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

Manejo de capim-amargoso perenizado e tolerante a glyphosate com herbicidas associados ou não a 2,4-D sal de dimetilamina e 2,4-D choline

Guilherme Bacarim Pavan

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

Piracicaba
2018

Guilherme Bacarim Pavan
Engenheiro Agrônomo

Manejo de capim-amargoso perenizado e tolerante a glyphosate com herbicidas associados ou não a 2,4-D sal de dimetilamina e 2,4-D choline

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

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

Piracicaba
2018

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

Pavan, Guilherme Bacarim

Manejo de capim-amargoso perenizado e tolerante a glyphosate com herbicidas associados ou não a 2,4-D sal de dimetilamina e 2,4-D choline / Guilherme Bacarim Pavan. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

63p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Planta daninha 2. *Digitaria insularis* 3. Graminídeas 4. Resistência 5. Rebrotas I. Título

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Rosana Bacarim, e aos meus irmãos Rodolfo Bacarim Pavan e Carolina Bacarim Pavan. Meus espelhos,
minha espada e meu escudo.

AGRADECIMENTOS

- À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.
- A minha mãe, e meus irmãos pelo apoio incondicional.
- Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Victoria Filho, pelo apoio e confiança.
- Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal.
- Aos amigos do grupo PRO-HORT, por me ajudarem de diversas formas ao longo Mestrado, mas principalmente pelas lições e companheirismo. Em especial ao amigo e companheiro de trabalho Henrique Fabricio Placido.
- À secretária do programa de pós-graduação em Fitotecnia Luciane Ap. Lopes Toledo e a secretária do departamento de produção vegetal Maria Celia Rodrigues pela paciência, compreensão e apoio.
- Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida.

EPÍGRAFE

“[...] um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver [...]”

Amyr Klink

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	9
REFERÊNCIAS.....	13
2. LEVANTAMENTO DE POPULAÇÕES DE CAPIM-AMARGOSO COLETADAS NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ.....	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT	15
2.1. INTRODUÇÃO.....	16
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.2.1. COLETA E SELEÇÃO.....	17
2.2.2. CURVAS DOSE RESPOSTA PARA O GLYPHOSATE	18
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
2.4. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS.....	25
3. MANEJO DE CAPIM-AMARGOSO NA ENTRESSAFRA	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT	29
3.1. INTRODUÇÃO.....	30
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.2.1. PRIMEIRA ETAPA	34
3.2.2. SEGUNDA ETAPA	36
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.3.1. EXPERIMENTO A	39
3.3.1. EXPERIMENTO B (PLANTAS ROÇADAS).....	46
3.4. CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	60

RESUMO

Manejo de capim-amargoso perenizado e tolerante a glyphosate com herbicidas associados ou não a 2,4-D sal de dimetilamina e 2,4-D choline

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma planta daninha que ganhou importância no cenário agrícola brasileiro recentemente, decorrente da dificuldade natural de se controlar essa espécie de planta daninha e pela descoberta de populações resistentes ao glyphosate. Esse trabalho teve o objetivo de estudar os níveis de resistência apresentados por populações de capim-amargoso dos estados do Paraná e São Paulo e avaliar o controle proporcionado por aplicações de herbicidas associados ou não a duas formulações de 2,4-D, em plantas perenizadas adultas e após roçada mecânica. No primeiro experimento foram coletadas populações de capim-amargoso em quinze áreas nos estados do Paraná e São Paulo. Foi feita a aplicação de 8 doses crescentes de glyphosate (0; 67,5; 135; 270; 540; 1080; 2160 e 4320 g e.a.ha⁻¹) em 5 repetições para a obtenção da curva de dose resposta. Os dados de controle foram submetidos ao modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico para determinação dos parâmetros das curvas de dose-resposta, em seguida foi determinado o fator de resistência para cada população. No segundo e terceiro experimentos foi avaliada a eficácia de controle de capim-amargoso através de 31 associações entre os herbicidas glyphosate, 2,4-D dimethylamine, 2,4-D choline, haloxyfop, clethodim, glufosinate, em plantas perenizadas adultas e após roçada mecânica a 20cm. Existe um cenário de evolução nos casos de resistência de capim-amargoso ao herbicida glyphosate nos estados de São Paulo e Paraná. Grande parte das populações estudadas apresentaram algum nível de resistência ao glyphosate, mas em maioria (67%) baixa resistência. No entanto, a constatação de populações com fatores de resistência muito altos serve como alerta para a necessidade do uso do manejo integrado de plantas daninhas, buscando usar boas práticas agrícolas para que as populações que ainda apresentam baixo nível de resistência não atinjam esse mesmo patamar. É possível afirmar que o controle de plantas adultas de capim-amargoso resistente ao glyphosate é facilitado com a roçada mecânica, podendo atingir resultados semelhantes ao controle das plantas não roçadas, com uma aplicação sequencial. Existem diversas combinações de associações e aplicações sequenciais entre glyphosate, haloxyfop, clethodim e glufosinate, em associação ou não com 2,4-D colina e 2,4-D dimetilamina, capazes de proporcionar controle superior a 90% em plantas de capim-amargoso, roçadas ou não. Independente do tratamento algumas plantas sofreram rebrota, sendo a intensidade dessa importante na ocasião da aplicação sequencial. É recomendado que esse parâmetro seja observado com cautela para tomada de decisão correta, principalmente no caso de roçada mecânica das plantas, prévia a aplicação de herbicidas. Foi possível observar que a nova formulação de 2,4-D colina possui comportamento similar ao 2,4-D dimetilamina em relação a possíveis antagonismos em associações com graminicidas. Isso indica que os conhecimentos anteriores servem como uma boa referência para uso da nova formulação enquanto novos estudos são desenvolvidos.

Palavras-chave: Planta daninha; *Digitaria insularis*; Graminicidas; Resistência; Rebrotas; 2,4-D

ABSTRACT

Perennial and glyphosate-tolerant sourgrass management with herbicides associated or not with 2,4-D dimethylamine salt and 2,4-D choline

The sourgrass (*Digitaria insularis*) is a weed that has gained importance in the Brazilian agricultural scene recently, due to the natural difficulty to control this species of weed and the discovery of populations resistant to glyphosate. The objective of this work was to study the resistance levels of sourgrass populations in the states of Paraná and São Paulo, and to evaluate the control provided by herbicides applications associated or not with two 2,4-D formulations in perennial plants and after mechanical mowing. In the first experiment, sourgrass populations were collected in fifteen areas in the states of Paraná and São Paulo. Eight growing doses of glyphosate (0, 67.5, 135, 270, 540, 1080, 2160 and 4320 g a.a.ha⁻¹) were applied in 5 replicates to obtain the dose response curve. The control data were submitted to the log-logistic nonlinear regression model to determine the parameters of the dose-response curves, after the resistance factor for each population was determined. In the second and third experiments, was evaluated the effectiveness of sourgrass control through 31 associations between herbicides glyphosate, 2,4-D dimethylamine, 2,4-D choline, haloxyfop, clethodim, glufosinate, in adult perennial plants and after mowing at 20cm. There is a scenario of evolution in the cases of sourgrass resistance to glyphosate herbicide in the states of São Paulo and Paraná. Most of the populations studied showed some resistance to glyphosate, but most (67%) low resistance. However, the observation of populations with very high resistance factors serves as an alert to the need of using integrated weed management, seeking to use good agricultural practices, so that populations that still have a low resistance level do not reach this high level. It is possible to affirm that the control of adult plants of sourgrass resistant to glyphosate is facilitated with the mechanical mowing, being able to reach results similar to the control of the non-cropped plants, with a sequential application less. There are several combinations of sequential applications and associations between glyphosate, haloxyfop, clethodim and glufosinate, in association or not with 2,4-D choline and 2,4-D dimethylamine, capable of providing superior control to 90% in sourgrass plants, mowed or not. Regardless of the treatment, some plants regrowth, where the intensity is important at the occasion of the sequential application. It is recommended that this parameter get observed with caution for correct decision making, especially in the case of mechanical mowing of the plants, prior to the application of herbicides. It was possible to observe that the new formulation of 2,4-D choline has similar behavior to 2,4-D dimethylamine in relation to possible antagonisms in combinations with graminicides. This indicates that prior knowledge serves as a good reference for use of the new formulation while new studies are developed.

Keywords: Weed; *Digitaria insularis*; Graminicides; Resistance; Regrowth; 2,4-D

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção e exportação de diversos produtos de origem agropecuária. Em 2016 assumiu o primeiro lugar como produtor e exportador de café, açúcar, etanol e suco de laranja (BRASIL, 2016). Além disso, quando comparado a outros setores, “commodities” agrícolas são os principais produtos da pauta de exportação, contribuindo significativamente para o saldo positivo da balança comercial do país (KAWANO et al., 2012).

No ano de 2017, as exportações brasileiras do agronegócio foram de US\$ 96,01 bilhões, o que representa um crescimento de 13% em relação a 2016. No período, o setor foi contribuiu em 44,1% do total das vendas externas do Brasil. Por conta do crescimento no valor exportado sobre o das importações, o saldo da balança do setor foi superavitário em US\$ 81,86 bilhões, um incremento frente aos US\$ 71,31 bilhões do ano anterior. Esse resultado representou o segundo maior saldo da balança do agronegócio da história do Brasil, inferior apenas ao registrado em 2013 (R\$ 82,91 bilhões) (BRASIL, 2018). A combinação das produções de milho e soja é estimada em mais de 202.000 milhões de toneladas para a safra 17/18 (CONAB, 2018).

