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

**Fluxos de emergência, crescimento e manejo alternativo de
Conyza spp. resistente ao *glyphosate***

Daniel Jorge Soares

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2014**

Daniel Jorge Soares
Engenheiro Agrônomo

Fluxos de emergência, crescimento e manejo alternativo de
Conyza spp.* resistente ao *glyphosate

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Soares, Daniel Jorge

Fluxos de emergência, crescimento e manejo alternativo de *Conyza spp.* resistente ao *glyphosate* / Daniel Jorge Soares.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

94 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Fluxos de emergência 2. Crescimento 3. *Conyza bonariensis* 4. Palha 5. Umidade do solo
6. *Glyphosate* 7. Resistência 8. Herbicidas alternativos 9. Rebrotas I. Título

CDD 632.58
S676f

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

Dedico este trabalho:

A Deus, por ser minha fortaleza e fonte de tudo de mais precioso que tenho em minha vida.

À minha Família, por estar a meu lado em cada passo importante desta caminhada, à minha querida companheira, Luciane e minha filha de coração, Luana, aos meus pais Wilson e Regina e aos meus irmãos Bruno e Leonardo pelo apoio e amor incondicional.

Meus agradecimentos:

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Professor Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pela orientação, ensinamentos, paciência e confiança durante esta trajetória.

Ao Eng. Agr. Dr. Ramiro Fernando López Ovejero, pelo incentivo, dedicação e contribuições valiosas em todos os momentos desta etapa tão importante de minha vida profissional e pessoal.

Ao Eng. Agr. Dr. Wladecir Salles Oliveira, pelo incentivo, compreensão e por ter proporcionado esta oportunidade de desenvolvimento profissional.

Ao Eng. Agr. Elvio Uzuele pela inestimável contribuição para a fase experimental na Estação Experimental de Não-Me-Toque, RS.

À minha Família de Piracicaba, Marta, Daniel e Felipe, por terem me acolhido carinhosamente em sua casa durante todo o curso.

Aos Eng. Agrônomos e amigos da Esalq, Marcelo Nicolai, Saul Carvalho, Renan Cantalice, Marcel Melo e Danilo Garcia, pela amizade, companheirismo e aprendizados que tive durante o curso.

Aos amigos e colegas de trabalho da Monsanto na Estação Experimental de Santa Cruz da Palmeiras, pela ajuda e suporte na realização da fase experimental e análise dos dados deste trabalho.

À Luciane Toledo da Secretaria do PPG Fitotecnia pela prontidão e disponibilidade em ajudar.

À Empresa Monsanto do Brasil Ltda. pela oportunidade de desenvolver este trabalho conjuntamente e disponibilização dos recursos e estruturas necessárias para realização dos experimentos.

Agradeço imensamente a todos.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	7
RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
Referências	14
2 FLUXOS DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE <i>Conyza</i> spp.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	188
2.1 Introdução	18
2.2 Material e métodos	21
2.2.1 Experimento 1 – Fluxo de emergência em condições de campo	21
2.2.2 Experimento 2 – Curvas de crescimento de <i>Conyza bonariensis</i> em diferentes épocas e locais	22
2.3 Resultados e discussão.....	24
2.3.1 Fluxo de emergência em condições de campo	24
2.3.2 Curvas de crescimento de <i>Conyza bonariensis</i> em diferentes épocas e locais.....	27
2.4 Conclusões	40
Referências	40
3 EMERGÊNCIA DE <i>Conyza bonariensis</i> EM FUNÇÃO DA UMIDADE DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL	43
Resumo.....	43
Abstract.....	43
3.1 Introdução	44
3.2 Material e métodos	46
3.3 Resultados e discussão.....	46
3.4 Conclusões.....	48
Referências.....	48
4 CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UM BIÓTIPO DE BUVA (<i>Conyza bonariensis</i>) AO HERBICIDA GLYPHOSATE E USO DE HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA SEU MANEJO	51
Resumo.....	51
Abstract.....	52
4.1 Introdução	52
4.2 Material e métodos	56
4.2.1 Experimento 1 – Caracterização da resistência	56
4.2.2 Experimento 2 – Eficiência de herbicidas alternativos ao <i>glyphosate</i> para o manejo do biótipo resistente.....	59
4.3 Resultados e discussão.....	61
4.3.1 Caracterização da resistência	61

4.4	Eficiência de herbicidas alternativos ao <i>glyphosate</i> para o manejo do biótipo resistente	63
4.4.1	Herbicidas inibidores da ALS	63
4.4.2	Herbicidas mimetizadores de auxina	69
4.4.3	Herbicidas inibidores do FSI, GS e FSII com ALS	72
4.5	Conclusões	77
	Referências.....	78
5	OPÇÕES DE MANEJO QUÍMICO DE <i>Conyza bonariensis</i> APÓS O CORTE	83
	Resumo	83
	Abstract.....	83
5.1	Introdução	84
5.2	Material e métodos	86
5.3	Resultados e discussão	87
5.4	Conclusões.....	91
	Referências.....	92
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93

RESUMO

Fluxos de emergência, crescimento e manejo alternativo de *Conyza* spp. resistente ao *glyphosate*

Casos reportados de buva com resistência ao *glyphosate* têm aumentado, ano após ano, a importância dessa planta daninha no cenário agrícola brasileiro. Com o intuito de entender alguns aspectos de sua biologia que resultem em manejo mais adequado, os objetivos deste trabalho foram: (i) identificar os períodos do ano em que ocorrem os maiores fluxos de emergência da buva e analisar seu crescimento e desenvolvimento em dois ambientes agrícolas distintos; (ii) avaliar os efeitos da cobertura vegetal e umidade em sua germinação e emergência; (iii) construir curvas de dose-resposta de um biótipo de *Conyza bonariensis* resistente ao *glyphosate* para herbicidas alternativos e (iv) avaliar as opções de manejo químico desse biótipo após o corte e rebrota. Para esses objetivos, experimentos foram conduzidos em campo e casa-de-vegetação nos municípios de Santa Cruz das Palmeiras, SP (SCP) e Não-Me-Toque, RS (NMT), entre maio de 2010 a maio de 2012. Em condições de campo, observou-se em SCP que a emergência da buva ocorre de forma escalonada, sendo mais concentrada no final do verão e início da primavera e a precipitação e a presença de pouca cobertura vegetal no solo parecem exercer mais influência que a temperatura. Em NMT, o fluxo de emergência é mais concentrado no inverno, em que a precipitação não é fator limitante, sendo a germinação e emergência favorecidas por temperaturas mais baixas. Nos dois locais, plantas que germinam na época mais fria do ano (julho) apresentam desenvolvimento inicial mais lento, com acúmulo de biomassa mais intenso e concentrado em torno dos 90-104 dias após a semeadura (DAS); plantas que germinam na primavera (setembro) também apresentam desenvolvimento inicial lento, porém seu crescimento é mais distribuído ao longo do tempo, com os picos de acúmulo aos 80-90 DAS. Em condições de casa-de-vegetação, a disponibilidade hídrica do solo foi mais importante para a emergência de plântulas de buva que a quantidade de cobertura vegetal (palha). Em solo úmido, menores quantidades de palha favorecem a emergência da buva em relação ao solo descoberto. Quantidades maiores de palha promovem supressão de sua emergência. A resistência ao *glyphosate* foi confirmada para o biótipo de *C. bonariensis*, coletado em SCP (biótipo B2) e a eficiência dos herbicidas alternativos foi diferente em função dos estádios de desenvolvimento desse biótipo no momento da aplicação. Os herbicidas *metsulfuron*, *diclosulam*, 2,4-D, *dicamba*, *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat* foram os mais consistentes no controle do biótipo resistente, sendo que, no estágio mais avançado, a associação com *glyphosate* agregou no controle para *metsulfuron*, *diclosulam* e 2,4-D. Após o corte, controle mais eficiente da rebrota (biótipo B2) foi obtido quando a aplicação ocorreu no mesmo dia do corte que 7 dias depois e os tratamentos mais eficientes nas duas situações foram *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D e 2,4-D. A associação de *glyphosate* aos tratamentos incrementou o controle da rebrota independentemente da época de aplicação.

Palavras-chave: Fluxos de emergência; Crescimento; *Conyza bonariensis*; Palha; Umidade do solo; *Glyphosate*; Resistência; Herbicidas alternativos; Rebrota

ABSTRACT

Emergence trends, growth and alternative management of glyphosate-resistant *Conyza* spp.

Reported cases of glyphosate resistant hairy fleabane have increased its importance in Brazilian agricultural. To understand the key principles to effective management, the objectives of this research were to: (i) analyze hairy fleabane growth and development patterns in two different agricultural environments during peak emergence, (ii) evaluate the effects of stover and soil moisture on seedling emergence, (iii) obtain dose-response curves for alternative herbicides in a *Conyza bonariensis* glyphosate-resistant biotype and (iv) evaluate chemical control options for this biotype after cutting and regrowth. For these objectives, experiments in the field and greenhouse were conducted in Santa Cruz das Palmeiras, Sao Paulo State (SCP) and Nao-Me-Toque, Rio Grande do Sul State (NMT), during May, 2010 to May, 2012. At SCP, the germination and emergence of hairy fleabane occurred cyclically, peaking more in late summer and early spring and influenced by increased rainfall. In addition, the presence of little crop residue or stover in the ground seemed to exert more influence than temperature. At NMT, emergence was more concentrated during the winter, when precipitation is not a limiting factor. Germination and emergence were favored by lower temperatures. For both sites, plants that germinated in the coldest season of the year (July) showed slower initial development, with a more intensive biomass accumulation and peaked around 90-104 days after planting. Plants that germinated in the spring (September) also showed slower initial development, but their growth was more evenly distributed over time, and peaked about 80-90 days after planting. In greenhouse conditions, soil water content was more important for influencing seedling emergence of hairy fleabane than the amount of stover and the highest emergence was observed in moist soil. In the presence of moisture, lower amounts of stover increased seedling emergence of hairy fleabane compared to bare soil. The presence of large quantities of stover on the soil surface resulted in emergence suppression. Glyphosate resistance in *Conyza bonariensis*, biotype B2, was confirmed by dose-response curves with susceptible biotype. The efficacy of alternative herbicides was different depending on the stage of the resistant biotype at application timing. The herbicides metsulfuron, diclosulam, 2,4-D, dicamba, atrazine, glufosinate and paraquat were the most effective in controlling the resistant biotype. In later stages the association with glyphosate resulted in a better control with metsulfuron, diclosulam and 2,4-D. More efficient control of hairy fleabane regrowth (biotype B2) was observed when herbicides were applied on the same day that the plants were cut than when applied 7 days after cutting. The most effective herbicide treatments in both situations were glyphosate + diclosulam, glyphosate + 2,4-D, and 2,4-D alone. The association of glyphosate in the herbicide treatments increased control of hairy fleabane regrowth regardless of application timing.

Keywords: Emergence trends; Growth; *Conyza bonariensis*; Stover; Soil moisture; *Glyphosate*; Resistance; Alternative herbicides; Regrowth

1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Conyza* spp., popularmente conhecidas como buva ou voadeira, encontram-se distribuídas por quase todo o mundo, sendo que *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* e, mais recentemente, *Conyza sumatrensis*, são as que mais se destacam como plantas daninhas em lavouras anuais e perenes. As espécies de buva, historicamente, sempre foram relatadas como de importância secundária, ocupando ambientes de pouco distúrbio, na maioria, em ambientes não agrícolas. No entanto, como na última década houve aumento significativo das áreas com sistemas de produção agrícolas conservacionistas (DERPSCH et al., 2010) com pouco ou nenhum distúrbio no solo, essas espécies se adaptaram a tais ambientes e, rapidamente, assumiram grande importância como plantas daninhas. Além disso, um segundo fator que contribuiu para que essa importância fosse ainda maior foi a ocorrência de populações resistentes a herbicidas, principalmente ao *glyphosate*.

No Brasil, diversos autores têm relatado casos de resistência dessas espécies ao herbicida *glyphosate*, sendo que os primeiros relatos ocorreram em culturas anuais como a soja no Estado do Rio Grande do Sul com *C. bonariensis* (VARGAS et al., 2007; LAMEGO; VIDAL, 2008) e em culturas perenes como o citros no Estado de São Paulo com *C. bonariensis* e *C. canadensis* (MOREIRA et al., 2007). No Estado do Paraná, foi constatada a resistência de *C. sumatrensis* a mais de um mecanismo de ação – inibidores da EPSPS (*glyphosate*) e inibidores da ALS (*chlorimuron*), caracterizando a ocorrência da resistência múltipla nessa espécie no país (SANTOS, 2012). Na região Centro-Oeste, as infestações de buva preocupam tanto áreas produtoras de grãos como áreas de pastagens degradadas e relatos de baixa eficiência em seu controle, mesmo em altas doses de *glyphosate*, têm sido forte indicativo da seleção de biótipos resistentes a esse herbicida (DAN et al., 2013).

Diante do aumento do número de relatos de resistência da *Conyza* spp. ao herbicida *glyphosate*, torna-se importante a realização de pesquisas que auxiliem no entendimento dos fatores que levaram ao surgimento da resistência, assim como os mecanismos envolvidos na perpetuação dessas espécies (PAULA, 2009). No campo, tem se observado que plantas de *Conyza* spp. resistentes ao *glyphosate*

respondem de forma diferenciada ao manejo químico com herbicidas em diferentes épocas do ano e, também, de acordo com o estágio fenológico dessas plantas, no momento da aplicação. Os estudos de Constatin et al. (2013), realizados no Estado do Paraná, corroboram essas informações e contribuem substancialmente para definir as melhores práticas de manejo da importante infestante.

O conhecimento das características biológicas, como germinação, fluxos de emergência, crescimento e desenvolvimento dessas espécies, favorece a escolha da forma e do momento em que o controle químico deva ser utilizado. Para isso, são necessárias informações sobre as épocas do ano em que ocorrem os maiores fluxos dessas espécies e como crescem e se desenvolvem nesses períodos em cada região do País. Além disso, a resposta de biótipos resistentes ao *glyphosate* a herbicidas alternativos aplicados em estádios fenológicos diferentes é questão importante que deve ser mais estudada a fim de se estabelecer programas de manejo mais adequados. Christoffoleti et al. (2008) apontam que uma das principais técnicas para prevenção e controle de plantas daninhas resistentes a herbicidas é a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, porém que sejam eficientes sobre o mesmo espectro de plantas daninhas. Segundo Fernández (1982), uma das maiores limitações que existem para a implementação de programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos básicos sobre biologia e ecologia destas plantas.

Nesse sentido, os objetivos deste trabalho são: (i) identificar os períodos do ano em que ocorrem os maiores fluxos de emergência da buva e analisar seu crescimento e desenvolvimento em dois ambientes agrícolas distintos; (ii) avaliar os efeitos da cobertura vegetal e umidade na germinação e emergência da buva; (iii) construir curvas de dose-resposta de um biótipo de *Conyza bonariensis* resistente ao *glyphosate* a herbicidas alternativos com diferentes mecanismos de ação e (iv) avaliar as opções de manejo químico desse biótipo após o corte e rebrota.

Referências

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Recomendações gerais para manejo integrado de plantas daninhas resistentes a herbicidas. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 109-120.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Editora Omnipax, 2013. 104 p.

DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; RAIMONDI, M.A. Histórico da infestação de buva resistente a herbicidas no mundo e no Brasil. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Editora Omnipax, 2013. cap. 2, p. 5-10.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; HONGWEN, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, Beijing, v. 3, n. 1, p. 1-25. 2010.

FERNÁNDEZ, O.A. Manejo integrado de malezas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 5, n. 2, p. 69-75, 1982.

LAMEGO, F.P.; VIDAL, R.A. Resistência ao *glyphosate* em biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.

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.

PAULA, M.P. **Caracterização e manejo de *Conyza spp.* resistente ao herbicida *glyphosate***. 2009. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

SANTOS, G. **Resistência múltipla ao *glyphosate* e ao *chlorimuron-ethyl* em biótipos de *Conyza sumatrensis***. 2012. 87 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao *glyphosate* na Região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

2 FLUXOS DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE *Conyza* spp.

Resumo

Estudos sobre o fluxo de emergência, crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas fornecem informações sobre os diferentes estádios fenológicos e padrões de crescimento que tornam possível a análise do comportamento dessas plantas perante os fatores ecológicos ao longo de um ano agrícola. O objetivo desse trabalho foi o de identificar os períodos do ano em que ocorrem os maiores fluxos de emergência da buva e analisar seu crescimento e desenvolvimento em dois ambientes agrícolas distintos. Para isso, foram conduzidos experimentos em Santa Cruz das Palmeiras, SP e em Não-Me-Toque, RS, entre os meses de maio de 2010 a maio de 2012. Os fluxos foram avaliados a cada 30 dias com a contagem das plantas de buva emergidas em cada período. Para avaliação do crescimento e desenvolvimento das plantas de buva nesses locais, foram instalados cinco experimentos em vasos, em condições de campo, com um biótipo de *Conyza bonariensis* resistente ao *glyphosate*. Cada experimento correspondeu a diferentes épocas do ano e locais distintos, tais quais em Santa Cruz das Palmeiras, SP, em que a semeadura foi realizada nos meses de abril, julho e setembro de 2011 e em Não-Me-Toque, RS, nos meses de julho e setembro de 2011. Durante os experimentos foram realizadas dez avaliações de crescimento (tratamentos), espaçadas em 10 dias, totalizando 110 dias de ciclo. Em cada avaliação, foi observado o estágio fenológico e mensuradas as variáveis massa seca da parte aérea, raízes e total. Os resultados mostraram que em Santa Cruz das Palmeiras, SP, a germinação e emergência da buva ocorre de forma escalonada, sendo mais concentrada no final do verão e início da primavera e a precipitação e a presença de pouca cobertura vegetal no solo parecem exercer mais influência que a temperatura. Em Não-Me-Toque, RS, o fluxo de emergência é mais concentrado no inverno, em que a precipitação não é fator limitante e a temperatura apresenta maiores oscilações ao longo do ano, sendo a germinação e emergência favorecidas por temperaturas mais baixas. Para os dois locais, plantas de buva que germinam na época mais fria do ano (semeadura do mês de julho) apresentam desenvolvimento inicial mais lento, com acúmulo de biomassa mais intenso e concentrado em torno dos 90-104 dias após a semeadura; plantas que germinam na primavera (semeadura do mês de setembro) também apresentam desenvolvimento inicial lento, porém seu crescimento é mais distribuído ao longo do tempo, sendo os picos de acúmulo aos 80-90 dias após a semeadura. Por fim, em termos de oportunidade de manejo de plantas pequenas de buva, o período da entressafra é momento muito favorável para o controle dessa planta daninha, uma vez que, até os 60 dias após sua observação no campo, essas plantas encontram-se ainda em estádios iniciais de desenvolvimento.

Palavras-chave: Fluxos de emergência; Crescimento; *Conyza bonariensis*

Abstract

Studies regarding weed emergence trends, growth and development patterns, provide information about the different phenological growth stage patterns which allows scientists to analyze the behavior of these plants and their interactions with ecological factors during the year. The objectives of this research were to identify the periods of the year when the greatest hairy fleabane peak of emergence occurs, and also to analyze its growth and development pattern in two different agricultural environments. For these objectives, experiments were conducted in Santa Cruz das Palmeiras, Sao Paulo State and Nao-Me-Toque, Rio Grande do Sul State, during May, 2010 to May, 2012. The emergence trends were assessed every 30 days by counting emerged hairy fleabane plants in each period. To evaluate the growth and development patterns of hairy fleabane plants in both, five experiments were established in pots, under field conditions, with a hairy fleabane glyphosate-resistant biotype. Each experiment corresponded to different times of the year for the sites, such as in Santa Cruz das Palmeiras, where the planting occurred in April, July and September of 2011. In Nao-Me-Toque, the planting occurred in July and September of 2011. In these experiments, ten evaluations of growth and development (treatments), spaced within 10 days, were done recelting, in a total of 110 days of plant cycle. In each assessment, the phenological stages were observed and the plant dry mass was measured. The results showed that at Santa Cruz das Palmeiras, the germination and emergence of hairy fleabane occurs in a staggered way, peaking more in late summer and early spring and influenced by rainfall. In addition, presence of few crop residue or stover over the ground seem to exert more influence than the temperature effect. In Nao-Me-Toque, the emergence peak trend is more concentrated during the winter, when precipitation is not a limiting factor, and the temperature variation is greater throughout the year, and the germination and emergence are favored by lower temperatures. For both sites, hairy fleabane plants that germinated in the coldest season of the year (planting of July) showed slower initial development, with a more intensive biomass accumulation and peaking around the 90-104 days after planting; plants that germinated in the spring (planting of September) also showed slower initial development, but their growth is more evenly distributed over time, and peaking about 80-90 days after planting. In terms of a window of opportunity for managing the small plant-size hairy fleabane, the offseason is a favorable time. This period extends to about 60 days after their observation in the field, where the plants are still in their early stages of development.

