

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Detecção, crescimento e manejo químico alternativo de biótipos das espécies de Buva *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* resistentes ao herbicida glyphosate**

**Murilo Sala Moreira**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba**

**2008**

Murilo Sala Moreira  
Engenheiro Agrônomo

**Detecção, crescimento e manejo químico alternativo de biótipos das espécies  
de Buva *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* resistentes  
ao herbicida glyphosate**

Orientador:

Prof. Dr. **PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia. Área de concentração:  
Fitotecnia

Piracicaba

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Moreira, Murilo Sala

Detecção, crescimento e manejo químico alternativo de biótipos das espécies de Buva  
*Conyza canadensis* e *C. bonariensis* resistentes ao herbicida glyphosate / Murilo Sala  
Moreira. -- Piracicaba, 2008.

73 p. : il.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.  
Bibliografia.

1. Herbicida 2. Plantas daninhas I. Título

CDD 632.58  
M838d

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O autor

Aos meus pais José Helio e Sônia, aos meus irmãos José  
Paulo e Camila e a minha amada esposa Samantha

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

- Agradeço a Deus pela minha existência e a minha família (José Hélio, Sônia, José Paulo Camila e Samantha) por todos os momentos que estiveram presentes;
- À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela oportunidade da realização deste trabalho;
- Ao Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti, por toda dedicação, orientação e amizade que contribuíram significativamente para realização do trabalho e para minha formação profissional;
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida durante a realização do trabalho;
- Aos amigos Eng. Agr. M.Sc. Saul Jorge Pinto de Carvalho e Marcelo Nicolai por toda amizade e companheirismo durante a realização do trabalho;
- Aos funcionários da Fazenda Cambuhy, em especial Fernando Tersi e Paulo Sperandio por toda ajuda fornecida;
- Ao amigo estudante de agronomia Marcel Sereguin Cabral de Melo, por toda ajuda, dedicação e amizade;
- A todos os integrantes do Grupo de Estágio em Biologia e Manejo de Plantas Daninhas da ESALQ-USP;
- Ao conselho de Pós-graduação em Fitotecnia da ESALQ-USP, em especial à secretária Luciane;
- A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
Referências.....	12
2 DETECÇÃO DE BIÓTIPOS RESISTENTES DE BUVA ( <i>Conyza canadensis</i> e <i>C. bonariensis</i> ) AO HERBICIDA GLYPHOSATE ATRAVÉS DE CURVAS DOSE-RESPOSTA.....	13
Resumo.....	13
Abstract.....	13
2.1 Introdução.....	14
2.2 Material e métodos.....	16
2.3 Resultados e discussão.....	21
2.4 Conclusões.....	27
Referências.....	27
3 ALTERNATIVAS QUÍMICAS DE CONTROLE DE BIÓTIPOS DA PLANTA DANINHA BUVA, ESPÉCIES <i>Conyza canadensis</i> E <i>C. bonariensis</i> RESISTENTES AO HERBICIDA GLYPHOSATE.....	31
Resumo.....	31
Abstract.....	32
3.1 Introdução.....	33
3.2 Material e métodos.....	34
3.3 Resultados e discussão.....	37
3.4 Conclusões.....	41
Referências.....	42
4 CRESCIMENTO DE BIÓTIPOS DAS ESPÉCIES DE BUVA <i>Conyza canadensis</i> E <i>C. bonariensis</i> SUSCETÍVEL E RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE.....	45
Resumo.....	45
Abstract.....	46
4.1 Introdução.....	46

4.2 Material e métodos.....	48
4.2.1 Crescimento de biótipos de <i>C. canadensis</i> e <i>C. bonariensis</i> .....	48
4.2.2 Emergência em campo de <i>Conyza canadensis</i> e <i>C. bonariensis</i> .....	51
4.3 Resultados e discussão.....	52
4.3.1 <i>Conyza canadensis</i> .....	52
4.3.2 <i>Conyza bonariensis</i> .....	59
4.3.3 Germinação.....	64
4.4 Conclusões.....	67
Referências.....	68
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	73

## RESUMO

### **Detecção, crescimento e manejo químico alternativo de biótipos das espécies de Buva *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* resistentes ao herbicida glyphosate**

A seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes ao herbicida glyphosate no Brasil vem crescendo a cada ano em consequência principalmente da dependência dos principais sistemas de produção a este herbicida. Este fenômeno é evidente na citricultura brasileira, onde o glyphosate é o principal herbicida utilizado no controle de plantas daninhas há anos. As infestações da planta daninha conhecida como buva na citricultura é composta da mistura de duas espécies, *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*, que apresentam ciclo de vida anual ou bianual, e são espécies altamente adaptadas a agroecossistemas com baixo distúrbio mecânico no solo, sendo nos sistemas de produção citrícolas altamente prolíficas. A suspeita de seleção de biótipos de buva resistente ao herbicida glyphosate motivou o desenvolvimento desta pesquisa com o objetivo de comprovar a existência de biótipos resistentes, identificar suas principais características de crescimento e estudar alternativas de controle desses biótipos. A comprovação da existência dos biótipos resistentes ao glyphosate foi feita através de curvas dose-resposta, onde se verificou que o nível de resistência (GR50 do biótipo resistente (R) dividido pelo GR50 do biótipo suscetível (S)) está entre 6,15 a 10,79 para os biótipos da espécie *Conyza canadensis* e entre 1,52 a 14,75 para os biótipos da espécie *Conyza bonariensis*. Com relação ao estudo de herbicidas alternativos ao glyphosate no seu controle, comparando a aplicação dos herbicidas estudados em plantas de buva sob dois estádios fenológicos, verificou-se que os níveis de controle (%) em plantas com até 10 folhas de desenvolvimento foram de 88, 81,5 e 76,6% respectivamente para os tratamentos com glyphosate + bromacil + diuron (1.440 + 1.200 + 1.200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + atrazina (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + diuron (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>), considerados como mais eficazes; já em plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo, as melhores alternativas de controle foram os tratamentos que continham o herbicida amônio glufosinato 400 g ha<sup>-1</sup>. O crescimento vegetativo, baseado na biomassa seca de raízes e parte aérea e área foliar, dos biótipos resistentes de ambas as espécies comparados com o seu respectivo biótipo suscetível foi menor que o das plantas resistentes. A umidade demonstrou-se como o principal fator de interferência da germinação de buvas na região de Matão-SP. Dessa maneira, a presente pesquisa comprovou a resistência dos biótipos estudados ao herbicida glyphosate, destacando as diferenças de crescimento entre os biótipos; a eficácia dos herbicidas alternativos de manejo dos biótipos resistentes de buva ao glyphosate é dependente do estágio fenológico de desenvolvimento da planta daninha, sendo o herbicida amônio-glufosinato excelente alternativa de controle do biótipo resistente ao glyphosate.



Palavras-chave: Buva; Glyphosate; Resistente

## ABSTRACT

### Identification, growth and management of biotypes of the horseweed species *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis* resistant to the herbicide glyphosate

The selection of weed biotypes resistant to glyphosate in Brazil has been increasing each year, as a consequence of the over reliance of the main cropping systems to this herbicide. This phenomenon is observed in citrus production systems, where glyphosate is the main herbicide used for weed control for several years. The infestation of the weed known as horseweed is composed by the mixture of two species, *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis*, that present annual or biannual life cycle, and adaptation to agroecosystems with low mechanical disturbance in the soil, being in the citrus production systems highly prolific. The suspicion of glyphosate resistant biotypes of horseweed motivated the development of this research with the objective of detecting the existence of resistant biotypes, identifying the main characteristics of growth and development and studying alternatives of control of these resistant biotypes. By using dose-response curves it was possible to verify that the level of resistance (GR50 of the resistant biotype (R) divided by the GR50 of the susceptible biotype (S)) is between 6,15 and 10,79 for the biotypes of the species *Conyza canadensis* and between 1,52 and 14,75 for the biotypes of the species *Conyza bonariensis*. With regard to the best control herbicide alternatives of control, comparing horseweed plants at different phenological stages, it was observed that the control level (%) in plants at 10 leaves of development were of 88.0, 81.5 and 76.6% respectively for the treatments with glyphosate + bromacil + diuron (1,440 + 1,200 + 1,200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + atrazina (1,440 + 1,500 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + diuron (1,440 + 1,500 g ha<sup>-1</sup>), considered as the most effective treatments; for the plants at reproductive stage, the best alternatives of control were the treatments with ammonium glufosinate. The growth based on shoot and root dry biomass and leaf area of the resistant biotypes of both species compared to the susceptible biotype of the respective species were lower than of the resistant plants, but the resistant plants have higher seed production potential, The humidity was the main factor to interfere the germination on Matão-SP. Therefore, it is possible to conclude from this research that the biotypes studied are resistant to glyphosate, and they have the same competitiveness compared to the susceptible ones; the efficacy of the alternative herbicides for management of the resistant biotypes of horseweed to glyphosate depends on the development stage of the weed.

Keywords: Horseweed; Glyphosate; Resistant

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido ao desenvolvimento dos métodos químicos, a aplicação de herbicidas tornou-se a medida de controle de plantas daninhas adotada com maior frequência, sobretudo em consequência de sua eficácia, facilidade de utilização e viabilidade de custos (ABDIN et al., 2000; JAKELAITIS et al., 2005). No entanto, por vezes, os agricultores têm depositado confiança excessiva no controle químico das plantas daninhas, de modo que os demais métodos de controle têm sido desprezados, principalmente pelos grandes produtores. Assim, em diferentes locais, o uso indiscriminado de herbicidas provocou a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a tais compostos (BURNSIDE, 1992).

Sabe-se que qualquer planta, seja ela cultivada ou infestante, extrai do ambiente seu suprimento de água, luz, gás carbônico e nutrientes, além de ocupar um determinado espaço físico, necessário para seu desenvolvimento (PITELLI, 1985; DEUBER, 2003). Assim, para se alcançar o máximo em produtividade em uma determinada área, o controle eficiente das plantas daninhas tem se tornado cada vez mais importante, isso pelo fato da crescente demanda de energia, alimento e fibra por parte da população, que cresce continuamente.

No Brasil, o manejo de plantas daninhas nas áreas citrícolas é realizado principalmente pelos métodos mecânico e químico. O método mecânico baseia-se na utilização de roçadeiras na entrelinha da cultura, enquanto o método químico está fundamentado na aplicação de herbicidas na linha da cultura, sob a copa das árvores, em que o principal herbicida utilizado é o glyphosate. Os principais motivos que levam os produtores a utilizarem o glyphosate são: baixo custo, amplo espectro de controle, fácil manuseio e baixa toxicidade ao homem e ao ambiente. A intensa utilização do glyphosate nas áreas citrícolas do Estado de São Paulo tem favorecido a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes ao produto.

O aumento da competitividade do setor agrícola faz com que os produtores cada vez mais procurem ser o mais eficiente possível na racionalização de custo, almejando sempre uma maior produtividade. Isso pode ser verificado pela rápida adoção de culturas geneticamente modificadas onde o produtor inicialmente adota

esta opção em função de custos mais baixos e maior flexibilidade de manejo da sua área.

Cerca de 50 espécies de plantas são classificadas no gênero *Conyza*, em que *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*, conhecidas no Brasil como buvas, são aquelas que vêm alcançando nível de importância cada vez maior (KISSMANN; GROTH, 1999). *C. canadensis* é uma espécie originária da América do Norte, sendo uma das espécies mais amplamente distribuídas pelo mundo, já a *C. bonariensis* é originária da América do Sul e ocorre de forma abundante na Argentina, Uruguai e no Brasil (FRANKTON; MULLIGAN, 1987; THEBAUD; ABBOTT, 1995).

Estas espécies destacam-se por infestarem áreas com adoção de sistemas de produção fundamentados em sistema conservacionista de solo, como no caso da produção de citros no estado de São Paulo.

Após vários anos, a utilização intensiva e repetitiva do glyphosate em áreas de culturas geneticamente modificadas para tolerância ao produto, fruticultura ou também em áreas não agricultáveis resultou na seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes ao produto, como foi o caso da buva nos Estados Unidos da América (VANGESSEL, 2001; MUELLER et al., 2003; KOGER et al., 2004). No Brasil, a intensa utilização de glyphosate nas áreas citrícolas do Estado de São Paulo, aliada à adaptabilidade ecológica das espécies de buva (*C. canadensis* e *C. bonariensis*) e a sistemas conservacionistas de manejo de solo, favoreceram o aumento da pressão de seleção e, conseqüentemente, contribuíram para a seleção de biótipos resistentes dessas espécies.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo estudar os casos de falhas no controle de populações de buva de modo a detectar a existência de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate, bem como analisar algumas características biológicas destes biótipos.

## Referências

- ABDIN, O.A.; ZHOU, X.M.; CLOUTIER, D.; COULMAN, D.C.; FARIS, M.A.; SMITH, D.L. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.12, n. 2, p. 93-102, 2000.
- BURNSIDE, O.C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.3, p.621-25, 1992.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 452 p.
- FRANKTON, C.; MULLIGAN, G. A. **Weed of Canada** (revised). Toronto: NC, 1987. 217 p.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A.F.; PEREIRA, J.L.; VIANA, R.G. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 69-78, 2005.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. v. 2, 978 p.
- KOGER, C.H.; POSTON, D.H.; HAYES, R.M.; MONTGOMERY, R.F. glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technology**, Champaign, v. 18, p. 820-825, 2004
- MUELLER, T.C.; MASSEY, J.H.; HAYES, R.M.; MAIN, C.L.; STEWART, C.N. JR. Shikimate accumulation in both glyphosate-sensitive and glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis* L. Cronq). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 51, n. 3, p. 680-684, 2003.
- PITELLI, R.A. Interferência de plantas infestantes em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 26-32, 1985.
- THEBAUD, C.; ABBOTT, R.J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 82, n. 3, p. 360-368, 1995.
- VANGESSEL, M.J. glyphosate resistant horseweed from Delaware. **Weed Science**, Lawrence, v. 49, n. 2, p. 703-705, 2001.

## **2 DETECÇÃO DE BIÓTIPOS DE BUVA (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) RESISTENTES AO HERBICIDA GLYPHOSATE POR MEIO DE CURVAS DE DOSE-RESPOSTA**

### **Resumo**

O objetivo desta pesquisa foi de validar a suspeita da resistência de populações de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate, bem como determinar os níveis de resistência diferencial entre as populações estudadas, com a elaboração de curvas de dose-resposta. Para isso foram instalados experimentos em condições de casa-de-vegetação, utilizando-se três populações de cada espécie: duas com suspeita de resistência ao herbicida glyphosate, coletadas em pomares de laranja localizados em duas regiões do Estado de São Paulo; e uma suscetível, coletada em área sem histórico de aplicação do herbicida. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Para cada espécie, os tratamentos foram resultado da combinação fatorial entre as três populações e os tratamentos herbicidas (oito doses de glyphosate). As doses de glyphosate utilizadas foram (g e.a. ha<sup>-1</sup>): 90, 180, 360, 720, 1.440, 2.880, 5.760 e testemunha sem aplicação. A partir dos resultados obtidos foi possível validar a suspeita de resistência das populações de *C. canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. Os níveis de resistência foram de 6,15 e 6,65 para os biótipos de *C. canadensis* CCR1 e CCR2, quando analisado o parâmetro de massa seca e de 5,02 e 1,52 para os biótipos de *C. bonariensis* CBR1 e CBR2 para o mesmo parâmetro, já para o parâmetro de porcentagem de controle o nível de resistência foi de 10,79 e 7,09 para os biótipos de *C. canadensis* CCR1 e CCR2, e de 14,75 e 10,4 para os biótipos de *C. bonariensis* CBR1 e CBR2.

Palavras-chave: Resistência; EPSPs; Populações; Plantas daninhas

### **Abstract**

#### **Identification of horseweed biotypes (*Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis*) resistant to the herbicide glyphosate through dose-response curves**

The objective of this research was to validate the presence of suspected resistant populations of *Conyza canadensis* and *C. bonariensis* to the herbicide glyphosate, through dose-response curves. For that, experiments were carried out in the greenhouse, using three populations of each species: two suspected resistant populations to the herbicide glyphosate, collected in orange orchards located in two

regions of São Paulo State, Brazil; and one suspected susceptible, collected in area without historic of herbicide application. The experimental design adopted was randomized blocks, with four replicates. For each species, the treatments were the result of a factorial combination among the three populations and herbicide treatments (eight rates of glyphosate). The rates of glyphosate used were (g a.e. ha<sup>-1</sup>): 90, 180, 360, 720, 1,440, 2,880, 5,760 and checks without herbicide application. From the results, it was possible to validate the resistance suspect for *C. canadensis* and *C. bonariensis* populations to the herbicide glyphosate. The level of resistance were the 6,15 and 6,65 to the biotypes of *C. canadensis*, CCR1 and CCR2, when analyzed the dry mass, *C. bonariensis* the level were 5,02 and 1,52 to CBR1 and CBR2 when analyzed the same parameter. For percentage of control the level of resistance to *C. canadensis* were 10,79 and 7,09 to biotypes CCR1 and CCR2 and 14,75 and 10,4 to the biotypes of *C. bonariensis* CBR1 and CBR 2.

Keywords: Resistance; EPSPs; Populations; Weeds

## 2.1 Introdução

A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definida como a capacidade inerente e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos normais (suscetíveis) da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). 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; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994).

Com o advento das culturas geneticamente modificadas para tolerância a herbicidas, a adoção do glyphosate cresceu significativamente nos últimos anos (YOUNG et al., 2003). O desenvolvimento de sistemas conservacionistas de manejo de solo (plantio direto, cultivo mínimo, etc.), freqüentemente baseados em dessecação pré-semeadura, também contribuiu para a ampla utilização desta molécula (CHRISTOFFOLETI et al., 2008), que atualmente é considerada como o herbicida de maior importância mundial.