Os autores Barros e Barros (2005) destacam quais os principais fatores encontrados no Brasil, responsáveis pelo bom desempenho do agronegócio, sendo esses: terra abundante e a baixo custo; sistema de integração lavoura-pecuária; escala; baixo risco climático nas áreas de Cerrado; tecnologia; capital humano; diversificação de produto; boa oferta de água; sistema de agronegócio sofisticado; duas safras ao ano; pesquisa; rentabilidade e inovação. Particularmente os dois últimos itens apontados pelos autores estão intimamente relacionados ao tema deste trabalho, o manejo de plantas daninhas.

Em 1967 a Weed Science Society of America definiu planta daninha como “uma planta onde ela não é desejada” (BUCHHOLTZ, 1967), vinte e dois anos depois essa definição foi alterada para “qualquer planta que seja ofensiva ou interfira nas atividades ou bem-estar do homem” (HUMBURG, 1989; VENCILL, 2002). Outro conceito amplo de planta daninha é o proposto por SHAW (1982), que as descreve como “toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada”. Existem aproximadamente 250.000 espécies de plantas no mundo, sendo que aproximadamente 8000 (3%) delas se comportam com plantas daninhas, e apenas 200 dessas 8000 são problemas sérios em cultivos agrícolas (LINGENFELTER; HARTWIG, 2013).

As plantas daninhas competem com a cultura diretamente por luz, água e nutrientes (PIMENTEL et al., 2001). No entanto, a competição não é o único fator responsável. O conceito que melhor define essa influência é o de “interferência”, composto pelos diversos fatores bióticos atuantes sobre as plantas cultivadas, seu desenvolvimento e produtividade, cujos efeitos negativos observados estão ligados à presença das plantas daninhas (PITELLI, 1985). Os efeitos decorrentes dessa interferência sobre características de plantas cultivadas podem comprometer o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e afetar os componentes da produtividade de grãos (LAMEGO et al., 2004).

A competição de capim-amargoso com a cultura da soja pode causar de 23 a 44% de redução na produção de soja, sendo respectivamente para convivência com uma a três plantas e quatro a oito plantas (GAZZIERO et al., 2012).

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma planta daninha que ganhou importância no cenário agrícola brasileiro recentemente, decorrente da dificuldade natural de se controlar essa espécie e pela descoberta de biótipos resistentes ao glyphosate (GRIGOLLI; LOURENÇÃO, 2016). Atualmente o capim-amargoso é a espécie de planta daninha de difícil controle que mais merece atenção dos produtores de soja e milho, que têm aumentado de importância no sistema de sucessão soja-milho safrinha (LICORINI et al., 2015).

Estudo realizado pela Embrapa nas principais regiões produtoras do país concluiu que os custos de produção em cultivos de soja onde estão presentes plantas daninhas resistentes ao glyphosate podem aumentar, em média, entre 42% e 48% para as infestações isoladas de buva e de azevém, respectivamente e até 165% se houver capim-amargoso resistente. Onde são encontradas infestações conjuntas de buva e capim-amargoso o aumento médio é de 222% (ADEGAS et al., 2017).

A espécie *Digitaria insularis* é uma planta com porte herbáceo e ereto, medindo entre 0,5 e 1,50 m de altura. Se reproduz tanto por sementes quanto por rizomas, resultando na formação de touceiras e perenização da plantas (LORENZI, 2000). Os rizomas normalmente são formados de 35 a 40 dias após a emergência da planta (MACHADO et al., 2006). As sementes apresentam alto percentual germinativo e são do tipo cariopse e recobertas por “pelos”, estruturas que ajudam na disseminação das sementes à grandes distâncias, principalmente pelo vento (KISSMANN; GROTH, 1997). O que se comprova pela constatação de que o capim-amargoso hoje infesta quase todas as regiões produtoras agrícolas do país (LOPEZ-OVEJERO et al. 2017). A inflorescência é classificada como panícula ramificada e em formato de espiga, podendo atingir até 30 cm de comprimento, em posição terminal de

longas hastes. Cada panícula é constituída de 20 a 50 espigas (KISSMANN; GROTH, 1997; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).

As plantas de *Digitaria insularis* são particularmente problemáticas por conta de suas características agressivas, que fazem com que a planta seja capaz de se adaptar e sobreviver em ambientes com diversas limitações ao seu crescimento e ao desenvolvimento (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

O capim-amargoso foi registrado na plataforma “Pesquisa internacional de plantas daninhas resistentes a herbicidas” como planta daninha resistente ao glyphosate pela primeira vez no Paraguai, em 2006, logo em seguida foi registrado um biótipo resistente também no Brasil, em 2008 (HEAP, 2018). Desde então diversos autores relataram populações dessa espécie resistentes ao glyphosate. O manejo de plantas daninhas através de herbicidas é crescente atualmente em todas as condições agrícolas e não agrícolas, sendo um dos métodos mais eficientes e, em diversas situações, o mais econômico (DEUBER, 2003; VICTÓRIA FILHO, 2003).

Esse trabalho teve o objetivo estudar os níveis de susceptibilidade apresentados por populações de capim-amargoso dos estados do Paraná e São Paulo e avaliar o controle proporcionado por aplicações dos herbicidas glyphosate (Roundup Original®), haloxyfop (Verdict Max®), clethodim (Select® 240 EC), glufosinate (Finale®) associados ou não a duas formulações de 2,4-D (DMA® 806 BR e Enlist™).

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; SILVA, A. F. da; AGOSTINETTO, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 12p. (Folhetos)
- BARROS, J. R. M.; BARROS, A. L. M. A geração de conhecimento e o sucesso do agronegócio brasileiro. Revista de Política Agrícola, Ano XIV, n. 4, p. 5-14, out.-dez./2005.
- BRASIL - Ministério da Agricultura. Estatísticas. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>>. Acesso em: 27 Jun. 2016.
- BRASIL - Ministério da Agricultura. Estatísticas. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/superavit-de-us-81-86-bilhoes-do-agronegocio-foi-o-segundo-maior-da-historia>>. Acesso em: 16 Jan. 2018.
- BRIGHENTI, A. M; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, 2011. p.09
- BUCHHOLTZ, K.P. 1967. Report of the terminology committee of the Weed Science Society of America. Weeds 15:388–389.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 Jan. 2018.
- DEUBER, R. Ciência das plantas infestantes – fundamentos. Jaboticabal: Funep. 452p. 2003.
- GRIGOLLI, J.F.J. ; LOURENÇÃO, A. L. F. . Manejo das plantas daninhas no milho safrinha. In: LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; GITTI, D. G. (Org.). Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno 2016. 1ed. Curitiba: Midiograf, 2016, v. , p. 99-117.
- GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; FORNAROLLI, D.; VARGAS, L.; ADEGAS, F. S. Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28, 2012, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SPCD, 2012. p.345-350.
- KAWANO, B.R., MORES, G.V., SILVA, R.F., CUGNASCA, C.E. Estratégias para Resolução dos Principais Desafios da Logística de Produtos Agrícolas Exportados pelo Brasil. Revista de Economia e Agronegócio, v. 10, n. 1, p. 71-88, 2012.
- KISSMANN, K.G. *Digitaria insularis*. In: KISSMANN, K.G. Plantas infestantes e nocivas, v.1. São Paulo: BASF, 1997. p.510-513.
- LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja: II. Resposta de variáveis de produtividade. Planta Daninha, v. 22, n. 4, p. 491-498, 2004.

LICORINI, L. R.; GANDOLFO, M.; SORACE, M.; OSIPE, R.; COSSA, C.; OSIPE, J. Identificação e controle de biótipos resistentes de *Digitaria insularis* (L.) Fedde ao glyphosate. Revista Brasileira de Herbicidas, Londrina, v. 14, n. 2, p. 148-154, 2015.

LINGENFELTER, D. D.; HARTWIG, N. L. Introduction to weeds and herbicides. Produced by Ag Communications and Marketing, Universidade estadual da Pennsylvania, 2013. 27p.

LOPEZ OVEJERO, R. F.; TAKANO, H. K.; NICOLAI, M.; FERREIRA, A.; MELO, M. S. C.; CAVENAGHI, A. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OLIVEIRA, R. S. Frequency and dispersal of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across brazilian agricultural production areas. Weed Science, New York, Cambridge University Press (CUP), v. 65, n. 2, p. 285-294, 2017.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 608, 2000.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão. Campinas: FMC, 2010. 642 p.

PIMENTEL, D., MCNAIR, S., JANECKA, J., WIGHTMAN, J., SIMMONDS, C., O'CONNELL, C., WONG, E., RUSSEL, L., ZERN, J., AQUINO, T., TSOMONDO, T. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. Agriculture Ecosystem and Environment, 84: 1–20, 2001.

PITELLI, R. A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. Informe Agropecuária, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. Weed science, 30 (supl. 1): 2-12, 1982.

VENCILL, W.K. (Ed.) 2002. Herbicide handbook, 8th ed. Weed Science Society of America. Lawrence, KS. 493p.

VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. (eds.) O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: UFV, p.317-371, 2003.