Keywords: Emergence trends; Growth; *Conyza bonariensis*

2.1 Introdução

O gênero *Conyza* spp., pertencente à família Asteraceae, contém aproximadamente 50 espécies, sendo que *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* e *Conyza sumatrensis*, popularmente conhecidas com buva ou voadeira, são as que mais se destacam pela sua distribuição geográfica e importância agrícola (KISSMANN; GROTH, 1999; THEBAUD; ABBOTT, 1995). Mundialmente, são

consideradas infestantes em mais de 40 culturas (LAZAROTO et al., 2008). *Conyza bonariensis* é nativa da América do Sul e de ocorrência muito comum na Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil (KISSMANN; GROTH, 1999). No Brasil, sua presença é mais intensa nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (SANTOS et al., 2013). *Conyza canadensis* é nativa da América do Norte e uma das espécies mais distribuídas no mundo, principalmente em regiões de clima temperado do Hemisfério Norte e subtropical do Hemisfério Sul (KISSMANN; GROTH, 1999). O centro de origem da *C. sumatrensis* é a América do Sul e se espalhou para as regiões mais quentes de outros continentes (THEBAUD; ABBOTT, 1995; PRUSKI; SANCHO, 2006). Para essas duas últimas, Thebaud e Abbott (1995) afirmam que são as espécies de *Conyza* spp. mais difundidas no mundo.

A buva é planta de ciclo anual ou bianual (*C. canadensis*), dependendo das condições ambientais (REGEHR; BAZZAZ, 1979), que se reproduz exclusivamente por sementes (HOLM et al., 1997). No sul do Brasil, *C. bonariensis* é considerada espécie que germina no outono/inverno, com encerramento de seu ciclo no verão, caracterizando-se como planta de inverno e verão (VARGAS et al., 2007). São espécies altamente prolíficas, podem produzir entre 110.000 e 200.000 sementes viáveis por planta (BHOWMIK; BEKECH, 1993; WU; WALKER, 2004), que preferem solos ácidos e arenosos e toleram bem a falta de água. Suas sementes se dispersam facilmente por meio do vento devido a modificações que apresentam nos aquênios, chamadas de “papus” (ANDERSEN, 1993). Eles medem, no mínimo, duas vezes o tamanho da semente e a altura das plantas ajuda para que a semente paire no ar por longo período de tempo (REGEHR; BAZZAZ, 1979).

As sementes maduras de buva não são dormentes e podem germinar sempre que as condições de temperatura e umidade forem favoráveis (WU; WALKER, 2004). Em geral, sementes de *C. bonariensis* germinam sob temperaturas entre 10 e 25°C (ZINZOLKER et al., 1985). Entretanto, mesmo que não apresentem dormência, suas sementes podem ficar viáveis no solo por período relativamente longo. Wu et al. (2007), após manter sementes de *C. bonariensis* enterradas no solo por três anos, verificaram que havia ainda ~7,5%, 9,7% e 1,3% de sementes viáveis nas profundidades de 10, 5 e 0-2 cm, respectivamente.

Ainda, para a germinação de sementes de *C. bonariensis*, um estudo realizado na Austrália constatou que a temperatura ótima é 20°C (ROLLIN; TAN, 2004). Isso explica o fluxo emergência de plântulas no início do outono e no início da primavera, quando as temperaturas se aproximam a 20°C. No entanto, as temperaturas mínima e máxima para germinação de *C. bonariensis* foram estimadas em 4,2°C e 35°C, respectivamente (ROLLIN; TAN, 2004).

Com relação ao efeito da luz na germinação das espécies de buva, pode-se considerar que esse fator tem efeito expressivo nesse processo e, portanto, as espécies são consideradas fotoblásticas positivas (SANTOS et al., 2013).

Plantas anuais de inverno que germinam durante o outono e sobrevivem no inverno têm vantagem competitiva por fatores como água, espaço, luz e nutrientes sobre aquelas que germinam no verão, por já estarem no campo antes do estabelecimento das culturas de verão (REGEHR; BAZZAZ, 1979; MAIN et al., 2006).

Como a variação dos três principais fatores, temperatura, umidade e luz, ao longo do ano ocorre naturalmente, o entendimento de suas influências na germinação e emergência das espécies de buva auxiliará o estabelecimento da melhor época para adotar as medidas de controle. Além disso, o estudo de como essas espécies crescem e se desenvolvem em diferentes situações de temperatura e fotoperíodo pode contribuir para que as estratégias de controle sejam mais efetivas.

Estratégias alternativas de manejo com uso de herbicidas demandam informações sobre a ecologia das espécies, sendo poucas (BRUCE; KELLS, 1990; LOUX et al., 2009) ou limitadas às referências de ocorrência de biótipos resistentes (KOGER et al., 2004; MAIN et al., 2004; VARGAS et al., 2007). A formulação de estratégias de manejo da buva depende do conhecimento de seus aspectos biológico-ecológicos, o que inclui a análise do crescimento dessas espécies.

A análise do crescimento constitui parte da fisiologia vegetal em que se faz uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, sendo muito deles relacionados à atividade fotossintética (BENINCASA, 2003). As taxas de crescimento podem refletir a habilidade e a hierarquia competitiva

das espécies na comunidade vegetal (ROUSH; RADOSEVICH, 1985), a magnitude da taxa de crescimento relativo (TCR) e o tipo de ambiente de origem das plantas daninhas.

Por fim, estudos sobre o fluxo de emergência, crescimento e o desenvolvimento das plantas daninhas fornecem informações sobre os diferentes estádios fenológicos e padrões de crescimento que tornam possível a análise do comportamento dessas plantas perante os fatores ecológicos ao longo de um ano agrícola, bem como sua ação sobre o ambiente, principalmente quanto a sua interferência sobre outras plantas (LUCCHESI, 1984; CARVALHO et al., 2005).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi o de identificar os períodos do ano em que ocorrem os maiores fluxos de emergência da buva e analisar seu crescimento e desenvolvimento em dois ambientes agrícolas distintos.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Experimento 1 – Fluxo de emergência em condições de campo

Com o objetivo de observar em quais épocas do ano ocorrem os maiores fluxos de emergência de plantas de buva, foram instalados dois experimentos em áreas agrícolas nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. O monitoramento teve início em maio de 2010 e se estendeu até maio de 2012. Foram escolhidas áreas de pousio de alta infestação de buva, presentes nas fazendas experimentais pertencentes à empresa Monsanto do Brasil Ltda. nos municípios de Santa Cruz das Palmeiras, SP e Não-Me-Toque, RS. Em cada local, foram demarcadas quatro áreas de amostragem com 10 m² cada, distantes uma das outras mas dentro do mesmo talhão. Dentro de cada área dessa, foram lançados quatro quadros de 0,5 m x 0,5 m, ao acaso, nos quais realizou-se a contagem de todas as plantas de buva, totalizando-se dezesseis amostragens. Para o início do estudo, em cada área de amostragem foi aplicado o herbicida *paraquat* na dose de 600 g.ha⁻¹ de i.a. O objetivo dessa aplicação foi o de controlar totalmente as plantas daninhas presentes nas parcelas de amostragem, não sendo observadas rebrotas nessas plantas. A partir desse ponto, foi iniciada a contagem das plantas de buva. A cada 30 dias, aproximadamente, a aplicação de *paraquat* foi repetida para permitir nova contagem de indivíduos naquele mês, sem a interferência dos indivíduos contados no mês

anterior. É importante mencionar que ao redor das parcelas de amostragem foram mantidas plantas de buva sem controle algum, para assegurar a produção e dispersão natural de novas sementes na área experimental. Também foram coletados os dados de precipitação (mm) e temperatura média do ar (°C) mensais em cada local.

2.2.2 Experimento 2 – Curvas de crescimento de *Conyza bonariensis* em diferentes épocas e locais

Foram realizados cinco experimentos para a análise do crescimento da buva. Cada experimento correspondeu a diferentes épocas do ano e locais distintos, em Santa Cruz das Palmeiras, SP, onde a semeadura foi realizada nos meses de abril, julho e setembro de 2011 e em Não-Me-Toque, RS, nos meses de julho e setembro de 2011. Os experimentos foram instalados com o biótipo resistente de *Conyza bonariensis*, identificado e caracterizado no capítulo 3. A semeadura foi realizada em vasos com capacidade de 3,6 L, preenchidos com substrato comercial, onde permaneceram até o final do experimento, em condições abertas, fora da casa-de-vegetação. No momento da primeira avaliação, realizada aos 20 dias após a semeadura (DAS), foi efetuado o desbaste das plantas menos desenvolvidas, deixando apenas uma planta por vaso. Os vasos foram irrigados duas vezes por semana com solução nutritiva contendo (ppm): 975 de N; 29 de P; 265 de K; 105 de S; 160 de Ca; 25 de Mg; 2,7 de Fe; 0,4 de Zn; 0,4 de Mn; 0,3 de B; 0,6 de Cu e 4 de Na, e irrigações complementares foram efetuadas para que não houvesse estresse hídrico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com dez tratamentos e quatro repetições. Durante os experimentos, foram realizadas dez avaliações de crescimento (tratamentos), espaçadas em 10 dias, totalizando 110 dias de ciclo. A caracterização fenológica das plantas foi uma avaliação qualitativa do desenvolvimento, realizada com base na escala proposta por Hess et al. (1997) – Escala BBCH. O estágio fenológico foi definido quando 50% +1 do total de indivíduos apresentaram determinada característica de desenvolvimento. A Tabela 2.1 descreve os macro-estádios de fenologia utilizados nestes experimentos.

Além disso, em cada avaliação, quatro plantas (repetições) foram aleatoriamente amostradas pelo método destrutivo, lavadas em água corrente e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada a 70°C por 72h. Após

a secagem, foram mensuradas as variáveis massa seca (g.planta^{-1}) da parte aérea (Mpa), das raízes (Mr) e a massa seca total (Mt). Com as médias dessas variáveis foi calculada a taxa de crescimento absoluto (g.dia^{-1}), que fornece uma estimativa da velocidade média de crescimento da planta ao longo do ciclo de desenvolvimento (BENINCASA, 2003; CARVALHO et al., 2008).

Tabela 2.1 – Macro-estádios para descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento de culturas e plantas daninhas (adaptado de HESS et al., 1997)

Estádio	Definição
0	Germinação
1	Desenvolvimento de folhas (gema principal)
2	Formação de gemas laterais
3	Crescimento (comprimento) de rosetas da gema principal / desenvolvimento dos ramos / alongação da haste principal
4	Desenvolvimento dos órgãos vegetativos de reprodução
5	Aparecimento dos órgãos de florescimento (gema principal)
6	Florescimento
7	Formação de frutos
8	Maturação de frutos e sementes
9	Senescência ou início da dormência

As variáveis quantitativas relacionadas ao crescimento das plantas foram analisadas estatisticamente com a aplicação do teste F sobre a análise da variância seguido da aplicação de regressões não lineares do tipo 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 foram ajustadas ao modelo de regressão não linear do tipo logístico, adaptado de Streibig et al. (1988) eq. 2.1.

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b} \quad (2.1)$$

Em que: y é a variável resposta de interesse, x o número de dias acumulados e a, b, e c são parâmetros estimados da equação (a é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável; b corresponde ao número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva ao redor de b) (CARVALHO et al., 2008).

A taxa de crescimento absoluto foi ajustada ao Modelo de Gaussian (eq. 2.2):

$$y = ae^{\left[-0,5\left(\frac{x-x_0}{b}\right)^2\right]} \quad (2.2)$$

Em que: y é a variável resposta de interesse, x o número de dias acumulados e a , b , e x_0 são parâmetros estimados da equação (a é o pico da curva, x_0 é a posição central do pico no eixo x e b controla o comprimento ou largura da curva).

Por fim, os dados fenológicos foram ajustados à contagem temporal em dias por meio do modelo de regressão linear $y = ax$, em que y diz respeito ao desenvolvimento da buva (escala BBCH), segundo a escala fenológica; x é referente a escala utilizada e a é o parâmetro do modelo. Na prática, o parâmetro a desta equação pode ser entendido como o percentual da escala temporal efetivamente convertido em unidades de fenologia vegetal, permitindo a estimativa da velocidade de desenvolvimento das plantas em determinada época do ano ou data de semeadura. Alguns autores sugerem que a habilidade de predição de estádios fenológicos, tais como florescimento, desenvolvimento e dispersão de sementes de plantas daninhas pode auxiliar no desenvolvimento das práticas de manejo (GHERSA; HOLT, 1995).

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Fluxo de emergência em condições de campo

A Figura 2.1 mostra os fluxos de emergência da buva por meio da densidade de plantas emergidas ao longo do período avaliado em Santa Cruz das Palmeiras, SP. Os resultados mostraram que os maiores fluxos observados ocorreram nos meses de maio e setembro de 2010, fevereiro de 2011, março e abril de 2012. Nesses meses, as densidades de plantas emergidas variaram entre 78 a 275 plantas.m⁻². Observou-se também que fluxos menores, com cerca de 21 a 41 plantas.m⁻², ocorreram nos meses de janeiro, março, abril e novembro de 2011 e janeiro e maio de 2012.

Figura 2.1 – Densidade de plantas emergidas ao longo do período de condução do experimento de fluxos de emergência de *Conyza* spp. em Santa Cruz das Palmeiras, SP

Figura 2.2 – Temperatura média (°C) e precipitação (mm) ao longo do período de condução do experimento de fluxos de emergência de *Conyza* spp. em Santa Cruz das Palmeiras, SP

Nos demais meses, os fluxos não foram expressivos e, em muitos deles, não houve emergência de novas plantas. Para auxiliar na compreensão da ocorrência desses diferentes fluxos, observaram-se os dados de precipitação e temperatura coletados no período, apresentados na Figura 2.2.

Em princípio, por meio de observações a campo, esperava-se que nos períodos em que ocorressem os maiores volumes de chuva e temperaturas mais amenas, também se concentrassem os maiores fluxos. No entanto, observou-se que a combinação da precipitação e da presença de cobertura vegetal morta no local foi mais determinante para ocorrência dos diferentes fluxos de buva nesse local do que a ocorrência de temperaturas mais amenas. Essa constatação levou ao estudo dessa possível interação no capítulo 3 deste trabalho.

Blainski (2011) estudou os fluxos de emergência da buva em diferentes localidades no oeste do Paraná e observou que, naquela região, os fluxos ocorrem de forma escalonada, nos meses de junho a setembro e constatou que a palhada de milho safrinha não impediu a ocorrência de novos fluxos em agosto e setembro.

Dessa forma, constatou-se que em Santa Cruz das Palmeiras, SP, a germinação e emergência da buva também ocorre de forma escalonada, sendo mais concentrada no final do verão e início da primavera, e que a precipitação parece ter mais influência que temperatura.

As Figuras 2.3 e 2.4 mostram a densidade de plantas de buva emergidas no período de maio de 2010 a maio de 2012 e os dados de precipitação e temperatura nesse período, respectivamente, na localidade de Não-Me-Toque, RS.

Figura 2.3 – Densidade de plantas emergidas ao longo do período de condução do experimento de fluxos de emergência de *Conyza spp.* em Não-Me-Toque, RS

Figura 2.4 – Temperatura média (°C) e precipitação (mm) ao longo do período de condução do experimento de fluxos de emergência de *Conyza spp.* em Não-Me-Toque, RS

Nos meses de maio de 2010, março, abril, maio e julho de 2011 ocorreram os maiores e principais fluxos de emergência da buva, com densidades variando entre 175 e 328 plantas.m⁻². Ao contrário do que ocorreu em Santa Cruz das Palmeiras, SP, ficou mais evidente a influência de temperaturas menores e precipitações intermediárias (acima de 100 mm) na emergência da buva em Não-Me-Toque, RS. Nessa região, é comum observar altas infestações em culturas de inverno, provenientes da germinação e emergência de outono e inverno (VARGAS et al., 2007).

Em suma, constatou-se que os fluxos de emergência da buva variam ao longo do ano, de acordo com a região. Podem ser escalonados em função principalmente dos períodos de maior precipitação e presença de pouca cobertura do solo, ou mais concentrados, quando a precipitação não é o fator limitante e a temperatura apresenta maiores oscilações ao longo do ano, sendo a germinação e emergência favorecidas por temperaturas mais baixas.

2.3.2 Curvas de crescimento de *Conyza bonariensis* em diferentes épocas e locais

Os parâmetros obtidos pelo modelo logístico para os componentes de massa seca estão descritos na Tabela 2.2. A análise da massa seca acumulada demonstra

a capacidade de crescimento da planta por meio de sua eficiência fotossintética em reposta ao ambiente.

Em primeira análise, observou-se que o acúmulo de massa seca de raízes, parte aérea e total variaram em função dos locais e épocas de semeadura. O modelo utilizado para caracterizar o crescimento mostrou bom ajuste evidenciado pelos valores do coeficiente de determinação ($>0,93$). Os valores de acúmulo de massa seca em Santa Cruz das Palmeiras, SP – SCP foram maiores que em Não-Me-Toque, RS – NMT, (parâmetro a da tabela, referente às amplitudes de acúmulo de massa seca), independentemente da época de semeadura. Em parte, esse resultado pode ser explicado pelo fato de ter se utilizado o mesmo biótipo para todos experimentos e sendo esse biótipo coletado em SCP, o mesmo não estaria adaptado a NMT. Entretanto, foi possível observar a influência do ambiente nas diferentes proporções entre parte aérea e raízes e nas diferentes épocas de semeadura.

Tabela 2.2 – Parâmetros das curvas do modelo logístico para as variáveis massa seca de raízes (Mr), massa seca da parte aérea (Mpa) e total (Mt) de plantas de *Conyza bonariensis* semeada em diferentes épocas em duas regiões

Local/Época ¹		Variável	Parâmetros*			
			a	x ₀	b	R ²
SCP/Abr	Mpa	Massa seca da parte aérea	28,97	81,25	-6,56	0,999
	Mr	Massa seca de raízes	17,97	92,17	-4,47	0,975
	Mt	Massa seca total	44,96	82,96	-5,82	0,998
SCP/Jul	Mpa	Massa seca da parte aérea	15,26	98,93	-19,81	0,999
	Mr	Massa seca de raízes	4,86	102,78	-21,4	0,999
	Mt	Massa seca total	20,20	99,92	-19,63	0,999
SCP/Set	Mpa	Massa seca da parte aérea	24,16	124,04	-3,44	0,992
	Mr	Massa seca de raízes	2,90	71,48	-6,37	0,938
	Mt	Massa seca total	31,11	97,41	-3,95	0,995
NMT/Jul	Mpa	Massa seca da parte aérea	7,83	99,72	-18,02	0,999
	Mr	Massa seca de raízes	5,21	91,05	-220,8	0,968
	Mt	Massa seca total	10,71	93,26	-52,08	0,999
NMT/Set	Mpa	Massa seca da parte aérea	2,35	67,74	-10,43	0,990
	Mr	Massa seca de raízes	3,30	82,52	-7,60	0,989
	Mt	Massa seca total	5,32	73,91	-8,88	0,998

* Modelo: $y = a/(1+(x/x_0)^b)$; ¹SCP = Santa Cruz das Palmeiras, SP; NMT = Não-Me-Toque, RS; abr = Abril; Jul = julho; Set = setembro

Em SCP, observou-se que as plantas de buva apresentaram maiores acúmulos de massa seca total, em ordem decrescente, quando semeadas no mês de abril, julho e setembro. Na época em que houve o maior acúmulo de massa seca total, observou-se a menor a relação parte aérea/raiz, de aproximadamente 1,6.

Aparentemente, a queda de temperatura nos meses seguintes (Figura 2.2) favoreceu maior desenvolvimento radicular em detrimento de ramos e folhas. Em contrapartida, em setembro, essa relação foi de aproximadamente 8,3, em que as temperaturas foram mais elevadas nos meses seguintes a semeadura. No mês de julho, a relação parte aérea/raiz foi intermediária (Tabela 2.2).

Além disso, nessa análise, foi possível identificar o momento que as plantas de buva alcançaram metade do acúmulo total de massa seca (parâmetro x_0 da tabela), nas diferentes épocas de semeadura. No mês de abril foram necessários 83 dias, enquanto em setembro e julho foram necessários 97 e 100 dias, respectivamente. Esses resultados demonstram que, apesar da resposta positiva à temperatura, o desenvolvimento inicial lento é característica da espécie. Resultados semelhantes foram encontrados por Moreira (2009), em que os biótipos suscetível e resistente de *C. bonariensis* apresentaram metade do acúmulo de massa seca total aos 83 e 84 dias, respectivamente, no mês de janeiro em Piracicaba, SP. As Figuras 2.5 a 2.7 ilustram a evolução e a relação das variáveis massa seca de raízes (M_r), massa seca da parte aérea (M_{pa}) e massa seca total (M_t) ao longo do experimentos de abril, julho e setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras. A Figura 2.8 ilustra as diferenças de acúmulo de M_t nas três épocas de semeadura nesse local.

