresentou menor redução da massa seca da parte aérea. Os ecótipos ECH 17 (S) e ECH 33 foram os que apresentaram maior redução da matéria seca da parte aérea quando comparados com os demais ecótipos nos tratamentos herbicidas testados. A análise do histórico destas áreas onde foram coletadas as sementes permite inferir que houve seleção destes ecótipos resistentes pelo uso contínuo de herbicidas com mesmo mecanismo de ação (Diggle & Neve, 2001), ou seja, do uso continuado de quinclorac. A detecção da resistência pode estar relacionada à seleção de plantas com gene(s) para a resistência ao herbicida, resultando em genótipos que sobreviveram à aplicação herbicida na população original (Mallory-Smith et al., 1990; Guttieri et al., 1992).

A hipótese da seleção pelo herbicida de indivíduos resistentes presentes na população também foi confirmada por Tabachi et

al. (2004), onde uma população de *Echinochloa erecta* recebeu por 6 anos a aplicação, a campo, de diferentes herbicidas. Após este período, os autores constataram a sobrevivência de, aproximadamente, 98%, 50%, 6% aos herbicidas quinclorac, propanil e cyhalofop, respectivamente.

Tabela 1. Doses de cada herbicida correspondente ao  $GR_{50}$  para os diferentes ecótipos de *Echinochloa* spp. Capão do Leão, RS, 2006

Herbicida	População	$GR_{50}$ (dose/ha)	R/S	Coefficiente de determinação
Quinclorac	ECH 13	15,24	12700,00	0,91
	ECH 17	0,0012	-	0,99
	ECH 33	0,14	116,67	0,99
	ECH 37	0,87	725,00	0,95
	ECH 38	130,63	108858,33	0,97
Bispyribac	ECH 13	1,55	12,91	0,99
	ECH 17	0,12	-	0,97
	ECH 33	0,16	1,33	0,96
	ECH 37	0,67	5,58	0,99
	ECH 38	0,18	1,50	0,95
Cyhalofop	ECH 13	0,79	2,08	0,99
	ECH 17	0,38	-	0,97
	ECH 33	0,14	0,37	0,97
	ECH 37	2,37	6,24	0,96
	ECH 38	1,38	3,63	0,98

O valor de  $GR_{50}$  relativo ao herbicida cyhalofop foi de 2,37 vezes (39,9g i.a./ha) superior à dose recomendada para o biótipo ECH 37 e de 0,38 para o ecótipo ECH 17, correspondente a 102,6g i.a./ha (Tabela 1). A dose de bispyribac capaz de reduzir em 50% a massa seca do ecótipo ECH 17 foi de 6g i.a./ha, o que corresponde a 0,12 da dose recomendada para controle da planta daninha; para o ecótipo resistente a quinclorac, foi 1,55 vezes maior do que a dose recomendada. Neste sentido, os valores de  $GR_{50}$  mostram que os herbicidas cyhalofop e bispyribac constituem-se em alternativas de controle de todos os ecótipos avaliados, incluindo os resistentes ao herbicida quinclorac.

Para o herbicida quinclorac, os valores ao  $GR_{50}$  para o ecótipo ECH 17 e o ECH 33 foram de 0,45 e 52,5g i.a./ha, respectivamente. Em relação às plantas do ecótipo resistente (ECH 13) e dos ecótipos com suspeita de resistência (ECH 38 e ECH 37), esses valores foram, respectivamente, 5.715, 48986 e 326,25g i.a./ha. Pelos valores de  $GR_{50}$ , é possível confirmar a resistência ao herbicida quinclorac para a população ECH 38, além da população

ECH 13 (R) que já tinha sido confirmada como resistente (Eberhardt et al., 2000).

A relação R/S sugere o quanto a dose a ser aplicada sobre o ecótipo resistente ou com suspeita de resistência deve ser superior àquela aplicada sobre o suscetível para proporcionar o mesmo nível de controle. O ecótipo com maior relação R/S foi o ECH 38 para o herbicida quinclorac (108.858,33), seguido do ECH 13 (12.700,00) (Tabela 1). Isso significa que, para atingir 50% de redução da massa seca das populações resistentes, há necessidade da aplicação de doses muito maiores que as aplicadas sobre a população suscetível.

