

RESISTÊNCIA DE CAPIM AMARGOSO (*Digitaria insularis*) AO GLYPHOSATE EM DOIS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE CRESCIMENTO ATRAVÉS DE CURVAS DE DOSE RESPOSTA

CHRISTOFFOLETI, P.J.¹; VASSIOS, J.²; NICOLAI, M.³; NISSEN, S.²; WESTRA, P.²; SHANER, D.⁴; MELO, M.S.C.¹

¹Universidade de São Paulo - ESALQ - USP, pjchrist@esalq.usp.br, melomsc@yahoo.com.br; ²Colorado State University, Fort Collins - CO - USA, jvassios@rams.colostate.edu, snissen@lamar.colostate.edu, Philip.westra@colostate.edu; ³Agrocon Assessoria Agronômica LTDA, mnicolai2009@gmail.com;

⁴USDA-ARS - Fort Collins - CO - USA, dale.shaner@ars.usda.gov.

Resumo

A resistência de plantas daninhas ao glyphosate é um fenômeno que pode interferir nas práticas agronômicas de manejo de plantas daninhas, sendo que o capim amargoso (*Digitaria insularis*) é uma planta daninha comum a muitos sistemas de produção. O controle desta planta daninha através do herbicida glyphosate é realizado em diferentes estádios fenológicos dependendo do sistema de produção; sendo que sua suscetibilidade ao herbicida é variável de acordo com estes estádios. Sendo assim, foi desenvolvida a presente pesquisa com o objetivo de avaliar a suscetibilidade um biótipo supostamente resistente (R), e um suscetível (S) ao herbicida glyphosate, através de curvas de dose resposta, em condições de casa de vegetação. Os resultados indicaram que em ambos os estádios fenológico o nível de resistência observado pela relação R/S foi semelhante com média de 1,50. No estádio de duas folhas os níveis de resistência aumentaram com o aumento da dose exigida para controle. Já no estádio mais avançado de crescimento houve um resultado inverso. Estes resultados indicam que a caracterização dos níveis de resistência do capim amargoso ao glyphosate deve ser descritos de acordo com o estádio fenológico, sendo que, a relação R/S do nível de controle 50% não é suficiente para a caracterização adequada, necessitando esta comparação em níveis mais elevados de controle, por exemplo, 80 e 100%.

Palavras-chave: *Digitaria insularis*, resistência, glyphosate, curvas de dose resposta.

Abstract

The weed resistance to glyphosate is a phenomenon that may interfere with the agricultural practices of weed management, being the sourgrass (*Digitaria insularis*) a common weed to several cropping systems. The control of this weed by the herbicide glyphosate is done in different growth stages, depending on the cropping system; being the susceptibility to the herbicide variable according to the respective stage of application. Therefore, this research was developed with the objective of evaluating the susceptibility of a resistant (R) and a susceptible (S) biotype to glyphosate, by dose response curves, in greenhouse conditions. The results indicated that in both phenological stages studied the level of resistance observed related to the ratio R/S was similar, in average 1.50. At the stage of two leaves the level of resistance increased as the rate required for control was higher, but at the stage two tillers the reverse was observed. These results indicate that the characterization of the resistance level of sourgrass to glyphosate has to be described accordingly to the phenological stage at the herbicide application, so ratio R/S at the 50% control level is not enough to characterize adequately, being necessary the comparison at higher level of control, such as 80 and 100%.

Keywords: *Digitaria insularis*, resistance, glyphosate, dose response curves.

Introdução

A resistência de plantas daninhas aos herbicidas é um fenômeno natural que ocorre espontaneamente em suas populações, não sendo, portanto, o herbicida o agente causador, mas sim selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (Christoffoleti & Lopez-Ovejero, 2008). Com o advento das culturas geneticamente modificadas para tolerância a herbicidas, a adoção do glyphosate cresceu significativamente nos últimos anos (Young et al., 2003), resultando no aparecimento das 18 espécies de plantas daninhas resistentes à este herbicida já relatadas (Weed Science 2010).