Figura 2.5 – Acúmulo de massa seca pelas raízes (Mr), parte aérea (Mpa) e total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em abril de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras-SP

Figura 2.6 – Acúmulo de massa seca pelas raízes (Mr), parte aérea (Mpa) e total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em julho de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras-SP

Figura 2.7 – Acúmulo de massa seca pelas raízes (Mr), parte aérea (Mpa) e total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras-SP

Figura 2.8 – Acúmulo de massa seca total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em abril, julho e setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras, SP

As Figuras 2.9 e 2.10 ilustram a evolução e a relação das variáveis massa seca de raízes (Mr), massa seca da parte aérea (Mpa) e massa seca total (Mt) ao longo do experimentos de julho e setembro de 2011 em NMT e a Figura 2.11 ilustra as diferenças de acúmulo de Mt nas duas épocas de semeadura nesse local.

O comportamento das plantas de buva foi semelhante a SCP com relação ao desenvolvimento inicial lento das plantas, mais evidente para a semeadura do mês de julho. Entretanto, a diferença de acúmulo de massa seca total foi maior entre as duas épocas em relação à SCP, sendo o acúmulo, em julho, aproximadamente o dobro do observado em setembro (Tabela 2.2). Em julho, a relação parte aérea/raiz foi de 1,5 e em setembro 0,8, o que evidenciou que o mês de julho nessa localidade é mais favorável para o crescimento da buva.

Figura 2.9 – Acúmulo de massa seca pelas raízes (Mr), parte aérea (Mpa) e total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente, semeado em julho de 2011 em Não-Me-Toque-RS

Figura 2.10 – Acúmulo de massa seca pelas raízes (Mr), parte aérea (Mpa) e total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em setembro de 2011 em Não-Me-Toque-RS

Figura 2.11 – Acúmulo de massa seca total (Mt) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em julho e setembro de 2011 em Não-Me-Toque, RS

No entanto, foi no mês de outubro que houve o grande pico de crescimento das plantas semeadas em julho, mostrando a influência positiva do aumento da temperatura média. Como consequência dessa influência, observou-se que, em julho, foram necessários 93 e em setembro 74 dias para que as plantas acumulassem metade de sua massa seca total (Tabela 2.2).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) complementa a análise do crescimento no sentido de comparar as velocidades de acúmulo de massa seca ao longo do tempo de cada época de semeadura, em cada local. A Tabela 2.3 apresenta os parâmetros do modelo de Gauss e as Figuras 2.12 e 2.13 representam as taxas de crescimento absoluto de cada época em SCP e NMT, respectivamente.

O parâmetro x_0 da tabela mostra o número de dias em que essa taxa de crescimento foi máxima, valor representado pelo pico da curva (parâmetro a). O parâmetro b mostra o comprimento ou largura da curva. Em termos práticos, quanto mais achatada for a forma da curva, mais lento é o crescimento das plantas ao longo do período avaliado; porém, não significa que o acúmulo de massa seca seja menor. Sendo assim, observou-se que, nos dois locais, houve diferenças no ritmo de crescimento, de acordo com a época de semeadura.

Tabela 2.3 – Parâmetros do modelo de Gauss para a taxa de crescimento absoluto de *Conyza spp.* Semeada nos meses de abril, julho e setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras, SP (SCP) e julho e setembro de 2011 em Não-Me-Toque, RS (NMT)

Variáveis		Parâmetros*			R ²
		a	x_0	b	
SCP	Abril	0,784	85,38	21,64	0,910
SCP	Julho	0,958	104,47	7,55	0,998
SCP	Setembro	0,264	89,61	27,55	0,812
NMT	Julho	0,949	98,59	4,27	0,999
NMT	Setembro	0,171	79,07	10,82	0,946

* Modelo: $y = a \cdot \exp(-.5 \cdot ((x - x_0)/b)^2)$

Figura 2.12 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em abril, julho e setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras, SP

Figura 2.13 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em julho e setembro em Não-Me-Toque, RS

Em SCP, as plantas de buva apresentaram aumento das taxas de crescimento a partir de 70, 90 e 80 dias após a semeadura, respectivamente para os

meses de abril, julho e setembro (Figura 2.10). Os picos de crescimento para essas três épocas ocorreram aos 85, 104 e 90 dias após a semeadura (Tabela 2.3). Em NMT, o comportamento foi semelhante para os meses de julho e setembro. As plantas semeadas em julho tiveram aumento na taxa de crescimento a partir dos 90 dias, com pico alcançado aos 99 dias. Em setembro, o aumento mais significativo ocorreu a partir de 70 dias, sendo o pico alcançado aos 80 dias.

Até esse ponto, considerando as análises de acúmulo de massa seca total (Mt) e distribuição desse acúmulo ao longo do tempo (TCA), pode-se constatar para os dois locais que a época mais fria do ano (semeadura do mês de julho) propicia desenvolvimento inicial mais lento das plantas de buva, com acúmulo de biomassa mais intenso e concentrado em torno dos 90-104 dias após a semeadura; e plantas semeadas na primavera (mês de setembro) também apresentam desenvolvimento inicial lento, porém seu crescimento é mais distribuído ao longo do tempo, sendo os picos de acúmulo aos 80-90 dias após a semeadura.

Com o objetivo de complementar a análise quantitativa do crescimento e desenvolvimento das plantas de buva, foi realizada a análise dos dados de fenologia. Os estádios fenológicos em cada condição estudada estão representados na Tabela 2.4. As Figuras 2.12 e 2.13 representam a evolução da fenologia ao longo dos experimentos e a Tabela 2.5 apresenta os parâmetros do modelo linear.

Tabela 2.4 – Aplicação da escala fenológica proposta por HESS *et al.* (1997) no biótipo de *Conyza bonariensis* em Santa Cruz das Palmeiras, SP (SCP) e Não-Me-Toque, RS (NMT) em função de dias após a semeadura (DAS)

Avaliação	SCP Abril/11	SCP Julho/11	SCP Setembro/11	NMT Julho/11	NMT Setembro/11
20 DAS	12	12	12	10	10
30 DAS	16	15	14	11	14
40 DAS	20	15	22	13	23
50 DAS	25	21	31	13	29
60 DAS	33	23	34	15	30
70 DAS	36	25	51	17	35
80 DAS	39	29	59	19	55
90 DAS	41	32	63	26	59
100 DAS	53	37	81	33	69
110 DAS	59	55	91	36	89

Na Tabela 2.4 é possível observar que, em Santa Cruz das Palmeiras, até os 50 dias após a semeadura (DAS), a buva se desenvolveu de forma semelhante nos

três meses de semeadura estudados. Aos 20 DAS as plantas apresentaram o estágio 12 de desenvolvimento de folhas e entre 40 e 50 DAS cresceram em diâmetro de roseta e alongação da haste principal com formação dos ramos laterais apresentando os estádios 21, 25 e 31 para os meses julho, abril e setembro, respectivamente (Tabela 2.4). A partir dos 60 DAS, observou-se que as plantas semeadas em abril e setembro apresentaram desenvolvimento mais rápido, sendo que, aos 70 DAS, as plantas de setembro já apresentaram os botões florais, ainda fechados, (estádio 51) e as plantas de abril continuaram apenas em crescimento (estádio 36). A partir dos 80 DAS até a última época de avaliação (110 DAS), as diferenças de estádios fenológicos entre as três épocas de semeadura acentuaram-se de forma evidente. É importante ressaltar que, nesse período, a temperatura média para a época de setembro foi consistentemente superior (sempre acima de 20°C) em relação às épocas de abril e julho (entre 15 e 23°C) (Figura 2.2). As plantas semeadas em setembro praticamente atingiram sua maturidade fisiológica com os aquênios desprendendo-se dos capítulos, passando do estágio 59 até o 91. As plantas de julho ainda cresciam lentamente (estádio 29) e iniciaram a emissão dos botões florais (estádio 55). Nesse período, o desenvolvimento das plantas de abril se aproximou do das plantas de julho, saindo do estágio 39 até o 59, sem abertura dos botões florais, se comportando de forma intermediária entre as épocas de julho e setembro.

Na região sul, em Não-Me-Toque, as diferenças entre as duas épocas estudadas foram mais acentuadas ainda, em relação a Santa Cruz das Palmeiras. As plantas de buva semeadas em julho permaneceram até os 110 dias entre os estádios iniciais de desenvolvimento das primeiras folhas até o desenvolvimento dos ramos laterais e alongação da haste principal, sem desenvolver órgãos de florescimento ou botões florais (estádios 10 a 36). Em contrapartida, as plantas de setembro apresentaram, a partir dos 80 DAS, o desenvolvimento dos botões florais, aos 100 DAS o florescimento e maturação dos aquênios aos 110 DAS (Tabela 2.4). Aparentemente de forma semelhante ao que ocorreu em Santa Cruz das Palmeiras, com a elevação da temperatura média, entre 20 e 25°C, nas últimas avaliações, essas plantas receberam estímulo ao florescimento e dispersão de suas sementes maduras (Figura 2.2)

Essa evolução de desenvolvimento fenológico e a diferença entre as épocas de semeadura nos dois ambientes estão ilustradas nas Figuras 2.14 e 2.15. Em Santa Cruz das Palmeiras, o parâmetro *a* do modelo linear, que representa a

intensidade desse desenvolvimento indicou para a época de semeadura de setembro o valor de 0,83, quase o dobro do valor de julho (0,42) e superior a abril (0,49). Para Não-Me-Toque, o valor de a para setembro (0,77) foi mais que o dobro de julho (0,29) (Tabela 2.5).

Figura 2.14 – Escala de crescimento, segundo código BBCH do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em abril, julho e setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras, SP

Figura 2.15 – Escala de crescimento, segundo código BBCH do biótipo de *Conyza bonariensis* resistente semeado em julho e setembro de 2011 em Não-Me-Toque, RS

Tabela 2.5 – Parâmetros do modelo Linear para a escala BBCH de crescimento de *Conyza bonariensis* semeada nos meses de abril, julho e setembro de 2011 em Santa Cruz das Palmeiras, SP (SCP) e julho e setembro de 2011 em Não-Me-Toque, RS (NMT)

Variáveis		Parâmetros*		
		a	y ₀	R ²
SCP	Abril	0,49	1,02	0,994
SCP	Julho	0,42	-0,18	0,938
SCP	Setembro	0,83	-7,59	0,986
NMT	Julho	0,29	0,41	0,957
NMT	Setembro	0,77	-7,59	0,972

* Modelo: $f=y_0+a*x$

Com isso, foi possível constatar, nesses ambientes, que a planta de buva cresce de forma diferenciada ao longo do ano, apresentando desenvolvimento inicial muito lento, sem alterações significativas até os 60 DAS e que o aumento da temperatura após esse período contribui para o desenvolvimento mais intenso, podendo ser limitante para a emissão de sementes e, conseqüentemente, aumento de sua dispersão na área. Esses resultados demonstram que, em termos de oportunidade de manejo de plantas pequenas de buva, o período da entressafra é momento muito favorável para o controle dessa planta daninha, uma vez que, até os

60 dias após sua observação no campo, essas plantas encontram-se ainda em estádios iniciais de desenvolvimento.

2.4 Conclusões

Em Santa Cruz das Palmeiras, SP, a germinação e emergência da buva ocorrem de forma escalonada, sendo mais concentrada no final do verão e início da primavera; a precipitação e a presença de pouca cobertura vegetal no solo parecem exercer mais influência que a temperatura.

Em Não-Me-Toque, RS, o fluxo de emergência é mais concentrado no inverno, em que a precipitação não é fator limitante e a temperatura apresenta maiores oscilações ao longo do ano, sendo a germinação e emergência favorecidas por temperaturas mais baixas.

Para os dois locais, plantas de buva que germinam na época mais fria do ano (semeadura do mês de julho) apresentam um desenvolvimento inicial mais lento, com acúmulo de biomassa mais intenso e concentrado em torno dos 90-104 dias após a semeadura; plantas que germinam na primavera (semeadura do mês de setembro) também apresentam desenvolvimento inicial lento, porém seu crescimento é mais distribuído ao longo do tempo, sendo os picos de acúmulo aos 80-90 dias após a semeadura.

Esses resultados demonstram que, em termos de oportunidade de manejo de plantas pequenas de buva, o período da entressafra é momento muito favorável para o controle dessa planta daninha, uma vez que, até os 60 dias após sua observação no campo, essas plantas encontram-se ainda em estádios iniciais de desenvolvimento.

Referências

- ANDERSEN, M.C. Diaspore morphology and seed dispersal in several wind-dispersed Asteraceae. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 80, n. 5, p. 487-492, 1993.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BHOWMIK, P.C.; BEKECH, M.M. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence and distribution in no-tillage and conventional-tillage corn (*Zea mays*). **Agronomy**, Basel, v. 1, n. 1, p. 67-71, 1993.

BLAINSKI, E. **Herbicidas alternativos para o controle de *Conyza* spp. em diferentes alturas e monitoramento dos fluxos de emergência em condições de campo**. 2011. 65 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

BRUCE, J.A.; KELLS, J.J. Horseweed (*Conyza canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and preemergence herbicides. **Weed Technology**, Lawrence, v. 4, n. 5, p. 642-647, 1990.

CARVALHO, S.J.P. Crescimento e desenvolvimento da planta daninha capim-camalote. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 591-600, 2005.

CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*, **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 317-326, 2008.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale $\pm$ general for the descriptions of the growth stages of mono and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, p. 433-444, 1997,

HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E. **World weeds: natural histories and distribution**. Toronto: John Wiley, 1997.

GILMORE JR., E.C.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, n. 10, p. 611-615, 1958.

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

KOGER, C.H.; SHANER, D.L.; BRIEN HENRY, W.; NADLER-HASSAR, T.; THOMAS, W.E.; WILCUT, J.W. Assessment of two nondestructive assay for detecting *glyphosate* resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, Lawrence, v. 53, n. 5, p. 559-566, 2004.

LAZAROTO, C.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*) **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.

LOUX, M.; STACHLER, J.; JOHNSON, B.; NICE, G.; DAVIS, V.; NORDBY, D. **Biology and management of horseweed**. 2004. Disponível em: <<http://www.ipm.uiuc.edu/pubs/horseweed.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2009.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática de análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 41, p. 181-202, 1984.

MAIN, C.L.; MUELLER, T.C.; HAYES, R.M.; WILKERSON, J.B. Response of selected horseweed (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.) populations to *glyphosate*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 4, p. 879-883, 2004.

MAIN, C.L.; STECKEL, L.E.; HAYES, R.M.; MUELLER, T.C. Biotic and abiotic factors influence horseweed emergence. **Weed Science**, Lawrence, v. 54, n. 6, p. 1101-1105, 2006.

PRUSKI, J.F.; SANCHÓ, G. *Conyza sumatrensis* var. *leiotheca* (Compositae: Astereae), a new combination for a common neotropical weed. **Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 16, n. 1, p. 96-101, 2006.

REGEHR, D.L.; BAZZAZ, F.A. The population dynamics of *Erigeron canadensis*, a successional winter annual. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 67, n. 3, p. 923-933, 1979.

ROLLIN, M.J.; TAN, D. **Fleabane**: first report of *glyphosate* resistant flax-leaf fleabane from western Darling Downs. 2004. Disponível em: <http://www.weeds.crc.org.au/documents/fleabane_proceedings%20_mar_04.pdf> Acesso em: 26 jul. 2013.

ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 22, n. 3, p. 895-905, 1985.

SANTOS, G.; FRANCISCHINI, A.C.; BLAINSKI, E.; GEMELLI, A.; MACHADO, M.F. P.S. Aspectos da biologia e da germinação da buva. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Editora Omnipax, 2013, cap. 3. p.11-26.

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

THEBAUD, C.; ABBOTT, R.J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 82, n. 1, p. 360-368, 1995.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T.V. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao *glyphosate* na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

WU, H.; WALKER, S. **Fleabane**: fleabane biology and control. Disponível em: <http://www.weeds.crc.org.au/documents/fleabane.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2013.

WU, H.; WALKER, S.; ROLLIN, M.J.; TAN, D.K.Y.; ROBINSON, G.; WERTH, J. Germination, persistence, and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). **Weed Biology and Management**, Okayama, v. 7, n. 3, p. 192-199, 2007.

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

3 EMERGÊNCIA DE *Conyza bonariensis* EM FUNÇÃO DA UMIDADE DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL

Resumo

Entender os fatores que influenciam a emergência das plantas daninhas é fundamental para implementar as estratégias de manejo. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a emergência de plântulas de buva resistente ao glifosato em diferentes condições de umidade do solo e diferentes quantidades de palha em sua superfície. Para isso, um experimento foi instalado em casa-de-vegetação em Santa Cruz das Palmeiras, SP, entre o período de março a abril de 2012. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 3 x 5, sendo o primeiro fator a frequência de irrigação (1, 2 e 5 vezes por semana) e o segundo fator a quantidade de cobertura vegetal morta na superfície do solo (0, 0,25, 0,5, 1,0 e 2,0 t.ha⁻¹). Aos 35 dias após o plantio foi realizada a contagem do número de plântulas de buva emergidas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0.05$). Foi observado que a disponibilidade hídrica no solo foi mais importante para a emergência de plântulas de buva que a quantidade de palha, sendo que foi observada maior emergência em condição de solo úmido por maior período de tempo. Em presença de umidade, as menores quantidades de palha favorecem a emergência das plântulas de buva em relação ao solo descoberto. Na presença de quantidades maiores de palha, a partir de 1,0 t.ha⁻¹, houve supressão da emergência dessa espécie de planta daninha.

Palavras chave: *Conyza bonariensis*; Palha; Umidade do solo

Abstract

Understanding the factors that influence the emergence of weed is critical to implementing management strategies. Thus, the aim of this study was to evaluate seedling emergence of *glyphosate*-resistant hairy fleabane under different conditions of soil moisture and different stover amounts on the soil surface. For this, an experiment was established in a greenhouse conditions in Santa Cruz das Palmeiras, Sao Paulo State, between March and April of 2012. The experiment was conducted according to a complete randomized design with five replications. Treatments were arranged in a factorial scheme of 3 x 5, the first factor was the irrigation frequency (1, 2 and 5 times per week) and the second factor was the stover amount on the soil surface (0, 0.25, 0.5, 1.0 and 2.0 t ha⁻¹). At 35 days after sowing, the number of seedlings of hair fleabane emerged was counted. Data were subjected to analysis of variance for F test and the means were compared by Tukey test at 5% probability ($P \geq 0.05$). It was observed that soil water content was more important for influencing seedling emergence of hairy fleabane than the stover amount; and the highest emergence was observed in the moist soil condition for a longer period of time. In the presence of moisture, lesser amounts of stover effected seedling emergence of hairy

fleabane compared to bare soil. The presence of large quantities of stover on the soil surface (up to 1.0 t ha⁻¹) resulted in emergence suppression of these weed species.

Keywords: *Conyza bonariensis*; Stover; Soil moisture

3.1 Introdução

O plantio direto consiste na semeadura em solo não revolvido, diretamente sob a palhada da cultura anterior ou de cobertura vegetal semeada para esse fim. Essa técnica, além de manter as características físicas do solo, contribui para a redução temporária do número de plantas daninhas na área. No caso das plantas daninhas, o controle pode ocorrer devido a liberação de compostos alelopáticos ou pelo efeito físico da palhada, associado à inativação dos mecanismos de dormência ou com a formação de barreira física, impedindo a sobrevivência das sementes germinadas na superfície do solo (GOMES; CHRISTOFOLETTI, 2008).

As espécies de *Conyza* spp., conhecidas comumente como buva, são algumas das principais plantas daninhas infestantes no Brasil. Essas espécies são extremamente prolíficas e podem produzir até 200.000 sementes viáveis por planta (MOREIRA, 2008). Segundo Yamashita et al. (2011), as sementes de buva mais conhecidas são fotoblásticas positivas, ou seja, germinam apenas na presença de luz. Como a germinação das sementes de buva é desfavorecida pela ausência de luz, Vidal et al. (2007) sugerem práticas mecânicas ou culturais para minimizar a germinação das sementes, sendo que, no caso de cobertura do solo, os autores sugerem densidade de palha superior a 7 t.ha⁻¹.

Além da luz como fator limitante na germinação das sementes de *Conyza bonariensis*, Yamashita et al. (2010a), estudando a germinação de sementes de *Conyza* spp. em função da disponibilidade hídrica no substrato, concluíram que a germinação total e a velocidade de germinação das sementes de buva são reduzidas com a diminuição da disponibilidade hídrica no substrato. No entanto, poucos trabalhos mostram a interação entre a cobertura vegetal morta e a umidade do solo na germinação e emergência de sementes de buva.