Nesse experimento, foram avaliados, além do herbicida quinclorac para qual alguns ecótipos de capim-arroz eram suspeitos de resistência, os herbicidas cyhalofop e bispyribac pertencentes ao grupo dos inibidores de ACCase e ALS, respectivamente. Para o herbicida cyhalofop, os valores do GR<sub>50</sub> para os ecótipos ECH 13, ECH 17 e ECH 33 foram inferiores à dose recomendada a campo, sendo superior para ECH 37 e ECH 38 (Tabela 1).

No entanto, para bispyribac o GR<sub>50</sub> a dose recomendada para o maior número de ecótipos foi inferior, sendo o ECH 13 o único a apresentar valor maior do que uma vez a dose recomendada, podendo ser justificado pelo maior vigor inicial e estágio mais adiantado que este ecótipo apresentava juntamente com os ecótipos ECH 37 e ECH 38. Os valores de GR<sub>50</sub> superiores à dose recomendada para estes dois herbicidas não indicam que os ecótipos ECH 13 e ECH 38 apresentam resistência múltipla para os herbicidas bispyribac e cyhalofop. Deste modo, o uso de cyhalofop e bispyribac pode se constituir em alternativas para o controle capim-arroz em áreas com a presença de populações resistentes ao quinclorac.

As principais estratégias para minimizar o problema da resistência são a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação

e utilização de práticas de manejo para diminuir a produção de sementes de plantas daninhas, diminuindo a probabilidade de aparecimento de plantas daninhas resistentes (Becker, 2006).

## Conclusões

- Dentre as cinco populações de capim-arroz avaliadas, somente a ECH 38 e a ECH 13 são resistentes ao quinclorac.

- As populações ECH 13 (testemunha) e ECH 38, resistentes ao quinclorac, são controladas pelos herbicidas cyhalofop e bispyribac.

- Os ecótipos ECH 17, ECH 33 e ECH 37 são suscetíveis aos herbicidas quinclorac, cyhalofop e bispyribac.

## Literatura citada

1. BECKER, H.J. Herbicide-Resistant Weeds: Management Tactics and Practices. *Weed Technology*, v.20, p.793-814, 2006.
2. DIGGLE, A.J.; NEVE, P. The population dynamic and genetics of herbicide resistance – a modeling approach. In: POWLES, S.B.; SHANER, D.L. *Herbicide resistance and world grains*. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.61-99.
3. EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A.; GUTIEREZ, M. et al. Resistência de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) ao herbicida quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu, PR. *Anais...*, Londrina: SBCPD, 2000. p.512.
4. GUTTIERI, M.J.; EBERLEIN, C.V.; MALLORY-SMITH, C.A. et al. DNA sequence variation in domain A of the acetolactate synthase genes of herbicide resistant and susceptible weed biotypes. *Weed Science*, v.40, n.4, p.670-677, 1992.
5. HEAP, I. *International survey of resistant weeds*. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 17 mar. 2008.
6. LEBARON, H.M.; GRESSEL, J. *Herbicide resistance in plants*. New

York: Wiley-interscience Publications, 1982. 401p.

7. MALLORY-SMITH, C.A.; THILL, D.C.; DIAL, M.J. Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology*, v.4, p.163-168, 1990.
8. MEROTTO JR., A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. et al. Resistência de *Echinochloa crus-galli* à quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu, PR. *Resumos...*, Londrina: SBCPD, 2000. p.513.
9. NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S.; KNOBLAUCH, R. Resistência aos herbicidas em *Sagittaria montevidensis*: primeiras evidências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., 1999, Pelotas, RS. *Anais...*, Pelotas: Embrapa, 1999. p.566-567.
10. RAMPELOTTI, F.T.; NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S. et al. Monitoramento da resistência de *Cyperus difformis* e *Fimbristylis miliacea* aos herbicidas inibidores da ALS em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro, SP. *Resumos expandidos...*, São Pedro: SBCPD, 2004. CD-Rom.
11. OSUNA, M.D.; VIDOTTO, F.; FISCHER, A.J. et al. Cross-resistance to bispyribac-sodium and bensulfuron-methyl in *Echinochloa phyllopogon* and *Cyperus difformis*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v.73, n.1, p.9-17, 2002.
12. SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). *Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas*. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.
13. TABACCHI, M.; SCARABEL, L.; SATTIN, M. Herbicide resistance in Italian rice crops: a late-developing but fast-evolving story. Proc. MED-RICE Conference, Torino-Italy, 13-15 september, 2004.
14. YUN, M.; YOGO, Y.; MIURA, R. et al. Cytochrome P-450 monooxygenase activity in herbicide and-susceptible late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, n.83, p.107-114, 2005. ■