2. LEVANTAMENTO DE POPULAÇÕES DE CAPIM-AMARGOSO COLETADAS NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ

Resumo

Métodos de monitoramento são essenciais dentro de uma estratégia de manejo integrado de plantas daninhas, onde estudos de monitoramento de resistência podem ser usados para relacionar métodos de controle de plantas daninhas resistentes específicos para cada situação ou região. Esse trabalho teve o objetivo estudar os níveis de resistência apresentados por populações de capim-amargoso dos estados do Paraná e São Paulo e avaliar o controle proporcionado por aplicações de herbicidas associados ou não a duas formulações de 2,4-D, em plantas perenizadas adultas e após roçada mecânica. Foram coletadas populações de capim-amargoso em quinze áreas nos estados do Paraná e São Paulo. Foi feita a aplicação de 8 doses crescentes de glyphosate (0; 67,5; 135; 270; 540; 1080; 2160 e 4320 g e.a.ha⁻¹) em 5 repetições para a obtenção da curva de dose resposta. Os dados de controle foram submetidos ao modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico para determinação dos parâmetros das curvas de dose-resposta, em seguida foi determinado o fator de resistência para cada população. Existe um cenário de evolução nos casos de resistência de capim-amargoso ao herbicida glyphosate nos estados de São Paulo e Paraná. Grande parte das populações estudadas apresentaram algum nível de resistência ao glyphosate, mas em maioria (67%) baixa resistência. No entanto, a constatação de populações com fatores de resistência muito altos serve como alerta para a necessidade do uso do manejo integrado de plantas daninhas, buscando usar boas práticas agrícolas para que as populações que ainda apresentam baixo nível de resistência não atinjam esse mesmo patamar.

Palavras-chave: Dose-resposta; glyphosate; Monitoramento; Resistência; *Digitaria insularis*

Abstract

Monitoring methods are essential within an integrated weed management strategy, where resistance monitoring studies can be used to relate specific weed control methods to each situation or region. The objective of this work was to study the resistance levels presented by sourgrass populations in the states of Paraná and São Paulo and to evaluate the control provided by herbicide applications associated or not with two 2,4-D formulations, in adult perennial plants and after mechanical mowing. Sourgrass populations were collected in fifteen areas in the states of Paraná and São Paulo. Eight growing doses of glyphosate (0, 67.5, 135, 270, 540, 1080, 2160 and 4320 g a.a.ha⁻¹) were applied in 5 replicates to obtain the dose response curve. The control data were submitted to the log-logistic nonlinear regression model to determine the parameters of the dose-response curves, after the resistance factor for each population was determined. There is a scenario of evolution in the cases of sourgrass resistance to glyphosate herbicide in the states of São Paulo and Paraná. Most of the populations studied showed some resistance to glyphosate, but most (67%) low resistance. However, the observation of populations with very high resistance factors serves as an alert for the need to use integrated weed management, seeking to use good agricultural practices so that populations that still have a low resistance level do not reach these high levels.

Keywords: Dose-response; glyphosate; Monitoring; Resistance; *Digitaria insularis*

2.1. Introdução

O glyphosate é um dos herbicidas mais importantes no mundo, há diversos anos é usado no controle de plantas daninhas anuais ou perenes em diversos sistemas de produção (FAIRCLOTH et al., 2001; BLACKSHAW; HARKER, 2002). Seu uso segue aumentando por conta da crescente adoção de culturas transgênicas tolerantes ao herbicida, associado à facilidade de seu uso, pois este apresenta baixa toxicidade, baixo custo, amplo espectro de controle, rápida adsorção no solo (VELINI et al., 2009), ajustável a diferentes estádios de desenvolvimento das espécies daninhas alvo e baixa volatilidade (WEBSTER E SONOSKIE, 2010)

No mundo hoje existem 1035 casos reportados de plantas daninhas resistentes a herbicidas (HEAP, 2018). Dentre as espécies com resistência ao glyphosate no Brasil, o capim-amargoso tem sido o principal problema, devido à sua grande capacidade de sobreviver e multiplicar-se em ambientes dificultando seu controle (MACHADO et al., 2006).

A relação entre a dose do herbicida e a resposta da planta é muito importante para a compreensão da eficácia do herbicida e seu mecanismo de ação. A função de dose-resposta visa determinar e medir a sensibilidade da planta ao herbicida, sendo que mudanças nessa sensibilidade alteram consequentemente a função. Plantas que adquirem resistência a um herbicida apresentam menor sensibilidade, então sua função dose-resposta difere da função de uma planta suscetível da mesma espécie (HRAC, 1999).

Burgos et al. (2013) propõem que para estudar a resistência de uma espécie de planta daninha pela primeira vez, deve-se conduzir um experimento para determinação da curva de dose-resposta da planta resistente em relação a um padrão suscetível, para que seja encontrada a intensidade da resistência e a dose discriminatória. Com a obtenção das curvas de dose-resposta é possível calcular as doses responsáveis pela redução de 50% da variável dependente, sendo essa o controle (C50) ou a redução do crescimento (GR50) das populações resistentes e suscetível, o que permite quantificar o nível de resistência (SEEFELDT et al., 1995; STREIBIG et al., 1998). Esse nível é representado pelos fatores de resistência (FRs) das populações coletadas, a partir dos quais se pode classificar a resistência como baixo ou alto nível (GAZZIERO et al., 2008). Essa informação suporta decisões sobre as estratégias preventivas e de controle das populações e permite melhor entendimento da forma de evolução da resistência (VIDAL et al., 2007).

Métodos de monitoramento são essenciais dentro de uma estratégia de manejo integrado de plantas daninhas, onde estudos de monitoramento de resistência podem se usados para relacionar métodos de controle de plantas daninhas resistentes específicos para cada situação ou região (SOTERES; PETERSON, 2015).

Lopez-Overejo et al. (2017) demonstrou em seu estudo a importância de um programa de monitoramento de resistência a herbicidas para prevenção do problema, possibilitando esforços focados nos problemas específicos de cada local, chamando a atenção dos afetados regionalmente, levando a um manejo de plantas daninhas melhor na agricultura Brasileira.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os níveis de susceptibilidade ao glyphosate de populações de capim-amargoso coletadas nos estados de São Paulo e Paraná.

2.2. Material e Métodos

2.2.1. Coleta e seleção

As sementes da planta daninha capim-amargoso foram coletadas em quinze áreas (Tabela 1), tanto em áreas onde o seu controle pelo herbicida glyphosate foi considerado ineficaz (escapes) quanto em áreas sem registros de aplicação de glyphosate, nos estados do Paraná e São Paulo. As amostras foram obtidas através das sementes coletadas de pelo menos 20 plantas diferentes em cada localidade, dentro de uma área de no máximo 15 metros quadrados. com a condição de que nenhuma planta estivesse sob efeito de aplicação de herbicidas.

Tabela 1. Identificação, município, estado e coordenadas dos locais de coleta das sementes de capim-amargoso. Piracicaba, 2016.

Identificação	Município	Estado	Uso	Coordenadas
Suscetível	Londrina	PR	Não agrícola	S 23°20'18,14" - O 51°12'43,16"
Maringá	Maringá	PR	Não agrícola	S 23°23'03,90" - O 51°55'00,00"
Iguaraçu	Iguaraçu	PR	Soja/Milho	S 23°13'59,11" - O 51°51'45,71"
Uraí	Uraí	PR	Soja/Milho	S 23°16'02,56" - O 50°48'00,00"
Francisco Alves	Francisco Alves	PR	Soja/Milho	S 24°07'57,20" - O 53°51'17,50"
Assis Chateaubriand	Assis Chateaubriand	PR	Soja/Milho	S 24°25'37,50" - O 53°31'58,00"
São Pedro	São Pedro	SP	Laranja	S 22°34'00,13" - O 48°34'42,97"
Salto Grande	Salto Grande	SP	Mandioca	S 22°51'09,81" - O 49°59'12,27"
Pedrinhas A	Pedrinhas Paulista	SP	Cana-de-açúcar	S 22°50'37,30" - O 50°42'55,50"
Pedrinhas B	Pedrinhas Paulista	SP	Soja/Milho	S 22°46'40,80" - O 50°46'53,50"
Jaboticabal	Jaboticabal	SP	Soja/Milho	S 21°14'48,60" - O 48°16'54,70"
Araras A	Araras	SP	Pousio	S 22°25'20,90" - O 47°16'34,30"
Araras B	Araras	SP	Pousio	S 22°26'30,70" - O 47°16'55,20"
Piracicaba	Piracicaba	SP	Soja	S 22°41'24,60" - O 47°38'34,20"
Matão	Matão	SP	Laranja	S 21°36'17,00" - O 48°26'13,30"

2.2.2. Curvas dose resposta para o glyphosate

O experimento de curvas de dose-resposta foi realizado para avaliar o nível de resistência das populações coletadas ao herbicida glyphosate. Esse experimento foi desenvolvido no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba – SP, durante os anos 2015 e 2016.

As sementes dos materiais coletados foram semeadas em bandejas preenchidas com substrato hortícola, após vinte dias as plantas foram transplantadas para vasos plástico. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação ao longo da condução do ensaio, com irrigação diária, exceto no dia de aplicação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições e oito tratamentos, totalizando 40 parcelas por população. Cada unidade experimental foi constituída por uma planta em um vaso plástico de 0,5 litro.

As doses definidas para obtenção da curva dose-resposta estão descritas na Tabela 2. As proporções foram baseadas na dose de 1,5 litros de glyphosate por hectare, conforme a recomendação de bula do produto Roundup Original® (360g e.a.L⁻¹) para controle de capim-amargoso.

Tabela 2. Doses de glyphosate em gramas de equivalente ácido (g e.a.ha⁻¹) e litros do produto formulado por hectare (L p.c.ha⁻¹) utilizadas no experimento.