Plantas que emergem na primavera possuem baixa mortalidade, mas produzem poucas sementes, comparando àquelas que emergem no outono (BUHLER; OWEN, 1997). Esses autores constataram também que o aumento da

quantidade de resíduos de culturas, cobertura vegetal morta, atrasou a emergência de espécies de buva (*Conyza canadensis*) no outono (BUHLER; OWEN, 1997). Dessa forma, como as espécies não sobrevivem quando o solo é revolvido, esse ponto pode ser explorado para limitar as infestações em áreas agrícolas. A semeadura em profundidade não superior a 0,5 cm do perfil do solo também pode influenciar positivamente a germinação das sementes das espécies (TREMMELE; PETERSON, 1983; VIDAL et al., 2007; YAMASHITA, 2010); sendo que, em solos mais argilosos, tendem a favorecer a emergência tanto de *C. canadensis* como de *C. bonariensis* (YAMASHITA, 2010).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a emergência de plântulas de buva (*Conyza bonariensis*) em diferentes condições de umidade do solo e diferentes quantidades de palha em sua superfície.

3.2 Material e métodos

O ensaio foi instalado em casa-de-vegetação na Estação Experimental da Monsanto do Brasil Ltda. localizada no município de Santa Cruz das Palmeiras, SP, entre março e abril de 2012. O delineamento experimental inteiramente casualizado foi adotado com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 3 x 5, sendo o primeiro fator a frequência de irrigação (1, 2 e 5 vezes por semana) e o segundo fator a quantidade de cobertura vegetal morta na superfície do solo (0, 0,25, 0,5, 1,0 e 2,0 t.ha⁻¹). Neste trabalho, foi utilizada a palha de aveia como cobertura vegetal morta. As sementes de buva coletadas na Estação Experimental foram semeadas, na profundidade de 1 cm, em vasos com capacidade de 12 litros em uma quantidade estimada de 2000 sementes por vaso. Os vasos foram preenchidos com solo agrícola (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Análise físico-química do solo utilizado no experimento

Composição Granulométrica ¹ (%)			pH(CaCl ₂)	M.O(g dm ⁻³)	P _{res} (mg dm ⁻³)	V(%)
Areia	Silte	Argila	5,7	38,0	81,0	79,5
24,5	16,5	59				
Cátions Trocáveis (cmol _c dm ⁻³)						
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC	
0.92	7.4	1.8	10.12	2.6	12.72	

⁽¹⁾ Textura argilosa; ⁽²⁾SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases

A cobertura vegetal foi distribuída uniformemente em toda a superfície do vaso e a irrigação realizada nos dias determinados. A irrigação foi realizada até os

vasos atingirem sua capacidade de campo. As temperaturas mínima, máxima e média dentro da casa-de-vegetação no período do ensaio estão apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Temperaturas (°C) mínima, máxima e média no interior da casa-de-vegetação durante o período do experimento

Período	Temperatura (°C)		
	Mínima	Máxima	Média
08 a 15/03/2012	18	44	31
16 a 23/03/2012	15	41	28
24 a 31/03/2012	18	43	31
01 a 08/04/2012	17	43	30
09 a 16/04/2012	20	44	32

Aos 35 dias após o plantio, foi realizada a contagem do número de plântulas de buva emergidas em cada vaso. Os dados de contagem foram classificados segundo escala de 1 a 9 em que 1 correspondeu à nenhuma ou 1 plântula emergida; 2 correspondeu à 2 ou 3 plântulas emergidas; 3 à 4 ou 5 plântulas; 4 à 6 ou 7 plântulas; 5 à 8 ou 9 plântulas; 6 à 10 ou 11 plântulas; 7 à 12 ou 13 plântulas; 8 à 14 ou 15 plântulas e 9 à 16 ou 18 plântulas emergidas por parcela, o qual foi o maior número observado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F em que se verificou a significância dos fatores principais e de suas interações. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0.05$).

3.3 Resultados e discussão

A análise de variância demonstrou que houve diferença significativa de 1% de probabilidade dentro dos fatores principais, frequência de irrigação e quantidade de palhada, assim como suas interações. Na Tabela 3.3, é possível observar que na condição de solo mais úmido (5x por semana) a emergência foi quase três vezes maior que na condição de pouca umidade. Com relação à cobertura do solo, foi observado que, na presença da menor quantidade de palha ($0,25 \text{ t.ha}^{-1}$), houve maior emergência, sendo três vezes maior que em solo descoberto ou com o dobro de palha (Tabela 3.3). Quando se avaliou a emergência em quantidades maiores que $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$, não houve emergência de plântulas de buva. No trabalho desenvolvido por Yamashita et al. (2010b), a emergência de plântulas de *Conyza*

spp. foi maior em solo descoberto, com redução gradativa na medida em que se aumentou a quantidade de palha de milho.

Tabela 3.3 – Efeito de diferentes frequências de irrigação e quantidades de palha na escala de emergência de plântulas de buva (1-9)

Fator 1 (Frequência de irrigação)	Emergência (1-9)		Fator 2 (Qtde.de palha em t.ha ⁻¹)	Emergência (1-9)	
			0	1,47	b
1x por semana	1,08	b ^a	0,25	3,60	a
2x por semana	1,36	b	0,50	1,53	b
5x por semana	2,72	a	1,00	1,00	b
			2,00	1,00	b
DMS	0,46		DMS	0,69	

^a Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Porém, as quantidades de palha estudadas foram maiores, variando entre 1,5 a 6,0 t.ha⁻¹, em relação às quantidades estudadas na presente pesquisa, o que dificulta alguma comparação.

Na Tabela 3.4, estão apresentados os dados da interação entre os fatores frequência de irrigação e quantidade de palha. Em condição de pouca umidade, observou-se que, independentemente da quantidade de palha, a emergência de plântulas de buva foi próxima de zero. Quando a irrigação foi realizada 2 vezes por semana, apenas na menor quantidade de palha (0,25 t.ha⁻¹) foram observadas plântulas de buva emergidas. Por fim, na condição de solo sempre úmido, a presença da palha só impediu a emergência da buva nas quantidades de 1,0 e 2,0 t.ha⁻¹ (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Interações entre frequências de irrigação e quantidade de palha na escala de emergência de plântulas de buva (1-9)

Fator 1 (Frequência de irrigação)	Fator 2 (Quantidade de palha em t.ha ⁻¹)									
	0,00		0,25		0,50		1,00		2,00	
1x por semana	1,0	bA	1,4	cA	1,0	bA	1,0	aA	1,0	aA
2x por semana	1,0	bB	2,8	bA	1,0	bB	1,0	aB	1,0	aB
5x por semana	2,4	aB	6,6	aA	2,6	aB	1,0	aC	1,0	aC

DMS colunas = 1,03 (letras minúsculas) / DMS linhas = 1,20 (letras maiúsculas)

Coefficiente de Variação = 39,43%.

^a Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Figura 3.1 – Interação entre umidade do solo (frequência de irrigação) e densidade de cobertura vegetal

A Figura 3.1 ilustra a interação significativa umidade do solo (frequência de irrigação) e quantidade de cobertura morta (palhada) na emergência de plantas de buva.

3.4 Conclusões

A disponibilidade hídrica no solo foi mais importante para a emergência de plântulas de buva do que a quantidade de palha, sendo que foi observada maior emergência em condição de solo úmido por maior período de tempo.

Em presença de umidade, as menores quantidades de palha favorecem a emergência das plântulas de buva em relação ao solo descoberto. Na presença de quantidades maiores de palha, a partir de $1,0 \text{ t.ha}^{-1}$, houve supressão da emergência dessa espécie de planta daninha.

Referências

BUHLER, D.D; OWEN, M.D.K. Emergence and survival of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 1, p. 98-101, 1997.

GOMES JR., F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

MOREIRA, M.S. **Detecção, crescimento e manejo químico alternativo de biótipos das espécies de Buva *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* resistentes ao herbicida *glyphosate***. 2008. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

TREMME, C.D.; PETERSON, K.M. Competitive subordination of a piedmont old field successional dominant by an introduced species. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 70, n. 8, p. 112-132, 1983.

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

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 309-317, 2010a.

_____. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da qualidade de luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 737-743, 2011.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C.; SILVA, J.L.; CARVALHO, M.A.C. Emergência de plântulas de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em solo coberto com palha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010b. 1 CD-ROM.

4 CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UM BIÓTIPO DE BUVA (*Conyza bonariensis*) AO HERBICIDA GLYPHOSATE E USO DE HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA SEU MANEJO

Resumo

Para que seja adotada uma correta estratégia de manejo de plantas daninhas resistentes ao *glyphosate* são necessárias algumas medidas como: a identificação das espécies, a caracterização do nível de resistência dos biótipos encontrados e o conhecimento das alternativas químicas para seu manejo. Os objetivos desse trabalho foram: identificar a espécie e caracterizar o nível de resistência de um biótipo de buva com suspeita de resistência ao *glyphosate* e avaliar a eficiência de herbicidas alternativos, associados ou não ao *glyphosate*, no controle desse biótipo em dois estádios de desenvolvimento. Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação em Santa Cruz das Palmeiras, SP, entre outubro de 2011 e março de 2012. As doses de *glyphosate* utilizadas para caracterização da resistência foram 0, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, 11520, 23040 e 46080 g ha⁻¹ de equivalente ácido (ea), aplicadas em dois biótipos de *Conyza bonariensis*. Para avaliação da eficiência das alternativas químicas no controle do biótipo resistente, foram estudados os herbicidas *chlorimuron*, *metsulfuron*, *diclosulam*, *nicosulfuron*, 2,4-D, *dicamba*, *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat*, em diferentes doses e associações, aplicados em plantas com 4 a 6 folhas e até 10 cm de altura (estádio A) e plantas com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura (estádio B). Foram analisadas as variáveis de porcentagem de controle e acúmulo de massa seca, sendo os dados submetidos à análise de variância para, posteriormente, serem estabelecidas curvas de dose-resposta. Foi comprovada a resistência do biótipo B2 de *Conyza bonariensis* ao *glyphosate*, com taxas de resistência de 14,3 e 4,7 para as variáveis porcentagem de controle e redução do acúmulo de massa seca, respectivamente. A eficiência dos herbicidas alternativos foi diferente em função dos estádio do biótipo resistente no momento da aplicação. Para o estágio A, os herbicidas *chlorimuron*, *metsulfuron*, *diclosulam*, 2,4-D, *dicamba*, *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat* isolados promoveram um controle eficiente (>85%) com doses inferiores ou iguais às doses recomendadas neste trabalho. A associação com o *glyphosate* só proporcionou incrementos de controle nesse estágio para o herbicida 2,4-D. Para o estágio B, considerando as doses recomendadas propostas neste trabalho, os herbicidas *metsulfuron*, *diclosulam*, 2,4-D, *dicamba*, *atrazine* e *glufosinato* foram eficientes no controle do biótipo resistente, sendo que a associação com *glyphosate* foi mais benéfica para o 2,4-D. O *paraquat* isolado ou em associação com *diclosulam* foi eficiente com a dose recomendada. O herbicida *nicosulfuron* foi o menos eficiente considerando as doses e estádios de aplicação estudados. A utilização de curvas de dose-resposta, neste trabalho, para análise da redução de acúmulo de massa seca, indicou que mais pontos abaixo da dose recomendada são necessários para se obter valores de GR₅₀ mais próximos das doses utilizadas em campo.

Palavras-chave: *Glyphosate*; *Conyza bonariensis*; Resistência; Herbicidas alternativos

Abstract

Identification, characterization of biotypes resistance levels, and assessments regarding chemical alternatives for their management are necessary to adopt the correct strategies for managing glyphosate resistant weeds. Thus, the objectives of this study were to identify and characterize the level of resistance in a hairy fleabane biotype suspected of glyphosate resistance and evaluate the efficacy of alternative herbicides applied in two growth stages. For this, experiments were established in greenhouse conditions in Santa Cruz das Palmeiras, Sao Paulo State, between October of 2011 and March of 2012. The experiments were conducted using a complete randomized design with four replications (resistance level characterization trial) or three replications (alternative herbicides trial). Glyphosate rates used for characterizing the resistance level were 0, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, 11520, 23040 and 46080 g ha⁻¹ of acid equivalent (ae) applied to two *Conyza bonariensis* biotypes. To evaluate the efficacy of alternative herbicides in resistant biotype, the herbicides chlorimuron, metsulfuron, diclosulam, nicosulfuron, 2,4-D, dicamba, atrazine, glufosinate and paraquat were studied at different rates and associations, applied to plants with 4-6 leaves and up to 10 cm (stage A) and plants with more than 6 leaves and up to 20 cm (stage B). Percent of control and dry weight were measured. The data were subjected to analysis of variance and dose-response curves. The glyphosate resistance in *Conyza bonariensis* biotype B2 was confirmed at resistance levels of 14.3 and 4.7 for percent of control and dry weight, respectively. The efficacy of alternative herbicides was different depending on the stage of the resistant biotype at application timing. For growth stage A, the herbicides chlorimuron, metsulfuron, diclosulam, 2,4-D, dicamba, atrazine, glufosinate and paraquat alone promoted efficient control (>85%) with the recommended rates used in this research or less. The association between these herbicides and glyphosate only provided weed control improvement for 2,4-D in that stage. For B stage, considering the recommended rates proposed, the herbicides metsulfuron, diclosulam, 2,4-D, dicamba, atrazine and glufosinate were efficient in controlling the resistant biotype, and the association with glyphosate was more efficient for the 2,4-D. Paraquat alone or associated with diclosulam was effective at the recommended rate. Nicosulfuron was the least efficient herbicide considering the rates and growth stages used in this study. The use of dose-response curves in this research indicated that more application rates below the recommended rate are required to achieve GR₅₀ values closer to rates used in the field conditions.

Keywords: *Glyphosate*; *Conyza bonariensis*; Resistance; Alternative herbicides

4.1 Introdução

O gênero *Conyza* spp., pertencente à família Asteraceae, contém aproximadamente 50 espécies, sendo que *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* e *Conyza sumatrensis*, popularmente conhecidas com buva, são as que mais se destacam pela sua distribuição geográfica e importância agrícola (KISSMANN; GROTH, 1999; THEBAUD; ABBOTT, 1995). Mundialmente, são consideradas infestantes em mais de 40 culturas (LAZAROTO et al., 2008). *Conyza bonariensis* é

nativa da América do Sul e de ocorrência muito comum na Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil (KISSMANN; GROTH, 1999). No Brasil, sua presença é mais intensa nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (SANTOS et al., 2013). *Conyza canadensis* é nativa da América do Norte e uma das espécies mais distribuídas no mundo, principalmente em regiões de clima temperado do Hemisfério Norte e subtropical do Hemisfério Sul (KISSMANN; GROTH, 1999). O centro de origem da *C. sumatrensis* é a América do Sul e se espalhou para as regiões mais quentes de outros continentes (THEBAUD; ABBOTT 1995; PRUSKI; SANCHO, 2006). Para essas duas últimas, Thebaud e Abbott (1995) afirmam que são as espécies de *Conyza* spp. mais difundidas no mundo.

O fato pelo qual essas três espécies de *Conyza* spp. terem assumido grande importância agrícola nos últimos anos foi, principalmente, o aumento dos casos de resistência a herbicidas, principalmente ao *glyphosate*. A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definida como a capacidade inerente e herdável de determinados biótipos, em 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 fenômeno natural que ocorre espontaneamente em suas populações, não sendo o herbicida, portanto, o agente causador, mas selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994).

O surgimento de biótipos resistentes ocorre, com maior frequência, em áreas onde há uso repetido de herbicidas de mesmo grupo ou pertencentes a diferentes grupos, mas com o mesmo mecanismo de ação (GRESSEL; SEGEL, 1990). As plantas daninhas, em geral, apresentam elevada variabilidade genética entre plantas dentro da população ou entre plantas de populações distintas, exibindo assim potencial para adaptação ao manejo realizado para seu controle (HOLT; HOCHBERG, 1997).

No caso específico das espécies de buva e do herbicida *glyphosate*, nos Estados Unidos, apenas três anos de uso contínuo do *glyphosate* como única opção de controle em pós-emergência em culturas tolerantes ao *glyphosate* foram suficientes para a ocorrência das primeiras falhas de controle (DAN et al., 2013).

Devido à alta pressão de seleção exercida pelo uso exclusivo do *glyphosate*, em 2000, foi reportado o primeiro caso de resistência de *C. canadensis* a esse herbicida no estado americano de Delaware (VANGESSEL, 2001). Posteriormente, em pouco mais de uma década, foram reportados 33 casos de resistência ao *glyphosate* para *C. canadensis*, 12 casos para *C. bonariensis* e 4 casos para *C. sumatrensis* em todo o mundo (HEAP, 2013).

Com relação ao mecanismo de resistência envolvido, Ferreira et al. (2008) e Cardinalli et al. (2010a) observaram que para *Conyza bonariensis*, o mecanismo está relacionado à menor translocação do herbicida *glyphosate* nos biótipos resistentes, o que não acontece com as plantas suscetíveis. Os resultados obtidos por Cardinalli et al. (2010a) mostraram que, em média, 98% do herbicida aplicado foi absorvido pelos biótipos R e S estudados até 72 horas após o tratamento (HAT). Desse total, cerca de 70% da radioatividade absorvida permaneceu nas folhas tratadas de ambos os biótipos. Quanto à fração do herbicida translocada, foi observado que o biótipo S apresentou maior translocação para as raízes, quando comparado ao biótipo R. Entretanto, Cardinalli et al. (2010 b), observaram acréscimo do valor acumulado de shiquimato nas plantas S a partir dos 2 DAA (2.629,00 mg de shiquimato kg⁻¹ de matéria seca) para 18.980,14 mg de shiquimato kg⁻¹ de matéria seca aos 7 DAA na planta de buva indica a ação do herbicida inibindo a EPSPS e, consequentemente, resultando no acúmulo de shiquimato. Inesperadamente, houve também acúmulo de shiquimato nos tecidos das plantas R, porém em intensidade muito menor, de 2791,60 mg de shiquimato kg⁻¹ de matéria seca aos 2 DAA para 10.683,85 mg de shiquimato kg⁻¹ de matéria seca, indicando claramente que as plantas R estudadas tem inibição menor da EPSPS e, consequentemente, podem ser consideradas resistentes ao herbicida. Como houve acúmulo de shiquimato nas plantas R, porém em menor intensidade que na planta S, pode-se inferir que o mecanismo de resistência nessas plantas de buva não é resultante da insensibilidade total da EPSPS ao *glyphosate* em plantas resistentes. Caso houvesse total insensibilidade da EPSPS ao *glyphosate* na planta R, não haveria acúmulo de shiquimato nelas. Nesse trabalho, concluiu-se, por evidências indiretas, que o mecanismo de resistência do biótipo de buva que foi estudado não está relacionado à insensibilidade da EPSPs ao *glyphosate*.

No Brasil, *C. bonariensis* e *C. canadensis* foram as primeiras espécies do gênero com biótipos reportados como resistentes ao herbicida *glyphosate*, no ano de 2007, tanto na região Sul (VARGAS et al., 2007) como no Sudeste (MOREIRA et al., 2007). Antes disso, nas duas safras agrícolas anteriores entre 2004 e 2006, na região Sul, foram observados resultados insatisfatórios de controle dessas espécies com *glyphosate*, sendo que, nos anos seguintes, o problema se expandiu para outras regiões do País (DAN et al., 2013). Até então, não havia relatos de outra espécie de buva com biótipos que sobrevivessem a aplicações de *glyphosate*. Em 2010, foi reportado o caso da *C. sumatrensis*, com resistência múltipla a *glyphosate* e a *chlorimuron* no Estado do Paraná (HEAP, 2013).

Diante deste cenário, faz-se necessário estabelecer uma sequência de medidas a serem adotadas para o sucesso da estratégia de manejo das espécies de buva. Constantin et al. (2013) apresentaram uma série de medidas para o correto manejo da buva, fundamentadas tanto em estudos básicos de sua biologia, como em resultados consistentes obtidos em campo.