O glyphosate age inibindo a 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que é a enzima responsável pela reação de conversão do shiquimato-3-fosfato e fosfoenolpiruvato em EPSP e fosfato inorgânico, na rota do ácido shiquímico (GEIGER; FUCHS, 2002). A inibição da EPSPs resulta no acúmulo de ácido shiquímico nas plantas e na redução da biossíntese de aminoácidos aromáticos, como triptofano, tirosina e fenilalanina.

Atualmente, no mundo, existem treze espécies de plantas daninhas com casos relatados de biótipos resistentes ao glyphosate, sendo elas: *Eleusine indica* na Malásia (TRAN et al., 1999; LEE; NGIM, 2000), *Lolium rigidum* na Austrália e Estados Unidos (POWLES et al., 1998; PRATLEY et al., 1999; SIMARMATA; KAUFMANN; PENNER, 2003), *Plantago lanceolata* na África do Sul (HEAP, 2008), *Conyza bonariensis* na África do Sul e Espanha (URBANO et al., 2005), *Lolium multiflorum* no Brasil, Chile e nos Estados Unidos (PEREZ; KOGAN, 2003; CHRISTOFFOLETI et al., 2005), *Conyza canadensis* nos Estados Unidos e África do Sul (VANGESSEL, 2001; KOGER et al., 2004; MAIN et al., 2004), *Ambrosia artemisifolia* nos Estados Unidos (SELLERS; POLLARD; SMEDA, 2005), *Amaranthus palmeri* e *Amaranthus rudis* nos Estados Unidos, *Ambrósia trifida* também nos EUA, *Digitaria insularis* no Paraguai e no Brasil, *Echinochloa colona* e *Urochloa panicoides* na Austrália, *Sorghum halepense* na Argentina e *Euphorbia heterophylla* no Brasil (HEAP, 2008).

Com relação à *Conyza canadensis*, comumente conhecida como buva, o primeiro relato sobre biótipos resistentes ao glyphosate ocorreu nos Estados Unidos da América, no estado de Delaware, em 2001 (VANGESSEL, 2001). Desde então, biótipos de *C. canadensis* resistentes ao glyphosate foram encontrados em diversos outros Estados Norte-Americanos, como no Tennessee (MUELLER et al., 2003); Mississippi (KOGER et al., 2004); Kentucky, Indiana, Maryland, New Jersey, Ohio, Arkansas e Carolina do Norte, além de outros países, como a África do Sul (HEAP, 2008).

Embora os primeiros casos de buva resistente ao glyphosate tenham ocorrido há cerca de cinco anos, o mecanismo de resistência que ocorrem nestas manifestações ainda não foram completamente elucidados. Alguns trabalhos foram



realizados em diversas partes do mundo com o intuito de identificar o mecanismo de resistência de buva ao glyphosate, contudo os resultados são pouco esclarecedores e ainda não há consenso sobre qual(is) o(s) mecanismo(s) de resistência envolvido(s), ou a combinação destes mecanismos (PLINE-SRNIC, 2006).

*C. canadensis* é uma espécie originária dos Estados Unidos (WEAVER et al., 2001), já a *C. bonariensis* é originada da América do Sul, ambas pertencentes à família Asteraceae que possuem ciclo de desenvolvimento anual ou bienal no caso da *C. canadensis*. São espécies extremamente prolíficas, podendo produzir até 200.000 sementes viáveis por planta, estabelecendo-se em diversas condições climáticas. São plantas que apresentam adaptabilidade ecológica a sistemas conservacionistas de manejo de solo como: plantio direto, cultivo mínimo e áreas de fruticultura (BHOWMIK; BEKECH, 1993). A habilidade de auto-polinização das espécies aliada a grande produção de sementes facilmente dispersáveis são fatores que podem contribuir para a boa adaptabilidade ecológica, para a sobrevivência de biótipos resistentes de buva e para as altas infestações nos sistemas conservacionistas de solo.

A intensa utilização de glyphosate nas áreas citrícolas do Estado de São Paulo favoreceu o aumento da pressão de seleção que, aliado à boa adaptabilidade ecológica das espécies de buva (*C. canadensis* e *C. bonariensis*) a sistemas conservacionistas de manejo de solo, contribuem para a seleção de biótipos resistentes dessas espécies. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de curvas de dose-resposta, a ocorrência e o nível de resistência de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate em populações brasileiras de *C. canadensis* e *C. bonariensis*.

## **2.2 Material e métodos**

Os experimentos foram instalados em casa-de-vegetação no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, localizado em Piracicaba-SP (22º 42' 30" Latitude Sul, 47º 38' 00"

Longitude Oeste e 546 m de altitude), entre os meses de janeiro e março de 2006. No trabalho, utilizaram-se três populações de *C. canadensis* e *C. bonariensis*, duas coletadas em áreas com suspeita de resistência no Estado de São Paulo (R1 e R2); e uma, suscetível (S), coletada em áreas sem histórico de aplicação de glyphosate, localizada no município de Piracicaba-SP (Tabela 1).

A área de coleta de sementes no município de Matão - SP pertence à fazenda Cambuhy (R1), sendo constituída no momento da coleta por um pomar de citrus da variedade valência, com aproximadamente 2 anos de idade. Anteriormente ao plantio de citrus, na mesma área existia outro pomar de mesma espécie, com pelo menos 10 anos de ciclo. O histórico de aplicação de glyphosate nesta área é estimado em mais de 10 anos. No caso da área de coleta de sementes de Cajobi – SP (R2), o histórico é semelhante à Matão, com pelo menos 10 anos consecutivos de aplicação de glyphosate

Tabela 1 – Espécie, origem, identificação (sigla) e suspeita, referente a todas as populações de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* estudadas no trabalho. Piracicaba-SP, 2008

<b>Espécie</b>	<b>Origem (cidade – Estado)</b>	<b>Sigla</b>	<b>Suspeita</b>
<i>Conyza canadensis</i>	Matão – SP	CCR1	Resistente
<i>Conyza canadensis</i>	Cajobi – SP	CCR2	Resistente
<i>Conyza canadensis</i>	Piracicaba – SP	CCS	Suscetível
<i>Conyza bonariensis</i>	Matão – SP	CBR1	Resistente
<i>Conyza bonariensis</i>	Cajobi – SP	CBR2	Resistente
<i>Conyza bonariensis</i>	Piracicaba – SP	CBS	Suscetível

As sementes foram coletadas quando as plantas apresentavam-se em estágio de plena maturidade, identificado pela dispersão eólica de sementes. A identificação das espécies foi baseada nas características de folha e inflorescência, descrita em Kissmann e Groth (1999). A semeadura foi feita em bandejas plásticas preenchidas com substrato comercial (turfa + vermiculita + casca de *Pinus*) e terra arenosa, coletada do horizonte superficial de um solo localizado em Piracicaba – SP, classificado com Neossolo quartzarênico, na proporção de 1:1. Inicialmente as bandejas foram identificadas e irrigadas até atingir a máxima capacidade de armazenamento de água. As sementes foram depositadas nas bandejas e cobertas por uma fina camada de terra arenosa. As bandejas foram então cobertas com jornal para minimizar o risco da contaminação de sementes entre as bandejas, visto a grande facilidade de dispersão destas.

Aproximadamente uma semana após a semeadura, grande parte das sementes germinou. Quando as plantas apresentavam duas folhas verdadeiras foi realizado o transplante na densidade de uma planta por vaso, para vasos com capacidade para 1 L, preenchidos com substrato comercial devidamente adubado com 5 g por vaso de adubo comercial 04-14-08, referente a uma adubação de 400 kg por hectare. Os vasos foram mantidos em casa-de-vegetação e irrigados diariamente.

Quando as plantas apresentavam média de cinco folhas verdadeiras, realizou-se a aplicação dos tratamentos herbicida. Para tanto, utilizou-se a câmara de aplicação do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, equipada com ponta do tipo leque, modelo Teejet 80.02, calibrado na altura de 0,50 m da superfície do alvo e com consumo relativo de calda da ordem de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Os tratamentos foram resultado da combinação fatorial entre as três populações de cada espécie e oito doses de glyphosate. As doses de glyphosate utilizadas foram (g e.a. ha<sup>-1</sup>): 90, 180, 360, 720, 1.440, 2.880, 5.760 e testemunha sem aplicação. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os produtos e doses utilizados no experimento estão descritos na Tabela 2.

Avaliou-se o controle percentual e a massa seca residual aos 28 dias após a aplicação (DAA). Para tanto, foi atribuído 0% no caso da ausência de sintomas causados pelos herbicidas e 100% para a morte das plantas. A massa seca foi obtida a partir da colheita do material vegetal remanescente da parte aérea das plantas nas parcelas, com posterior secagem em estufa a 70°C por 48h. A massa seca foi corrigida para valores percentuais por meio da comparação da massa obtida nos tratamentos herbicidas com a massa da testemunha, considerada 100%.

Tabela 2 – Tratamentos herbicidas aplicados em todas as populações de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*. Piracicaba-SP, 2008

Nome comum	Herbicidas		Dose	
	Nome comercial	<sup>1</sup> g ha <sup>-1</sup>	<sup>2</sup> g ha <sup>-1</sup>	
Testemunha	-	-	-	
Glyphosate	Roundup WG	90	125	
Glyphosate	Roundup WG	180	250	
Glyphosate	Roundup WG	360	500	
Glyphosate	Roundup WG	720	1.000	
Glyphosate	Roundup WG	1.440	2.000	
Glyphosate	Roundup WG	2.880	4.000	
Glyphosate	Roundup WG	5.760	8.000	

<sup>1</sup> Ingrediente ativo na forma de equivalente ácido; <sup>2</sup> produto comercial

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à aplicação do teste F sobre a análise de variância. Em seguida foram ajustados ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico (eq. 1). A variável controle foi ajustada ao modelo proposto por Streibig (1988);

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

Em que:  $y$  = porcentagem de controle;  $x$  = dose do herbicida; e  $a$ ,  $b$  e  $c$  = parâmetros da curva, de modo que  $a$  é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva,  $b$  é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e  $c$  é a declividade da curva.

Para a variável massa seca residual, adotou-se o modelo proposto por Seefeldt, Jensen e Fuerst (1995), (eq. 2);

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c}\right)^d\right]} \quad (2)$$

Em que:  $y$  = porcentagem residual da massa seca;  $x$  = dose do herbicida; e  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  = parâmetros da curva, de modo que  $a$  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 e  $d$  é a declividade da curva.

O modelo logístico apresenta vantagens uma vez que um dos termos integrantes da equação é uma estimativa do valor de  $C_{50}$  ou de  $GR_{50}$  (CHRISTOFFOLETI, 2002). O  $C_{50}$  (control by 50%) e o  $GR_{50}$  (growth reduction by 50%) são as doses do herbicida que proporcionam 50% de controle ou de redução de massa da planta daninha, respectivamente (CHRISTOFFOLETI, 2002; CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Embora um dos parâmetros do modelo logístico seja uma estimativa do valor de  $C_{50}$ , optou-se por realizar seu cálculo matemático por meio da equação inversa, conforme discussão proposta por Carvalho et al. (2005).

Com os valores de  $C_{50}$  ou  $GR_{50}$  obteve-se o fator de resistência ( $F$ ) para cada combinação das populações com suspeita de resistência e a população suscetível de cada espécie. O fator de resistência ( $F = R/S$ ) expressa o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% da população resistente é superior à dose que controla 50% da população suscetível (HALL; STROME; HORSMAN, 1998; CHRISTOFFOLETI, 2002).

## 2.3 Resultados e discussão

### *Conyza canadensis*

Na Figura 1, observa-se que a dose recomendada de glyphosate, de 720 g ha<sup>-1</sup> (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005) proporcionou controle da ordem de apenas 30% para as populações com suspeita de resistência e superior a 90% para a população suscetível da espécie. Resultados semelhantes foram encontrados por VanGessel (2001), em que o controle do biótipo resistente foi de apenas 50% na dose de 720 g ha<sup>-1</sup>. Estes resultados indicam a condição de resistência das populações provenientes dos pomares de citros do Estado de São Paulo, provavelmente selecionadas pela alta pressão de seleção exercida pelo uso exclusivo do glyphosate.

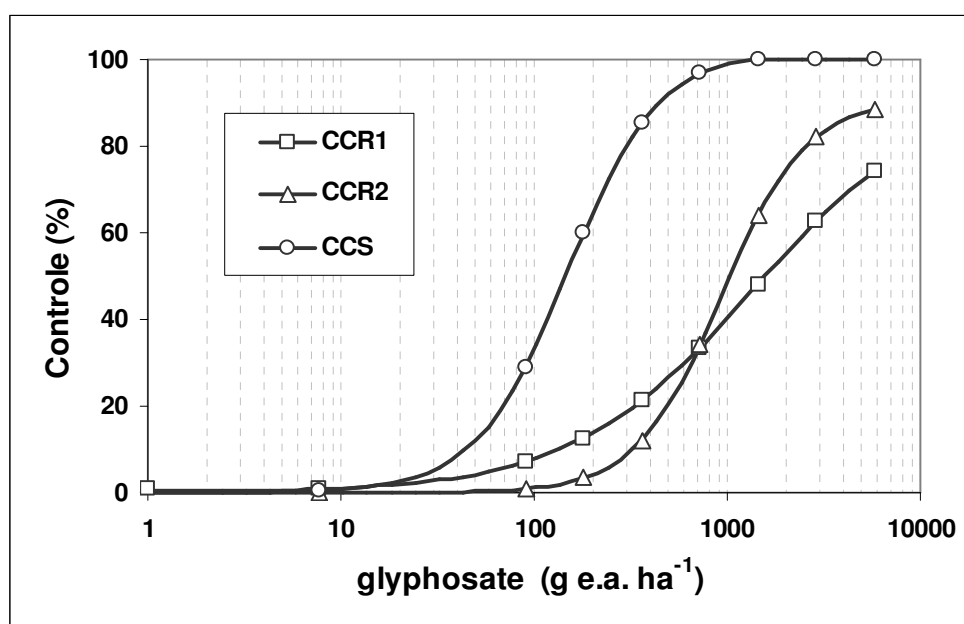


Figura 1 – Controle percentual de três populações de *Conyza canadensis*, duas supostamente resistentes e uma suscetível, quando submetidas a diferentes doses do herbicida glyphosate, avaliado aos 28 DAA. CCR1 – *C. canadensis* resistente coletada em Matão – SP; CCR2 – *C. canadensis* resistente coletada em Cajobi – SP; CCS – *C. canadensis* suscetível coletada em Piracicaba – SP.  $DMS_{população} = 12,66$ . Piracicaba-SP, 2008

A variável massa seca residual está em concordância com o que foi discutido anteriormente em que, novamente, foram necessárias aplicações de doses maiores sobre as populações com suspeita de resistência para a obtenção da mesma redução obtida para a população suscetível (Figura 2). Neste caso, nem mesmo as doses mais altas de glyphosate foram suficientes para controlar as populações resistentes, visto que para a dose de 5.760 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate ainda restaram aproximadamente 20% de massa seca residual (Figura 2).

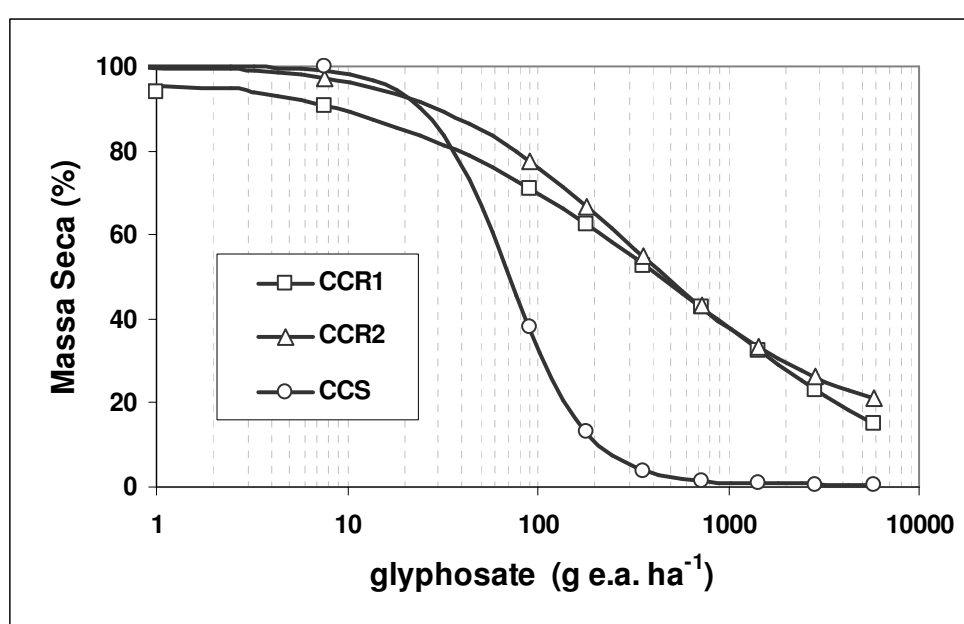


Figura 2 – Massa seca (%) de três populações de *Conyza canadensis*, duas supostamente resistentes e uma suscetível, quando submetidas a diferentes doses do herbicida glyphosate, avaliada aos 28 DAA. CCR1 – *C. canadensis* resistente coletada em Matão – SP; CCR2 – *C. canadensis* resistente coletada em Cajobi – SP; CCS – *C. canadensis* suscetível coletada em Piracicaba – SP.  $DMS_{população} = 22,3$ . Piracicaba-SP, 2008

### *Conyza bonariensis*

Os resultados obtidos para as populações de *C. bonariensis* são bastante semelhantes aos obtidos para *C. canadensis*, demonstrando também a existência de populações desta espécie resistentes ao glyphosate. Na Figura 3, pode-se verificar que a dose recomendada do produto, de 720 g ha<sup>-1</sup> (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005) controlou adequadamente a população suscetível de *C. bonariensis*, enquanto que para as populações supostamente resistentes foram necessárias doses da ordem de 5760 g ha<sup>-1</sup> para a obtenção de cerca de 80% de controle.