Tratamento	Dose*		Proporção em relação a dose recomendada (D)
	(L p.c.ha ⁻¹)	(g e.a.ha ⁻¹)	
1	0	0	0
2	0,1875	67,5	1/8 D
3	0,375	135	1/4 D
4	0,75	270	1/2 D
5	1,5	540	D
6	3	1080	2 D
7	6	2160	4 D
8	12	4320	8 D

*Roundup Original®

A aplicação dos herbicidas ocorreu quando as plantas de capim-amargoso atingiram quatro folhas completamente expandidas. A aplicação foi realizada através de pulverizador costal propelido a CO₂, com pressão constante de 2 BAR (29 PSI), com vazão de 0.48 L. min.⁻¹, equipado com barra contendo 6 pontas de pulverização do tipo leque, da marca Teejet modelo TT 110 015, posicionados a 50 cm do alvo, com velocidade de aplicação de 1 metro por segundo, visando atingir volume de calda de 150 L ha⁻¹.

A avaliação da eficácia de controle proporcionada pela aplicação dos herbicidas foi feita aos 28 dias após a aplicação (DAA). Essa avaliação seguiu o método de escala visual de injúria das plantas, que varia de 0 a 100%, sendo 0% a ausência de sintomas, e 100%, a morte total da planta proposto pela Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à aplicação do teste F pela análise da variância. Após verificada diferença estatística entre os tratamentos, os dados foram submetidos ao modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico, proposto por Knezevic et al. (2007), através do pacote drc do programa R (R statistical software, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; <https://www.R-project.org>). A regressão é representada pela equação abaixo (eq. 1):

$$Y = \frac{d}{1 + \exp[b(\log x - \log e)]} \quad (1)$$

Onde Y é a porcentagem de controle, x é a dose do herbicida (g i.a. ha⁻¹); e “b”, “d” e “e” são parâmetros da curva, sendo que “b” é a declividade da curva, “d” é o limite superior da curva,

e “e” é a dose que resulta em 50% de eficácia de controle. Para este modelo de três parâmetros o limite inferior da curva é zero.

Com os parâmetros calculados, foi determinado o fator de resistência (FR), comparando-se os valores de GR50 do biótipo suscetível aos demais. O fator de resistência é o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% do biótipo resistente é superior à dose que controla 50% do biótipo suscetível (HALL et al., 1998).

Conforme proposto por Gazziero et al. (2008), as respostas das populações foram classificadas como “Alto nível de Resistência”, quando o fator de resistência foi superior a dez e “Baixo nível de resistência”, quando maior que um e menor que dez. Nos casos de baixo nível de resistência também é importante observar quais populações seriam controladas pela dose recomendada no registro do produto. A bula do glyphosate Roundup Original apresenta como dose recomendada para controle de *Digitaria insularis* o correspondente a 540 a 1440 gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a. ha⁻¹), de acordo com o estágio de desenvolvimento (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A dose de 540 gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a. ha⁻¹) seria a recomendada para o estágio das plantas aqui estudadas (estádio inicial de desenvolvimento), no entanto, diversos estudos apontam que essa dose atualmente é ineficaz (ADEGAS et al., 2010; CARVALHO et al., 2011; CORREIA et al., 2010; REINERT et al., 2013; SILVEIRA, 2017). Portanto, adicionalmente ao critério do fator de resistência foram consideradas resistentes somente as populações que apresentaram C80 superior a 960g e.a. ha⁻¹, sendo essa proposta por Melo (2015), após avaliar 686 biótipos.

2.3. Resultados e discussão

Os resultados das regressões dos dados de controle das populações aos 28DAA estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros e fator de resistência resultantes da regressão para cada população estudada. Piracicaba, 2018.

Identificação	Parâmetros		DE (g e.a. ha ⁻¹)		F**	FR***
	b	d	C50*	C80*		
Suscetível	-2,0793	99,2706	333,16	648,93	39,22**	-
Maringá	-1,2277	147,8481	2249,31	6957,41	507,07**	6,75
Iguaraçu	-3,5127	94,7919	1663,43	2468,31	41,56**	4,99
Uraí	-2,5430	63,8000	697,76	1203,54	57,08**	2,09
Francisco Alves	-0,7433	30,8217	2973,35	19194,83	49,24**	8,92
Assis Chateaubriand	-1,1576	1073,6693	43025,95	142498,04	168,41**	129,15
São Pedro	-2,8547	101,0399	1011,19	1643,37	134,95**	3,04
Salto Grande	-2,1795	108,9630	1003,08	1894,84	43,50**	3,01
Pedrinhas A	-6,9885	99,0858	357,73	436,22	998,53**	1,07
Pedrinhas B	-4,2311	76,8309	828,37	1149,52	11,04**	2,49
Jaboticabal	-1,7572	88,1433	1658,14	3649,55	15,76**	4,98
Araras A	-2,2385	101,9350	1159,54	2153,98	108,08**	3,48
Araras B	-1,0911	319,5695	12305,66	43843,31	163,37**	36,94
Matão	-3,5731	52,8781	753,73	1111,00	7,94**	2,26

*C50 e C80 = dose necessária para obter 50% e 80% de controle visual. **Resultado do teste F ***Fator de resistência ao herbicida glyphosate das populações de *Digitaria insularis*, obtido pela divisão do C50 das populações resistentes em relação a população de menor resistência ao glyphosate (suscetível).

A maioria das populações estudadas (67%) apresentou baixa susceptibilidade ao glyphosate, sendo esses: Maringá, Iguaraçu, Uraí, Francisco Alves, São Pedro, Salto Grande, Pedrinhas B, Jaboticabal, Araras A e Matão. Essas populações apresentaram fatores de resistência que variaram de 2,09 a 8,92. A parcela foi um pouco superior ao encontrado por Lopez-Ovejero et al. (2017) em estudo com populações coletadas em 2015, onde 57% das populações foram consideradas resistentes ao glyphosate e 26% suscetíveis.

A população estudada, a espécie de planta daninha avaliada e o período pelo qual a área está sujeita ao processo de seleção que causa a resistência são algumas das variáveis que podem influenciar no fator de resistência (DUKE; POWLES, 2008).

O desenvolvimento de populações de plantas daninhas resistentes ao herbicida glyphosate está relacionado a expansão das culturas resistentes ao glyphosate pelo mundo, decorrente do uso frequente deste herbicida ocorreu maior pressão de seleção dessas populações, um dos fatores mais determinantes no surgimento de plantas-daninhas resistentes (HEAP, 2018; ALBRECHT; ALBRECHT; VICTORIA FILHO, 2013).

Das quinze populações avaliadas, apenas duas se mostraram suscetíveis ao glyphosate, sendo essas Suscetível e Pedrinhas A. É interessante observar que a população Pedrinhas A foi coletado em área de produção de cana-de-açúcar, cultura que não é tolerante

ao glyphosate, portanto esse é utilizado apenas em situações específicas. Além disso, o uso de herbicidas de diferentes mecanismos de ação com efeito em pré-emergência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é muito comum, o que ajuda a evitar o desenvolvimento da resistência. O uso de diversos herbicidas de modos e mecanismos de ação diferentes também contribui para que não ocorra resistência (ZIMDAHL, 2013), o que é evidenciado por não haver casos registrado no Brasil de resistência de nenhuma planta a nenhum herbicida na cultura de cana-de-açúcar (HEAP, 2018).

Todos as populações coletadas em locais onde havia cultivo de soja ou milho apresentaram algum nível de resistência, o que pode ser uma consequência do uso de glyphosate de forma incorreta, considerando que grande parte da área cultivada dessas culturas é de plantas geneticamente modificadas para serem tolerantes ao herbicida (CELERES, 2017). Em áreas onde o herbicida, ou outros herbicidas do mesmo mecanismo de ação, são utilizados por muitos anos consecutivos é maior a probabilidade de seleção de populações resistentes, quando comparado a áreas onde são adotados diferentes métodos de controle e rotação de mecanismos de ação de herbicidas (ZIMDAHL, 2013; OLIVEIRA JR. et al., 2011).

Nessa pesquisa, as populações coletados no estado de São Paulo nos municípios de Matão e Jaboticabal apresentaram fatores de resistência de 2,26 e 4,98. Esses resultados se aproximam dos encontrados por Correia et al. (2010), que encontrou fatores de resistência de 2,4 a 2,6 e de 6,3 a 6,8 para Matão e Jaboticabal (1), respectivamente.

Um resultado que chama atenção é que populações coletadas em áreas próximas geograficamente nem sempre apresentam resistência em níveis próximos. O tipo de fecundação tem efeito na disseminação da resistência, sendo que espécies autógamas tem velocidade de dispersão reduzida, quando comparadas as de fecundação cruzada. Isso acontece pois em plantas autógamas existe mais dificuldade de fluxo gênico entre plantas vizinhas (VIDAL; FLECK, 1997). Melo (2015) estudou a herança genética em *Digitaria insularis*, utilizando como parâmetro de avaliação curva de dose-resposta na progênie F1, obtida a partir do cruzamento entre biótipo suscetível e resistente e concluiu que, apesar de não se saber se o capim-amargoso é uma planta autógama ou alógama, não há fluxo gênico de resistência entre biótipos. Isso dá esperança aos agricultores que combatem o problema da resistência na prática, pois é um indício que mesmo que muitos casos de resistência de *Digitaria insularis* ocorram na região, vale a pena fazer o controle localmente.