Nesse contexto, um dos primeiros passos é realizar a identificação da(s) espécie(s), uma vez que a coexistência de mais de uma espécie é observada no campo (MOREIRA et al., 2007). Em segundo lugar, realizar a caracterização do nível de resistência da população em estudo. Uma das formas de confirmar e caracterizar a resistência aos herbicidas é comparar curvas de dose-resposta do herbicida de biótipos com suspeita de resistência (R) com um biótipo suscetível (S) (RYAN, 1970). A partir do ajuste das curvas de dose-resposta, podem-se calcular as doses responsáveis pela redução de 50% da variável dependente, tanto para controle (C_{50}) como para redução do crescimento (GR_{50}) dos biótipos R e S, o que permite quantificar o nível de resistência (SEEFELDT et al., 1995; STREIBIG et al., 1998). Assim, no processo de investigação da resistência, é possível determinar os fatores de resistência (FRs) das populações coletadas e, assim, determinar, para cada caso se há resistência de baixo ou alto nível (VIDAL et al., 2007; GAZZIERO et al., 2008; TREZZI et al., 2011). Essa determinação fundamenta as decisões sobre as estratégias preventivas e de controle das populações e permite a compreensão mais adequada da forma de evolução da resistência (VIDAL et al., 2007).

Além da caracterização da resistência dos biótipos de buva ao *glyphosate*, existem outros fatores que interferem significativamente no manejo dessas espécies, entre eles o estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação. Koger et al. (2004) concluíram que, para os biótipos de *C. canadensis* estudados, o estágio de aplicação afetou as respostas ao *glyphosate* da mesma maneira, tanto nos biótipos resistentes quanto no suscetível. Vários autores verificaram que o controle da buva é mais eficiente nos estádios mais iniciais de desenvolvimento (VANGESSEL et al., 2009; PATEL et al., 2010) e que, nos estádios mais avançados, ocorrem mais brotações laterais (MOREIRA et al., 2010).

Ainda, em se tratando de população resistente ao *glyphosate*, há necessidade do uso de herbicidas com mecanismos de ação diferentes, chamados herbicidas alternativos. Mesmo nessas situações, em que há problemas de resistência, a recomendação do uso do *glyphosate* nas associações com os herbicidas alternativos vem sendo mantida em função de a buva não ocorrer de forma isolada e devido ao amplo espectro de ação deste herbicida nas outras plantas daninhas. O estágio de desenvolvimento da buva no momento dessas aplicações também determinará qual ou quais herbicidas serão utilizados para se obter controle eficiente (CONSTANTIN et al., 2013).

Em suma, há três espécies de buva com populações resistentes ao *glyphosate* e que ocorrem em importantes regiões agrícolas brasileiras. Para que seja adotada estratégia correta de manejo, a identificação das espécies, a caracterização da resistência dos biótipos encontrados e o conhecimento das alternativas químicas a serem utilizadas são aspectos fundamentais para o sucesso da estratégia adotada. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi, primeiramente, identificar a espécie, caracterizar a resistência do biótipo com suspeita de resistência ao *glyphosate* e, posteriormente, avaliar as alternativas químicas associadas ou não ao *glyphosate*, para o controle desse biótipo em dois estádios de desenvolvimento.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Experimento 1 – Caracterização da resistência

O experimento 1 foi conduzido em casa-de-vegetação na Estação Experimental da Monsanto do Brasil Ltda., localizada no município de Santa Cruz

das Palmeiras, SP, 21° 49' 0.6" S, 47° 16' 09.7" W e 684 m de altitude, entre outubro e novembro de 2011. O objetivo desse experimento foi caracterizar a resistência de um biótipo de buva por meio de curvas de dose-resposta ao *glyphosate*, utilizando-se um biótipo suscetível. As sementes do biótipo “susceptível” (B1) foram coletadas em Maceió, AL, 9° 35' 34.1" S, 35° 44' 40.3" W em área sem histórico de aplicações de *glyphosate* e trazidas para Santa Cruz das Palmeiras para multiplicação. As sementes do biótipo “resistente” (B2) foram coletadas de uma planta que sobreviveu a aplicações de *glyphosate* na área da fazenda experimental em Santa Cruz das Palmeiras, SP. A coleta de sementes de ambos os biótipos foi realizada quando as plantas apresentaram o estágio fenológico de plena maturidade, identificado pela dispersão eólica de sementes. Os dois biótipos de buva foram identificados como *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist pelo Herbário ESA, pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba, SP. As plantas apresentam folhas minutamente crenuladas ou denticuladas, com indumento densamente setoso e tomentoso em toda a planta, além da inflorescência principal não piramidal ou sub-piramidal.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos estudados foram 10 doses crescentes de *glyphosate* em dois biótipos de *Conyza bonariensis* (B1 e B2). As doses em g.ha⁻¹ de equivalente ácido (e.a) foram: 0, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, 11520, 23040 e 46080. As parcelas foram constituídas de vasos de 3,6 L, preenchidos com solo agrícola (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Análise físico-química do solo utilizado no experimento

Composição Granulométrica ¹ (%)			pH(CaCl ₂)	M.O(g dm ⁻³)	P _{res} (mg dm ⁻³)	V(%)	
Areia	Silte	Argila	5,7	38,0	81,0	79,5	
24,5	16,5	59					
Cátions Trocáveis (cmol _c dm ⁻³)							
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC		
0.92	7.4	1.8	10.12	2.6	12.72		

⁽¹⁾ Textura argilosa; ⁽²⁾SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas plásticas preenchidas com substrato comercial e irrigadas diariamente. Após a germinação, as plântulas em estágio de folhas cotiledonares plenamente expandidas foram

transplantadas para os vasos, com posterior desbaste deixando-se quatro plantas por vaso.

A aplicação foi realizada quando as plantas estavam com 8 a 10 folhas verdadeiras e aproximadamente 15 cm de altura. Foi utilizado um pulverizador, pressurizado com CO₂, equipado com barra de aplicação com quatro pontas tipo leque, modelo Teejet TT110.015, espaçadas em 50 cm, com taxa de aplicação de 120 L.ha⁻¹.

Os tratamentos herbicidas foram avaliados visualmente para controle aos 14, 21, 28 dias após a aplicação (DAA), sendo atribuído 0% quando não houve efeito fitotóxico do herbicida, ou seja, a parcela tratada é semelhante à testemunha sem herbicida e 100% quando houve morte das plantas. Ainda foi avaliada a massa seca aos 28 DAA.

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise de variância. Em seguida, as curvas de dose-resposta foram obtidas com auxílio do programa Sigmaplot 10.0 (SIGMAPLOT, 2007), sendo os dados de controle e massa seca do experimento ajustados ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico proposto por Streibig et al. (1988) (eq. 4.1):

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b} \quad (4.1)$$

Em que: y = porcentagem de controle; x = dose do herbicida; e a, x₀ e b = parâmetros da curva, de modo que a é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, x₀ é a dose que proporciona a porcentagem de 50% de resposta da variável e b é a declividade da curva.

A partir das curvas geradas pelo modelo foi possível calcular o valor de C₅₀ (50% de controle da população), de cada biótipo, em termos de g.ha⁻¹ de e.a. Embora um dos parâmetros do modelo logístico seja estimativa do valor de C₅₀, optou-se por realizar seu cálculo matemático por meio da equação inversa, conforme discussão proposta por Carvalho et al. (2005). Com os valores de C₅₀ foi obtido o fator ou taxa de resistência para o biótipo supostamente resistente quando comparado ao biótipo suscetível da espécie. A taxa de resistência (C₅₀ resistente /

C_{50} suscetível) 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. Esse mesmo procedimento foi utilizado para obter a taxa de resistência baseada na porcentagem de redução do crescimento (GR_{50}), em termos de biomassa acumulada das plantas tratadas em relação a testemunha sem aplicação. A aplicação do modelo logístico e de sua equação inversa para obtenção dos valores de C_{50} e GR_{50} tem sido utilizada nos estudos de detecção e caracterização de resistência para populações de *C. bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis* (MOREIRA et al., 2007; SANTOS, 2012).

4.2.2 Experimento 2 – Eficiência de herbicidas alternativos ao *glyphosate* para o manejo do biótipo resistente

O Experimento 2 foi conduzido em casa-de-vegetação na Estação Experimental da Monsanto do Brasil Ltda., localizada no município de Santa Cruz das Palmeiras, SP, 21° 49' 0.6" S, 47° 16' 09.7" W e 684 m de altitude, entre outubro de 2011 a março de 2012. O Experimento 2 compreendeu o estudo de cinco grupos de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, sendo eles os inibidores da ALS (grupo B), os mimetizadores de auxina (grupo O) e inibidores dos fotossistemas I e II com inibidores da ALS e da GS (grupos C, D, B, H). Para ilustrar melhor os grupos de herbicidas do Experimento 2, os tratamentos estão apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Tratamentos herbicidas aplicados em pós-emergência do biótipo B2 de *Conyza bonariensis* nos estádios de 4-6 folhas e até 10 cm de altura (A) e com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura (B)

Estádio de aplicação	Herbicida	Fator de multiplicação da dose recomendada	Dose recomendada*
Experimento com herbicidas inibidores da ALS			
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Chlorimuron</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	20 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>chlorimuron</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	20 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Metsulfuron</i>	0; 0,25x ; 0,5x; 1x; 2x; 4x	3,6 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>metsulfuron</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	3,6 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Nicosulfuron</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	40 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>nicosulfuron</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	40 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Diclosulam</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	25,2 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>diclosulam</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	25,2 g.ha ⁻¹
Experimento com herbicidas mimetizadores de auxina			
1. Estádio A 2. Estádio B	2,4-D	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	480 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + 2,4-D	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	480 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Dicamba</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	480 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>dicamba</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	480 g.ha ⁻¹
Experimento com herbicidas inibidores do FSI, GS e FSII com ALS			
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Atrazine</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	1000 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>atrazine</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	1000 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Glufosinate</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	400 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>glyphosate</i> (960 g.ha ⁻¹) + <i>glufosinate</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	400 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>Paraquat</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	400 g.ha ⁻¹
1. Estádio A 2. Estádio B	<i>diclosulam</i> (25,2 g.ha ⁻¹) + <i>paraquat</i>	0; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x	400 g.ha ⁻¹

* Gramas de ingrediente ativo ou equivalente ácido por hectare

Em cada grupo, os tratamentos herbicidas foram aplicados em dois estádios fenológicos, A e B, do biótipo B2 de *Conyza bonariensis*. O estágio A correspondeu às plantas com 4 a 6 folhas e até 10 cm de altura. O estágio B correspondeu às plantas com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Estádios de aplicação de *Conyza bonariensis* (biótipo B2)

O delineamento utilizado no Experimento 2 foi o de blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram constituídas de vasos de 2,8 L, preenchidos com solo de textura argilosa. Os atributos físicos e químicos do solo estão descritos na Tabela 4.1. A semeadura, transplântio e aplicação dos tratamentos herbicidas seguiram os mesmos procedimentos utilizados no Experimento 1, descrito no item 4.2.1.

Os tratamentos herbicidas foram avaliados visualmente aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), sendo atribuído 0% quando não houve efeito fitotóxico do herbicida, a parcela tratada é semelhante à testemunha sem herbicida, e 100% quando houve morte das plantas. Ainda foi avaliada a massa seca aos 28 DAA. Os dados obtidos foram analisados da mesma forma que no Experimento 1.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Caracterização da resistência

Os dados de controle visual e massa seca, obtidos após a aplicação das doses crescentes de *glyphosate* sobre os dois biótipos de *Conyza bonariensis*, indicaram diferenças significativas entre os biótipos e confirmaram a resistência do biótipo B2, de Santa Cruz das Palmeiras, SP. Para cada biótipo, os parâmetros obtidos pelo modelo utilizado estão apresentados na Tabela 4.3. As Figuras 4.2 e 4.3, mostram as respectivas curvas de dose-resposta para as variáveis porcentagem de controle e redução do crescimento em relação às doses crescentes de *glyphosate*.

Para a porcentagem de controle e redução de massa seca em relação à testemunha sem aplicação, os coeficientes de determinação (R^2) variaram entre 0,9815 e 0,9940, demonstrando bom ajuste dos dados ao modelo (Tabela 4.3). Considerando a dose recomendada de 720 g ea.ha⁻¹ de *glyphosate* para *C. bonariensis* (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011), observou-se que o biótipo mais sensível (B1) foi controlado satisfatoriamente com essa dose, ao passo que o biótipo B2 apenas alcançou o mesmo nível de controle nas doses a partir 11520 g ea.ha⁻¹ (Figura 4.2). O mesmo comportamento foi observado para a variável massa seca, apesar de as doses necessárias para se reduzir 50% do crescimento dos biótipos terem sido menores em relação à variável controle visual (Figura 4.3).

Os fatores ou taxas de resistência foram calculadas com base na relação entre as estimativas de C_{50} e GR_{50} do biótipo mais e menos sensíveis ao *glyphosate*. Dessa forma, caracterizou-se o biótipo B2 como resistente ao *glyphosate*, uma vez que apresentou taxas de resistência de 14,3 e 4,7 para as variáveis controle visual e redução de crescimento, respectivamente (Tabela 4.3). Em trabalhos semelhantes, conduzidos com *C. bonariensis*, são indicados fatores de resistência entre 2,3 até 15 para controle visual e até 5 para massa seca (MOREIRA et al., 2007; LAMEGO; VIDAL, 2008; ADEGAS et al., 2009). Essa variação é atribuída, principalmente, pela grande amplitude de doses de *glyphosate* recomendadas para controle de *C. bonariensis* no Brasil e pelos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas no momento das aplicações (SANTOS, 2012). Dessa forma, sugere-se que os estudos de dose-resposta para caracterização da resistência considere o estágio de desenvolvimento ou tamanho das plantas para o estabelecimento das doses.

Tabela 4.3 – Parâmetros do modelo log-logístico para as variáveis porcentagem de controle (C_{50}) e porcentagem de redução do crescimento (GR_{50}) dos biótipos de *Conyza bonariensis*

Biótipo de <i>C. bonariensis</i>	Variável	Parâmetros*			
		a	$x_0(C_{50} \text{ ou } GR_{50})$	b	R^2
B1	% controle	96,85	261	-1,232	0,9815
B2	% controle	137,14	3721	-0,642	0,9916
Taxa de resistência $C_{50}B2/ C_{50}B1 = 14,3^{**}$					
B1	% redução do crescimento	91,180	146	-3,388	0,9940
B2	% redução do crescimento	86,162	686	-1,144	0,9906
Taxa de resistência $GR_{50}B2/ GR_{50}B1 = 4,7^{**}$					

* Modelo: $y = a/(1+(x/x_0)^b)$; **Equação inversa do modelo: $x = x_0((a/y)-1)^{1/b}$

Figura 4.2 – Curva de dose-resposta para a variável controle dos biótipos de *Conyza bonariensis* B1 e B2 aos 14 dias após a aplicação

Figura 4.3 – Curva de dose-resposta para a variável redução do crescimento dos biótipos de *Conyza bonariensis* B1 e B2 aos 28 dias após a aplicação

4.4 Eficiência de herbicidas alternativos ao *glyphosate* para o manejo do biótipo resistente

4.4.1 Herbicidas inibidores da ALS

Nas Tabelas 4.4 a 4.7 estão representados os resultados de controle e acúmulo de massa seca das plantas do biótipo B2 de *C. bonariensis*, para o

herbicidas *chlorimuron*, *metsulfuron*, *diclosulam* e *nicosulfuron*, respectivamente, em dois estádios de aplicação.

Observou-se que, para o estágio A (4 a 6 folhas e até 10 cm de altura), a metade da dose recomendada (20 g ia ha⁻¹) de *chlorimuron* foi suficiente para exercer controle eficiente, atingindo 85% aos 28 dias após a aplicação (DAA). No estágio B (mais de 6 folhas e até 20 cm de altura) o nível de controle satisfatório só foi alcançado com quatro vezes a dose recomendada, sendo o controle mais consistente com a associação de 960 g ha⁻¹ de *glyphosate*. Apesar de casos de resistência de outras espécies de buva, como *Conyza sumatrensis*, ao herbicida *chlorimuron* (SANTOS, 2012), o biótipo B2 mostrou que o estágio de aplicação mais tardio foi determinante para o menor controle obtido.

Tabela 4.4 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *chlorimuron* associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹) ^a	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm				20 cm				28 DAA			
		14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm
1. <i>Chlorimuron</i>	--	0	b ^a	0	d	0	e	0	f	7,01	a	9,97	a
2. <i>Chlorimuron</i>	5	82	a	60	c	50	d	33	e	1,14	b	8,26	ab
3. <i>Chlorimuron</i>	10	88	a	85	ab	52	cd	47	de	0,50	bc	6,45	bc
4. <i>Chlorimuron</i>	20	85	a	92	a	63	bc	58	cd	0,28	c	2,94	de
5. <i>Chlorimuron</i>	40	85	a	93	a	57	cd	68	bc	0,20	c	3,29	de
6. <i>Chlorimuron</i>	80	85	a	98	a	70	ab	83	ab	0,24	c	2,93	de
7. <i>Glyphosate</i> / <i>chlorimuron</i>	960 / 5	92	a	67	b	62	bcd	43	de	0,73	bc	5,56	bcd
8. <i>Glyphosate</i> / <i>chlorimuron</i>	960 / 10	87	a	83	ab	70	ab	53	cd	0,31	bc	4,02	cde
9. <i>Glyphosate</i> / <i>chlorimuron</i>	960 / 20	88	a	92	a	70	ab	68	bc	0,25	c	3,47	de
10. <i>Glyphosate</i> / <i>chlorimuron</i>	960 / 40	90	a	92	a	73	ab	77	ab	0,31	bc	2,27	e
11. <i>Glyphosate</i> / <i>chlorimuron</i>	960 / 80	88	a	95	a	77	a	88	a	0,30	bc	2,67	e
CV(%)		4,65		8,86		7,59		3,93		28,06		20,08	

^a Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^a médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para o herbicida *metsulfuron*, as plantas no estágio A foram eficientemente controladas com 0,9 g ia ha⁻¹ e associação com *glyphosate* não mostrou aumento de controle nesse estágio de aplicação. No estágio B, obteve-se controle eficiente com o dobro da dose recomendada (7,2 g ia ha⁻¹), com 82% aos 28 DAA, e a associação com o *glyphosate* demonstrou incrementos no controle alcançando-se 90% nessa mesma época (Tabela 4.5). Resultados semelhantes foram encontrados por Wu et al. (2010) em que se obteve controle eficiente de *C. bonariensis* na cultura do trigo com 4,2 g ia ha⁻¹ de *metsulfuron* em pós-emergência inicial, no estágio de roseta

menor que 10 cm, considerado um estágio intermediário entre os estádios A e B neste trabalho.

Tabela 4.5 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida metsulfuron

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹) [*]	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm				20 cm				28 DAA			
		14 DAA		28 DAA		14 DAA		28 DAA		10 cm		20 cm	
1. <i>Metsulfuron</i>	--	0	b ^a	0	c	0	d	0	e	7,01	a	9,97	a
2. <i>Metsulfuron</i>	0,9	93	a	97	ab	70	c	55	d	0,35	b	5,07	b
3. <i>Metsulfuron</i>	1,8	87	a	93	b	70	c	63	d	0,26	b	3,91	bc
4. <i>Metsulfuron</i>	3,6	90	a	96	ab	70	c	77	c	0,14	b	3,77	bcd
5. <i>Metsulfuron</i>	7,2	90	a	100	a	73	bc	82	bc	0,09	b	3,41	bcde
6. <i>Metsulfuron</i>	14,4	93	a	100	a	87	a	98	a	0,10	b	1,67	e
7. <i>Glyphosate / metsulfuron</i>	960 / 0,9	93	a	92	b	80	ab	73	c	0,27	b	3,00	cde
8. <i>Glyphosate / metsulfuron</i>	960 / 1,8	87	a	95	ab	80	ab	80	c	0,17	b	2,09	cde
9. <i>Glyphosate / metsulfuron</i>	960 / 3,6	88	a	92	b	80	ab	82	bc	0,14	b	2,06	de
10. <i>Glyphosate / metsulfuron</i>	960 / 7,2	93	a	93	b	80	ab	90	ab	0,13	b	2,18	cde
11. <i>Glyphosate / metsulfuron</i>	960 / 14,4	90	a	96	ab	82	a	93	a	0,13	b	1,96	de
CV(%)		4,47		2,55		3,93		4,82		30,62		16,97	

^{*} Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^a médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4.6 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *diclosulam* associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹) [*]	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm				20 cm				28 DAA			
		14 DAA		28 DAA		14 DAA		28 DAA		10 cm		20 cm	
1. <i>Diclosulam</i>	--	0	c ^a	0	d	0	d	0	d	7,00	a	9,97	a
2. <i>Diclosulam</i>	6,3	95	ab	98	ab	70	c	43	c	0,10	b	4,71	b
3. <i>Diclosulam</i>	12,6	93	ab	100	a	70	c	48	c	0,14	b	4,83	b
4. <i>Diclosulam</i>	25,2	98	a	100	a	90	a	90	a	0,14	b	2,29	c
5. <i>Diclosulam</i>	50,4	97	ab	100	a	77	b	92	a	0,13	b	1,87	c
6. <i>Diclosulam</i>	100,8	98	a	100	a	90	a	93	a	0,12	b	1,98	c
7. <i>Glyphosate / diclosulam</i>	960 / 6,3	90	b	90	c	85	a	67	b	0,16	b	1,65	c
8. <i>Glyphosate / diclosulam</i>	960 / 12,6	92	ab	95	b	85	a	73	b	0,19	b	1,26	c
9. <i>Glyphosate / diclosulam</i>	960 / 25,2	92	ab	95	b	85	a	88	a	0,18	b	1,53	c
10. <i>Glyphosate / diclosulam</i>	960 / 50,4	90	b	98	ab	85	a	92	a	0,13	b	1,50	c
11. <i>Glyphosate / diclosulam</i>	960 / 100,8	92	ab	100	a	85	a	92	a	0,17	b	1,54	c
CV(%)		2,88		1,38		2,33		4,33		33,96		15,70	

^{*} Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^a médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O herbicida *diclosulam* apresentou comportamento semelhante ao *metsulfuron* no estágio de aplicação A e, da mesma forma, a associação do *glyphosate* nesse momento não se mostrou vantajosa. A dose recomendada de 25,2 g ia ha⁻¹ mostrou-se eficiente no controle aos 28 DAA. Entretanto, no estágio B, apesar de o controle visual ter sido semelhante com ou sem o *glyphosate*, o acúmulo

de massa seca foi significativamente menor nos tratamentos com a associação do *glyphosate*, apresentando aproximadamente 87% de redução com a dose de 25,2 g ia ha⁻¹ de *diclosulam* com 960 g ha⁻¹ de *glyphosate* (Tabela 4.6). Lancaster et al. (2007) obtiveram 100% de controle de *C. canadensis* com 27 g ia ha⁻¹ de *diclosulam* associado ao *glyphosate* em plantas entre 10 e 20 cm de altura, aos 28 DAA. Esses autores indicaram que o *diclosulam* é alternativa eficiente para manejar populações resistentes dessa espécie.