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) está entre estas espécies com resistência detectada e trata-se de uma planta daninha freqüentemente encontrada em pastagens, lavouras de café, pomares, terrenos baldios e beira de estradas (Parreira et al., 2010). Na citricultura apresenta grande inconveniente, pois, além de competir com a cultura, pode abrigar no seu sistema radicular as bactérias do cancro cítrico (Kissman & Groth, 1997). Desta forma, o diagnóstico de plantas daninhas resistentes desta espécie em áreas agrícolas é de extrema importância, pois trata-se do primeiro passo na escolha racional da prática mais adequada de manejo.

Dentre os principais métodos utilizados para diagnosticar a resistência de plantas daninhas a herbicidas, destacam-se o teste de curvas dose resposta em vasos e placas de Petri (Perez-Jonez, 1997). Através da curva de dose-resposta, é determinado o índice C_{50} , ou seja, a dose de herbicida necessária para controlar 50% da população (Christoffoleti, 2002). Este índice é usado para comparação entre os biótipos resistentes e suscetíveis. O uso de regressão não linear descrito por Streibig et al. (1993) é o método mais adaptado para elaboração de curva de dose-resposta entre herbicida e planta daninha. Seefeldt et al. (1995) propôs uma adaptação à este modelo onde um dos termos integrantes da equação não linear é o C_{50} , o que facilitou a comparação do nível de resistência dos biótipos testados (Christoffoleti, 2002).

Quando uma falha no controle de uma determinada planta daninha através do uso de herbicidas é detectada, é fundamental a investigação da causa desta ocorrência, que pode ser decorrente da seleção de plantas resistentes dentro da população (Christoffoleti e López-Ovejero 2008). Desta forma, o emprego de técnicas que permitam identificar e caracterizar a resistência à herbicidas torna-se essencial em tais situações (Ribeiro, 2008).

Neste sentido, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a suscetibilidade um biótipo supostamente resistente (R), e um suscetível (S) ao herbicida glyphosate, através de curvas de dose resposta, em condições de casa de vegetação.

Material e Métodos

A condução dos ensaios de curva de dose-resposta ocorreu na casa de vegetação da Colorado State University – Fort Collins – CO – USA, em vasos com capacidade de um litro, com substrato metro-mix, irrigados de acordo com as necessidades hídricas da planta, e devidamente fertilizado com 200 mg de N, P_2O_5 . Os herbicidas foram aplicados em câmara pressurizada com CO_2 , na em um volume de calda de $200 L ha^{-1}$, sendo avaliado no final a biomassa seca das plantas aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas. As sementes de capim amargoso R foram coletadas na Fazenda Cambuhy, localizada no município de Matão, estado de São Paulo, a partir de plantas que sobreviveram ao tratamento com glyphosate $480 g L^{-1}$ na dose de $4,0 L ha^{-1}$ de produto formulado. As sementes de plantas S foram coletadas no campus da ESALQ – USP, em Piracicaba – SP, em área sem histórico de aplicação de glyphosate. As doses de glyphosate utilizadas para a elaboração das curvas de dose resposta para ambos os biótipos foram de 180, 360, 720, 1.440, 2.880, 5.760 e $11.520 g i.a. ha^{-1}$.

O experimento com as plantas no estádio de duas folhas foi instalado no dia 19 de fevereiro de 2010 e o de dois pares de perfilhos no dia 04 de março de 2010. A elaboração das curvas de dose resposta foi feita a partir dos resultados de biomassa, que foram transformados em porcentagem de controle em relação ao tratamento que não recebeu herbicida. Inicialmente foi feita a aplicação do teste F sobre a análise da variância, com o objetivo de se detectar a significância. Em seguida foram submetidos à regressões não lineares do tipo log-logístico, segundo o modelo proposto por Seefeldt et al. (1995):

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c}\right)^d\right]}$$

em que y é a porcentagem de controle, x é a dose do herbicida em g i.a. ha^{-1} , a é o limite inferior da curva, b é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, c é a dose que proporciona 50% de resposta da variável dependente e d é a declividade da curva em cm.