Os resultados encontrados indicam que o desenvolvimento da resistência de capim-amargoso ao glyphosate está muito relacionado ao histórico de manejo na localidade de coleta, mas que os resultados não podem ser extrapolados á nível municipal ou regional. Isso fica

evidente pois em populações diferentes coletadas dentro dos municípios de Araras e Pedrinhas Paulista foram observados fatores de resistência muito diferentes. A população Araras B apresentou fator de resistência de 36,94, enquanto o Araras A atingiu apenas 3,48. Em Pedrinhas Paulista (SP) houveram tanto uma população resistente quanto uma suscetível.

As populações Assis Chateaubriand e Araras B foram os únicos que atingiram fator de resistência superior a dez, sendo então classificados como altamente resistente ao glyphosate. Essas são observações importantes, que demonstram a importância do combate a resistência, visto a dose de 142,5 kg de e. a. ha⁻¹ estimada para atingir o controle de 80% da população Assis Chateaubriand. Em casos como esse onde o manejo da resistência é tão negligenciado o agricultor acaba perdendo essa importante ferramenta e é obrigado a recorrer a métodos trabalhosos e onerosos para resolver o problema.

Licorini et al. (2015) realizou estudo semelhante a este com populações coletadas nas cidades paranaenses Cascavel, Palotina, Maringá e Santa Mariana e verificou fatores de resistência de 6,26 a 16,88. Os autores concluíram que no estado do Paraná já é frequente a ocorrência de populações de *Digitaria insularis* resistentes ao herbicida glyphosate, resultados que corroboram com os aqui verificados.

2.4. Conclusão

Existe um cenário de evolução nos casos de resistência de capim-amargoso ao herbicida glyphosate nos estados de São Paulo e Paraná. Grande parte das populações estudadas apresentaram algum nível de resistência ao glyphosate, mas em maioria (67%) baixa resistência. No entanto, a constatação de populações com fatores de resistência muito altos serve como alerta para a necessidade do uso do manejo integrado de plantas daninhas, buscando usar boas práticas agrícolas para que as populações que ainda apresentam baixo nível de resistência não atinjam esse mesmo patamar.

Muito se discute sobre novas formas de manejar o capim-amargoso resistente ao glyphosate, mas é preciso que se observe o valor do monitoramento da resistência como complemento. O monitoramento fornece dados importantes sobre a real intensidade do problema, servindo como uma ferramenta para tomada de decisão quanto a qual método, dentro de um manejo integrado, será mais eficiente em cada localidade e situação. É sugerido que sejam feitos novos estudos que esclareçam a biologia da reprodução de *Digitaria insularis*, para

que se possa entender melhor a possibilidade ou não da transferência da resistência entre populações.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; OSIPE, R. Diagnóstico da existência de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010. Ribeirão Preto, SP. Resumos expandidos... Ribeirão Preto: SBCPD, n.162, 2010.

ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; VICTORIA FILHO, R. Soja RR e o Glyphosate. In: ALBRECHT, L.P.; MISSIO, R.F. Manejo de cultivos transgênicos, Curitiba: UFPR, 2013. cap. 2. p. 25 a 45.

BLACKSHAW, R. E.; HARKER, K. N. Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technology, v.16, p.885- 892, 2002.

BURGOS, N.R.; TRANEL, P.J.; STREIBIG, J.A.; DAVIS, V.M.; SHANER, J.L.; NORSWORTHY, J.K.; RITZ, C. Review: confirmation of resistance to herbicides and evolution of resistance levels. Weed Science, Lawrence, v. 61, n. 1, p. 4-20, 2013.

CÉLERES. Informativo biotecnologia. Uberlândia, 2011. Disponível em: <http://celeres.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2012/12/RelBiotecBrasil_1103.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CÉLERES. Informativo biotecnologia. Uberlândia, 2017. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adocao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/#>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CORREIA, N. M., LEITE, G. J., GARCIA, L. D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. Planta Daninha, Viçosa, v. 28, n. 4, p.769-776, 2010. HEAP, I. The international survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: www.weedscience.com. Acesso em: 10 jan. 2018.

DUKE, S.O.; POWLES, S.B. Glyphosate: a once in a century herbicide. Pest Management Science, West Sussex, v. 64, n.4, p. 319-325, 2008.

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.

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

HUMBURG, N. E. (Ed.) 1989. Herbicide handbook, 6th ed. Weed Science Society of America, Champaign, IL. 301p.

HRAC- Herbicide Resistance Action Committee. Detecting herbicide resistance: Guidelines for conducting diagnostic tests and interpreting results. 1999. <http://www.hracglobal.com/pages/detectingherbicideresistance.aspx>. Acesso em: 05 Dez 2017.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR., R. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R. S; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*, Curitiba: Omnipax, 2011. p. 193-214.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. Tomo I. 825 p.

KNEZEVIC, S.Z.; STREIBIG, J.C.; RITZ, C. Utilizing R software for dose-response studies: the concept and data analysis. *Weed Technology*, Lawrence, v. 21, p. 840- 848, 2007.

LOPEZ-OVEJERO, R. F.; TAKANO, H. K.; NICOLAI, M.; FERREIRA, A.; MELO, M. S. C.; CAVENAGHI, A. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OLIVEIRA, R. S. Frequency and dispersal of glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations 6 across Brazilian agricultural production areas. *Weed Science*, 65: 285–294, 2017.

MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; FIALHO, C.M.T.; TUFFI SANTOS, L.D.; MACHADO, M.S. Análise do crescimento de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MELO, M. S. C. Alternativas de controle, acúmulo de chiquimato e curva de crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate, 2011. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MELO, M.S.C. Levantamento de ocorrência, alternativas de manejo, mecanismos de resistência e herança genética do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao herbicida. 2015. 108p. Tese (Doutorado na área de fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

REINERT, S. C.; PRADO, A. B. C. A. CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta comparativas entre os bió- tipos resistente e suscetível de capim-amargoso ao herbicida glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v. 12, n. 3, p.260-267, 2013.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. *Guia de herbicidas*. 5. ed. Londrina: Grafmarke, 2011. 697p.

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

SBCPD. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Procedimentos param instalação, Avaliação e Análise de Experimentos com herbicidas. Londrina-PR, SBCPD, 1995. 42p.

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.

SILVEIRA, H. M. Confirmação e caracterização fisiológica de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate. 2017. 39p. Tese (Doutorado na área de Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

SOTERES, J. K.; PETERSON, M. 2015. Monitoring and Mitigation of Herbicide Resistance: Global Herbicide Resistance Committee (HRAC) Perspectives. www.hracglobal.com. Acesso em: 18 Nov. 2017.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. *Weed Research*, Oxford, v. 28, n. 6, p. 479- 484, 1988.
VELINI, E. D. et al. Características e usos do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. *Glyphosate: uso sustentável*. Fepaf: Botucatu, 2012. 213 p.

VELINI, E.D. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI,E.D., MESCHEDE, D.K., CARBONARI, C.A., TRINDADE, M.L.B. *Glyphosate*. Botucatu:Fundação de Estudos e Pesquisas Florestais,. 2009. p.113-133.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Análise do risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. *Planta Daninha*, v. 15, n. 12, p. 152-161, 1997.

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

ZIMDAHL, R. L. *Fundamentals of weed science*. London: Academic Press, 2013. 664 p.

3. MANEJO DE CAPIM-AMARGOSO NA ENTRESSAFRA

Resumo

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas é um método frequente na agricultura, visando reduzir a interferência das infestantes e ajudando a proporcionar melhores produtividades nas culturas. A redução da diversidade, somada ao uso repetido de uma única prática de controle, cria condições muito favoráveis para o desenvolvimento de plantas adaptadas à mesma, ou à seleção de espécies tolerantes. É fundamental ampliar a diversidade das práticas de controle para evitar ou minimizar a seleção de flora e a resistência. Isso pode ser feito a partir da associação do glyphosate a outros herbicidas e a outras práticas. Esse trabalho teve o objetivo avaliar o controle proporcionado por aplicações de herbicidas associados ou não a duas formulações de 2,4-D, em plantas perenizadas adultas e após roçada mecânica. Foi avaliada a eficácia de controle de capim-amargoso através de 31 associações entre os herbicidas glyphosate, 2,4-D dimethylamine, 2,4-D choline, haloxyfop, clethodim, glufosinate, em plantas perenizadas adultas e após roçada mecânica a 20cm. É possível afirmar que o controle de plantas adultas de capim-amargoso resistente ao glyphosate é facilitado com a roçada mecânica, podendo atingir resultados semelhantes ao controle das plantas não roçadas, com uma aplicação sequencial. Apesar disso, dependendo da gravidade da infestação, é necessário considerar alternativas ao controle químico, visto que esse não atingirá 100% de controle algumas plantas sofrerão rebrota. Existem diversas combinações de associações e aplicações sequenciais entre glyphosate, haloxyfop, clethodim e glufosinate, em associação ou não com 2,4-D colina e 2,4-D, capazes de proporcionar controle superior a 90% em plantas de capim-amargoso, roçadas ou não. Independente do tratamento algumas plantas sofreram rebrota, sendo a intensidade dessa importante na ocasião da aplicação sequencial. É recomendado que esse parâmetro seja observado com cautela para tomada de decisão correta, principalmente no caso de roçada mecânica das plantas, prévia a aplicação de herbicidas. Foi possível observar que a nova formulação de 2,4-D colina possui comportamento similar ao 2,4-D dimetilamina em relação a possíveis antagonismos em associações com graminicidas. Isso indica que os conhecimentos anteriores servem como uma boa referência para uso da nova formulação enquanto novos estudos são desenvolvidos.