Dentre os herbicidas inibidores da ALS avaliados, o *nicosulfuron* foi o que apresentou menor eficiência no controle da *C. bonariensis*. Os melhores níveis de controle foram obtidos com doses elevadas de 80 e 160 g ia ha⁻¹, com 85 e 100% de controle visual apenas para o estágio A e a associação com o *glyphosate* não foi benéfica. No entanto, a avaliação de acúmulo de massa seca demonstrou que, com as doses acima de 40 g ia ha⁻¹, obtiveram-se reduções acima de 75% que, de certa forma, contribuem para a supressão da planta daninha (Tabela 4.7). O objetivo de se ter estudado o *nicosulfuron* neste trabalho foi avaliar a possível contribuição para o manejo de populações resistentes de buva na cultura do milho. Na literatura consultada, não foram encontrados trabalhos que demonstrassem a viabilidade do *nicosulfuron* no controle de espécies de buva.

Tabela 4.7 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *nicosulfuron* associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹) [*]	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm				20 cm				28 DAA			
		14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm
1. <i>Nicosulfuron</i>	0	0	g ^a	0	j	0	h	0	h	4,23	a	8,85	a
2. <i>Nicosulfuron</i>	10	23	f	30	i	25	g	25	g	2,82	b	3,08	bc
3. <i>Nicosulfuron</i>	20	63	cd	60	f	38	f	38	f	0,70	c	2,42	bc
4. <i>Nicosulfuron</i>	40	58	de	75	c	43	ef	43	ef	0,97	c	2,10	bc
5. <i>Nicosulfuron</i>	80	75	b	85	b	53	cd	53	cd	0,58	c	2,21	bc
6. <i>Nicosulfuron</i>	160	92	a	100	a	55	bcd	55	bcd	0,19	c	1,82	bc
7. <i>Nicosulfuron</i> / <i>glyphosate</i>	10 / 960	32	f	35	h	38	f	38	f	0,53	c	3,39	b
8. <i>Nicosulfuron</i> / <i>glyphosate</i>	20 / 960	52	e	45	g	48	de	48	de	0,46	c	2,65	bc
9. <i>Nicosulfuron</i> / <i>glyphosate</i>	40 / 960	72	bc	63	e	58	bc	58	bc	0,16	c	2,33	bc
10. <i>Nicosulfuron</i> / <i>glyphosate</i>	80 / 960	78	b	70	d	63	ab	63	ab	0,13	c	1,84	bc
11. <i>Nicosulfuron</i> / <i>glyphosate</i>	160 / 960	92	a	85	b	70	a	70	a	0,02	c	1,56	c
CV(%)		7,37		1,55		6,91		0,35		33,65		18,97	

^{*} Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^a médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As Figuras 4.4 a 4.7 ilustram as curvas dose-resposta do *chlorimuron*, *metsulfuron*, *diclosulam* e *nicossulfuron*, associados ou não ao *glyphosate*, para variável acúmulo de massa seca, respectivamente. A Tabela 4.8 mostra os parâmetros das curvas para o modelo logístico utilizado.

Figura 4.4 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *chlorimuron* e *chlorimuron* associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Figura 4.5 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *metsulfuron* e *metsulfuron* associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Figura 4.6 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *diclosulam* e *diclosulam* associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Figura 4.7– Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *nicosulfuron* e *nicosulfuron* associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

A análise dos valores de GR_{50} (estimativa da dose em que é obtida 50% da redução do crescimento com base na testemunha sem aplicação), demonstrou que apesar dos valores dos coeficientes de determinação (R^2) terem indicado bom ajuste ao modelo, a correlação com o controle visual não foi consistente. Provavelmente, para a avaliação desses herbicidas seriam necessários mais pontos abaixo e acima da dose recomendada para se obter valores de GR_{50} mais próximos das doses utilizadas em campo. Para todos herbicidas inibidores da ALS, observou-se que os valores de GR_{50} foram menores, quando houve a associação com o *glyphosate*,

principalmente para o estágio B, com exceção do *nicosulfuron*, em que se observou comportamento oposto.

Tabela 4.8 – Parâmetros do modelo logístico para as variáveis que obtiveram 50% de redução no crescimento (GR_{50}) para o biótipo B2 de *Conyza bonariensis*, quando submetido a aplicação de herbicidas inibidores da ALS nos estádios de 4-6 folhas e até 10 cm de altura (A) e com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura (B)

Estádio de aplicação	Tratamento Herbicida	Parâmetros			
		a	$x_0(GR_{50})$	b	R^2
Estádio A	<i>chlorimuron</i>	7,01	0,92	0,9980	0,998
	<i>chlorimuron</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	7,01	0,03	0,4635	0,998
Estádio B	<i>chlorimuron</i>	10,19	15,92	0,9014	0,905
	<i>chlorimuron</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	9,98	5,54	0,5088	0,981
Estádio A	<i>metsulfuron</i>	7,01	0,01	0,5871	0,999
	<i>metsulfuron</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	7,01	0,03 ²	0,3224	0,999
Estádio B	<i>metsulfuron</i>	9,96	0,95	0,4585	0,979
	<i>metsulfuron</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	9,96	0,03	0,1730	0,994
Estádio A	<i>diclosulam</i>	nd*	nd	nd	nd
	<i>diclosulam</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	nd	nd	nd	nd
Estádio B	<i>diclosulam</i>	9,96	6,37	0,62	0,966
	<i>diclosulam</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	nd	nd	nd	nd
Estádio A	<i>nicosulfuron</i>	4,28	12,3	1,51	0,933
	<i>nicosulfuron</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	4,23	0,94	0,79	0,998
Estádio B	<i>nicosulfuron</i>	8,85	0,49	0,24	0,996
	<i>nicosulfuron</i> + <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	8,85	2,63	0,39	0,999

*nd – não determinado pelo modelo

4.4.2 Herbicidas mimetizadores de auxina

Nas Tabelas a 4.9 a 4.10 estão representados os resultados de controle e acúmulo de massa seca das plantas do biótipo B2 de *C. bonariensis*, para o herbicidas 2,4-D e *dicamba*, respectivamente, em dois estádios de aplicação.

Tabela 4.9 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida 2,4-D associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ea ha ⁻¹) ^a	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)		
		10 cm				20 cm				28 DAA		
		14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	10 cm	20 cm	
1. 2,4-D	—	0	f ^a	0	d	0	f	0	f	5,29	a	8,62 a
2. 2,4-D	120	70	e	55	c	53	e	47	e	1,36	b	5,14 b
3. 2,4-D	240	80	cd	75	b	62	de	60	de	0,64	bc	4,23 cd
4. 2,4-D	480	73	de	80	b	70	cd	73	cd	0,51	bc	3,22 bc
5. 2,4-D	960	87	bc	95	a	73	bcd	76	bc	0,47	bc	2,99 cde
6. 2,4-D	1920	87	bc	100	a	82	abc	97	a	0,39	bc	1,78 def
7. <i>Glyphosate</i> / 2,4-D	960 / 120	98	a	99	a	87	ab	88	ab	0,92	bc	2,31 def
8. <i>Glyphosate</i> / 2,4-D	960 / 240	95	ab	100	a	88	ab	95	a	0,34	bc	1,14 f
9. <i>Glyphosate</i> / 2,4-D	960 / 480	93	ab	100	a	88	ab	98	a	0,20	c	1,40 ef
10. <i>Glyphosate</i> / 2,4-D	960 / 960	95	ab	100	a	97	a	98	a	0,24	c	1,12 f
11. <i>Glyphosate</i> / 2,4-D	960 / 1920	98	a	100	a	82	abc	100	a	0,13	c	1,03 f
CV(%)		3,95		4,35		7,73		6,61		36,56		18,12

^a Gramas de equivalente ácido por hectare; ^b médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4.10 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *dicamba* associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ea ha ⁻¹) ^a	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)				Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm		20 cm		28 DAA			
		14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	10 cm	20 cm		
1. <i>Dicamba</i>	--	0 e ^b	0 e	0 d	0 f	5,29 a	8,62 a		
2. <i>Dicamba</i>	120	72 cd	72 cd	73 c	65 e	0,85 b	3,5 ab		
3. <i>Dicamba</i>	240	80 bc	83 bc	75 bc	75 de	0,46 b	2,74 bc		
4. <i>Dicamba</i>	480	95 a	97 a	80 abc	82 bcd	0,41 b	1,78 bc		
5. <i>Dicamba</i>	960	100 a	100 a	78 bc	90 abc	0,37 b	1,48 bc		
6. <i>Dicamba</i>	1920	100 a	100 a	85 ab	97 a	0,26 b	1,24 c		
7. <i>Glyphosate / dicamba</i>	960 / 120	66 d	67 d	80 abc	78 cde	0,77 b	2,21 bc		
8. <i>Glyphosate / dicamba</i>	960 / 240	75 cd	75 cd	77 bc	78 cde	0,54 b	1,66 bc		
9. <i>Glyphosate / dicamba</i>	960 / 480	90 ab	90 ab	85 ab	86 a-d	0,30 b	1,67 bc		
10. <i>Glyphosate / dicamba</i>	960 / 960	100 a	100 a	85 ab	95 ab	0,34 b	1,27 c		
11. <i>Glyphosate / dicamba</i>	960 / 1920	100 a	100 a	90 a	98 a	0,26 b	0,98 c		
CV(%)		5,22	5,14	4,75	6,07	31,51	34,18		

^a Gramas de equivalente ácido por hectare; ^b médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para ambos herbicidas, a associação com *glyphosate* proporcionou incremento nos níveis de controle do biótipo estudado. Para o 2,4-D isolado, as doses necessárias para um controle eficiente (>85% aos 28 DAA) foram 960 e 1920 g.ha⁻¹ de e.a, para os estádios A e B, respectivamente. Quando associado ao *glyphosate* as doses foram 120 e 240 g.ha⁻¹ de e.a para se obter os mesmos níveis de controle nesses estádios (Tabela 4.9). O *dicamba* apresentou comportamento semelhante, entretanto, a associação com o *glyphosate* promoveu menor incremento no controle quando comparado ao 2,4-D. O *dicamba* isolado controlou eficientemente a buva nas doses de 480 e 960 g.ha⁻¹ de e.a para os estádios A e B, respectivamente. Quando associado ao *glyphosate*, a dose de 480 g.ha⁻¹ de e.a foi eficiente (>85% aos 28 DAA) para os dois estádios de aplicação da buva (Tabela 4.10). De acordo com Kruger et al. (2010) os herbicidas mimetizadores de auxina 2,4-D e *dicamba* são amplamente utilizados para controlar populações de buva (*C. canadensis*) resistentes ao *glyphosate* em pré-plantio das culturas. Seus trabalhos demonstram que as populações estudadas responderam de forma diferente aos diferentes tipos de formulação destes herbicidas e é importante que as doses sejam ajustadas de acordo com o tipo de sal utilizado.

As Figuras 4.8 e 4.9 ilustram as curvas dose-resposta do 2,4-D e *dicamba*, associados ou não ao *glyphosate*, para variável acúmulo de massa seca, respectivamente. A Tabela 4.11 mostra os parâmetros das curvas para o modelo.

Figura 4.8 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *dicamba* e *dicamba* associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Figura 4.9 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de 2,4-D e 2,4-D associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Tabela 4.11 – Parâmetros do modelo logístico para as variáveis que obtiveram 50% de redução no crescimento (GR₅₀) para o biótipo B2 de *Conyza bona-riensis*, quando submetido a aplicação de herbicidas mimetizadores da auxina nos estádios de 4-6 folhas e até 10 cm de altura (A) e com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura (B)

Estádio de aplicação	Tratamento Herbicida	Parâmetro			
		a	x ₀ (GR ₅₀)	b	R ²
Estádio A	2,4 – D	5,29	18,96	0,6491	0,994
	2,4 – D / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	5,29	26,52	1,0747	0,999
Estádio B	2,4 – D	8,62	229,60	0,5745	0,993
	2,4 – D / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	8,62	4,08	0,3537	0,991
Estádio A	<i>dicamba</i>	5,29	3,22	0,4851	0,998
	<i>dicamba</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	5,29	3,02	0,4931	0,999
Estádio B	<i>dicamba</i>	8,62	58,10	0,5603	0,997
	<i>dicamba</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	8,62	4,15	0,3249	0,998

A análise dos valores de GR₅₀ demonstrou boa correlação com a variável controle visual para o estágio B de aplicação. Os dois herbicidas, quando associados a 960 g ea ha⁻¹ de *glyphosate*, precisaram de doses menores para promover a redução de 50% do crescimento das plantas. O *dicamba* mostrou-se mais ativo que o 2,4-D em termos de equivalente ácido por hectare em promover a redução de crescimento do biótipo de buva nesse estágio de aplicação. Para o estágio A, os valores de GR₅₀ não demonstraram benefícios em se associar o *glyphosate* na aplicação. Nesse estudo, também concluiu-se que mais pontos abaixo da dose recomendada são necessários para se obter valores de GR₅₀ mais próximos das doses utilizadas em campo.

4.4.3 Herbicidas inibidores do FSI, GS e FSII com ALS

Nas Tabelas 4.12 a 4.14, estão representados os resultados de controle e acúmulo de massa seca das plantas do biótipo B2 de *C. bonariensis*, para o herbicidas *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat/diclosulam*, respectivamente, em dois estádios de aplicação. O herbicida *atrazine* foi altamente eficiente no controle a buva no estágio A com controle total (100%) aos 28 DAA, independentemente da associação com o *glyphosate*. Para o estágio B, obteve-se controle eficiente (>83%) com as maiores doses estudadas, de 2000 e 4000 g ia ha⁻¹, sendo que a associação com *glyphosate* somente proporcionou incrementos nos níveis de controle quando consideraram-se as avaliações de 14 e 28 DAA (Tabela 4.12). O herbicida *atrazine* é amplamente utilizado nas culturas do milho e sorgo e é importante ferramenta para o manejo de resistência ao *glyphosate*. Wu et al. (2010) obtiveram ótimo controle (83 –

100%) de *C. bonariensis* na cultura do sorgo com a aplicação de 2000 g ia ha⁻¹ de *atrazine* em pré-emergência e controle superior (99 – 100%) quando utilizaram *glyphosate* + 2,4-D em pré-plantio e 2000 g ia ha⁻¹ no dia do plantio da cultura.

Tabela 4.12 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *atrazine* associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹) ^a	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm				20 cm				28 DAA			
		14 DAA		28 DAA		14 DAA		28 DAA		10 cm		20 cm	
1. <i>Atrazine</i>	0	0	b	0	b	0	e	0	i	4,23	a	8,85	a
2. <i>Atrazine</i>	250	92	a	100	a	35	d	30	h	0,26	b	3,54	b
3. <i>Atrazine</i>	500	100	a	100	a	47	bcd	50	f	0,18	b	1,85	bc
4. <i>Atrazine</i>	1000	100	a	100	a	53	b	75	c	0,16	b	1,71	bc
5. <i>Atrazine</i>	2000	100	a	100	a	58	b	85	b	0,14	b	1,25	c
6. <i>Atrazine</i>	4000	100	a	100	a	83	a	95	a	0,05	b	0,73	c
7. <i>Atrazine / glyphosate</i>	250 / 960	100	a	100	a	37	cd	45	g	0,55	b	2,52	bc
8. <i>Atrazine / glyphosate</i>	500 / 960	100	a	100	a	52	bc	60	e	0,32	b	1,38	bc
9. <i>Atrazine / glyphosate</i>	1000 / 960	100	a	100	a	57	b	70	d	0,16	b	1,29	bc
10. <i>Atrazine / glyphosate</i>	2000 / 960	100	a	100	a	83	a	85	b	0,15	b	1,13	c
11. <i>Atrazine / glyphosate</i>	4000 / 960	100	a	100	a	95	a	95	a	0,14	b	0,85	c
CV(%)		3,64		0		9,81		0,29		32,12		33,86	

^a Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^b médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O *glufosinate* foi altamente eficiente no controle da buva no estágio A, em que se obteve controle de 100% com doses a partir de 100 g ia ha⁻¹, independentemente da associação com o *glyphosate*. No estágio B, observou-se controle eficiente com 400 g ia ha⁻¹ de *glufosinate* isolado e 200 g ia ha⁻¹ quando em associação com o *glyphosate*. A dose de 400 g ia ha⁻¹ de *glufosinate* com 960 g ea ha⁻¹ proporcionou controle total (100%) da buva no estágio B (Tabela 4.13). Diversos autores têm demonstrado a eficiência do *glufosinate* no controle das espécies de buva em estádios iniciais de desenvolvimento (OLIVEIRA NETO et al., 2010), 15-20 cm (EUBANK et al., 2008) e mais tardios (MOREIRA et al., 2010).

Tabela 4.13 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *glufosinate* associado ou não ao *glyphosate*

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹) [*]	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)	
		10 cm				20 cm				28 DAA	
		14 DAA		28 DAA		14 DAA		28 DAA		10 cm	20 cm
1. <i>Glufosinate</i>	0	0	b ^a	0	b	0	e	0	f	4,23	a
2. <i>Glufosinate</i>	100	98	a	100	a	68	d	60	e	0,29	b
3. <i>Glufosinate</i>	200	100	a	100	a	92	b	75	d	0,23	b
4. <i>Glufosinate</i>	400	100	a	100	a	93	ab	80	c	0,12	b
5. <i>Glufosinate</i>	800	100	a	100	a	100	a	100	a	0,08	b
6. <i>Glufosinate</i>	1600	100	a	100	a	100	a	100	a	0,03	b
7. <i>Glufosinate</i> / <i>glyphosate</i>	100 / 960	100	a	100	a	80	c	75	d	0,45	b
8. <i>Glufosinate</i> / <i>glyphosate</i>	200 / 960	100	a	100	a	90	b	85	b	0,18	b
9. <i>Glufosinate</i> / <i>glyphosate</i>	400 / 960	100	a	100	a	100	a	100	a	0,18	b
10. <i>Glufosinate</i> / <i>glyphosate</i>	800 / 960	100	a	100	a	100	a	100	a	0,08	b
11. <i>Glufosinate</i> / <i>glyphosate</i>	1600 / 960	100	a	100	a	100	a	100	a	0,03	b
CV(%)		1,00		0		3,47		0,23		43,45	27,54

* Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^a médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na Tabela 4.14 estão os resultados dos tratamentos herbicidas *paraquat* e *paraquat* com *diclosulam*, sem associação com o *glyphosate*. Normalmente, pela natureza dos mecanismos de ação, *paraquat* e *glyphosate* não são aplicados associados e sim em complementação. Para o estágio A, o *paraquat* associado ou não ao *diclosulam* proporcionou controle total (100%) do biótipo estudado aos 28 DAA. Não foram observadas rebrotas nesse estágio de aplicação. Para o estágio B, o controle eficiente somente foi obtido a partir da dose de 400 g ia ha⁻¹ de *paraquat* isolado e em associação com *diclosulam*, com valores de 95 e 100%, respectivamente, aos 28 DAA. A associação do *diclosulam* com o *paraquat* reduziu a rebrota das plantas nesse estágio, o que colaborou para a obtenção de maior controle.