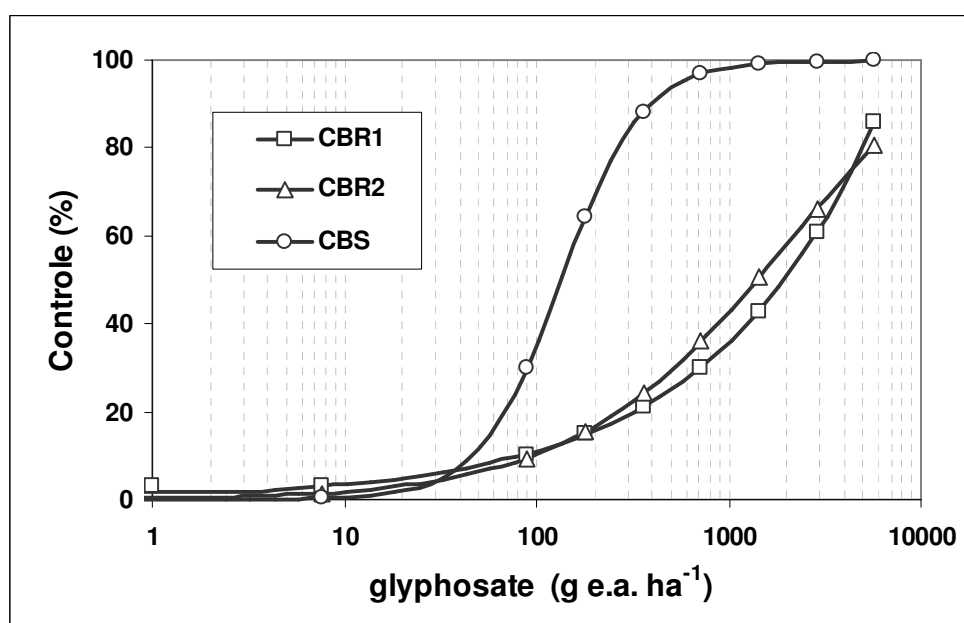


Figura 3 – Controle percentual de três populações de *Conyza bonariensis*, duas supostamente resistentes e uma suscetível, quando submetidas a diferentes doses do herbicida glyphosate, avaliado aos 28 DAA. CBR1 – *C. bonariensis* resistente coletada em Matão – SP; CBR2 – *C. bonariensis* resistente coletada em Cajobi – SP; CBS – *C. bonariensis* suscetível coletada em Piracicaba – SP.  $DMS_{população} = 9,00$ . Piracicaba-SP, 2008



Novamente os dados de massa seca residual estão em concordância com os valores de controle obtidos, em que foi necessária a aplicação de doses mais elevadas sobre as populações de *C. bonariensis* coletadas em pomares de citros do Estado de São Paulo, quando comparadas com a população considerada suscetível, coletada em área sem histórico de aplicação de glyphosate (Figura 4).

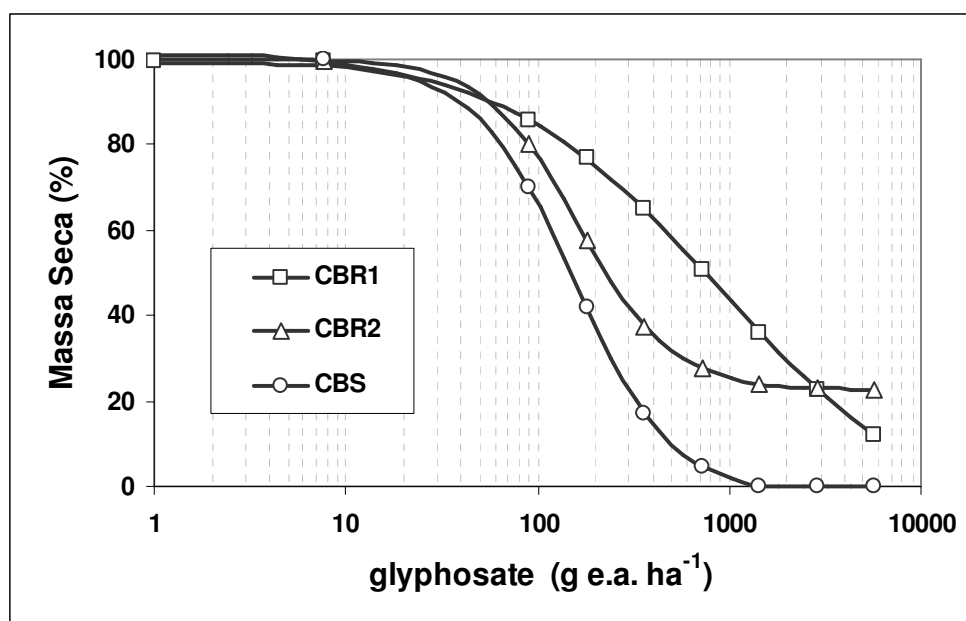


Figura 4 – Massa seca residual (%) de três populações de *Conyza bonariensis* quando submetidas a diferentes doses do herbicida glyphosate, avaliada aos 28 DAA. CBR1 – *C. bonariensis* resistente coletada em Matão – SP; CBR2 – *C. bonariensis* resistente coletada em Cajobi – SP; CBS – *C. bonariensis* suscetível coletada em Piracicaba – SP.  $DMS_{população} = 30,2$ . Piracicaba-SP, 2008

## Níveis de resistência

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros dos modelos logísticos ajustados para os controles obtidos com a aplicação das diferentes doses de glyphosate sobre todas as populações de *C. canadensis* e *C. bonariensis*. Com estes dados pôde-se calcular matematicamente os valores de  $C_{50}$  ou  $GR_{50}$  (CARVALHO et al., 2005), que caracterizaram os níveis de susceptibilidade das populações de plantas daninhas ao herbicida.

Para a espécie *C. canadensis*, observa-se que as populações coletadas nos pomares de citros (CCR1 e CCR2), mantidas sob manejo com o herbicida glyphosate, apresentaram fatores de resistência da ordem de 10,79 e 7,09, para a variável controle percentual; e 6,15 e 6,65, para a variável massa seca residual, respectivamente (Tabela 3). VanGessel (2001) e Koger et al. (2004), encontraram resultados semelhantes nos Estados Unidos onde observaram fator de resistência de aproximadamente 10 vezes para populações de *C. canadensis*.

Observando-se os resultados obtidos para *C. bonariensis*, pôde-se verificar que o fator de resistência caracterizado para as populações supostamente resistentes desta planta daninha (CBR1 e CBR2) foi de 14,75 e 10,40, para a variável controle percentual e 5,02 e 1,52, para a variável massa seca residual, respectivamente (Tabela 3). De forma geral, todos os fatores de resistência obtidos caracterizaram populações selecionadas pela aplicação rotineira do herbicida glyphosate e, portanto, menos sensíveis à ação deste, exceto a população CBR2, para a variável massa seca residual, em que o nível de resistência foi menos expressivo (1,52).

Embora seja comercializado desde a década de 70, o primeiro caso de planta daninha resistente ao glyphosate foi relatado somente em 1996 (PRATLEY et al., 1996). Isto pode ser explicado, principalmente, pelas características bioquímicas da molécula quando presente nas plantas ou no solo, tais como: ausência de atividade residual no solo, presença de múltiplos mecanismos fisiológicos correlacionados com o mecanismo de ação, baixa adaptabilidade ecológica dos indivíduos sobreviventes, baixa freqüência inicial de indivíduos resistentes, ausência de outros herbicidas com

o mesmo mecanismo de ação e metabolismo limitado pelas plantas (BRADSHAW et al., 1997).

Tabela 3 – Parâmetros dos modelos logísticos<sup>1</sup>, doses que obtiveram 50% de controle (C<sub>50</sub>) ou de redução de crescimento (GR<sub>50</sub>) e fator de resistência R/S (F), obtidos para todas as populações de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*, quando submetidas a diferentes doses do herbicida glyphosate. Piracicaba-SP, 2008

Variável	População	Parâmetros				C <sub>50</sub> ou GR <sub>50</sub>	F
		A	B	C	D		
<b><i>Conyza Canadensis</i></b>							
Controle (%)	CCR1	94,26	1376,04	-0,92	--	1570,51	10,79
	CCR2	90,80	931,33	-1,98	--	1032,01	7,09
	CCS	102,11	148,87	-1,83	--	145,55	--
Massa Seca (%)	CCR1	-11,78	112,19	639,59	0,53	435,85	6,15
	CCR2	13,82	87,56	306,08	0,81	471,47	6,65
	CCS	0,65	99,35	70,40	2,07	70,85	--
<b><i>Conyza bonariensis</i></b>							
Controle (%)	CBR1	1741,27	1705131,67	-0,52	--	1992,35	14,75
	CBR2	116,11	2011,86	-0,78	--	1404,50	10,40
	CBS	99,83	134,82	-2,07	--	135,04	--
Massa Seca (%)	CCR1	-9,51	111,69	886,77	0,77	746,60	5,02
	CCR2	22,46	77,62	162,38	1,79	226,80	1,52
	CBS	-2,29	101,30	154,55	1,70	148,77	--

<sup>1</sup> Variável controle - modelo:  $y = (a/(1+(x/b)^c))$ ; Variável massa seca - modelo:  $y = a + (b/(1+(x/c)^d))$

A resistência de populações de plantas daninhas a herbicidas aplicados em pós-emergência pode estar relacionada com a afinidade enzimática das moléculas; com a absorção, translocação ou exclusão diferencial dos herbicidas; ou mesmo com rotas de detoxificação metabólica. Neste caso, ainda não se sabe ao certo qual é o mecanismo envolvido na resistência. Segundo Feng et al. (2004), a translocação reduzida do glyphosate para os pontos de crescimento da planta e para as raízes, juntamente com a possível compartimentalização do produto dentro da planta, são mecanismos responsáveis pela resistência. Contudo, maiores estudos devem ser

conduzidos para esclarecer quais os fatores têm participação na resposta diferencial de controle das populações brasileiras de *Conyza* ao herbicida glyphosate.

## 2.4 Conclusões

A presente pesquisa validou a suspeita de resistência das populações de *C. canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. Os níveis de resistência variam de 6,15 a 10,79 para a população CCR1 e CCR2 e de 1,52 a 14,75 para as populações CBR1 e CBR2, quando analisados os parâmetros porcentagem de controle e massa seca residual.

## Referências

- BHOWMIK, P.C.; BEKECH, M.M. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence and distribution in no-tillage and conventional-tillage corn (*Zea mays*). **Agronomy**, Stanford, v. 1, n. 1, p. 67-71, 1993.
- BRADSHAW, L.D.; PADGETTE, S.R.; KIMBALL, S.L.; WELLS, B.H. Perspectives on glyphosate resistance. **Weed Technology**, Lawrence, v. 11, n. 2, p. 189–198, 1997
- CARVALHO, S.J.P.; LOMBARDI, B.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 535-542, 2005.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 513-519, 2002.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência das 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. Campinas: HRAC-BR, 2008. p. 9-34.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA-FILHO, R.; SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; GALLI, A.J.B.; CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; FOLONI, L.L.; MARTINS, B.A.B.; RIBEIRO, D.N. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 64, n. 3, p. 422–427, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; TRENTIN, R.; TOCCHETTO, S.; MAROCHI, A.; GALLI, A.J.B.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) resistant to glyphosate at different phenological stages. **Journal of Environmental Science and Health**, Virginia, v. 40, n. 4, p. 59-67, 2005.

FENG, P.C.C.; TRAN, M.; CHIU, T.; SAMMONS, R.D.; HECK, G.R.; CAJACOB, C.A. Investigations into glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation and metabolism. **Weed Science**, Lawrence, v. 52, n. 3, p. 498-505, 2004.

GEIGER, D.R.; FUCHS, M.A. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). In: BÖGER, P.; WAKABAYASHI, K.; HIRAI, K. (Ed.). **Herbicide classes in development**. Berlin: Springer-Verlag, 2002. p. 59-85.

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**, Lawrence, v. 46, n. 4, p. 390-396, 1998.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <[www.weedscience.com](http://www.weedscience.com). 2008>. Acesso em: 06 out. 2008

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. 978 p.

KOGER, C.H.; POSTON, D.H.; HAYES, R.M.; MONTGOMERY, R.F. Glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technology**, Champaign, v. 18, p. 820-825, 2004

LEE, L.J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in Malaysia. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 56, n. 2, p. 336-339, 2000.

MAIN, C.L.; MUELLER, T.C.; HAYES, R.M.; WILKERSON, J.B.; PEREZ-JONES, A. Glyphosate-resistant Italian ryegrass x 779 response of selected horseweed (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.) populations to glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 52, n. 4, p. 879–883, 2004.

MUELLER, T.C.; MASSEY, J.H.; HAYES, R.M.; MAIN, C.L.; STEWART, C.N. JR. Shikimate accumulation in both glyphosate-sensitive and glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis* L. Cronq). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 51, n. 3, p. 680–684, 2003.

PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. **Weed Research**, Lawrence, v. 43, n. 1, p. 12–19, 2003.

PLINE-SRNIC, W. Physiological mechanisms of glyphosate resistance. **Weed Technology**, Lawrence, v. 20, n. 2, p. 290-300, 2006.

POWLES, S.B.; LORRAINE-COLWILL, D.F.; DELLOW, J.J.; PRESTON, C. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 4, p. 604-607, 1998.

PRATLEY, J.; BAINES, P.; EBERBACH, P.; INCERTI, M.; BROSTER, J. Glyphosate resistance in annual ryegrass. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE GRASSLAND SOCIETY OF NEW SOUTH WALES, 11., 1996, Wagga Wagga. **Proceedings...** Wagga Wagga: The Grassland Society of New South Wales, 1996. p. 126.

PRATLEY, J.; URWIN, N.; STANTON, R.; BAINES, P.; BROSTER, J.; CULLIS, K.; SCHAFER, D.; BOHN, J.; KRUEGER, R. Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum*. I. Bioevaluation. **Weed Science**, Lawrence, v. 47, n. 4, p. 405-411, 1999.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: Grafimarke, 2005. 592 p.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, Lawrence, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.

SELLERS, B.A.; POLLARD, J.M.; SMEDA, R.J. Two common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) biotypes differ in biology and response to glyphosate. **Proceedings of the Weed Science Society**, Lawrence, v. 45, n. 2, p. 156, 2005.

SIMARMATA, M.; KAUFMANN, J.E.; PENNER, D. Potential basis of glyphosate resistance in California rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 4, p. 678–682, 2003.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Champaign, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.

TRAN, M.; BAERSON, S.; BRINKER, R.; CASAGRANDE, L.; FALETTI, M.; FENG, Y.; NEMETH, M.; REYNOLDS, T.; RODRIGUEZ, D.; SHAFFER, D.; STALKER, D.; TAYLOR, N.; TENG, Y.; DILL, G. Characterization of glyphosate resistant *Eleusine indica* biotypes from Malaysia. In: ASIAN-PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY SOCIETY CONFERENCE, 17., 1999, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: Asian-Pacific Weed Science Society, 1999. p. 527–536.

URBANO, J.M.; BORREGO, A.; TORRES, V.; JIMENEZ, C.; LEON, J.M.; BARNES, J. Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) in Spain. **Proceedings of the Weed Science Society**, Lawrence, v. 45, n. 3, p. 394, 2005.

VANGESSEL, M.J. Glyphosate resistant horseweed from Delaware. **Weed Science**, Lawrence, v. 49, n. 4, p. 703-705, 2001.

WEAVER, S.E. The biology of Canadian weeds, *Conyza canadensis*. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 81, n. 5, p. 867-875, 2001.

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.

### 3 ALTERNATIVAS QUÍMICAS DE CONTROLE DE BIÓTIPOS DA PLANTA DANINHA BUVA, ESPÉCIES *Conyza canadensis* E *C. bonariensis* RESISTENTES AO HERBICIDA GLYPHOSATE

#### Resumo

As principais áreas de produção de citros do estado de São Paulo, apresentem o manejo de plantas daninhas baseado quase que exclusivamente na aplicação de glyphosate, o que tem favorecido a seleção de biótipos resistentes de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi de testar alternativas químicas de manejo de populações com predominância de biótipos resistentes de buva (*C. canadensis* e *C. bonariensis*), em dois estádios fenológicos de crescimento (10 folhas verdadeiras e pré-florescimento). Para isso foram instalados três experimentos em pomares de citros do Estado de São Paulo, que apresentavam comprovadamente populações da planta daninha com predominância do biótipo resistente de buva ao glyphosate. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições para todos os experimentos instalados; a unidade experimental foi representada em largura pela área correspondente a uma linha de citrus (2 m de cada lado da planta) e na extensão de duas plantas espaçadas, correspondente a 7 m. Os experimentos foram instalados sobre plantas remanescentes de uma aplicação de glyphosate regularmente feita pelo produtor. A partir dos dados obtidos nas condições em que foram realizados os experimentos com populações de buva (espécies *C. canadensis* e *C. bonariensis*) com predominância do biótipo resistente ao glyphosate em pomares de citrus é possível concluir que: Nos estádios iniciais de crescimento da buva os tratamentos com os herbicidas glyphosate + bromacil (1.440 + 1.200 + 1.200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + atrazina (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + diuron (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>) são tratamentos eficazes no controle da planta daninha. Quando no estádio de pré-florescimento, a associação de glyphosate com herbicidas alternativos como o metribuzin, metsulfuron, MSMA, carfentrazone e flumioxazin não resultam em resultados satisfatórios de controle da planta daninha. No entanto, a aplicação de paraquat + MSMA (600 + 2.400 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + carfentrazone (600 + 30 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + flumioxazin (600 + 25 g ha<sup>-1</sup>) e diuron + paraquat (600 + 300 g ha<sup>-1</sup>) proporcionam resultados melhores, porém inferior a 80%. O amônio-glufosinato na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> isolado, aplicado no estádio de pré-florescimento da planta daninha é uma alternativa viável no controle de buva resistente ao glyphosate.