Palavras-chave: *Digitaria insularis*; Roçada; 2,4-D; Graminídeas; glyphosate; glufosinate; Resistência

Abstract

The use of herbicides to control weeds is a frequent method in agriculture, aiming to reduce weed interference and helping to provide better yields in crops. Reducing diversity, coupled with the repeated use of a single control practice, creates very favorable conditions for the development of plants adapted, or the selection of tolerant species. It is essential to broaden the diversity of control practices to avoid or minimize plant selection and resistance. This can be done by combining glyphosate with other herbicides and other practices. The objective of this work was to evaluate the control provided by applications of herbicides associated or not with two 2,4-D formulations in adult perennial plants and after mechanical mowing. The effectiveness of sourgrass control was evaluated through 31 associations between herbicides glyphosate, 2,4-D dimethylamine, 2,4-D choline, haloxyfop, clethodim, glufosinate, in adult perennial plants and after mechanical mowing at 20 cm. It is possible to affirm that the control of adult plants of sourgrass resistant to glyphosate is facilitated with the mechanical mowing, being able to reach results similar to the control of the non-cropped plants, with a sequential application less. Nevertheless, depending on the severity of the infestation, it is necessary to consider alternatives to chemical control, since this will not reach 100% control some plants will regrow. There are several combinations of sequential associations and applications between glyphosate, haloxyfop, clethodim and glufosinate, in association or not with 2,4-D choline and 2,4-D, capable of providing superior control to 90% in sourgrass plants, mowed or not. Regardless of the treatment, some plants regrowth, being the intensity important at the occasion of the sequential application. It is recommended that this

parameter be observed with caution for correct decision making, especially in the case of mechanical mowing of the plants, prior to the application of herbicides. It was possible to observe that the new formulation of 2,4-D choline has similar behavior to 2,4-D dimethylamine in relation to possible antagonisms in combinations with graminicides. This indicates that prior knowledge serves as a good reference for use of the new formulation while new studies are developed.

Keywords: *Digitaria insularis*; Mowing; 2,4-D; Graminicides; glyphosate; glufosinate; Resistance

3.1. Introdução

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas é um método frequente na agricultura, visando reduzir a interferência das infestantes e ajudando a proporcionar melhores produtividades nas culturas. Na agricultura moderna, os agricultores confiam muito no método de controle químico das plantas daninhas, principalmente por esse ser muito eficiente e com custo atrativo, acessível e profissionalmente desenvolvido (AGOSTINETTO; VARGAS, 2009). No entanto, por conta de apresentar tantos benefícios e ser tão acessível, existem situações onde o uso desse método é inadequado ou exagerado.

É urgente a necessidade uso mais racional do glyphosate no controle de plantas daninhas, onde o herbicida deve ser associado a meios de uso mais sustentáveis. A redução da diversidade, somada ao uso repetido de uma única prática de controle, cria condições muito favoráveis para o desenvolvimento de plantas adaptadas à mesma, ou à seleção de espécies tolerantes. É fundamental ampliar a diversidade das práticas de controle para evitar ou minimizar a seleção de flora e a resistência. Isso pode ser feito a partir da associação do glyphosate a outros herbicidas e a outras práticas, como o uso do potencial de controle das próprias culturas e das coberturas de solo (VELINI et al., 2012). A associação do glyphosate com herbicidas de outros mecanismos de ação pode ter efeitos positivos no manejo de plantas daninhas resistentes, mas para isso é essencial estudar o potencial das associações, para que se possa conhecer e, se necessário, evitar efeitos antagônicos (MONQUERO, 2003).

Uma alternativa para controle de plantas daninhas resistentes ao glyphosate é a aplicação de glufosinate em híbridos de milho tolerantes. Até anos atrás, o glufosinate era considerado apenas como um herbicida de amplo espectro, não seletivo. Com a criação da tecnologia Liberty Link, surgiu a possibilidade de ser usado para controle de plantas daninhas em algumas culturas. A biotecnologia se da através de um gene de resistência ao glufosinate, que foi introduzido em algumas variedades de algodão, canola, beterraba açucareira, soja e milho, que confere a tolerância desses materiais a aplicações em pós-emergência do glufosinate (OLIVEIRA JR., 2011).

Ainda estão sendo desenvolvidos alguns eventos que combinarão tolerâncias a mais de três diferentes mecanismos de ação, em uma única planta, como é o caso dos eventos glyphosate + glufosinate + ACCase e glyphosate + 2,4-D + glufosinate + ACCase (ALBRECHT et al., 2013). Na cultura da soja, estimou-se que 85,3% da área prevista para safra 2011/2012 foram cultivados com variedades transgênicas, que na ocasião eram compostas apenas por variedade tolerantes ao glyphosate. Na safra 2016/2017, a área estimada com cultivares transgênicas atingiu 96,5% do total semeado, divididos em 59,8% para a tecnologia de resistência a insetos e tolerância a herbicidas e 36,7% para os genes com tolerância a herbicida. Quanto a estimativa para a cultura do milho, os híbridos com tecnologias de genes combinados para resistência a insetos e tolerância a herbicidas representavam 44% na safra 2011/2012. Anos depois, na safra 2016/17, a biotecnologia atingiu 88,4% de taxa de adoção. Deste total, 63,9% foram cultivados com eventos que conferem resistência a insetos e tolerância a herbicidas, 20,7% com milho resistente a insetos e 3,8% com a tecnologia tolerante a herbicida. Sendo assim, é estimado que houve um aumento de adoção de biotecnologia para tolerância a herbicidas nesse período de 11,2% para a cultura da soja e de 23,7% para a cultura do milho (CELERES, 2011; 2017).

Desde 2015 já existe a aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CNTBio) para plantio, consumo humano e animal do evento DAS-68416-4 (Enlist™), que confere a soja tolerância aos herbicidas à base de ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) e ao glufosinate. Em 2017 uma nova tecnologia foi aprovada pela CTNBio, que apresenta tanto resistência a insetos quanto a tolerância a três herbicidas: glyphosate, glufosinate e ácido diclorofenoxiacético (2,4-D). Essa tecnologia foi obtida pelo cruzamento dos eventos DAS-81419-2 (aprovada em 2016) e DAS-44406-6 (aprovada em 2015). Possui os genes aad-12, da bactéria *Delftia acidovorans*, que confere tolerância ao 2,4-D; 2mepsps proveniente do milho e confere tolerância ao glyphosate; e pat proveniente da bactéria *Streptomyces viridochromogenes*, que confere tolerância ao glufosinate (CIB, 2017).

Quando as novas tecnologias que conferem a tolerância ao glyphosate, glufosinate e 2,4-D começarem a ser comercializadas essas serão uma importante opção para o agricultor, principalmente no caso de presença de populações de plantas daninhas resistentes ao glyphosate na área, não se tratando apenas do controle de capim-amargoso. No Brasil, a *Conyza* spp. 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 desta 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 (LAMEGO; VIDAL 2008; YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011). Devido à rápida seleção e dispersão da resistência, o controle dessa planta tornou-se ineficiente quando utilizado apenas o herbicida glyphosate, demandando a adoção de novas estratégias de controle, tal como a combinação com outro herbicida (CULPEPPER, 2006; WILSON et al. 2007).

O glufosinate promove a morte da planta pela inibição da ação da enzima glutamina sintetase, que tem a função de catalisar a reação do amônio com o glutamato para produzir a glutamina, inibindo a rota da assimilação do amônio e provocando o acúmulo deste composto nos tecidos da planta. Adicionalmente, outros fatores levam a morte da planta como, por exemplo, o esgotamento de esqueletos de carbono, causando inibição direta da fotorrespiração e fotossíntese, pela inibição da ribulose-1,5-bifosfato carboxilase e pelo acúmulo de glioxilato e fosfoglicolato (PORNPROM, 2000).

O controle de plantas daninhas no milho safrinha GR consiste, normalmente, na associação de aplicação do glyphosate e atrazine (BONFLEUR, 2010). Portanto, caso do milho o benefício das novas tecnologias é ainda maior, pois a possibilidade de aplicar um graminicida em pós emergência na cultura é inédita, e poderá ajudar muito no controle de capim-amargoso. O lado negativo dessa nova opção é o controle de possíveis plantas voluntárias na área após a colheita, que será mais difícil por conta da tolerância a graminicidas.

O manejo de plantas de capim-amargoso adultas em pré-plantio pode ser feito através da associação do glyphosate a herbicidas graminicidas, com aplicações sequenciais de produto de contato ou por outro produto de ação graminicida (ZOBIOLE et al., 2016; GILO et al., 2016). Os inibidores da ACCase são classificados em três grupos químicos, sendo esses os ariloxifenoxipropionatos (FOPs), as cicloexanodionas (DIMs) e as fenilpirazolinás (DENs). Estes herbicidas causam a inibição da acetil coenzima-A carboxilase (ACCase), responsável por converter acetil coenzima A (acetil co-A) à malonil coenzima-A, através da adição de CO_2 (HCO_3^-) à acetil co-A, na primeira etapa do processo de biossíntese dos ácidos graxos. A inibição da síntese de ácidos graxos bloqueia a produção de fosfolípidos prejudicando a construção de novas membranas necessárias para o crescimento celular (OLIVEIRA JR., 2011).