Eubank et al. (2008), observaram que o *paraquat* controlou apenas 55-63% da buva resistente ao *glyphosate*, com doses de 840 e 980 g ia ha⁻¹, em dois anos consecutivos, em condições de campo, quando avaliado aos 28 DAA. Esses autores também verificaram que a aplicação de *paraquat* associado a outros herbicidas como metribuzin aumentou o controle da buva para 94%.

Tabela 4.14 – Porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e massa seca aos 28 DAA em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação (10 e 20 cm) e das doses crescentes do herbicida *paraquat* associado ou não ao *diclosulam*

Tratamento	Dose (g ia ha ⁻¹)*	% Controle de <i>Conyza bonariensis</i> (B2)								Massa Seca (g.planta ⁻¹)			
		10 cm				20 cm				28 DAA			
		14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	14 DAA	28 DAA	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm
1. <i>Paraquat</i>	0	0	b	0	b	0	d	0	g	4,23	a	8,85	a
2. <i>Paraquat</i>	100	100	a	100	a	65	c	40	f	0,28	b	3,01	b
3. <i>Paraquat</i>	200	100	a	100	a	88	ab	65	d	0,18	b	1,47	bcd
4. <i>Paraquat</i>	400	100	a	100	a	93	a	95	b	0,20	b	1,16	cd
5. <i>Paraquat</i>	800	100	a	100	a	95	a	100	a	0,23	b	1,05	cd
6. <i>Paraquat</i>	1600	100	a	100	a	100	a	100	a	0,09	b	0,67	d
7. <i>Paraquat</i> / <i>diclosulam</i>	100 / 25,2	100	a	100	a	78	bc	55	e	0,40	b	2,53	bc
8. <i>Paraquat</i> / <i>diclosulam</i>	200 / 25,2	100	a	100	a	95	a	75	c	0,13	b	1,03	cd
9. <i>Paraquat</i> / <i>diclosulam</i>	400 / 25,2	100	a	100	a	99	a	100	a	0,08	b	1,19	cd
10. <i>Paraquat</i> / <i>diclosulam</i>	800 / 25,2	100	a	100	a	100	a	100	a	0,08	b	0,88	d
11. <i>Paraquat</i> / <i>diclosulam</i>	1600 / 25,2	100	a	100	a	100	a	100	a	0,02	b	0,71	d
CV(%)		0	0	0	0	6,07	0	0	0	38,99	23,28	0	0

* Gramas de ingrediente ativo por hectare; ^a médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As Figuras 4.10 a 4.12 representam as curvas de dose-resposta para o grupo de tratamentos com *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat* e suas respectivas associações com *glyphosate* e *diclosulam*. A Tabela 4.15 apresenta os parâmetros obtidos para o modelo utilizado. A análise dos valores de GR₅₀ não demonstrou boa correlação com a variável controle visual para os herbicidas *atrazine* e *glufosinate* quando associados ao *glyphosate*. Provavelmente, pela ação de contato que esses herbicidas exerceram nas plantas de buva, principalmente no estágio B, os níveis de controle visual foram mais elevados que a redução de 50% do crescimento. Da mesma forma que nos experimentos discutidos anteriormente, para esse tipo de estudo, mais pontos para construir as curvas são necessários, principalmente com doses menores que as estudadas. Os valores de GR₅₀ para os tratamentos com *paraquat* associado ou não ao *diclosulam*, mostraram que, com doses baixas, rapidamente se obtém a redução do crescimento de plantas no estágio A. Para o estágio B, a associação com *diclosulam* foi benéfica, uma vez que com doses menores de *paraquat* obteve-se a mesma redução de 50% do crescimento (Tabela 4.15).

Figura 4.10 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *atrazine* e *atrazine* associada ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Figura 4.11 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *glufosinate* e *glufosinate* associado ao *glyphosate* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Figura 4.12 – Massa seca de *Conyza bonariensis* (biótipo B2) submetida a doses crescentes de *paraquat* e *paraquat* associado ao *diclosulam* em função do estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação (10 e 20 cm) aos 28 DAA

Tabela 4.15 – Parâmetros do modelo logístico para as variáveis que obtiveram 50% de redução no crescimento (GR_{50}) para o biótipo B2 de *Conyza bonariensis*, quando submetido a aplicação de herbicidas inibidores do FS I, GS e FSII com ALS, nos estádios de 4-6 folhas e até 10 cm de altura (A) e com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura (B)

Estádio de aplicação	Tratamento Herbicida	Parâmetro			
		a	$x_0(GR_{50})$	b	R^2
Estádio A	<i>atrazine</i>	4,23	4,19	0,4276	0,999
	<i>atrazine</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	4,23	17,16	0,7246	0,999
Estádio B	<i>atrazine</i>	8,85	116,70	0,6991	0,992
	<i>atrazine</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	8,85	279,63	0,4827	0,995
Estádio A	<i>glufosinate</i>	4,23	2,14	0,6653	0,999
	<i>glufosinate</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	4,23	9,43	0,9203	0,999
Estádio B	<i>glufosinate</i>	8,85	2,66	0,3548	0,997
	<i>glufosinate</i> / <i>glyphosate</i> (960 g ea.ha ⁻¹)	8,85	3,08	0,3984	0,999
Estádio A	<i>paraquat</i>	4,23	0,002	0,2477	0,999
	<i>paraquat</i> / diclosulan (25,2 g ia ha ⁻¹)	4,23	16,98	1,2917	0,999
Estádio B	<i>paraquat</i>	8,86	33,29	0,7239	0,992
	<i>paraquat</i> / diclosulan (25,2 g ia ha ⁻¹)	8,85	16,61	0,6076	0,990

4.5 Conclusões

O biótipo B2 de *Conyza bonariensis* é resistente ao *glyphosate*, sendo que as taxas de resistência foram 14,3 e 4,7 para as variáveis porcentagem de controle e redução do acúmulo de massa seca, respectivamente.

A eficiência dos herbicidas alternativos foi diferente em função dos estádios de desenvolvimento do biótipo resistente no momento da aplicação.

As plantas com 4 a 6 folhas e até 10 cm de altura, os herbicidas *chlorimuron*, *metsulfuron*, *diclosulam*, 2,4-D, *dicamba*, *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat* isolados foram controladas eficientemente (>85%) com doses inferiores ou iguais às doses recomendadas neste trabalho. A associação com o *glyphosate* só proporcionou incrementos de controle nesse estágio para o herbicida 2,4-D.

Para as plantas com mais de 6 folhas e até 20 cm de altura, os herbicidas apresentaram comportamentos distintos. *Chlorimuron* só foi eficiente com quatro vezes a dose recomendada e associação com *glyphosate* apresentou pouco incremento no controle. *Metsulfuron* foi eficiente com o dobro da dose recomendada e com *glyphosate* os níveis de controle foram superiores. *Diclosulam* foi eficiente com a dose recomendada e a associação com *glyphosate* só agregou no controle nas doses mais baixas. O herbicidas 2,4-D e *dicamba* isolados foram eficientes com 1920 e 480 g ha⁻¹ de e.a, respectivamente, sendo que a associação com o

glyphosate promoveu incrementos na eficiência de ambos herbicidas e permitiu a redução das doses de 2,4-D para obtenção dos mesmos níveis de controle. *Atrazine* foi eficiente com 2000 g ia ha⁻¹ e a associação com *glyphosate* não agregou ao controle aos 28 DAA. O *glufosinate* isolado foi eficiente com a dose recomendada e a associação com *glyphosate* proporcionou incremento significativo no controle. O *paraquat* isolado e em associação com *diclosulam* foi eficiente com 400 g ia ha⁻¹, sendo que, com *diclosulam*, o controle foi mais consistente.

Dentre os herbicidas alternativos estudados, *nicosulfuron* foi o menos eficiente considerando as doses propostas e os dois estádios de aplicação do biótipo resistente estudados, sendo que a associação com o *glyphosate* não se mostrou benéfica.

Referências

- BARNES, J.; JOHNSON, B.; GIBSON, K.; WELLER, S. **Crop rotation and tillage system influence late-season incidence of giant ragweed and horseweed in Indiana soybean**. 2004. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/brief/2004/late/>> Acesso em: 19 ago. 2013.
- BLACKSHAW, R.E.; HARKER, K.N. Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, Lawrance, v. 16, p. 885-892, 2002.
- BRUCE, J. A.; KELLS, J.J. Horseweed (*Conyza canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and preemergence herbicides. **Weed Technology**, Lawrance, v. 4, n. 3, p. 642-647, 1990.
- CARDINALI, V.C.B.; DIAS, A.C.R.; MUELLER, T.C.; STEWART Jr., C.N.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Acúmulo de shiquimato em biótipos suscetíveis e resistentes de buva para determinação da resposta ao herbicida glyphosate In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBPCPD, 2010a. n. 666.
- CARDINALI, V.C.B.; DIAS, A.C.R.; TORNISIELO, V.L.; MUELLER, T.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Absorção e translocação do herbicida glyphosate em biótipos de Buva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBPCPD, 2010b. n. 667.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2. ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2004. p. 3-22.

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

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

FAIRCLOTH, W. H.; PATTERSON, M.G.; MONKS, C.D.; GOODMAN, W.R. Weed management programs for glyphosate-tolerant cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 15, p. 544-551, 2001.

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.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Glifosato**: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. ACADCOM Gráfica e Editora, 2005. 67 p.

GAZZIERO, D.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VARGAS, L.; KRUSE, N.D.; GALLI, A.J.B.; TREZZI, M.M. **Critérios para relatos oficiais estatísticos de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas**. Sete Lagoas: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas; Campinas: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas no Brasil, 2008. 22 p.

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.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível: <www.weedscience.com>. Acesso em: 19 ago. 2013.

HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. **World weeds: natural histories and distribution**. Toronto: Wiley, 1997. p. 226-235.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. v. 2, 798 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. 1, p. 84-89, 2005.

KOGER, C.H.; POSTON, D.H.; HAYES, R.M.; MONTGOMERY, R.F. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technology**, Lawrence, v. 18, n. 4, p. 820-825, 2004.

KRUGER, G.R.; DAVIS, V.M.; WELLER, S.C.; JOHNSON, W.G. Control of horseweed (*Conyza canadensis*) with growth regulator herbicides. **Weed Technology**, Lawrence, v. 24, n. 4, p. 425-429, 2010.

LAMEGO, F.P.; VIDAL, R.A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.

LANCASTER, S.H.; BEAM, J.B.; LANIER, J.E.L.; JORDAN, D.L.; JOHNSON, P.D. Compatibility of *diclosulam* with postemergence herbicides and fungicides. **Weed Technology**, Lawrence, v. 21, n. 4, p. 869-872, 2007.

LAZAROTO, C.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R. A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.

MOREIRA, M.S.; MELO, M.S.C.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.

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.

OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; JUMES, T.M.C.; SANTOS, G.S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S. Manejo de *Conyza bonariensis* com glyphosate + 2,4-D e amônio-glufosinate em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 9, n. 3, p. 73-80, 2010.

PATEL, F.; TREZZI, M.M.; MIOTTO, E.; DEBASTIANI JR., F.; MOSQUEM, R. Redução de rendimento de grãos de soja devido à variação em densidades e períodos de introdução da buva (*Conyza bonariensis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: FUNEP, 2010. 1 CD-ROM.

PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA, E.A.; SILVA, E.A.M.; SILVA, A.A.; RUFINO, R.J.N.V.; SANTOS, J.B. Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil. III – *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 1-9, 2003.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.

RYAN, G.F. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. **Weed Science**, Lawrence, v. 18, n. 5, p. 614-616, 1970.

SANTOS, G. **Resistência múltipla ao glyphosate e ao chlorimuron em biótipos de *Conyza sumatrensis***. 2012. 87 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, J.E.; FUERST, E.P. Loglogistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed Technology**, Lawrence, v. 9, n. 2, p. 218-225, 1995.

SIGMAPLOT. **Scientific graphing software**: version 10.0. 2007.

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

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A.; XAVIER, E.; ROSIN, D.; BALBINOT JR., A.A.; PRATES, M.A. Resistência ao glyphosate em biótipos de buva (*Conyza spp.*) das regiões oeste e sudoeste do Paraná. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. esp., p. 1113-1120, 2011.

VANGESSEL, M.J.; SCOTT, B. A.; JOHNSON, Q.R.; WHITE-HANSEN, S.E. Influence of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) growth stage on response to glyphosate applications. **Weed Technology**, Lawrence, v. 23, n. 1, p. 49-53, 2009.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A. Resistência de *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD, 2006. 1 CD-ROM.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, D. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.; LOUX, M. Definindo resistência aos herbicidas. **Revista Plantio Direto**, Viçosa, v. 100, n. 4, p. 18-19, 2007.

WU, H.; WALKER, S.; ROBINSON, G.; COOMBES, N. Control of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis*) in wheat and sorghum. **Weed Technology**, Lawrence, v. 24, n. 2, p. 102-107, 2010.

5 OPÇÕES DE MANEJO QUÍMICO DE *Conyza bonariensis* APÓS O CORTE

Resumo

O processo de colheita pode promover a dispersão das sementes das plantas daninhas ou o corte das partes vegetativas delas, resultando na disseminação e brotação das plantas infestantes nas áreas de cultivo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes herbicidas no controle de plantas cortadas de buva (*Conyza bonariensis*) em duas épocas de aplicação após o corte. Para isso, foi instalado um experimento em condição de casa-de-vegetação em Santa Cruz das Palmeiras, SP, no período de outubro de 2011 a janeiro de 2012. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com onze tratamentos e quatro repetições, arranjados em esquema fatorial 2x11. Os herbicidas estudados com as respectivas doses foram: *chlorimuron* (20 g ia ha⁻¹), *glyphosate* (960 g ea ha⁻¹) + *chlorimuron* (20 g ia ha⁻¹), *diclosulam* (25,2 g ia ha⁻¹), *glyphosate* (960 g ea ha⁻¹) + *diclosulam* (25,2 g ia ha⁻¹), 2,4-D (480 g ea ha⁻¹), *glyphosate* (960 g ea ha⁻¹) + 2,4-D (480 g ea ha⁻¹), *atrazine* (2000 g ia ha⁻¹), *glyphosate* (960 g ea ha⁻¹) + *atrazine* (2000 g ia ha⁻¹), *nicosulfuron* (40 g ia ha⁻¹), *glyphosate* (960 g ea ha⁻¹) + *nicosulfuron* (40 g ia ha⁻¹) aplicados no mesmo dia do corte e sete dias após o corte das plantas de buva. Para cada época de aplicação, foi utilizada uma testemunha sem aplicação para a avaliação da eficiência do controle dos herbicidas e comparação da massa seca acumulada. As avaliações visuais de controle da buva foram realizadas aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) e a matéria seca foi avaliada aos 28 DAA. Os resultados indicaram controle mais eficiente da rebrota de buva quando os herbicidas foram aplicados no mesmo dia do corte das plantas, com exceção dos tratamentos com o herbicida *atrazine* que foi mais eficiente quando aplicado sete dias após o corte. Os tratamentos herbicidas mais eficientes quando aplicados no mesmo dia do corte foram *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D, 2,4-D, *glyphosate* + *chlorimuron*, *glyphosate* + *nicosulfuron* e *chlorimuron*. Aos 7 dias após o corte, somente *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D, 2,4-D e *glyphosate* + *atrazine* foram eficientes. A associação de *glyphosate* aos tratamentos herbicidas incrementou o controle da rebrota de buva independentemente da época de aplicação.

Palavras-chave: *Conyza bonariensis*; Rebrotas; Herbicidas alternativos

Abstract

The harvesting process can promote the dispersion of weed seeds or cut and scatter their vegetative parts, resulting in the spread and growth of the weeds in cultivated areas. This is the case with the weed hairy fleabane (*Conyza bonariensis*). Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of two applications timing of different herbicides for controlling hairy fleabane after cutting. For this objective, one experiment was conducted in Santa Cruz das Palmeiras, Sao Paulo State from October 2011 to January 2012. The experiment was conducted according to a randomized complete block design with five replications. Treatments were arranged in a factorial scheme of 2 x 11, the first factor being the application timing (at the same day

and 7 days after cutting) and the second factor being the herbicide treatments. The herbicides and their respective rates were chlorimuron (20 g ia ha^{-1}), glyphosate (960 g ea ha^{-1}) + chlorimuron (20 g ia ha^{-1}), diclosulam ($25.2 \text{ g ia ha}^{-1}$), glyphosate (960 g ea ha^{-1}) + diclosulam ($25.2 \text{ g ia ha}^{-1}$), 2,4-D (480 g ea ha^{-1}), glyphosate (960 g ea ha^{-1}) + 2,4-D (480 g ea ha^{-1}), atrazine ($2000 \text{ g ia ha}^{-1}$), glyphosate (960 g ea ha^{-1}) + atrazine ($2000 \text{ g ia ha}^{-1}$), nicosulfuron (40 g ia ha^{-1}), glyphosate (960 g ea ha^{-1}) + nicosulfuron (40 g ia ha^{-1}). For each application, an untreated check was used to evaluate herbicide efficacy and to compare the dry weight of cut plants. The assessment of the control of hairy fleabane was conducted visually. These assessments were performed at 14, 21 and 28 days after application (DAA), and the plant dry weight was measured at 28 DAA. The results indicated more efficient control of hairy fleabane regrowth when herbicides were applied on the same day that the plants were cut, except in the treatments with atrazine, which was more efficient when applied seven days after cutting. The most effective herbicide treatments applied at the same day of cutting were glyphosate + diclosulam, glyphosate + 2,4-D, 2,4-D, glyphosate + chlorimuron, glyphosate + nicosulfuron and chlorimuron. At 7 days after cutting, only glyphosate + diclosulam, glyphosate + 2,4-D, 2,4-D and glyphosate + atrazine were efficient. The association of glyphosate in the herbicide treatments increased control of hairy fleabane regrowth regardless application timing.

Keywords: *Conyza bonariensis*; Regrowth; Alternative herbicides

5.1 Introdução

O manejo integrado das plantas daninhas compreende não só o período de implantação e desenvolvimento da cultura, mas o período compreendido entre a colheita e o plantio da próxima safra também. Durante a condução da cultura, a preocupação por parte dos agricultores em eliminarem as plantas daninhas se deve à competição que se dá com a cultura implantada, por água, luz e nutrientes, o que resulta, na maioria das vezes, em queda de produtividade. Entretanto, segundo Gomes e Christofolletti (2008), o manejo das plantas infestantes após a colheita da cultura também deve ser realizado para a eliminação das plantas remanescentes, antes que elas produzam sementes e resultem na reinfestação da área de cultivo. Dentre as plantas daninhas que podem permanecer na área após a colheita de culturas como o milho safrinha ou trigo, está a buva. Durante o processo de colheita pode ocorrer que as plantas de buva sejam roçadas e apresentem novas brotações de forma que permaneçam na área e aumentem sua dissiminação. O problema pode ser agravado se dentro da população presente na área ocorram biótipos resistentes, especialmente ao *glyphosate*.

O aumento da importância dessa planta daninha parece estar relacionado historicamente ao aumento da pressão de seleção imposta pela limitada alternância

de mecanismos de ação de herbicidas nos sistemas de cultivo. Esse fato tem sido observado, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Por outro lado, o problema vem se estendendo para outras regiões, evidenciado a necessidade da adoção de táticas que visem a redução da pressão de seleção imposta pelos sistemas de manejo atuais (DAN et al., 2013).

No Brasil, a buva encontra-se disseminada praticamente em todas as regiões produtoras, apresentando maior ocorrência em cultivos de grãos nas regiões Sul e Sudeste, com alguns focos na região Centro-Oeste do País. A emergência dessa planta daninha concentra-se no período entre o final do outono e o início da primavera, o que faz com que áreas em pousio e, ou cultivadas no inverno, apresentem explosões populacionais de buva (YAMASHITA; GUIMARAES, 2011; DAN et al., 2013).

Por isso, além do manejo das plantas de buva no decorrer da safra, é importante também seu manejo na entressafra. Constantin et al. (2013) relatam que, em áreas que ficam em pousio no inverno ou onde o milho safrinha é colhido mais cedo, o período de entressafra é maior e a melhor alternativa é o manejo outonal com a aplicação de um herbicida não seletivo associado à herbicida com atividade residual. Dentre os herbicidas recomendados, Oliveira Jr. et al. (2013) citam o *chlorimuron* e o 2,4-D como alternativa em pós-emergência e *diclosulam* em pré-emergência. Porém, mais estudos são necessários para avaliar herbicidas alternativos para o controle da buva na entressafra, em situações onde existem plantas roçadas por operações mecânicas como a colheita.