Palavras chave: Glyphosate; Buva; Citros; Controle; Resistência



## Abstract

### **Chemical alternatives of control of resistant biotypes of the weed horseweed species *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis*) resistant to the herbicide glyphosate**

The main citrus production area in São Paulo state, has a very high reliance on glyphosate to manage the weeds, what has increase selection of biotypes resistant of *Conyza canadensis* and *C. bonariensis*. Therefore, the objective of this research was to test chemical alternatives of the populations with predominance of resistant biotypes of horseweed (*C. canadensis* e *C. bonariensis*), in two phenological growth stages (10 true leaves and pre-flowering). For that it was installed three experiments in citrus orchards of the state of Sao Paulo, Brazil, that presented known populations of the weed with predominance of the resistant biotype of horseweed to glyphosate. The experimental design used was randomized complete blocks with three replications for all the experiments installed; the experimental unit was represented by citrus row, 2.0 m of each side of the plant in width and two plants of length, spaced of 7.0 m. The experiments were installed on horseweed plants that survived an application of glyphosate done by recommended rate of glyphosate. From the results and conditions that the experiments were conducted with horseweed populations (species *C. canadensis* and *C. bonariensis*) with predominance of the resistant biotype to glyphosate in citrus orchard it was possible to conclude that: In the earlier stages of growth of the horseweed (10 true leaves) the treatments with the herbicides glyphosate + bromacil (1,440 + 1,200 + 1,200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + atrazine (1,440 + 1,500 g ha<sup>-1</sup>) and glyphosate + diuron (1,440 + 1,500 g ha<sup>-1</sup>) are more effective treatments on the control of the weed. At the pre-flowering stage of horseweed, the association of glyphosate with alternative herbicides such as metribuzin, metsulfuron, MSMA, carfentrazone and flumioxazin do not yield satisfactory results on the control of the weed. However, with the application of paraquat + MSMA (600 + 2,400 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + carfentrazone (600 + 30 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + flumioxazin (600 + 25 g ha<sup>-1</sup>) and diuron + paraquat (600 + 300 g ha<sup>-1</sup>) it is gotten better results, however lower than 80% control. The ammonium glufosinate in the rate of 400 g ha<sup>-1</sup> applied alone in the stage of pre-flowering of the weed is a feasible alternative in the control of resistant horseweed to glyphosate.

Keywords: Glyphosate; Horseweed; Citrus; Control; Resistance

### 3.1 Introdução

Uma das principais discussões atuais acerca do manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas brasileiras ou mundiais é o crescente aparecimento de novos casos de resistência a herbicidas. A extensão das áreas agrícolas atualmente detectadas com a presença de biótipos resistentes de plantas daninhas pode ser considerada de pequena escala quando comparada com a área agrícola total, mas tem aumentado em uma taxa elevada (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006).

Com relação ao glyphosate, o aumento na adoção de sistemas conservacionistas de solo e a possibilidade de utilização do produto em qualquer estágio fenológico das culturas resultaram em maior risco de seleção biótipos resistentes de plantas daninhas, por consequência da pressão de seleção exercida (NEVE et al., 2003). Vale ressaltar que a utilização intensiva de glyphosate, além de aumentar o risco de seleção de plantas resistentes, também provoca a mudança da flora infestante, devido à seleção de espécies com maior tolerância ao produto, como a trapoeraba (*Commelina* spp.), erva-quente (*Borreria* spp.) e corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) (CHRISTOFFOLETI, 2001; MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003; CULPEPPER, 2006).

O primeiro relato de resistência no Brasil foi feito em 2003, para o *Lolium multiflorum*, no Rio Grande do Sul, onde a adoção de sistemas conservacionistas de solo, principalmente em culturas perenes, e de culturas tolerantes ao glyphosate, especialmente a soja, fez com que aumentasse muito a utilização do glyphosate, selecionando assim biótipos resistentes. Desde então, biótipos resistentes de *Lolium multiflorum* já foram encontrados em pomares de maçã e em campos de soja no Rio Grande do Sul (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004). Já para *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* os primeiros relatos foram feitos em 2005, em pomares de citros do Estado de São Paulo (MOREIRA et al., 2007), que também têm como base o manejo conservacionista do solo, onde o glyphosate é muitas vezes o único herbicida utilizado.

Quando ocorrem plantas daninhas resistentes aos herbicidas em uma área, com densidade suficiente para limitar a produção das culturas agrícolas, tem-se a

necessidade de mudanças nas práticas de manejo utilizadas. Assim, o estudo de alternativas de controle é fundamental para o adequado manejo dos biótipos resistentes (LÓPEZ-OVEJERO; CHRISTOFFOLETI; VARGAS, 2004). Para Boerboom (1999), o aspecto mais importante na prevenção e manejo da resistência é a recomendação de práticas e sistemas de produção onde a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinado herbicida seja reduzida.

Segundo Peterson (1999), a mudança mais comum, adotada pelos agricultores em áreas onde foram detectados biótipos de plantas daninhas resistentes, é a adição de herbicidas alternativos, aplicados de forma isolada ou misturados em tanque com aqueles herbicidas para os quais foi detectada a resistência. No entanto, para Powles e Holtum (1994), a alternativa de mistura de herbicidas no tanque de pulverização, bem como o uso de misturas formuladas ou aplicações seqüenciais de herbicidas para o manejo e prevenção da resistência está baseada no fato de que os ingredientes ativos controlam eficientemente os dois biótipos da mesma espécie, ou seja, o biótipo resistente a um dos herbicidas é controlado pelo outro ingrediente ativo da mistura.

Peterson (1999) ressalta, também, que a troca do herbicida só se torna viável se existirem herbicidas alternativos que promovam o controle similar das plantas daninhas a custos compatíveis com o sistema de produção. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar alternativas químicas para controle dos biótipos de buva resistentes ao herbicida glyphosate, em diferentes estádios fenológicos.

### **3.2 Material e métodos**

Três experimentos foram realizados no município de Matão-SP (latitude de 21° 36' 12" e longitude 48° 21' 57"), em áreas pertencentes a fazenda Cambuhy, entre os meses de março a julho de 2007, em áreas que apresentavam biótipos de buva resistentes ao glyphosate (MOREIRA et al., 2007). A aplicação dos tratamentos foi realizada em plantas caracterizadas em diferentes estágios fenológicos que serão descritos a seguir.

Para evitar que alguns tratamentos fossem beneficiados ou prejudicados pela maior ou menor proporção de plantas suscetíveis na área, antes da aplicação dos tratamentos foi realizada aplicação de glyphosate na dose de  $1.440 \text{ g ha}^{-1}$ , fazendo com que apenas as plantas resistentes que sobreviveram fossem então submetidas aos tratamentos alternativos. Em todos os experimentos, a densidade de buvas na área foi de  $50 \text{ plantas m}^2$  e ambas as espécies foram identificadas, em proporção aproximada de 50% cada uma.

Em todos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi representada por três plantas de citros, com espaçamento de 6 m. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com  $\text{CO}_2$ , regulado para vazão proporcional a  $200 \text{ L ha}^{-1}$ , equipado com barra de 4 pontas, modelo Teejet XR 110.02. A aplicação de todos os experimentos foi realizada no período da tarde (temperatura  $26^\circ\text{C}$  e umidade relativa de 65%), evitando os períodos mais quentes do dia.

Foram realizados três experimentos, que foram aplicados em diferentes estádios fenológicos. No experimento em que as plantas apresentavam até 10 folhas de desenvolvimento, os tratamentos encontram-se na Tabela 4; tratamentos estes que tiveram o glyphosate utilizado como herbicida padrão, em mistura com os principais herbicidas recomendados para plantas de buva em estádios iniciais de crescimento.

Na Tabela 5 são apresentados os tratamentos utilizados no experimento instalado em área com plantas de buva em estágio fenológico de pré-florescimento. Neste caso, as misturas são mais recomendadas para o controle das buvas, em plantas com estágio mais avançado de desenvolvimento, utilizando o glyphosate e o paraquat como herbicidas padrão de controle.

Na Tabela 6 podem ser observados os tratamentos utilizados no experimento em que as plantas de buvas também se encontravam em estágio fenológico de pré-florescimento, porém neste experimento o herbicida amônio-glufosinato foi utilizado com herbicida padrão de controle.

Tabela 4 – Tratamentos aplicados em plantas de buva (*Conyza* spp.) no estágio fenológico de até 10 folhas. Matão-SP, 2008

Nome comum	Herbicidas		Dose	
	Nome comercial	<sup>1</sup> g i.a. ha <sup>-1</sup>	<sup>2</sup> g ou mL p.c. ha <sup>-1</sup>	
Testemunha	-	-	-	
Glyphosate	Roundup Original	1.440	4.000	
glyphosate + atrazina*	Roundup Original + Gesaprim	1.440 + 1.500	4.000 + 3.000	
glyphosate + diuron*	Roundup Original + Karmex	1.440 + 2.400	4.000 + 3.000	
glyphosate + metsulfuron*	Roundup Original + Ally	1.440 + 2,0	4.000 + 3,6	
glyphosate + MSMA*	Roundup Original+ Dessecan	1.440 + 2.400	4.000 + 3.000	
glyphosate + sulfentrazone*	Roundup Original + Boral	1.440 + 600	4.000 + 1.200	
glyphosate + carfentrazone*	Roundup Original + Aurora	1.440 + 30	4.000 + 75	
glyphosate + flumioxazin*	Gramoxone + flumizim	600 + 25	4.000 + 50	
diuron + paraquat*	Garamocil	600 + 300	3.000	
glyphosate + bromacil + diuron*	Roundup Original + Krovar	1.440 + 1.200 + 1.200	4.000 + 3.000	
Amônio-glufosinato*	Finale	400	2.000	

<sup>1</sup> Ingrediente ativo; <sup>2</sup> produto comercial; \* adição de adjuvante a 0,25 v/v

Tabela 5 – Tratamentos aplicados em plantas de buva (*Conyza* spp.) no estágio fenológico de pré-florescimento, tendo o glyphosate e o paraquat como padrão. Matão-SP, 2008

Nome comum	Herbicidas		Dose	
	Nome comercial	<sup>1</sup> g i.a. ha <sup>-1</sup>	<sup>2</sup> g ou mL p.c. ha <sup>-1</sup>	
Testemunha	-	-	-	
Glyphosate	Roundup Original	1.440	4.000	
Glyphosate + metribuzin*	Roundup Original + Sencor	1.440 + 960	4.000 + 2.000	
Glyphosate + mesulfuron*	Roundup Original + Ally	1.440 + 2	4.000 + 3,6	
Glyphosate + MSMA	Roundup Original + Dessecan	1.440 + 2400	4.000 + 3000	
Glyphosate + carfentrazone*	Roundup Original + Aurora	1.440 + 30	4.000 + 100	
Glyphosate + flumioxazin*	Roundup Original + Flumizim	600 + 25	4.000 + 50	
Amônio-glufosinato*	Finale	400	2.000	
Paraquat + MSMA*	Gramoxone + MSMA	600 + 2.400	3.000 + 3.000	
Paraquat + carfentrazone*	Gramoxone + Aurora	600 + 30	3.000 + 100	
Paraquat + flumioxazin*	Gramoxone + Flumizim	600 + 25	3.000 + 50	
Paraquat + diuron*	Gramocil	600 + 300	3.000	

<sup>1</sup> Ingrediente ativo; <sup>2</sup> produto comercial; \* adição de adjuvante 0,25 v/v

Tabela 6 – Tratamentos aplicados em plantas de buva (*Conyza* spp.) no estágio fenológico de pré-florescimento, tendo o amônio-glufosinato como padrão. Matão-SP, 2008

Herbicidas		Dose	
Nome comum	Nome comercial	<sup>1</sup> g i.a. ha <sup>-1</sup>	<sup>2</sup> g ou ml p.c. ha <sup>-1</sup>
Testemunha	-	-	-
Amônio-glufosinato	Finale	400	2.000
Amônio glufosinato + glyphosate	Finale + Round up original	400 + 1.440	2.000 + 4.000
Amônio-glufosinato + MSMA	Finale + Dessecan	400 + 2.400	2.000 + 3.000
Amônio-glufosinato + diuron + bromacil	Finale + Krovar	400 + 1.200 + 1.200	2.000 + 3.000
Amônio-glufosinato + flumioxazin	Finale + Flumizin	400 + 50	2.000 + 100
Amônio-glufosinato + metsulfuron	Finale + Ally	400 + 2,7	2.000 + 5
Amônio-glufosinato + carfentrazone	Finale + Aurora	400 + 30	2.000 + 100
Amônio-glufosinato + paraquat	Finale + Gramoxone	400 + 400	2.000 + 2.000

<sup>1</sup> Ingrediente ativo; <sup>2</sup> produto comercial

As avaliações de todos os experimentos foram realizadas aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). As avaliações de controle foram realizadas de maneira visual percentual, variando de 0 a 100%, em que 0 significa ausência total de sintomas e 100 controle total de buvas na área. Os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância, seguido do teste de Tukey, com nível de 5% de probabilidade.

### 3.3 Resultados e discussão

Na Tabela 7 é possível verificar os resultados do experimento realizado com as plantas em estágio fenológico de até 10 folhas. O tratamento com o glyphosate isolado na dose de 1.440 g ha<sup>-1</sup> não controlou a planta daninha de forma satisfatória em nenhuma das três avaliações realizadas, atingindo no máximo 28,3% de controle aos 28 DAA. Este tratamento demonstra que a população de buva existente na área do experimento era dominada pelo biótipo resistente; visto que em populações

suscetíveis de buva os índices de controle do glyphosate nesta dose são superiores a 80%.

A associação de glyphosate com metsulfuron também não resultou em controle efetivo da planta daninha, assim como com o MSMA, carfentrazone, sulfentrazone e flumioxazin. Todos estes tratamentos não diferiram do glyphosate quando aplicado isolado (Tabela 7). A redução de controle pelo uso de herbicidas de contato como é o caso do carfentrazone pode afetar a absorção do glyphosate pelas plantas podendo prejudicar ainda mais o controle (HYDRICK; SHAW, 1994; STARKE; OLIVER, 1998; NORRIS et al., 2001).

Tabela 7 – Controle da população da planta daninha buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) aos 14, 21 e 28 DAA, com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de 10 folhas, mantendo o herbicida glyphosate como constante nas associações. Matão-SP, 2008

Tratamentos	Dose mL ou g i. a. ha <sup>-1</sup>	Avaliações*			
		14 DAA	21 DAA	28 DAA	
Testemunha	-	0,0 e	0,0 e	0,0	E
Glyphosate	1.440	23,3 de	21,6 e	28,3	De
Glyphosate + atrazina	1.440 + 1.500	89,7 a	81,6 a	76,6	Abc
Glyphosate + diuron	1.440 + 2.400	83,3 ab	88,3 a	81,6	Ab
Glyphosate + metsulfuron	1.440 + 2	31,6 d	31,6 bcd	30,0	De
Glyphosate + MSMA	1.440 + 2.400	36,6 cd	38,3 bcd	40,0	Cd
Glyphosate + sulfentrazone	1.440 + 600	38,3 cd	41,6 bcd	35,0	De
Glyphosate + carfentrazone	1.440 + 30	30,0 d	28,3 cde	31,6	De
Glyphosate + flumioxazin	600 + 25	26,6 d	23,3 de	25,0	De
Diuron + paraquat	600 + 300	60,0 bc	60,0 ab	48,3	Bcd
Glyphosate + bromacil + diuron	1.440 + 1.200 + 1.200	83,3 ab	86,6 a	88,3	A
Amônio-glufosinato	400	60,0 bc	58,3 abc	48,3	Bcd
CV		21,0	25,2	31,8	
F		24,45*	17,58*	10,71*	

\* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade)

Os tratamentos mais eficientes foram os que continham a associação de glyphosate + bromacil + diuron, glyphosate + atrazina e glyphosate + diuron,

atingindo índices de controle superiores a 80% (Tabela 7). O paraquat e o amônio-glufosinato isolados, que são herbicidas não seletivos ao citrus, apresentaram controles inferiores, porém superiores ao glyphosate isolado, igualando-se a este tratamento na última avaliação, devido à alta brotação lateral das plantas de buva.

Na Tabela 8, encontram-se os resultados do experimento aplicado nas plantas em estágio de pré-florescimento. Os tratamentos fundamentados no herbicida paraquat (paraquat + MSMA, paraquat + carfentrazone, paraquat + flumioxazin e diuron + paraquat) e de amônio-glufosinato foram aqueles que apresentaram controles mais eficientes, porém inferiores a 80%, que é a porcentagem mínima para ser considerado adequado em campo. A exceção foi o tratamento com amônio-glufosinato que nas duas primeiras avaliações proporcionou controles superiores a 80%.