A situação mais crítica para o controle do capim-amargoso é quando a planta atinge o ápice do crescimento vegetativo, caracterizado pela abundante formação de perfilhos, em grandes touceiras e pleno florescimento. Nessa condição, os herbicidas aplicados isoladamente, mesmo em doses maiores, normalmente não proporcionam controle satisfatório. As alternativas para o controle das plantas nesse estágio são aplicações sequenciais, preferencialmente

intercalando diferentes mecanismos de ação, e a integração do controle químico com o controle mecânico, especialmente a roçada (ADEGAS, 2016).

Existem diversos fatores que podem interferir nas interações entre a associação de herbicidas (SORENSEN et al., 1987). A associação de herbicidas pode resultar em respostas sinérgicas, antagônicas ou aditivas, sendo antagonística se o controle obtido for menor do que o controle esperado, sinérgica, se o controle obtido for maior do que o esperado e aditiva quando o controle das plantas daninhas pela mistura é equivalente ao controle esperado (COLBY, 1967).

O antagonismo resultante da associação entre herbicidas e outras substâncias pode ser caracterizado em quatro categorias: químico, competitivo, fisiológico e bioquímico. O antagonismo químico ocorre quando a substância associada reage quimicamente com o herbicida ou altera as propriedades físico-químicas da solução, formando compostos menos ativos ou inativos. O competitivo é caracterizado pela ligação do agente agonista ao sítio ativo, consequentemente impedindo a ligação do herbicida. O antagonismo fisiológico ocorre quando os modos de ação na planta dos herbicidas associados se contrapõem de alguma forma. Por fim, o antagonismo bioquímico, onde quantidade de herbicida que chega ao sítio de ação alvo é reduzido pela presença da substância associada. Esse também pode ocorrer pela redução da penetração, do transporte, pela inativação metabólica ou por sequestro do herbicida, sendo removido fisicamente de seu sítio de ação (HATZIOS; PENNER, 1985; GREEN, 1989).

O objetivo do trabalho foi avaliar o controle a longo prazo de plantas de *Digitaria insularis* perenizadas, com e sem o auxílio da roçada mecânica, a partir do uso das associações entre os herbicidas glyphosate (Roundup Original®), haloxyfop (Verdict Max®), clethodim (Select® 240 EC), glufosinate (Finale®) associados ou não a duas formulações de 2,4-D (DMA® 806 BR e Enlist™).

3.2. Material e Métodos

Os herbicidas aqui estudados foram denominados conforme o proposto pela “Lista de nomes comuns e químicos de herbicidas aprovados pela Weed Science Society of America” (WSSA, 2010). Os experimentos foram conduzidos em uma área de campo da Fazenda Experimental Areão da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba – SP. A área apresentava infestação uniforme da população “Piracicaba” de capim-amargoso, apresentado no primeiro capítulo deste trabalho. As plantas

se encontravam em estágio perenizado, com histórico de dificuldade de controle pelo herbicida glyphosate. Os resultados foram obtidos no primeiro capítulo desse trabalho estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4. Identificação, parâmetros e fator de resistência resultantes da regressão para a população estudada. Piracicaba, 2016.

Identificação	Parâmetros		DE (g e.a. ha ⁻¹)	F	FR
	b	d	GR50		
Suscetível	0,9624	0,7570	434,52	10,11**	-
Piracicaba	0,6588	1,0169	1130,18	30,75**	2,60

*GR50: dose necessária para obter 50% de redução de massa seca. **Resultado do teste F ***Fator de resistência ao herbicida glyphosate das populações de *Digitaria insularis*, obtido pela divisão do GR50 das populações resistentes em relação a população suscetível.

Foram implantados dois experimentos com delineamento, unidades experimentais e tratamentos idênticos na primeira etapa, sendo um em plantas perenizadas adultas (Experimento A) e o outro em rebrota de plantas adultas roçadas mecanicamente a 20cm de altura do chão (Experimento B).

3.2.1. Primeira etapa

Na primeira etapa as unidades experimentais foram compostas por parcelas de 4x5 metros, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A primeira aplicação tratamentos foi feita em toda a parcela. Os tratamentos nas parcelas foram compostos pelos herbicidas glyphosate (Roundup Original®), 2,4-D sal de dimetilamina (DMA® 806 BR), 2,4-D sal de colina (Enlist™), haloxyfop (Verdict Max), clethodim (Select® 240 EC), glufosinate (Finale®) e diversas combinações entre esses (Tabela 5). As únicas combinações que não foram testadas foram as que envolviam 2,4-D dimetilamina e 2,4-D colina na mesma associação, visto que não teriam utilidade pratica.

No momento da pulverização, as plantas de capim-amargoso estavam em pleno desenvolvimento reprodutivo (produção de sementes), apresentando pelo menos 60cm de altura do colo à inserção da última folha. A aplicação foi realizada através de pulverizador costal propelido a CO₂, com pressão constante de 2 BAR (29 PSI), com vazão de 0.48 L. min.⁻¹, equipado com barra contendo 6 pontas de pulverização do tipo leque, da marca Teejet modelo TT 110 015, posicionados a 50 cm do alvo, com velocidade de aplicação de 1 m segundo⁻¹, visando atingir volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Tabela 5. Nome comum, dose em gramas de ingrediente ativo ou equivalente ácido por hectare dos tratamentos utilizados na primeira aplicação com herbicidas. Piracicaba, 2016

Trat. *	Herbicida			Dose herbicida (g i.a. há ⁻¹)		
	A	B	C	A	B	C
1	-	-	-	-	-	-
2	glyphosate	-	-	1080	-	-
3	2,4-D dimetil.	-	-	670	-	-
4	2,4-D colina	-	-	670	-	-
5	haloxyfop	-	-	100	-	-
6	clethodim	-	-	144	-	-
7	glufosinate	-	-	400	-	-
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	-	1080	670	-
9	glyphosate	2,4-D colina	-	1080	670	-
10	glyphosate	haloxyfop	-	1080	100	-
11	glyphosate	clethodim	-	1080	144	-
12	glyphosate	glufosinate	-	1080	400	-
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	-	670	100	-
14	2,4-D colina	haloxyfop	-	670	100	-
15	2,4-D dimetil.	clethodim	-	670	144	-
16	2,4-D colina	clethodim	-	670	144	-
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	-	670	400	-
18	2,4-D colina	glufosinate	-	670	400	-
19	glufosinate	haloxyfop	-	400	100	-
20	glufosinate	clethodim	-	400	144	-
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	1080	670	100
22	glyphosate	2,4-D colina	haloxyfop	1080	670	100
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	clethodim	1080	670	144
24	glyphosate	2,4-D colina	clethodim	1080	670	144
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	glyphosate	400	670	1080
26	glufosinate	2,4-D colina	glyphosate	400	670	1080
27	glufosinate	glyphosate	haloxyfop	400	1080	100
28	glufosinate	glyphosate	clethodim	400	1080	144
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	400	670	100
30	glufosinate	2,4-D colina	haloxyfop	400	670	100
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	clethodim	400	670	144
32	glufosinate	2,4-D colina	clethodim	400	670	144

*Adição de adjuvante (Assist[®] ou Aureo[®]) segundo recomendação do fabricante em todos os tratamentos.

Após a primeira aplicação foi avaliada a porcentagem de controle visual aos 21 e 35 dias após a primeira aplicação (DAP), para Experimento B, e aos 42 DAP para o Experimento A. A avaliação da eficácia de controle proporcionada pela aplicação dos herbicidas foi feita através de escala visual de injúria das plantas, que varia de 0 a 100%, sendo 0% a ausência de

sintomas, e 100%, a morte total da planta segundo o proposto pela Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas (SBCPD, 1995)

Aos 42 DAP no Experimento A e aos 40 DAP no Experimento B foi realizada a avaliação da rebrota das plantas de capim-amargoso, sendo atribuído a cada tratamento um índice de rebrota. Devido à ausência de uma escala de rebrota de plantas amplamente utilizada foi desenvolvida uma escala para esse estudo. A cada parcela foi atribuída uma nota de 0 a 4, de acordo com o número de gemas que apresentavam rebrota maior que 1 centímetro na ocasião (Tabela 6). A nota foi atribuída quando 50% mais uma planta da parcela apresentavam os sintomas descritos. Para obtenção do índice de rebrota foi feita a soma das notas atribuídas a cada repetição. Foi considerado rebrota qualquer folha nova, maior que 1cm, oriunda de qualquer estrutura vegetativa da planta.

Tabela 6. Parâmetros utilizados para obtenção do índice de rebrota de plantas de capim-amargoso. Piracicaba, 2016.

Número de gemas em rebrota maior que 1cm	Nota
0	0
1 a 2	1
3 a 6	2
6 a 10	3
10 ou mais	4

3.2.2. Segunda etapa

Assim que encerrada a primeira etapa as unidades experimentais foram divididas, tendo duas subparcelas de 2x2,5 metros cada, onde foram feitas aplicações sequenciais. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições.