Resultados e Discussão

As curvas de dose resposta da figura 1 evidenciam que os dados foram ajustados de forma adequada ao modelo logístico proposto onde se observa que as médias dos valores de porcentagem ajustaram-se às curvas adequadamente. Destaca-se que todos os valores dos coeficientes de correlação das curva R^2 foram superiores a 95% (dados não apresentados) e que todas as equações tiveram seus parâmetros de ajustes (a, b e c) significativo estatisticamente pelo teste T (dados não apresentados).

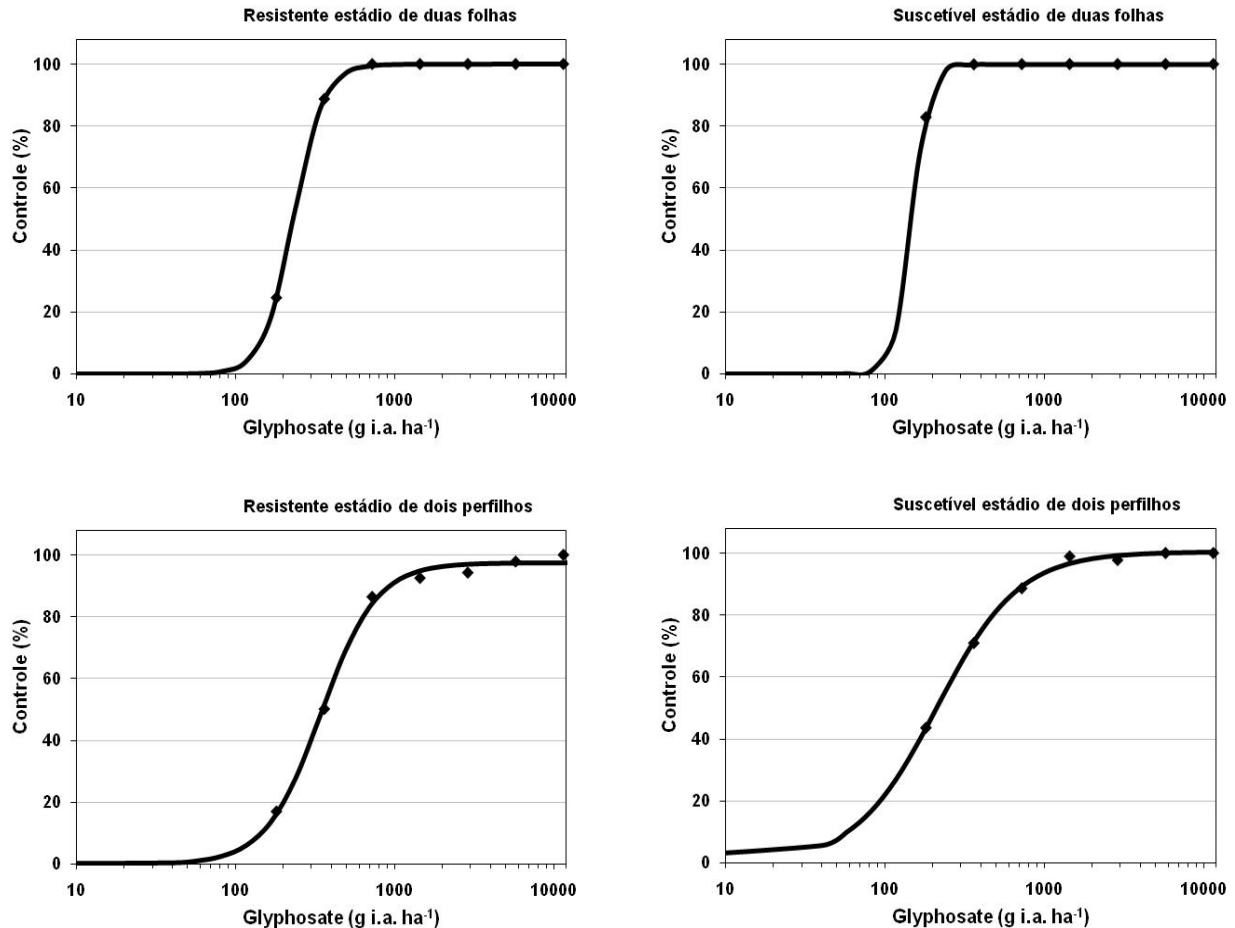


Figura 1 - Curvas de dose resposta dos biótipos R e S de capim amargoso, nas estádios fenológicos de duas folhas e dois perfilhos, conduzido em casa de vegetação.

Na tabela 1 pode ser observado que os valores de R/S para o estágio de 2 folhas aumentaram a medida que o controle requerido foi maior, ou seja de 1,56 para 50% de controle para 2,03 para 100% de controle. Este resultado indica que as curvas de dose resposta dos dois biótipos não são paralelas entre si. Já no caso do estágio de dois perfilhos observa-se também na tabela 1 que no geral as doses necessárias para o mesmo nível de controle foi maior, como é observado na prática para o biótipo suscetível. No entanto, o resultado surpreendente foi de que a relação R/S decresceu com o aumento da exigência de controle. Sendo assim, estes resultados indicam que a caracterização dos níveis de resistência do capim amargoso ao glyphosate deve ser descritos de acordo com o estágio fenológico, sendo que, a relação R/S do nível de controle 50% não é suficiente para a caracterização adequada, necessitando esta comparação em níveis mais elevados de controle, por exemplo, 80 e 100%.