Tabela 8 - Controle da população da planta daninha buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) aos 14, 21 e 28 DAA, com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de pré-florescimento. Matão-SP, 2008

Tratamentos	Dose L ou kg ha <sup>-1</sup>	Avaliações*					
		14 DAA		21 DAA		28 DAA	
Testemunha	-	0,0	b	0,0	C	0,0	C
Glyphosate	1.440	5,0	b	3,3	BC	3,3	C
Glyphosate + metribuzin	1.440 + 960	23,3	b	25,0	Bc	16,3	Bc
Glyphosate + metsulfuron	1.440 + 2,0	13,3	b	20,2	Bc	25,0	Bc
Glyphosate + MSMA	1.440 + 2.440	28,3	b	28,3	Bc	21,6	Bc
Glyphosate + carfentrazone	1.440 + 30	10,0	b	11,6	Bc	10,0	Bc
Glyphosate + flumioxazin	1.440 + 25	15,0	b	13,3	Bc	41,6	Ab
Amônio-glufosinato	400	86,6	a	81,6	A	76,6	A
Paraquat + MSMA	600 + 2.400	76,6	a	65,0	A	70,0	A
Paraquat + carfentrazone	600 + 30	66,6	a	70,7	A	65,0	A
Paraquat + flumioxazin	600 + 25	70,6	a	77,6	A	73,3	A
Diuron + paraquat	600 + 300	63,3	a	75,0	A	66,6	A
CV		27,9		25,4		35,3	
F		26,69*		30,54*		13,57*	

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade)



Nos experimentos realizados por Eubank et al. (2008), o paraquat aplicado sozinho obteve controle de apenas 55-63%, em dois anos consecutivos, aos 28 dias após a aplicação. Eubank et al. (2008) também verificaram que a aplicação de paraquat em mistura com metribuzin aumentou o controle das buvas para 94%. Resultados similares foram encontrados para o amônio-glufosinato, que aplicado sozinho, na dose de 470 g i.a. ha<sup>-1</sup>, obteve controle de 81 e 97% em dois anos consecutivos, aos 28 dias após a aplicação.

Considerando que as plantas em estágio mais avançado de desenvolvimento apresentaram maior dificuldade para serem controladas utilizando tratamentos tendo como herbicida padrão de dessecação o glyphosate e o paraquat, um terceiro experimento foi desenvolvido, representado na Tabela 9, que teve como herbicida padrão de dessecação o amônio-glufosinato. Observando os resultados da Tabela 9, pôde-se concluir que o amônio-glufosinato apresentou controle eficiente em quase todos os tratamentos aplicados, inclusive com o glyphosate, demonstrando assim ser uma alternativa de controle para buvas resistentes em estádios fenológicos de desenvolvimento avançado.

O principal problema relacionado com a aplicação do amônio-glufosinato em estágio avançados de desenvolvimento das plantas de buva, é que trata-se de um herbicida não seletivo de contato. Assim, o controle pode ser prejudicado em áreas onde a densidade de plantas é elevada; o que também já foi verificado por Steckel et al. (1997) e Thrap e Kells (2002). Talbert et al. (2004) verificaram que o controle de buva com o amônio-glufosinato foi inconsistente e que existem poucos dados na literatura.

É importante ressaltar que mesmo sabendo da importância da rotação de culturas no manejo integrado de plantas daninhas, nos experimentos realizados por Davis et al. (2007), a densidade de sementes no banco de sementes de buva não foi afetada em nenhuma das rotações propostas pelos autores. Neste trabalho, foi mencionada a importância da aplicação de herbicidas pré-emergentes juntamente com os herbicidas não-seletivos, que influenciou significativamente a redução do número de plantas na área.

Tabela 7 - Controle da população da planta daninha buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) aos 14, 21 e 28 DAA, com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de pré-florescimento, mantendo o herbicida amônio-glufosinato constante nas associações. Matão-SP, 2008

Tratamentos	Dose L ou Kg. ha <sup>-1</sup>	Avaliações*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 c	0,0 c	0,0 C
Amônio-glufosinato	400	90,7 ab	86,7 ab	86,6 Ab
Amônio-glufosinato + glyphosate	400 + 1.440	81,7 ab	76,7 ab	78,6 Ab
Amônio-glufosinato + MSMA	400 + 2.400	93,0 a	93,3 a	94,0 A
Amônio-glufosinato + bromacil + diuron	400 + 1.200 + 1.200	94,0 a	93,3 a	93,3 A
Amônio-glufosinato + flumioxazin	400 + 50	76,7 b	71,7 b	73,3 B
Amônio-glufosinato + metsulfuron	400 + 2,7	86,7 ab	89,0 ab	90,6 A
Amônio-glufosinato + carfentrazone	400 + 30	86,7 ab	80,0 ab	81,6 Ab
Amônio-glufosinato + paraquat	400 + 400	89,7 ab	85,0 ab	87,3 Ab
CV		7,12	10,24	8,34
F		86,15*	43,14*	64,19*

\* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade)

### 3.4 Conclusões

A partir dos dados obtidos, nas condições em que foram realizados os experimentos, trabalhando com populações de buva (*C. canadensis* e *C. bonariensis*) com predominância do biótipo resistente ao glyphosate em pomares de citrus, foi possível concluir que:

- i. Nos estádios iniciais de crescimento da buva as combinações dos herbicidas glyphosate + bromacil + diuron (1.440 + 1.200 + 1.200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + atrazina (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + diuron (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>) são tratamentos eficazes no controle da planta daninha;
- ii. Quando em estágio de pré-florescimento, a associação de glyphosate com herbicidas alternativos como o metribuzin, metsulfuron, MSMA, carfentrazone e flumioxazin não resultam em controles satisfatórios planta daninha. No entanto, a aplicação de paraquat + MSMA (600 + 2.400 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + carfentrazone (600 + 30 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + flumioxazin (600 + 25 g ha<sup>-1</sup>) e

diuron + paraquat (600 + 300 g ha<sup>-1</sup>) proporcionam resultados mais adequados, porém ainda inferiores a 80%;

iii. O herbicida amônio-glufosinato, na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> isolado, aplicado no estágio de pré-florescimento da planta daninha é uma alternativa viável no controle de buva resistente ao glyphosate.

## Referências

BOERBOOM, C.M. Nonchemical options for delaying weed resistance to herbicides in Midwest cropping systems. **Weed Technology**, Lawrence, v. 13, n. 3, p. 636-642, 1999.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, p. 75-83, 2001.

CULPEPPER, A.S. Glyphosate-induced weed shifts. **Weed Technology**, Lawrence, v. 20, n. 2, p. 277-281, 2006.

DAVIS, V.M.; GIBSON, K.D.; BAUMAN, T.T.; WELLER, S.C.; JOHNSON, W.G. Influence of weed management practices and crop rotation on glyphosate-resistant horseweed populations dynamics and crop yield. **Weed Science**, Lawrence, v. 55, n. 5, p. 508-516, 2007.

EUBANK, T.W.; POSTON, D.H.; NADULA, V.K.; KOGER, C.H.; SHAW, D.R.; REYNOLDS, D.B. Glyphosate-resistant horseweed control using glyphosate, paraquat and glufosinate based herbicide programs. **Weed Technology**, Lawrence, v. 22, n. 1, p. 16-21, 2008.

HYDRICK, D.E.; SHAW, D.R. Effects of tank-mix combinations of non-selective foliar and selective soil-applied herbicides on three weed species. **Weed Technology**, Champaign, v. 8, n. 3, p. 129-133, 1994.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 185-214.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; PENCKOWSKI, L.H.; PODOLAN, M.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Alternativas de manejo químico da planta daninha *Digitaria ciliaris* resistente aos herbicidas inibidores da ACCase na cultura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 399-406, 2006.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2003.

MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

NEVE, P.; DIGGLE, A.J.; SMITH, F.P.; POWLES, S.B. Simulating evolution of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*, II: past, present and future glyphosate use in Australian cropping. **Weed Research**, Champaign, v. 43, n. 2, p. 418-427, 2003.

NORRIS, J.L.; SHAW, D.R.; SNIPES, C.E. Weed control from herbicide combinations with three formulations of glyphosate. **Weed Technology**, Lawrence, v. 15, n. 4, p. 552-558, 2001.

PETERSON, D.E. The impact of herbicide-resistant weeds on Kansas agriculture. **Weed Technology**, Lawrence, v. 13, n. 3, p. 632-635, 1999.

POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: Lewis, 1994. 353 p.

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A.; MATTEI, R.W. Resistência de Azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004.

STARKE, R.J.; OLIVER, L.R. Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazethapyr and sulfentrazone. **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 3, p. 652-660, 1998.

STECKEL, G.J.; WAX, L.M.; SIMMONS, F.W.; PHILLIPS, W.H. Glufosinate efficacy on annual weeds is influenced by rate and growth stage. **Weed Technology**, Lawrence, v. 11, n. 3, p. 484-488, 1997.

TALBERT, R.E.; MCCLELLAND, M.R.; BARRENTINE, J.L.; SMITH, K.L.; KELLEY, M.B. **Managing glyphosate-resistant horseweed in Arkansas cotton**. Fayetteville: University of Arkansas, Division of Agriculture, 2004. 190 p. (Research Series, 530).

THRAP, B.E.; KELLS, J.J. Residual herbicides used in combination with glyphosate and glufosinate in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 16, n. 6, p. 274-281, 2002.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A.; SILVA, V.C. Identificação de biótipos de Azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 617-622, 2004.

#### **4 CRESCIMENTO DE BIÓTIPOS DE DUAS ESPÉCIES DE BUVA (*Conyza canadensis* E *C. bonariensis*) SUSCETÍVEL E RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE**

##### **Resumo**

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar comparativamente a intensidade e velocidade de crescimento de biótipos resistente e suscetível da planta daninha buva, espécies *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), localizada em Piracicaba-SP, utilizando biótipo resistente (CCR1) e suscetível (CCS) de *C. canadensis*; e biótipo suscetível (CBS) e resistente (CBR1) de *Conyza bonariensis*. A adaptabilidade ecológica foi estudada por meio de curvas de crescimento, tendo como variáveis a massa seca da parte aérea e sistema radicular, a massa seca total, a área foliar e o crescimento absoluto. Realizaram-se 10 avaliações de crescimento (tratamentos), espaçadas a cada 10 dias, sendo amostradas três plantas por avaliação de cada biótipo. As amostragens foram iniciadas aos 20 dias após a emergência (DAE) das plântulas, com avaliações aos 20, 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 140 e 155 DAE. Os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância, seguido da aplicação de regressões não-lineares do tipo logística. O crescimento vegetativo do biótipo resistente de *C. canadensis* atinge acúmulo de biomassa mais tardiamente que o biótipo suscetível, sendo que ao final do ciclo da planta daninha há menor acúmulo total de biomassa seca e área foliar. Da mesma forma, o biótipo resistente de *C. bonariensis* acumula menor quantidade de biomassa na parte aérea e sistema radicular, no entanto, ambos os biótipos atingem acúmulo intermediário de biomassa e área foliar (50% do máximo de acúmulo de biomassa seca e área foliar) no mesmo intervalo de tempo. Com relação a germinação das buvas na região de Matão-SP, verificou-se que a precipitação é o fator de maior importância. Estes resultados sugerem que o biótipo resistente de buva ao herbicida glyphosate tem menor adaptabilidade ecológica que o biótipo suscetível.

Palavras-chave: Resistência; Buva; Adaptabilidade

## Abstract

### **GROWTH OF BIOTYPES OF THE SPECIES OF HORSEWEED *Conyza canadensis* AND *Conyza bonariensis* RESISTANT TO THE HERBICIDE GLYPHOSATE**

This research had the objective of evaluating comparatively the growth intensity and velocity of glyphosate resistant and susceptible biotypes of the weed horseweed, species *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis*. The experiment was conducted in a greenhouse of the Plant Science Department, University of Sao Paulo, College of Agriculture "Luiz de Queiroz" (ESALQ-USP), located in Piracicaba county in the São Paulo State, Brazil, using glyphosate resistant (CCR1) and susceptible (CCS) *Conyza canadensis* biotypes and one resistant (CBR1) and one susceptible (CBS) of *Conyza bonariensis* biotypes, through growth curves, having as variable dry weight of the aerial and root parts, and leaf area. Ten growth evaluations (treatments), every ten days, were done in three plants of each biotype, starting 20 days after the sprouting of the seedlings, with evaluations at 20, 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 140, and 155 DAE (days after emergence). The evaluations consisted of measuring the leaf area and dry weight. The data were submitted to analysis of variance by the F test followed by the application of log-logistic non-linear regressions type. It was concluded from the experiment that the vegetative growth of the resistant biotype of *C. canadensis* reaches accumulation of biomass later than the susceptible biotype, and by the end of the weed cycle, there is lower accumulation of total shoot and root dry biomass, beside lower formation of leaf area. In the same way the resistant biotype of *C. bonariensis* accumulates lower quantity of biomass in aerial part of the plant and root system, as well as lower formation of leaf area, however, both biotypes reach the intermediate accumulation (50% of maximum dry weight and leaf area accumulation) by the same time. The germination of horseweed at Matão-SP area, the precipitation was the most important factor. These results suggest that the biotype resistant of horseweed is less ecologically adapted than the susceptible biotype.

Keywords: Resistance; Horseweed; Adaptability

## 4.1 Introdução

No Brasil, uma das principais plantas daninhas que infestam a cultura dos citros é a buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*). Trata-se de espécies comumente encontradas infestando também terrenos abandonados, áreas em

pousio, ou glebas com adoção de sistemas de produção que prezam por manejo conservacionista de solo (THEBAUD; ABBOTT, 1995), como é o caso do citros no Brasil. O gênero *Conyza* contém aproximadamente 50 espécies, sendo que as espécies que mais se destacam por seu caráter negativo são a *C. canadensis* e *C. bonariensis* (KISSMANN; GROTH, 1999). São espécies altamente prolíficas podendo produzir cerca de 200.000 sementes viáveis por planta (BHOWMIK; BEKECH, 1993); preferem solos ácidos e arenosos, tolerando bem a falta de água (HANF, 1983).

São espécies que apresentam boa adaptabilidade em sistemas de produção conservacionistas de solo como: plantio direto, cultivo mínimo e em áreas de fruticultura que utilizam métodos ecológicos associados a químicos no manejo de plantas daninhas (BHOWMIK; BEKECH, 1993). A habilidade de auto-polinização da espécie aliada a grande produção de sementes facilmente dispersáveis são fatores que podem contribuir para a adaptabilidade ecológica, para a sobrevivência de biótipos resistentes ao glyphosate de buva e para as altas infestações nos sistemas conservacionistas de solo (THEBAUD et al., 1996; MOREIRA et al., 2007).

Pelo uso elevado de glyphosate nas principais regiões produtoras de citros do Estado de São Paulo e pelas características de adaptabilidade ao sistema de produção de citros foram selecionados e identificados biótipos resistentes de buva em diferentes localidades no estado de São Paulo (MOREIRA et al., 2007).

Segundo López-Ovejero et al. (2004), os princípios básicos para prevenção e manejo da resistência são: redução na pressão de seleção, por meio do planejamento criterioso da aplicação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação; adoção de técnicas culturais que afetam a dinâmica populacional das sementes de plantas daninhas no banco de sementes do solo, retardando o aumento da frequência de sementes resistentes neste banco; e conhecimento da adaptabilidade ecológica do biótipo resistente em relação ao suscetível para compreender seu comportamento na área afetada.

Segundo Radosevich et al. (1997) e Christoffoleti et al. (1997), a adaptabilidade ecológica de um biótipo é tido como o sucesso de um biótipo baseado em sua sobrevivência e seu sucesso reprodutivo. A adaptabilidade ecológica tem sido identificada como um fator importante, influenciando a evolução e dinâmica da



resistência a herbicidas (MAXWELL; MORTIMER, 1990). Comparando o biótipo resistente de uma população com o biótipo suscetível da mesma população, a adaptabilidade ecológica torna-se um fator crucial para determinar a evolução da resistência, em sua frequência inicial, ou na proporção de plantas resistentes dentro da população, quando na ausência da pressão de seleção do herbicida (WARWICK; BLACK, 1994; JASIENIUK; BRULÉ-BABEL; MORRISON, 1996).

Diferenças na adaptabilidade ecológica entre biótipos resistentes e suscetíveis são usualmente aferidas a partir de comparações como: vigor da planta, produtividade ou competitividade. Estas podem ser mensuradas por meio de experimentos específicos como: dormência de sementes, época de florescimento, produção de sementes, fitomassa produzida, e outros fatores que afetam a sobrevivência e a fecundação de espécies (WARWICK; BLACK, 1994; RADOSEVICH et al., 1997).

Assim sendo, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de comparar o crescimento e a habilidade competitiva entre o biótipo resistente e o biótipo suscetível de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*, de forma a verificar a adaptabilidade ecológica destes biótipos; verificando também a principal época de germinação das buvas, visando melhor seu manejo.

## **4.2 Material e métodos**

### **4.2.1 Crescimento de biótipos de *C. canadensis* e *C. bonariensis***

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), localizada em Piracicaba-SP (22° 42' 30" S, 47° 38' 00" W), entre os meses de janeiro e abril de 2007. As espécies de plantas daninhas estudadas foram: *Conyza canadensis* e *C. bonariensis*, sendo um biótipo resistente e um biótipo suscetível de cada espécie.

Os biótipos utilizados no experimento foram aqueles testados no experimento de dose-resposta desta dissertação (CCR1, CCS, CBR1 e CBS), comprovadamente resistente e suscetível ao herbicida glyphosate nas respectivas espécies, conforme pode ser observado nos resultados daquele experimento.

Os propágulos dos biótipos resistentes foram coletados em Matão-SP, na fazenda Cambuhy; já os propágulos dos biótipos suscetíveis foram coletados em Piracicaba – SP, em áreas sem histórico da aplicação de glyphosate. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel em local seco, à temperatura ambiente até o início da instalação do experimento.