Sendo assim, o manejo das plantas daninhas no período da entressafra é fator importante para reduzir os níveis de infestação da safra seguinte, além de reduzir o número de aplicações de herbicidas necessárias para seu controle. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a eficiência dos herbicidas *chlorimuron*, *diclosulam*, 2,4-D, *atrazine* e *nicosulfuron*, associados ou não ao *glyphosate*, no controle de plantas de buva após seu corte em dois momentos de aplicação.

5.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Estação Experimental da Monsanto do Brasil Ltda. localizada no município de Santa Cruz das Palmeiras, SP, no período de dezembro de 2011 a janeiro de 2012.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com 11 tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 11, sendo duas épocas de aplicação e 11 tratamentos herbicidas. Para cada época de aplicação, foi utilizada uma testemunha para a avaliação da eficiência de controle dos herbicidas e comparação da massa seca. Os tratamentos estudados estão descritos na Tabela 5.1.

As parcelas experimentais constaram de vasos plásticos com capacidade de 5,0 L, preenchidos com solo tipo Latossolo Vermelho de textura argilosa, as características químicas e físicas do solo utilizado estão descritos na Tabela 5.2.

Tabela 5.1 – Tratamentos herbicidas, doses e épocas de aplicação

Esquema de Tratamentos		
Fator A – Herbicida	Dose e.a/i.a ¹	Fator B – Época de aplicação
1. Testemunha	-	No dia do corte
2. <i>Chlorimuron</i>	20	
3. <i>Glyphosate</i> + <i>chlorimuron</i>	960 + 20	
4. <i>Diclosulam</i>	25,2	
5. <i>Glyphosate</i> + <i>diclosulam</i>	960 + 25,2	
6. 2,4-D	480	
7. <i>Glyphosate</i> + 2,4-D	960 + 480	
8. <i>Atrazine</i>	2000	
9. <i>Glyphosate</i> + <i>atrazine</i>	960 + 2000	
10. <i>Nicosulfuron</i>	40	
11. <i>Glyphosate</i> + <i>nicosulfuron</i>	960 + 40	
1. Testemunha	-	7 dias após o corte
2. <i>Chlorimuron</i>	20	
3. <i>Glyphosate</i> + <i>chlorimuron</i>	960 + 20	
4. <i>Diclosulam</i>	25,2	
5. <i>Glyphosate</i> + <i>diclosulam</i>	960 + 25,2	
6. 2,4-D	480	
7. <i>Glyphosate</i> + 2,4-D	960 + 480	
8. <i>Atrazine</i>	2000	
9. <i>Glyphosate</i> + <i>atrazine</i>	960 + 2000	
10. <i>Nicosulfuron</i>	40	
11. <i>Glyphosate</i> + <i>nicosulfuron</i>	960 + 40	

⁽¹⁾ Dose do ingrediente ativo ou do equivalente ácido por hectare

Tabela 5.2 – Análise físico-química do solo utilizado no experimento

Composição Granulométrica ¹ (%)			pH(CaCl ₂)	M.O(g dm ⁻³)	P _{res} (mg dm ⁻³)	V(%)	
Areia	Silte	Argila	5,7	38,0	81,0	79,5	
24,5	16,5	59					
Cátions Trocáveis (cmol _c dm ⁻³)							
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC		
0.92	7.4	1.8	10.12	2.6	12.72		

⁽¹⁾ Textura argilosa; ⁽²⁾SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases.

As sementes de *Conyza bonariensis* utilizadas no ensaio foram do biótipo B2, coletadas na Estação Experimental de Santa Cruz das Palmeiras, SP e semeadas em bandejas plásticas contendo substrato comercial. As plantas foram transplantadas para os vasos quando estavam com 2 a 4 folhas. Após o desbaste, foram deixadas 3 plantas por vaso. Quando as plantas estavam em pré-florescimento e 60 cm de altura em média, procedeu-se o corte de todas as plantas a 5 cm da superfície do solo, simulando o corte de uma colhedora de grãos.

A aplicação dos tratamentos herbicidas se deu em duas épocas: no mesmo dia do corte (0 DAC) e sete dias após o corte (7 DAC). Foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO₂ e barra de aplicação com quatro pontas, espaçadas de 50 cm, do tipo TT 110015, regulado para a taxa de aplicação de 120 L.ha⁻¹. As avaliações visuais de porcentagem de controle da rebrota de buva foram realizadas aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA). Neste trabalho, o controle foi considerado eficiente quando apresentou porcentagem igual ou superior a 85%, segundo Frans et al. (1986).

Avaliou-se também a matéria seca da parte aérea aos 28 DAA. Para isso, o material coletado foi levado à estufa, onde permaneceu à temperatura de 65°C até obtenção de peso constante. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F em que se verificou a significância dos fatores principais e de suas interações. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P≥0.05).

5.3 Resultados e discussão

Os dados referentes ao desdobramento da interação entre os fatores (tratamentos vs época de aplicação) para a porcentagem de controle da buva (*Conyza bonariensis*) aos, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), estão

apresentados nas Tabelas 5.3, 5.4 e 5.5, respectivamente. Verifica-se na Tabela 5.3 que aos 14 DAA, os tratamentos aplicados aos 0 dias após o corte (DAC) das plantas de buva, com exceção dos tratamentos com *atrazine*, apresentaram maior nível de controle que quando aplicados aos 7 DAC, mesmo que tenham apresentando médias semelhantes estatisticamente como no caso dos tratamentos com 2,4-D.

Tabela 5.3 – Desdobramento da interação entre os fatores para a porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* aos 14 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas realizada aos 0 e 7 dias após o corte (DAC)

Tratamento	Dose e.a/i.a ¹	Controle (%) 14 DAA ²			
		0 DAC		7 DAC	
Testemunha sem aplicação	-	0	aE	0	aE
<i>Chlorimuron</i>	20	78	aAB	61	bBC
<i>Glyphosate</i> + <i>chlorimuron</i>	960 + 20	84	aAB	71	bAB
<i>Diclosulam</i>	25,2	78	aAB	64	bBC
<i>Glyphosate</i> + <i>diclosulam</i>	960 + 25,2	89	aA	76	bA
2,4-D	480	84	aA	78	aA
<i>Glyphosate</i> + 2,4-D	960 + 480	85	aA	79	aA
<i>Atrazine</i>	2000	23	bD	36	aD
<i>Glyphosate</i> + <i>atrazine</i>	960 + 2000	56	bC	78	aA
<i>Nicosulfuron</i>	40	76	aB	51	bC
<i>Glyphosate</i> + <i>nicosulfuron</i>	960 + 40	83	aAB	64	bAB
CV(%)		7,23			

¹ Gramas de ingrediente ativo ou equivalente ácido por hectare; ² médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; letras maiúsculas representam a comparação de cada tratamento dentro das épocas de aplicação (0 e 7 DAC), enquanto que, letras minúsculas representam cada época de aplicação dentro dos tratamentos

Considerando as duas épocas de aplicação, apenas os tratamentos *glyphosate* + *diclosulam* e *glyphosate* + 2,4-D aplicados aos 0 DAC foram eficientes nessa época de avaliação, de acordo com os critérios de Frans et al. (1986), com níveis de controle de 89 e 85%, respectivamente (Tabela 5.3).

Aos 21 DAA, observou-se um incremento nos níveis de controle da rebrota de todos tratamentos, independentemente da época de aplicação, com exceção de *atrazine* e sua associação com *glyphosate* aplicada aos 0 DAC (Tabela 5.4). Nessa época de avaliação, os tratamentos *glyphosate* + *chlorimuron*, *glyphosate* + *diclosulam*, 2,4-D, *glyphosate* + 2,4-D e *glyphosate* + *nicosulfuron* controlaram eficientemente (≥85%) a rebrota da buva quando aplicados aos 0 DAC. Observou-se também que, a partir dos 21 DAA, alguns tratamentos demonstraram eficiência no controle da rebrota da buva quando aplicados aos 7 DAC, sendo eles *glyphosate* + 2,4-D e *glyphosate* + *atrazine* (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 - Desdobramento da interação entre os fatores para a porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* aos 21 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas realizados aos 0 e 7 dias após o corte (DAC)

Tratamento	Dose e.a/i.a ¹	Controle (%) 21 DAA ²			
			0 DAC	7 DAC	
Testemunha sem aplicação	-	0	aE	0	aD
<i>Chlorimuron</i>	20	83	aAB	66	bB
<i>Glyphosate</i> + <i>chlorimuron</i>	960 + 20	91	aA	77	bAB
<i>Diclosulam</i>	25,2	82	aAB	74	bAB
<i>Glyphosate</i> + <i>diclosulam</i>	960 + 25,2	94	aA	79	bA
2,4-D	480	91	aA	83	bA
<i>Glyphosate</i> + 2,4-D	960 + 480	90	aA	85	aA
<i>Atrazine</i>	2000	19	bD	46	aC
<i>Glyphosate</i> + <i>atrazine</i>	960 + 2000	59	bC	85	aA
<i>Nicosulfuron</i>	40	78	aB	54	bC
<i>Glyphosate</i> + <i>nicosulfuron</i>	960 + 40	85	aAB	75	bAB
CV(%)		7,69			

¹Gramas de ingrediente ativo ou equivalente ácido por hectare; ² médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; letras maiúsculas representam a comparação de cada tratamento dentro das épocas de aplicação (0 e 7 DAC), enquanto que, letras minúsculas representam cada época de aplicação dentro dos tratamentos

Na última avaliação realizada aos 28 DAA, o efeito dos herbicidas aplicados no dia do corte continuou mais pronunciado em relação aos 7 DAC (Tabela 5.5). Os melhores tratamentos foram, em ordem decrescente de eficiência, *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D, 2,4-D, *glyphosate* + *chlorimuron*, *glyphosate* + *nicosulfuron* e *chlorimuron* quando aplicados aos 0 DAC. Aos 7 DAC, observou-se a consistência no controle de rebrota da buva para os três melhores tratamentos, *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D e 2,4-D, sendo muito interessante o efeito apresentado pelo tratamento *glyphosate* + *atrazine* que evoluiu de 78% aos 14 DAA para 94% aos 28 DAA (Tabelas 5.3 e 5.5). Herbicidas a base de *atrazine* são capazes de controlar, por ação de contato, plantas daninhas dicotiledôneas em pós-emergência inicial (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Tal fato, associado à emissão de novas gemas, pode explicar o incremento no controle da rebrota da buva quando a *atrazine* foi aplicada aos 7 DAC.

Tabela 5.5 – Desdobramento da interação entre os fatores para a porcentagem de controle de *Conyza bonariensis* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas realizados aos 0 e 7 dias após o corte (DAC)

Tratamento	Dose e.a/i.a ¹	Controle (%) 28 DAA ²			
		0 DAC		7 DAC	
Testemunha sem aplicação	-	0	aE	0	aE
<i>Chlorimuron</i>	20	86	aAB	74	bBC
<i>Glyphosate</i> + <i>chlorimuron</i>	960 + 20	93	aAB	84	aAB
<i>Diclosulam</i>	25,2	84	aAB	75	aBC
<i>Glyphosate</i> + <i>diclosulam</i>	960 + 25,2	99	aA	86	bAB
2,4-D	480	98	aA	86	bAB
<i>Glyphosate</i> + 2,4-D	960 + 480	99	aA	91	aA
<i>Atrazine</i>	2000	26	bD	63	aCD
<i>Glyphosate</i> + <i>atrazine</i>	960 + 2000	60	bC	94	aA
<i>Nicosulfuron</i>	40	81	aB	51	bD
<i>Glyphosate</i> + <i>nicosulfuron</i>	960 + 40	88	aAB	79	aAB
CV(%)		8,82			

¹Gramas de ingrediente ativo ou equivalente ácido por hectare; ² médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; letras maiúsculas representam a comparação de cada tratamento dentro das épocas de aplicação (0 e 7 DAC), enquanto que, letras minúsculas representam cada época de aplicação dentro dos tratamentos

Além do efeito da época de aplicação (0 DAC vs 7 DAC) ter afetado a eficiência dos tratamentos herbicidas, observou-se que a maioria dos herbicidas apresentaram incremento no nível de controle da rebrota da buva quando associados ao *glyphosate*, independentemente da época de aplicação, mesmo sendo semelhantes estatisticamente. Constantin et al. (2013) relatam que a associação do *glyphosate* a outros herbicidas melhora consideravelmente o desempenho dos demais, dando destaque inclusive para a melhora no controle da buva. Karan et al. (2010), ao avaliarem o efeito de herbicidas, associados ou não, no controle pós-emergente da *C. bonariensis*, verificaram que o *glyphosate* associado ao 2,4-D, *chlorimuron* ou *atrazine* proporcionaram controle excelente. Resultado semelhante foi observado por Oliveira Neto et al. (2010) ao verificarem que as associações de *glyphosate* + 2,4-D + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D + *chlorimuron* e *glyphosate* + 2,4-D + metribuzin apresentaram excelente atividade residual no manejo outonal de buva em todas as condições avaliadas. Ainda, Moreira et al. (2010) também constataram que a *atrazine* associada ao *glyphosate* resultou em controle adequado de *C. bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao *glyphosate*.

Por fim, a Tabela 5.6 apresenta o desdobramento da interação para a variável massa seca acumulada pelas plantas rebrotadas de buva aos 28 DAA. Observou-se correlação positiva com as porcentagens de controle visual, sendo que nas maiores

médias de acúmulo de massa seca ocorreram nos tratamentos com menores níveis de controle (*atrazine* a 0 DAC e *nicosulfuron* aos 7 DAC). Além disso, observou-se que, em média, os maiores acúmulos de massa seca ocorreram quando a aplicação foi realizada aos 7 DAC. Provavelmente, o processo de lignificação na região da planta que sofreu o corte pode ter reduzido a área de contato e/ou absorção dos herbicidas.

Tabela 5.6 – Desdobramento da interação entre os fatores para massa seca acumulada pela parte aérea de *Conyza bonariensis* aos 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas realizados a 0 e 7 dias após o corte (DAC)

Tratamento	Dose e.a/i.a ¹	Massa seca (g.planta ⁻¹) ²			
		0 DAC		7 DAC	
Testemunha sem aplicação	-	6,66	bA	7,14	bA
<i>Chlorimuron</i>	20	0,98	aB	1,54	aC
<i>Glyphosate</i> + <i>chlorimuron</i>	960 + 20	0,99	aB	1,20	aC
<i>Diclosulam</i>	25,2	1,00	aB	1,40	aC
<i>Glyphosate</i> + <i>diclosulam</i>	960 + 25,2	0,80	aB	0,90	aC
2,4-D	480	0,92	aB	1,49	aC
<i>Glyphosate</i> + 2,4-D	960 + 480	0,88	aB	1,31	aC
<i>Atrazine</i>	2000	2,18	aB	1,33	aC
<i>Glyphosate</i> + <i>atrazine</i>	960 + 2000	1,29	aB	1,21	aC
<i>Nicosulfuron</i>	40	1,38	bB	3,23	bB
<i>Glyphosate</i> + <i>nicosulfuron</i>	960 + 40	0,83	aB	1,21	aC
CV(%)		34,3			

¹Gramas de ingrediente ativo ou equivalente ácido por hectare; ² médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; letras maiúsculas representam a comparação de cada tratamento dentro das épocas de aplicação (0 e 7 DAC), enquanto que, letras minúsculas representam cada época de aplicação dentro dos tratamentos

5.4 Conclusões

A eficiência dos herbicidas *chlorimuron*, *diclosulam*, 2,4-D e *nicosulfuron*, associados ou não ao *glyphosate*, no controle da rebrota da buva foi maior quando aplicados no mesmo dia do corte das plantas do que 7 dias após.

Na avaliação final, os tratamentos herbicidas com controle acima de 85% quando aplicados no mesmo dia do corte, foram *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D, 2,4-D, *glyphosate* + *chlorimuron*, *glyphosate* + *nicosulfuron* e *chlorimuron* e aos 7 dias após o corte, *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D e 2,4-D e *glyphosate* + *atrazine*.

Referências

- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Editora Omnipax, 2013. 104 p.
- DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; RAIMONDI, M.A. Histórico da infestação de buva resistente a herbicidas no mundo e no Brasil. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Editora Omnipax, 2013. cap. 2, p. 5-10.
- FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analysing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N.D. **Research methods in weed science**. 3rd ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.
- GOMES JR., F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.
- KARAM, D.; SILVA, J.A.A.; GAZZIERO, D.C.L.; VARGAS, L. Manejo químico de buva (*Conyza bonariensis*) pelo o uso de herbicidas isolados e em mistura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto, 2010. 1 CD-ROM.
- MOREIRA, M.S.; MELO, M.S.C.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao herbicida *glyphosate*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.
- OLIVEIRA JR., R.S.; GUERRA, N.; OSIPE, J.P.; FRANCHINI, L.H.M.; ADEGAS, F. S.; OSIPE, R. Herbicidas registrados para uso e resultados de pesquisa. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. **Buva**: fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Editora Omnipax, 2013. cap. 7, p. 65-90.
- OLIVEIRA NETO, A.M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; GUERRA, N.; DAN, H.A.; BLAINSKI, E.; RAIMONDI, M.A.;FRANCHINI, L.H.M.;GEMELLI, A.; MARTINI, P.E. Associação *glyphosate*+2,4-D com herbicidas residuais no manejo outonal de *Conyza spp.* em diferentes regiões do estado do Paraná. In:CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto, 2010. 1 CD-ROM.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.
- YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da qualidade de luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 737-743, 2011.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A buva é uma planta daninha que tem assumido importância crescente, safra após safra, no Brasil. Tal fato é verdadeiro diante do número de pesquisas realizadas com o objetivo de aprimorar as estratégias adotadas para seu manejo. A presente pesquisa mostra que, dependendo do ambiente agrícola ela germina, cresce e se desenvolve de forma diferenciada. Em Santa Cruz das Palmeiras, SP, a germinação e emergência da buva ocorre de forma escalonada, sendo mais concentrada no final do verão e início da primavera e a precipitação e a presença de pouca cobertura vegetal no solo parecem exercer mais influência que a temperatura. Em Não-Me-Toque, RS, o fluxo de emergência é mais concentrado no inverno, quando a precipitação não é fator limitante e a temperatura apresenta maiores oscilações ao longo do ano, sendo a germinação e emergência favorecidas por temperaturas mais baixas. Plantas de buva que germinam na época mais fria do ano apresentam desenvolvimento inicial mais lento, com acúmulo de biomassa mais intenso e concentrado em torno dos 90-104 dias após a semeadura; plantas que germinam na primavera também apresentam desenvolvimento inicial lento, porém seu crescimento é mais distribuído ao longo do tempo, sendo os picos de acúmulo aos 80-90 dias após a semeadura. Com isso, em termos de oportunidade de manejo de plantas pequenas de buva, o período da entressafra é momento muito favorável para seu controle, uma vez que até os 60 dias após sua observação no campo essas plantas encontram-se ainda em estádios iniciais de desenvolvimento.

A resistência a herbicidas, principalmente ao *glyphosate*, é fator a ser considerado no manejo integrado. A identificação e caracterização da resistência dos biótipos de buva são etapas importantes no processo, assim como a avaliação da eficiência de herbicidas alternativos ao *glyphosate* em diferentes estádios de desenvolvimento no momentos da aplicação. A eficiência desses herbicidas alternativos é maior em estádios iniciais (até 6 folhas e 10 cm de altura), sendo que para *Conyza bonariensis* os herbicidas *chlorimuron*, *metsulfuron*, *diclosulam*, 2,4-D, *dicamba*, *atrazine*, *glufosinate* e *paraquat* são opções eficazes. Para os estádios mais avançados (mais de 6 folhas e 20 cm de altura) as opções se restringem e doses maiores são exigidas, sendo que a associação com *glyphosate* se mostrou benéfica para *metsulfuron*, *diclosulam* e principalmente para o 2,4-D. Nessa

situação, os herbicidas com ação de contato como *atrazine* (pós-emergência), *glufosinate* e *paraquat* apresentam boa eficiência.

Por fim, em situações em que há plantas de buva adultas mas que, por ocasião de operações como colheita mecanizada ou roçagem, são cortadas rente ao solo, configura-se em uma nova oportunidade de manejo. Nesse caso, os herbicidas alternativos como *chlorimuron*, *diclosulam*, 2,4-D e *nicosulfuron*, associados ou não ao *glyphosate*, apresentam maior eficiência no controle da rebrota da buva quando aplicados no mesmo dia do corte das plantas. Se a aplicação ocorrer 7 dias após o corte, tratamentos como *glyphosate* + *diclosulam*, *glyphosate* + 2,4-D e 2,4-D e *glyphosate* + *atrazine* são opções eficientes.