Tabela 1 - Doses calculadas a partir das equações para controle de 50, 80 e 100% da planta daninha, taxa R/S para as doses correspondentes, calculada a partir da divisão da dose para o biótipo R dividido pelo biótipo S e a média geral independente do estágio fenológico.

Planta Daninha	Controle 50%	Controle 80%	Controle 100%	R/S 50	R/S 85	R/S 100
R duas folhas	230,0	310,9	435,2			
S duas folhas	147,0	175,5	214,2	1,56	1,77	2,03
R dois perfilhos	350,8	632,6	1507,6			
S dois perfilhos	210,0	474,1	1157,0	1,67	1,33	1,30
Média R	290,40	471,75	971,4			
Média S	178,5	324,8	685,6	1,63	1,45	1,42

Literatura Citada

CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de bótios resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. V.59, n.3, 2002.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. p. 9-29.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. Tomo I. p. 675-678.

PARREIRA, M C.; ESPANHOL, M.; DUARTE, D. CORREIA, N.M. Manejo químico de *Digitaria insularis* em área de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.1. p.13-17, 2010.

PEREZ-JONES, A; PARK, K.W.; POLGE, N.; COLQUHOUN, J.; MALLORY-SMITH, C.A. Investigating the mechanisms of glyphosate resistance in *Lolium multiflorum*. **Planta**, Berlin, v. 226, n. 2, p. 395-404, 2007.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E. P. **Loglogistic analysis of herbicide dose-response relationship**. *Weed Technol.* v.9, p. 218-227, 1995.

STREIBIG, J.C.; RUDEMO, M.; JENSEN, J.E. Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C; KUDSK, P. (Ed.) **Herbicide bioassay**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p.30-35.

WEED SCIENCE. International Survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <www.weedscience.org/in.asp> Acesso em: 17 Abr. 2010

YOUNG, B.G.; KNEPP, A.W.; WAX, L.M.; HART, S.E. Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, p. 151-156, 2003