Em 15 de janeiro de 2007, as sementes dos quatro biótipos foram colocadas para germinar em bandejas plásticas preenchidas com substrato comercial (turfa + vermiculita + casca de *Pinus*) e terra arenosa, coletada do horizonte superficial de um solo localizado em Piracicaba – SP, classificado com Neossolo quartzarênico, na proporção de 1:1 e acondicionadas em câmara de germinação (20-30°C, com 12 horas de luz) por cinco dias; isso para que a germinação dos quatro biótipos fosse a mais homogênea possível.

Após o período de cinco dias, as plântulas em estágio de folhas cotiledonares planamente expandidas, ou seja, estágio 10 (HESS et al., 1997) foram transplantadas para vasos com capacidade de 4,0 L, preenchidos com vermiculita, onde permaneceram até o final do experimento. Foram transplantadas quatro plantas por vaso, contudo, no momento da primeira avaliação, realizada aos 20 dias após emergência (DAE), efetuou-se o desbaste das plantas menos desenvolvidas. Os vasos foram irrigados diariamente com uma solução nutritiva contendo 1 g L<sup>-1</sup> de fertilizante, o qual contém (%): 11 de N; 6 de P; 16 de K; 1,7 de S; 9,5 de Ca; 1 de Mg; 0,15 de Fe; 0,05 de Zn; 0,02 de Mn; 0,02 de B; 0,05 de Cu e 0,006 de Mo.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 10 x 2; em que dez foram os tratamentos e dois biótipos para cada espécie (CCR1 e CCS; CBR1 e CBS), com três repetições. Durante todo experimento foram realizadas dez avaliações de crescimento (tratamentos), espaçadas em aproximadamente 10 dias, totalizando 120 dias de ciclo.

Para cada avaliação, três plantas (repetições) foram aleatoriamente amostradas pelo método destrutivo, passaram por lavagem em água corrente, principalmente para a retirada da vermiculita remanescente nas raízes e, em seguida, tiveram suas variáveis analisadas. A área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) das plantas amostradas foi obtida com auxílio do medidor de área modelo LICOR LI-3100 (LICOR, inc., Lincon, Nebraska, EUA). O material amostrado foi secado em estufa de circulação de ar forçada a  $70^\circ\text{C}$  por 72h, quando foi mensurada, também, a massa seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) da parte aérea, das raízes e a massa seca total. Sabendo que as espécies em questão são extremamente prolíficas, o ensaio foi conduzido até a emissão dos capítulos, o que ocorreu ao redor dos 110 dias, de modo a evitar a dispersão das sementes resistentes.

Em cada avaliação, com os valores primários da variável massa seca total, pôde-se calcular a taxa de crescimento absoluto ( $G$ ,  $\text{g dia}^{-1}$ ) a partir da fórmula:  $G_M = (M_{t_2} - M_{t_1}) / (t_2 - t_1)$ ; onde  $M_{t_2}$  e  $M_{t_1}$  são as massas secas de duas amostras sucessivas e  $t_2$  e  $t_1$  são os dias decorridos entre as duas observações.

As variáveis quantitativas relacionadas com o crescimento das plantas foram analisadas estatisticamente com a aplicação do teste F na análise da variância seguido da aplicação de regressões não lineares do tipo logística ou log-logística, com o objetivo de modelar os dados sob a forma de equações.

As variáveis de massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total e a área foliar foram ajustadas ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico, adaptado de Streibig (1988):

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

Em que:  $y$  = biomassa acumulada;  $x$  = dias após emergência; e  $a$ ,  $b$  e  $c$  = parâmetros da curva, de modo que  $a$  é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva,  $b$  é o tempo que proporciona 50% de resposta da variável e  $c$  é a declividade da curva.

O crescimento absoluto foi ajustado ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico, adaptado de López-Ovejero (2006):]

$$y = 4a \cdot \frac{\exp\left[-\left(\frac{x-b}{c}\right)\right]}{\left[1 + \exp\left[-\left(\frac{x-b}{c}\right)\right]\right]^2} \quad (2)$$

Em que:  $y$  é a variável de interesse,  $x$  é o número de dias acumulados;  $a$ ,  $b$ , e  $c$  são parâmetros estimados da equação ( $a$  é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo,  $b$  é o número de dias acumulados correspondente ao ponto máximo da curva e  $c$  é a inclinação da curva).

#### 4.2.2 Emergência em campo de biótipos de *C. canadensis* e *C. bonariensis*

O ensaio de emergência mensal de buvas foi desenvolvido em Matão –SP (21° 36' 12" S e 48° 21' 57" W) durante período compreendido entre 2006 e 2007, onde mensalmente foi realizada contagem do número de plantas de buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) germinadas.

Para essa determinação foram escolhidas três áreas (repetições) na fazenda, de aproximadamente 30 m<sup>2</sup> cada uma. Mensalmente promoveu-se contagem do número de buvas emersas (plantas m<sup>-2</sup>) por meio de amostragem com um quadrado de 0,50 x 0,50 m, com quatro repetições em cada uma das áreas.

As áreas escolhidas para as avaliações, foram determinadas em função da alta infestação de buvas, de modo que toda contagem era proveniente de população natural da área. O talhão escolhido para o ensaio apresentava algumas características importantes, como: alta quantidade de palha de *Brachiaria decumbens* sobre a superfície, palhada esta proveniente da roçagem periódica realizada na área e aplicação exclusiva de glyphosate, durante os 10 anos anteriores. Sabendo que a população da área é resistente ao glyphosate, após cada

contagem, aplicou-se paraquat na dose de 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> para controlar de forma eficiente todas as plantas germinadas e não interferir na contagem do mês seguinte.

Os dados foram analisados e correlacionados com os dados de precipitação e temperatura do local durante a realização do trabalho. Os dados de precipitação e temperatura média foram obtidos no site do IAC (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>), para a cidade de Matão.

### **4.3 Resultados e discussão**

#### **4.3.1 *Conyza canadensis***

Os parâmetros das curvas de crescimento dos biótipos resistente (CCR1) e suscetível (CCS) da espécie *C. canadensis* estão apresentados na Tabela 8. Analisando o valor do parâmetro *b*, para a variável massa seca da parte aérea, verifica-se que as plantas atingiram 50% de seu crescimento aproximadamente ao mesmo tempo (84,05 para o biótipo CCR1 e 85,89 dias para o biótipo CCS). O mesmo foi observado para a variável área foliar, ou seja, 50% da área foliar foi atingida concomitantemente; porém para o parâmetro massa seca das raízes, o biótipo suscetível (CCS) atingiu metade de sua biomassa aproximadamente 30 dias antes que o biótipo resistente (CCR1). Uma provável explicação para este fenômeno pode estar relacionada com a maior velocidade de crescimento do biótipo suscetível que atinge estádios fenológicos mais avançados em menor tempo que o biótipo resistente.

Ainda, conclui-se que o biótipo resistente apresenta taxa de crescimento absoluto menor quando comparado com o biótipo suscetível, o que indica que o biótipo suscetível possui vantagem competitiva em relação ao biótipo resistente. Segundo Bradshaw et al. (1997), um dos principais motivos pelo qual o surgimento de biótipos resistente ao glyphosate demorou para ocorrer é devido o biótipo resistente a este herbicida apresentar menor adaptabilidade ecológica.

Resultados semelhantes foram obtidos por Vargas et al. (2005), trabalhando com biótipos de *Lolium multiflorum* resistentes e suscetíveis ao herbicida glyphosate, Rio Grande do Sul. Constataram que os possuíam menor capacidade de acúmulo de massa seca e produção de sementes. No entanto, em outros trabalhos, em que se estudaram *Eleusine indica* (ISMAIL et al., 2002), foi observada adaptabilidade ecológica semelhante dos biótipos resistente e suscetível.

Tabela 8 – Parâmetros do modelo logístico e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os biótipos resistentes (CCR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza canadensis*, para as variáveis massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e área foliar, Piracicaba-SP, 2007

Variável	Biótipo	Parâmetros			$R^2$
		A	b	c	
Massa seca total <sup>(1)</sup>	CCR1	10,2835	84,8928	-14,0540	0,9510
	CCS	21,5419	83,8093	-13,3135	0,9870
Massa seca da parte aérea <sup>(1)</sup>	CCR1	6,5214	84,0586	-14,5734	0,9626
	CCS	14,2921	85,8900	-13,3180	0,9859
Massa seca das raízes <sup>(1)</sup>	CCR1	3,6700	90,9675	-290,4350	0,9362
	CCS	7,3691	60,7332	-14,8383	0,9787
Área foliar <sup>(1)</sup>	CCR1	1165,6600	81,5067	-9,7684	0,9420
	CCS	2068,5612	81,3973	-13,0853	0,9466
Crescimento absoluto <sup>(2)</sup>	CCR1	0,0485	94,1348	5,4098	0,8495
	CCS	0,1246	88,4009	4,0853	0,9258

<sup>(1)</sup> Modelo:  $y = a/(1+(x/b)^c)$ ; <sup>(2)</sup> Modelo:  $y = 4a.\{exp[-(x-b)/c] / [1+ exp[-(x-b/c)]]^2\}$

Não se conhece exatamente qual é o principal mecanismo de resistência dos biótipos resistentes de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da EPSPs, porém existem trabalhos que evidenciam diferenças de translocação, outras diferenças de absorção e outros relacionados com o metabolismo e com mutações que promovem alterações no sítio de ação dos herbicidas (FENG et al., 2004; WAKELIN;

LORRAINE-COLWILL; PRESTON, 2004; FERREIRA et al., 2008). Sendo assim, é possível que alguns destes mecanismos de resistência estejam presentes, atuando de forma deletéria no crescimento das plantas resistentes de *C. canadensis* estudadas nesta pesquisa.

Diversas pesquisas têm sido conduzidas nos últimos anos com o objetivo de elucidar o mecanismo de resistência de plantas daninhas ao glyphosate, sendo que o assunto ainda não está completamente esclarecido. Dois mecanismos de resistência já foram parcialmente elucidados, sendo eles: a reduzida translocação do glyphosate para as zonas meristemáticas da planta e a alteração no sítio de ação do herbicida na planta, fazendo com que o sítio de ação do herbicida não seja mais inibido pelo glyphosate (POWLES; PRESTON, 2006).

Trabalhos desenvolvidos com populações resistentes de *Conyza canadensis* mostraram que as plantas resistentes apresentam dificuldade de exportar o glyphosate para outras partes da planta, o que não acontece com as plantas suscetíveis (FENG et al., 2004; KOGER; REDDY, 2005). Ainda, não se sabe quais as características bioquímicas e moleculares que levam essa translocação diferencial do glyphosate. Segundo Pedersen et al. (2007), a translocação diferencial em plantas pode significar algum prejuízo na adaptabilidade ecológica das plantas resistentes.

Sabe-se que os padrões de translocação do glyphosate nas plantas são parecidos com os dos fotoassimilados (ARNAUD et al., 1994). Sabe-se também que essa grande facilidade de translocação dentro das plantas está associada com a eficácia do produto (CLAUS; BEHRENS, 1976). Como a translocação diferencial do glyphosate é tida até o momento como o principal mecanismo de resistência, podemos supor que o menor crescimento dos biótipos resistentes seja conseqüência de possível diferença de distribuição dos fotoassimilados pela planta.

O parâmetro  $a$  da equação log-logística, representado na Tabela 8 evidencia que o biótipo CCR1 foi menor nos três parâmetros analisados. Esta inferioridade do valor de  $a$  indica que o biótipo resistente CCR1 tem acúmulo total de biomassa menor que a espécie suscetível. Este resultado pode também ser observado nas curvas de crescimento das Figuras 4, 5, 6 e 7 para os parâmetros área foliar, massa

seca da parte aérea, massa de raízes e massa seca total, respectivamente. Comparando-se as variáveis nas avaliações finais fica evidente que o biótipo suscetível (CCS) promove acúmulo de biomassa e área foliar muito maior que o biótipo resistente (CCR1).

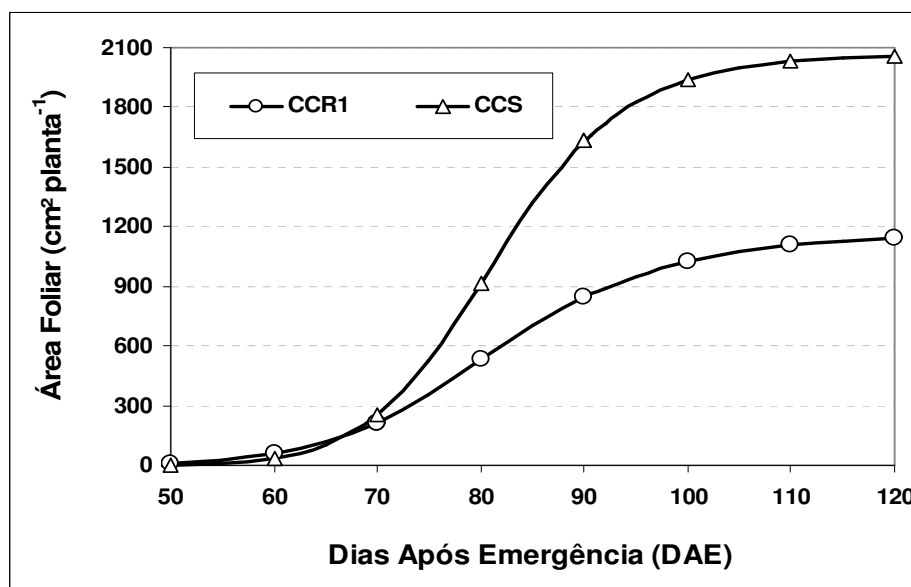


Figura 4 – Acúmulo da área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CCR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza canadensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 432,45$ )



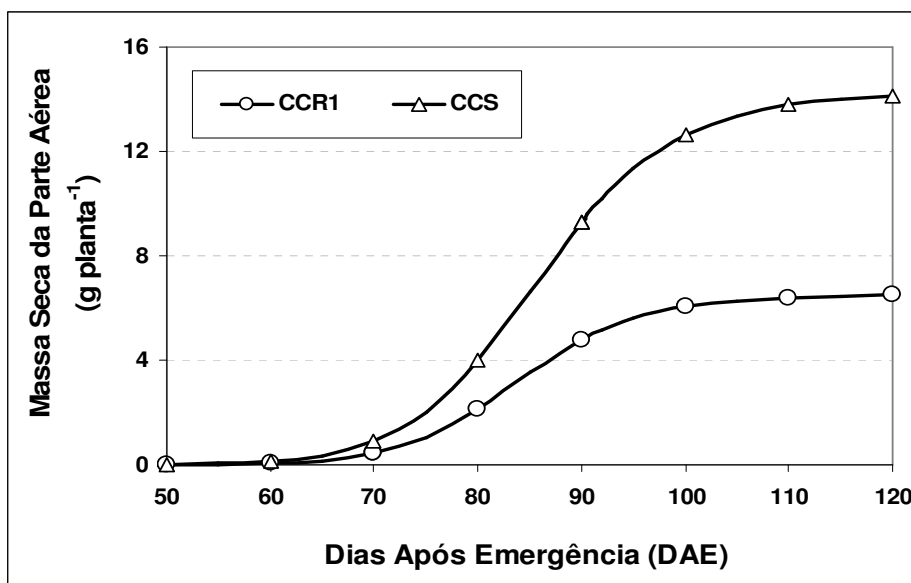


Figura 5 – Acúmulo de massa seca da parte aérea ( $\text{g planta}^{-1}$ ), durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CCR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza canadensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 4,34$ )

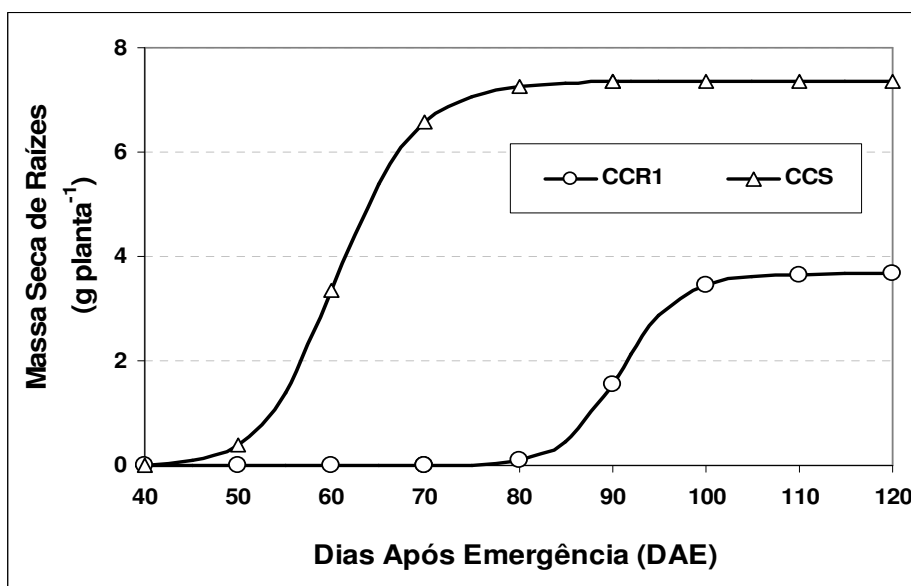


Figura 6 – Acúmulo de massa seca das raízes ( $\text{g planta}^{-1}$ ), durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CCR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza canadensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 3,56$ )

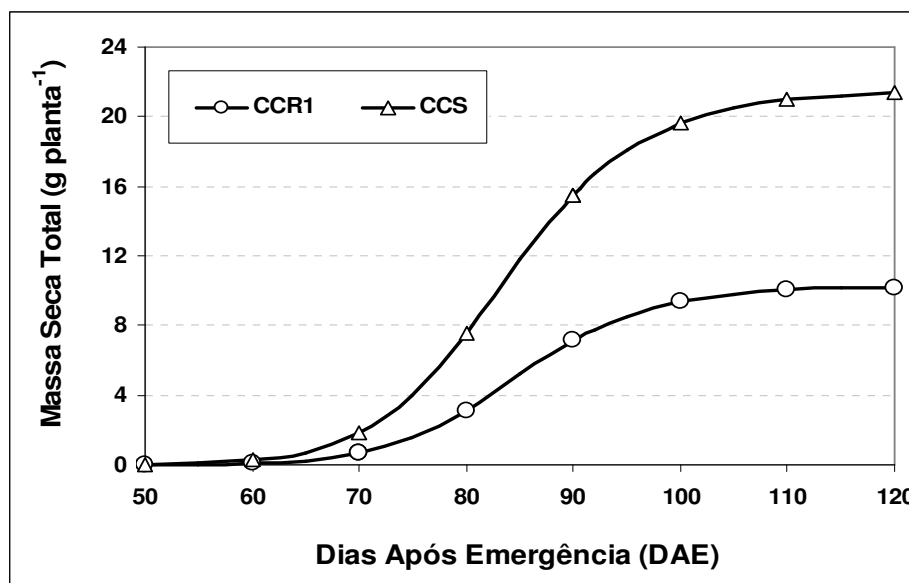


Figura 7 – Acúmulo de massa seca total (g planta<sup>-1</sup>) durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CCR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza canadensis*. Piracicaba-SP, 2007 (DMS<sub>(esp)</sub> = 6,43)

Nos casos de resistência aos herbicidas inibidores da ACCase e ALS, (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2007; CHRISTOFFOLETI, 1993, 2001; CHRISTOFFOLETI et al., 1997), não foram observadas diferenças entre o crescimento de biótipos resistentes quando comparado com os biótipos suscetíveis. Isso, segundo Devine (1997), para o caso dos herbicidas inibidores da ACCase pode ser explicado pelo fato que a adaptabilidade não é afetada pela mutação no sítio enzimático dos biótipos resistentes aos inibidores da ACCase e assim não apresentariam desvantagem de crescimento na ausência de pressão de seleção. O mecanismo de resistência envolvido nos casos de resistência aos herbicidas inibidores da ACCase e ALS, em geral, está correlacionado com a alteração na enzima alvo, que torna-se insensível aos herbicidas (SATHASIVAN; HAUGHN; MURAI, 1990).

A taxa de crescimento absoluto, apresentada na Figura 8, fornece estimativa da velocidade média de crescimento das plantas ao longo do período de observação (AGUILERA; FERREIRA; CECON, 2004). Para Vidal e Trezzi (2000), espécies com elevada G podem levar vantagem competitiva em virtude da ocupação rápida de um espaço amplo e do encerramento mais rápido do ciclo. Para a *Conyza canadensis*, a taxa de crescimento absoluto apresentou-se estável no início do ciclo, para ambos os biótipos, com rápido aumento a partir dos 65 DAE em modelo de semi-parábola, com pico aos 95 DAE, aproximadamente, e com grande diferença entre o biótipo resistente e o suscetível.

A existência de diferenças para massa e crescimento absoluto sugere crescimento diferencial entre biótipos e, portanto, diferença competitiva. Assim, é provável que o biótipo suscetível possua competitividade maior que o biótipo resistente, sendo a dominância numérica do biótipo resistente sobre o biótipo suscetível decorrente apenas da pressão de seleção causada pelo herbicida.

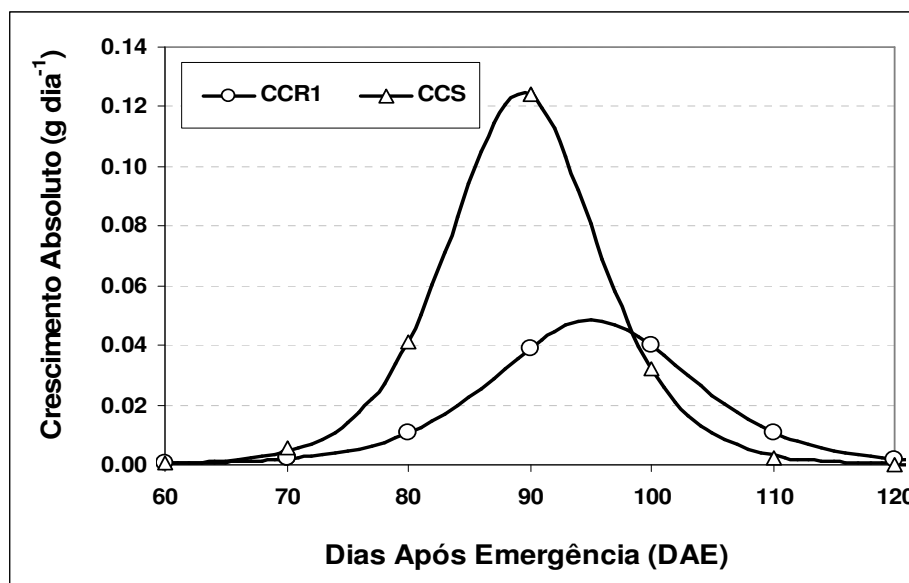


Figura 8 – Taxa de crescimento absoluto de biótipos resistentes (CCR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza canadensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $DMS_{(esp)} = 0,0242$ )

#### 4.3.2 *Conyza bonariensis*

As diferenças de crescimento dos biótipos resistente e suscetível da espécie *C. bonariensis* não são tão evidentes quanto para *C. canadensis*, conforme pode ser observado pela Tabela 9. O parâmetro  $b$ , que indica o tempo necessário para que ocorra acúmulo de 50% da biomassa da quantidade analisada, não evidencia diferença para massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e área foliar. No entanto, observando os valores médios do parâmetro  $a$  é possível constatar diferenças significativas entre os biótipos resistente CBR1 e suscetível CBS, porém de forma mais discreta que o biótipo CCR1 e CCS, apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros do modelo logístico e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os biótipos resistentes (CBR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza bonariensis*, para as variáveis área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes. Piracicaba-SP, 2007

Variável	Biótipo	Parâmetros			$R^2$
		A	b	c	
Massa seca total <sup>(1)</sup>	CBR1	4,2614	83,5279	-11,5256	0,98
	CBS	5,777	84,7073	-9,6371	0,983
Massa seca da parte aérea <sup>(1)</sup>	CBR1	2,6396	83,0013	-11,5325	0,9701
	CCS	3,3075	82,7385	-11,209	0,9713
Massa seca das raízes <sup>(1)</sup>	CBR1	1,4645	82,7129	-12,9194	0,9971
	CCS	2,5307	88,963	-8,1415	0,9942
Área foliar <sup>(1)</sup>	CBR1	547,1864	81,9598	-6,2941	0,9556
	CCS	577,0134	79,1175	-9,5647	0,9299
Crescimento absoluto <sup>(2)</sup>	CBR1	0,02120	88,7081	4,6233	0,8670
	CBS	0,02908	89,3862	3,4265	0,7252

<sup>(1)</sup> Modelo:  $y = a/(1+(x/b)^c)$ ; <sup>(2)</sup> Modelo:  $y = 4a \cdot \{ \exp[-(x-b)/c] / [1 + \exp[-(x-b)/c]] \}^2$

Conforme comentado anteriormente, a translocação do glyphosate nas plantas resistentes possui padrões diferentes quando comparado com as plantas suscetíveis para a *Conyza canadensis*. Ferreira et al. (2008) verificaram que os biótipos de *Conyza bonariensis* resistentes ao glyphosate, apresentaram translocação do produto diferente do biótipo suscetível, onde a exportação do glyphosate para as outras folhas e raízes foi muito maior que nas plantas resistentes. Evidenciando, novamente, que a alteração na translocação do glyphosate nas plantas altera de forma significativa sua adaptabilidade ecológica, isso devido a translocação do glyphosate ser semelhante à translocação dos fotoassimilados.

As Figuras 9, 10, 11 e 12 evidenciam que no final do ciclo o biótipo suscetível CBS teve maior acúmulo de biomassa que o biótipo resistente CBR1. Da mesma forma como destacado para os biótipos da espécie *C. canadensis*, é possível que o biótipo resistente tenha como penalidade da seleção da característica de resistência menor acúmulo de biomassa nas três variáveis analisadas.

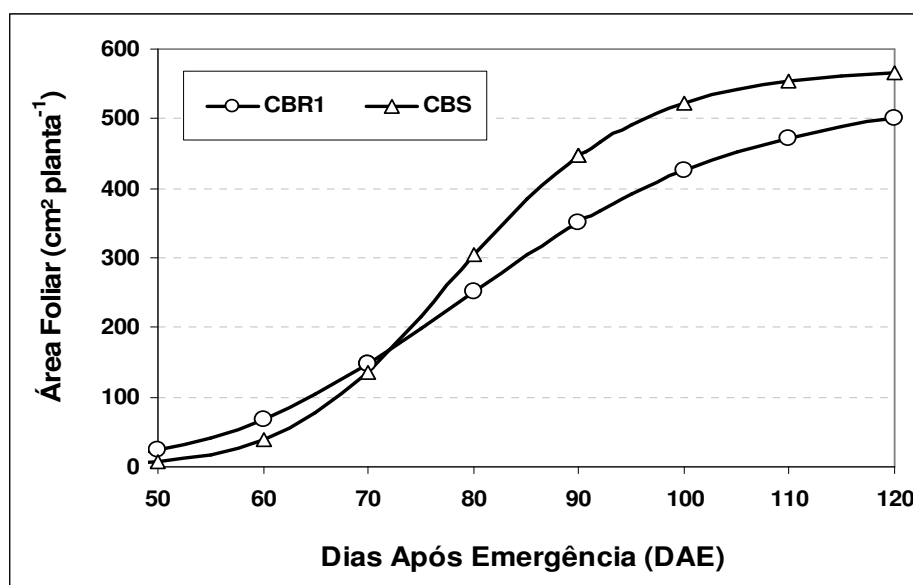


Figura 9 – Acúmulo da área foliar ( $\text{cm}^2 \text{planta}^{-1}$ ), durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CBR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza bonariensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 102,23$ )

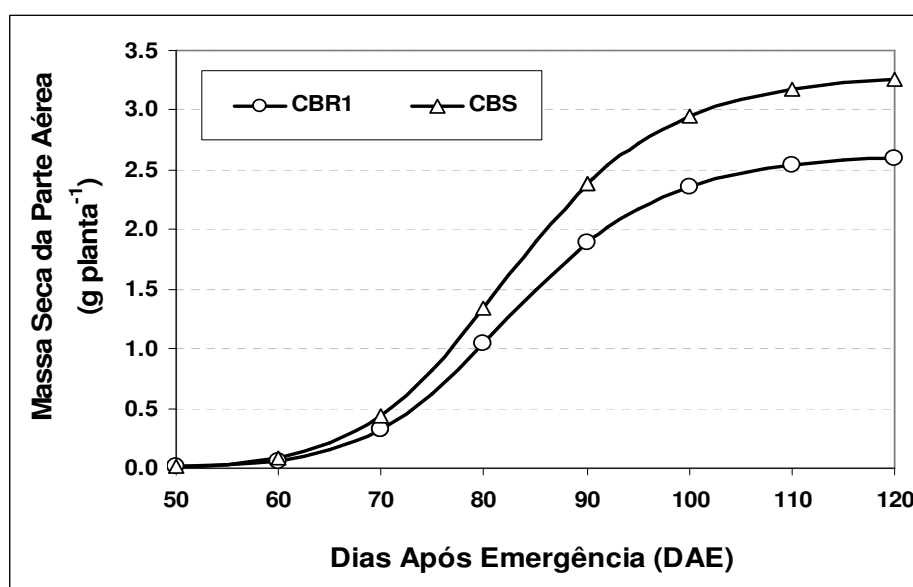


Figura 10 – Acúmulo de massa seca da parte aérea ( $\text{g planta}^{-1}$ ), durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CBR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza bonariensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 0,46$ )

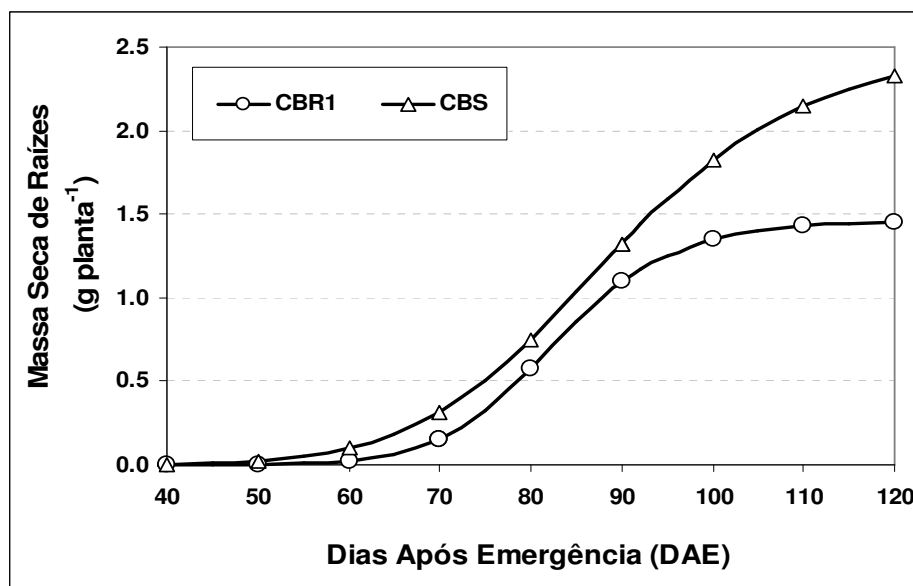


Figura 11 – Acúmulo de massa seca das raízes ( $\text{g planta}^{-1}$ ), durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CBR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza bonariensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 0,42$ )

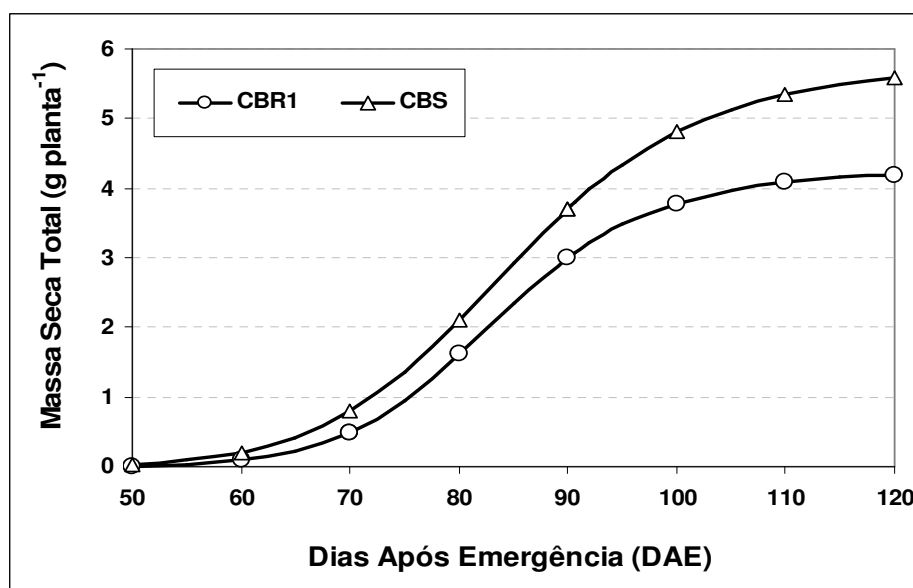


Figura 12 – Acúmulo de massa seca total ( $\text{g planta}^{-1}$ ), durante o ciclo de vida de biótipos resistentes (CBR1) e suscetíveis (CCS) de *Conyza bonariensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $\text{DMS}_{(\text{esp})} = 0,65$ )

Mesmo o biótipo resistente sendo capaz de produzir flores e sementes viáveis, em uma população onde a pressão de seleção de herbicidas é ausente, pode-se optar por medidas de manejo que favoreçam à maior habilidade de crescimento e, potencialmente, competição entre biótipos; de forma que a problemática da resistência pode ser minimizada, visto que o re-equilíbrio genético da população favorecerá ao biótipo suscetível. Por outro lado, em sistemas mantidos sob pressão de seleção do herbicida glyphosate, o retorno do equilíbrio gênico às condições de origem (suscetibilidade) não ocorrerá, pois, nestas condições, o biótipo resistente é continuamente privilegiado.

Na Figura 13 são apresentados os dados do crescimento absoluto de *C. bonariensis*. Até os 65 dias após a emergência, o crescimento absoluto foi mínimo, sendo seu pico alcançado aos 90 dias. Ainda, verificou-se que a diferença existente entre o biótipo resistente e o suscetível foi baixa, seguindo o mesmo padrão das figuras relacionadas ao acúmulo de massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e área foliar; onde o biótipo suscetível teve pequena vantagem sobre o biótipo resistente.



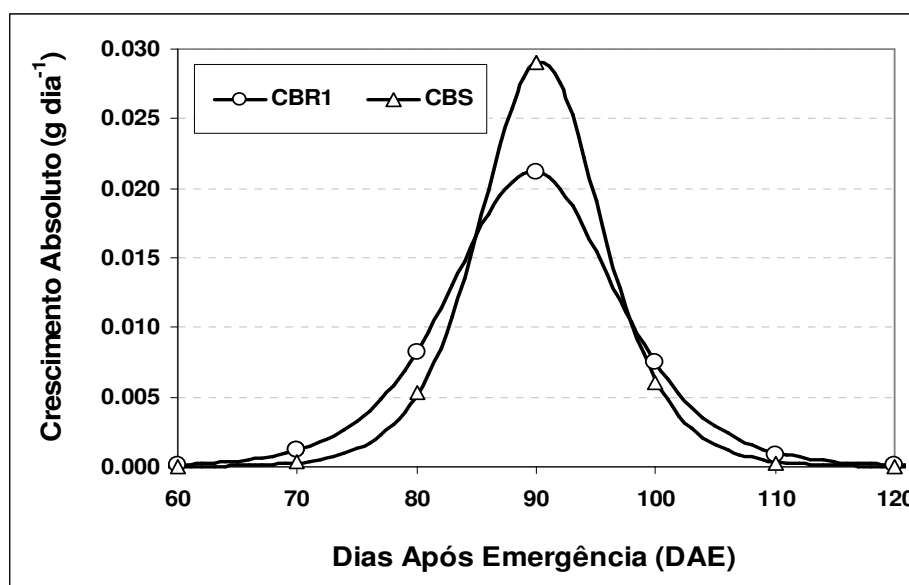


Figura 13 – Taxa de crescimento absoluto de biótipos resistentes (CBR1) e suscetíveis (CBS) de *Conyza bonariensis*. Piracicaba-SP, 2007 ( $DMS_{(esp)} = 0,00358$ )

#### 4.3.3 Germinação

Com os resultados obtidos e apresentados na Figura 14, podemos observar que a germinação de buva para a região de Matão-SP, ocorre praticamente o ano todo, com dois grandes picos de germinação: um no início da primavera, (outubro-novembro) com aproximadamente 45 plantas  $m^{-1}$ ; e outro muito menor, no início do inverno (abril-maio) com aproximadamente 35 plantas  $m^{-1}$ . O que pode explicar esse fato é que o ciclo da buva é de aproximadamente 120 dias. Neste ponto, vale ressaltar que nos trabalhos desenvolvidos em casa-de-vegetação as plantas não completaram o ciclo (dispersão de sementes), a fim de evitar a ocupação de áreas agrícolas da região de Piracicaba com sementes dos biótipos resistentes.

Conforme visto anteriormente, as sementes quando maduras não apresentam dormência e estão aptas a germinar sempre que as condições de temperatura e umidade forem favoráveis (WALKER, 2006). As plantas originadas do fluxo de outubro-novembro irão produzir sementes em março-abril, aproximadamente;

contudo em geral, em março-abril a condição de germinação não é a mais favorável, principalmente pelo déficit hídrico, o que faz com que muitas das sementes produzidas de março até agosto só germinem no início da primavera, onde a condição de germinação é a ideal.

Dados semelhantes foram encontrados por Walker (2006) que, estudando as condições da Austrália, constatou que grande parte da germinação das sementes de buva ocorre no início da primavera. Segundo Hayashi (1979), a longevidade das sementes de buva em laboratório foi de dois a três anos; contudo, foram encontradas sementes viáveis em uma área de pastagem com aproximadamente 20 anos sem ocorrência de buva (TSUYUZAKI; KANDA, 1996).

Observado a Figura 14, pode-se verificar que a germinação da buva entre os meses de junho-setembro é baixa, isso principalmente em função da baixa precipitação que ocorre nesses meses, o que faz com que a condição não seja ideal de germinação.

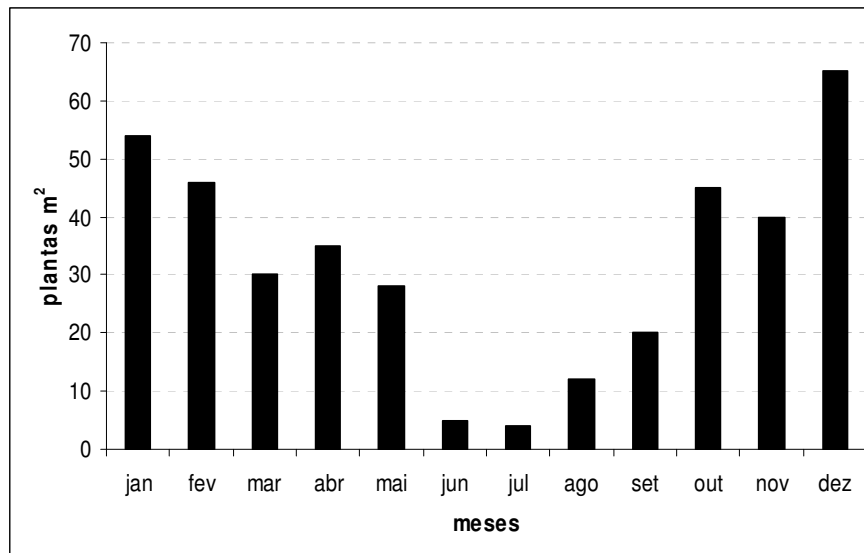


Figura 14 – Germinação mensal (plantas m<sup>-1</sup>) de buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) durante o ano de 2006. Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2006 (DMS = 16,54).

A temperatura ideal de germinação da buva (*Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*) está entre 10-25 °C (ZINZOLKER et al., 1985). Observando a Figura 15, percebe-se que durante o ano inteiro a temperatura média é a ideal para a germinação da buva. Outro fator importante é a profundidade em que se encontra a semente, visto que as sementes de buva são extremamente sensíveis a profundidades maiores que 5 mm, onde sua germinação é reduzida em mais de 90% (TREMMELE; PETERSON, 1983; NADULA et al., 2006). Como o sistema de produção de citros visa o mínimo possível o revolvimento do solo, o fator que provavelmente mais afeta a germinação destas sementes é a umidade, considerando que a temperatura propicia a germinação durante o ano inteiro.

Vidal et al. (2007) verificaram que em solos arenosos a germinação de ambas as espécies de buva é beneficiada e que não existe diferenças de germinação entre os biótipos resistentes e suscetíveis. Verificaram ainda que *Conyza canadensis* possui temperatura ideal de germinação de 20 °C; já para *C. bonariensis* essa temperatura é superior, ao redor de 25 °C, e que ambas as espécies são fotoblásticas positivas. Resultados semelhantes foram encontrados por Vivian et al. (2008) que constataram que, para a mesma temperatura, a germinação da *C. bonariensis* é superior em presença de luz quando comparado ao tratamento sem luz.

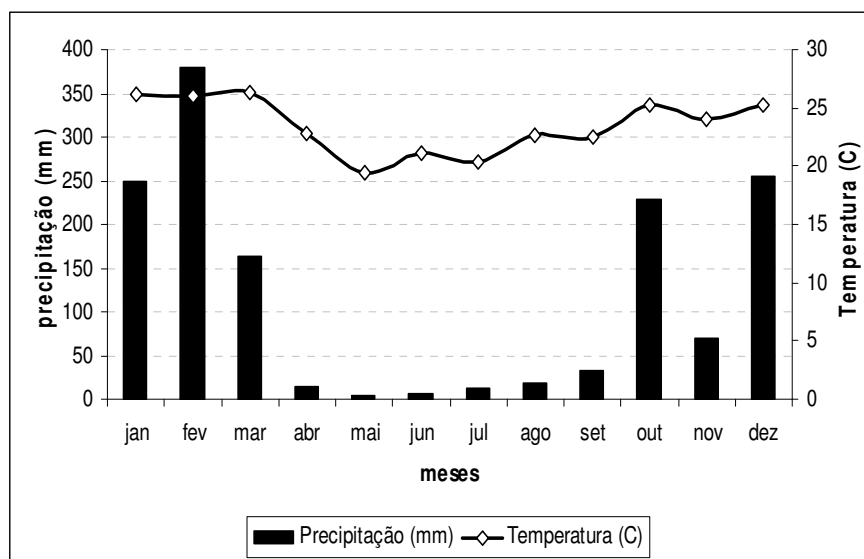


Figura 15 – Precipitação e temperatura para a região e período de desenvolvimento dos experimentos (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>), durante o ano de 2006. Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2006

#### 4.4 Conclusões

O biótipo resistente de *C. canadensis* acumula biomassa mais tardiamente que o biótipo suscetível, sendo que ao final do ciclo da planta daninha há menor acúmulo total de biomassa seca da parte aérea e das raízes, total além de menor área foliar. Da mesma forma, o biótipo resistente de *C. bonariensis* acumula menor quantidade de biomassa na parte aérea e sistema radicular, no entanto, o tempo de acúmulo para estas variáveis é semelhante e as diferenças ao final do ciclo são menores, em relação ao estudo com *C. canadensis*. A massa total acumulada pelos biótipos suscetível é maior em ambas as espécies, principalmente para a *Conyza canadensis*. Estes resultados sugerem que o biótipo resistente de buva ao herbicida glyphosate tem menor adaptabilidade ecológica que o biótipo suscetível.

O fluxo de emergência das buvas na região de Matão-SP foi mais influenciado pelas precipitações do que pela temperatura. A época mais fria do ano (junho-agosto), quando a precipitação é muito baixa, desfavorece a germinação da buva;

por consequência do início das chuvas em setembro, a germinação da buva é estimulada.

## Referências

- AGUILERA, D.B.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R. Crescimento de *Siegesbeckia orientallis* sob diferentes condições de iluminação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 43-51, 2004.
- ARNAUD, L.; NURIT, F.; RAVANEL, P.; TISSUT, P. Distribution of glyphosate and its target enzyme inside wheat plants. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 40, n. 2, p. 217–223, 1994.
- BHOWMIK, P.C.; BEKECH, M.M. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence and distribution in no-tillage and conventional-tillage corn (*Zea mays*). **Agronomy**, Stanford, v. 1, n. 2, p. 67-71, 1993.
- BRADSHAW, L.D.; PADGETTE, S.R.; KIMBALL, S.L.; WELLS, B.H. Perspective of glyphosate resistance. **Weed Technology**, Lawrence, v. 11, n. 1, p. 189-198, 1997.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. **Growth competitive ability, and fitness os sulfonyleurea resistant and susceptible**. 1993. 198 p. Thesis (Ph.D in Plant Protection), Colorado State University, Fort Collins, 1993.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; WESTRA, P.; MORRE III, F. Growth analysis of sulfonyleurea-resistant and susceptible kochia (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 2, p. 691-695, 1997.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.1, p. 75-83, 2001.
- CLAUS, J.; BEHRENS, R. Glyphosate translocation and quackgrass rhizome bud kill. **Weed Science**, Champaign, v. 24, n. 1, p. 149–152, 1976.
- DEVINE, M.D. Mechanisms of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. **Pesticide Science**, Davis, v. 51, n. 2, p. 259-264, 1997.

FENG, P.C.C.; TRAN, M.; CHIU, T.; SAMMONS, R.D.; HECK, G.R.; CAJACOB, C.A. Investigations into glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation and metabolism. **Weed Science**, Lawrence, v. 52, n. 4, p. 498-505, 2004.

FERREIRA, E.A.; GALON, L.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, A.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; OLIVEIRA, J.A.; VARGAS, L. Glyphosate translocation in Hairy Fleabane (*Conyza bonariensis*) biotypes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 637-643, 2008.

HANF, M. **The arable weeds of Europe with their seedlings and seeds**. Ludwigshafen: BASF, 1983. 494 p.

HAYASHI, I. Secondary succession of herbaceous communities in Japan: seed germination and shade tolerance of seedlings of the dominants. **Bulletin Yokohama Phytosociological Society of Japan**, Yokohama, v. 16, p. 407-419, 1979.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH escale - general for descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 433-441, 1997.

ISMAIL, B.S.; CHUAH, T.S.; SALMIJAH, S.; TENG, Y.T.; SHUMACHER, R.W. Germination and seedling emergence of glyphosate-resistant and susceptible biotypes of goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Biology and Management**, Kyoto, v. 2, n. 3, p. 177-185, 2002.

JASIENIUK, M.; BRULÉ-BABEL, A.L.; MORRISON, I.N. The evolution of genetics of herbicide resistant weeds. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 1, p. 176-193, 1996.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. v. 2, 978 p.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, Lawrence, v. 53, n. 2, p. 84-89, 2005.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Resistência de populações da planta daninha *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. a herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCase)**. 2006. 101 p. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004. p. 185-214.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NOVO, M.C.S.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento e competitividade de biótipos de capim-colchão resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da enzima acetil coenzima A carboxilase. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2007.

MAXWELL, B.D.; MORTIMER, A.M. Selection for herbicide resistance. In: POWLES, S.B.; HOLTUR, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: Lewis, 1994. p. 1-26.

MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

NADULA, V.K.; EUBANK, T.W.; POSTON, D.H.; KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, Lawrence, v. 54, n. 5, p. 898-902, 2006.

PEDERSEN, B.P.; NEVE, P.; ANDREASEN, C.; POWLES, S.B. Ecological fitness of a glyphosate resistant *Lolium rigidum* population: growth and seed production along a competition gradient. **Basic Appl. Ecol**, v. 8, n. 3, p. 258-268, 2007.

POWLES, S.B.; PRESTON, C. Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance. **Weed Technology**, Lawrence, v. 20, n. 3, p. 282-289, 2006.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S.; GHERSA, C. Genetics and evolution of weeds. In: J. Wiley & Sons. **Weed ecology: implications for management**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: 1997. p. 69-102

SATHASIVAN, L.G.; HAUGHN, G.W.; MURAI, N. Nucleotide sequence of a mutant acetolactate synthase gene from an imidazolinone-resistant *Arabidopsis thaliana* var. **Nucleic Acids Research**, Columbia, v. 18, n. 3, p. 2188, 1990

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Champaign, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.

THEBAUD, C.; ABBOTT, R.J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isoenzyme analysis. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 82, n. 3, p. 360-368, 1995.

THEBAUD, C.; FINZI, A.C.; AFFRE, L.; DEBUSSCHE, M.; ESCARRE, J. Assessing why two introduced *Conyza* differ in their ability to invade Mediterranean old fields. **Ecology**, Washington, v. 77, n. 3, p. 791-804, 1996.

TREMMELE, C.D.; PETERSON, K.M. Competitive subordination of a piedmont old field successional dominant by an introduced species. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 70, n. 8, p. 1125-1132, 1983.

TSUYUZAKI, S.; KANDA, F. Revegetation patterns and seedbank structure on abandoned pastures in northern Japan. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 83, n. 11, p. 1422-1428, 1996.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A.; SILVA, V.C. Alteração das características biológicas do biótipos de Azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 153-160, 2005.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Análise de crescimento de biótipos de leitera (*Euphorbia heterophylla*) resistentes e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 427-433, 2000.

VIDAL, R.A.; KALSING, A.; GOULART, I.C.G.R.; LAMEGO, F.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007.

VIVIAN, R.; GOMES JR., F.G.; CHAMMA, H.M.C.P.; SILVA, A.A.; FAGAN, E.B.; RUIZ, S.T. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Alternanthera tenella*, *Conyza bonariensis* e *Digitaria ciliaris*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 507-513, 2008.

WAKELIN, A.M.; LORRAINE-COLWILL, D.F.; PRESTON, C. Glyphosate resistance in four different populations of *Lolium rigidum* is associated with reduced translocation on glyphosate to meristematic zones. **Weed Research**, Oxford, v. 44, n.2, p. 453-459, 2004.

WALKER, S. **Fleabane**: summary of discussion and recommendations, 2004. Disponível em: <[http://www.weeds.crc.org.au/documents/flebane\\_proceedings%20\\_mar\\_04.pdf](http://www.weeds.crc.org.au/documents/flebane_proceedings%20_mar_04.pdf)>. Acesso em: 26 jun 2006.



WARWICK, S.; BLACK, I.L.D. Relative fitness of herbicide-resistant and susceptible biotypes of weeds. **Phytoprotection**. Quebec, v. 75, n. 1, p. 37–49, 1994.

ZINZOLKER, A.; KIGEL, J.; RUBIN, B. Effects of environmental factors on the germination and flowering of *Conyza albida*, *C. bonariensis* and *C. canadensis*. **Phytoparasitica**, Jerusalem, v. 13, n. 3, p. 229-230, 1985.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

A suspeita da existência de seleção de biótipos de buva (espécies *C. canadensis* e *C. bonariensis*) resistente ao herbicida glyphosate, encontrados em pomares de citrus no estado de São Paulo e estudado nesta pesquisa são resistentes a este herbicida. Os níveis de resistência são variáveis em função da variável analisada, ou seja, massa seca da parte aérea e sistema radicular e área foliar. O nível de resistência ( $C_{50}$  ou  $GR_{50}$  do biótipo resistente dividido pelo  $C_{50}$  ou  $GR_{50}$  do biótipo suscetível) está entre 6,15 a 10,79 para os biótipos da espécie *Conyza canadensis* e entre 1,52 a 14,75 para os biótipos da espécie *Conyza bonariensis*.

Os níveis de controle (%) destes biótipos em plantas com até 10 folhas de desenvolvimento foram de 88,0; 81,5 e 76,6 %, respectivamente para os tratamentos com glyphosate + bromacil + diuron (1.440 + 1.200 + 1.200 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + atrazina (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + diuron (1.440 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>), considerados como mais eficazes; já em plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo, as melhores alternativas de controle foram os tratamentos que continham o herbicida amônio glufosinato 400 g ha<sup>-1</sup>.

O crescimento vegetativo, baseado na biomassa seca de raízes, parte aérea e área foliar, dos biótipos resistentes de ambas as espécies comparado com o seu respectivo biótipo suscetível é menor que o das plantas resistentes. Na região de Matão-SP, durante os meses em que foi realizado o ensaio de germinação, a precipitação mostrou-se como sendo o principal fator a interferir na germinação das buvas. Dessa maneira, a presente pesquisa comprovou a resistência dos biótipos estudados ao herbicida glyphosate, destacando as diferenças de crescimento entre os biótipos; a eficácia dos herbicidas alternativos de manejo dos biótipos resistentes de buva ao glyphosate é dependente do estágio fenológico de desenvolvimento da planta daninha, sendo o herbicida amônio-glufosinato excelente alternativa de controle do biótipo resistente ao glyphosate.