No experimento A 44 dias após a primeira aplicação nas parcelas (primeira etapa) as subparcelas receberam o tratamento de glufosinate e haloxyfop (segunda etapa), sendo um herbicida em cada metade da parcela, constituindo as subparcelas. Aos 72 dias após a segunda aplicação ambas subparcelas receberam o tratamento com haloxyfop. As doses foram as mesmas usadas na primeira aplicação, sendo 400g e.a./ha para glufosinate e 100g e.a./ha para o haloxyfop. No experimento B, 68 dias após a primeira aplicação nas parcelas as subparcelas receberam o tratamento de glufosinate e haloxyfop, sendo um herbicida em cada metade da

parcela. As doses foram as mesmas usadas na primeira aplicação (primeira etapa), sendo 400g e.a./ha para glufosinate e 100g e.a./ha para o haloxyfop (Tabela 7). As aplicações sequenciais foram feitas quando a maior parte das parcelas apresentava rebrota suficiente para proporcionar maior eficácia dos tratamentos e quando havia condições climáticas favoráveis

Tabela 7. Datas de aplicação dos tratamentos nos Experimentos A e B. Piracicaba, 2016

Aplicação	Data	Dias após aplicação anterior (DAA)
Experimento A		
Primeira	30-06-16	-
Segunda (segunda etapa)	13-08-16	44
Terceira (segunda etapa)	24-10-16	72
Experimento B		
Primeira	07-07-16	-
Segunda (segunda etapa)	13-09-16	68

A aplicação foi realizada através de pulverizador costal propelido a CO₂, com pressão constante de 2 BAR (29 PSI), com vazão de 0.48 L. min.⁻¹, equipado com barra contendo 4 pontas de pulverização do tipo leque, da marca Teejet modelo TT 110 015, posicionados a 50 cm do alvo, com velocidade de aplicação de 1 m segundo⁻¹, visando atingir volume de calda de 150 L ha⁻¹.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o tipo climático predominante no município de Piracicaba é o Cwa: clima temperado húmido com inverno seco e verão quente. A altitude da área (22° 41' 24.180" S; 47° 38' 34.656" O) é de 570 metros.

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima, referentes ao período no qual os experimentos foram executados e indicações das datas de aplicação estão expostos na Figura 1.

Figura 1. Indicação das datas de aplicação dos tratamentos, precipitação, temperatura média mínima e temperatura média máxima durante o período de duração dos experimentos, no Município de Piracicaba-SP, 2016.

As avaliações de controle visual no Experimento A (plantas não-roçadas) foram feitas aos e 21 dias após a segunda aplicação (DAS) e aos 28 dias após a terceira aplicação (DAT). No experimento B (plantas roçadas) as avaliações foram feitas aos 65 dias após a segunda aplicação (DAS). A avaliação da eficácia de controle proporcionada pela aplicação dos herbicidas foi feita através de escala visual de injúria das plantas, que varia de 0 a 100%, sendo 0% a ausência de sintomas, e 100%, a morte total da planta segundo o proposto pela Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

Na ocasião do encerramento do Experimento B (28DAT) foi feita a coleta de matéria fresca para posterior determinação e comparação de massa seca. A matéria seca das plantas daninhas foi obtida utilizando-se um quadrado de 0,5 x 0,5 m, jogado aleatoriamente 2 vezes na área útil de cada subparcela, onde as plantas de capim-amargoso que estavam presentes na área do quadrado foram cortadas e coletadas. As plantas coletadas foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante para determinação da massa da matéria seca, a qual foi realizada em balança eletrônica com precisão de 0,0001 g.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variâncias dos tratamentos pelo teste F. Uma vez observadas diferenças significativas entre os tratamentos, os dados foram

submetidos a uma comparação de médias pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

3.3. Resultados e discussão

3.3.1. Experimento A

Em relação a primeira etapa do Experimento A, os resultados da primeira avaliação de controle visual aos 42DAP (Tabela 8) mostram um grupo representado por metade dos tratamentos que proporcionou controle significativamente superior aos demais e a testemunha, sendo esses tratamentos: glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, 2,4-D colina + clethodim, glyphosate + haloxyfop, glyphosate + clethodim e clethodim. É possível verificar também que todos os tratamentos desse grupo também apresentaram médias de controle satisfatórias, superiores a 80%. Em seguida aparecem os tratamentos glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glyphosate + glufosinate, 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate e haloxyfop, que foram significativamente diferentes dos demais. Quando se compara esse grupo ao anterior é possível observar o possível antagonismo causado pelas associações entre graminicidas e as formulações de 2,4-D, pois três das quatro associações entre esses grupos tiveram controle significativamente inferior aos seus pares com graminicidas isolados. Também é possível observar uma tendência de eficácia inicial maior proporcionada pelo herbicida clethodim, comprovado pelo seu resultado aplicado individualmente, proporcionando média de 86,25% de controle, sendo o único herbicida aplicado sozinho que proporcionou esse nível de controle. Spader et al., 2008 sugerem que a aplicação de clethodim (inibidor da ACCase) tem sido

recomendada para o controle em pós-emergência de gramíneas anuais e perenes com alta eficácia.

Tabela 8. Comparação de médias de controle visual de capim-amargoso aos 42 dias após a primeira aplicação (DAP) e índice de rebrota (IR). Experimento A, primeira etapa. Piracicaba, 2016.

Trat.	Herbicidas			Dose (g i.a./ha)			Controle visual (%)	IR
				A	B	C	42DAP	
1		Testemunha		-	-	-	0,00 f	-
2	glyphosate	-	-	1080	-	-	51,25 c	10
3	2,4-D dimetil.	-	-	670	-	-	0,00 f	-
4	2,4-D colina	-	-	670	-	-	0,00 f	-
5	haloxyfop	-	-	100	-	-	78,75 b	5
6	clethodim	-	-	144	-	-	86,25 a	7
7	glufosinate	-	-	400	-	-	75,00 b	13
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	-	1080	670	-	27,50 e	9
9	glyphosate	2,4-D colina	-	1080	670	-	42,50 d	8
10	glyphosate	haloxyfop	-	1080	100	-	88,75 a	7
11	glyphosate	clethodim	-	1080	144	-	90,00 a	9
12	glyphosate	glufosinate	-	1080	400	-	70,00 b	11
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	-	670	100	-	75,00 b	8
14	2,4-D colina	haloxyfop	-	670	100	-	73,75 b	7
15	2,4-D dimetil.	clethodim	-	670	144	-	78,75 b	10
16	2,4-D colina	clethodim	-	670	144	-	86,25 a	8
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	-	670	400	-	76,25 b	13
18	2,4-D colina	glufosinate	-	670	400	-	72,50 b	10
19	glufosinate	haloxyfop	-	400	100	-	91,25 a	10
20	glufosinate	clethodim	-	400	144	-	91,25 a	10
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	1080	670	100	78,75 b	15
22	glyphosate	2,4-D colina	haloxyfop	1080	670	100	77,50 b	13
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	clethodim	1080	670	144	88,00 a	7
24	glyphosate	2,4-D colina	clethodim	1080	670	144	88,75 a	8
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	glyphosate	400	670	1080	86,75 a	8
26	glufosinate	2,4-D colina	glyphosate	400	670	1080	82,50 a	13
27	glufosinate	glyphosate	haloxyfop	400	1080	100	90,00 a	5
28	glufosinate	glyphosate	clethodim	400	1080	144	86,25 a	7
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	400	670	100	85,00 a	7
30	glufosinate	2,4-D colina	haloxyfop	400	670	100	88,75 a	6
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	clethodim	400	670	144	86,25 a	8
32	glufosinate	2,4-D colina	clethodim	400	670	144	93,75 a	8
F							143,11**	
CV							6,41%	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Ainda sobre os resultados observados aos 42 DAP, fica evidente a ineficácia do glyphosate para controle de capim-amargoso na área estudada. A resistência apresentada pela população da área em conjunto a situação de plantas adultas e perenizadas resultou em uma média de controle de apenas 51,25% para esse herbicida.

Na Tabela 8 também estão apresentados os valores calculados do índice de rebrota para cada tratamento aos 42 DAP, dois dias antes da segunda aplicação (segunda etapa).

Na primeira avaliação da segunda etapa do Experimento A, realizada aos 21 dias após a segunda aplicação, pode ser verificado que houve interação significativa entre os tratamentos aplicados nas parcelas e nas subparcelas (Tabela 9), onde em 13 dos 32 tratamentos o uso de haloxyfop proporcionou controle significativamente superior. É interessante também observar que a influência do índice de rebrota no Experimento A não foi tão proeminente, isso pode ser explicado pelo fato de que todos os tratamentos apresentavam índice igual a 5 ou superior na ocasião da segunda aplicação. Além disso, em diversos tratamentos as plantas adultas apresentavam folhas antigas, não provenientes de rebrota. Essas muitas vezes sofreram o efeito dos herbicidas, mas não o suficiente para morte completa da folha, seja pela ineficácia do herbicida ou pela dificuldade de penetração dos mesmos na touceira formada pelas plantas de capim-amargoso.

Tabela 9. Comparação de médias de controle visual de capim-amargoso aos 21 após a segunda aplicação (DAS). Experimento A, segunda etapa. Piracicaba, 2016.

Tratamento parcela			Dose (g i.a./ha)			CV 21DAS (%)		
						Tratamento subparcela		
A	B	C	A	B	C	glufosinate	haloxyfop	
1	Testemunha		-	-	-	0,00 gA	0,00 fA	
2	glyphosate	-	1080	-	-	62,50 dB	71,25 dA	
3	2,4-D dimetil.	-	670	-	-	45,00 fB	63,75 eA	
4	2,4-D colina	-	670	-	-	48,75 fB	65,00 eA	
5	haloxyfop	-	100	-	-	87,50 aA	91,25 aA	
6	clethodim	-	144	-	-	86,25 aB	92,50 aA	
7	glufosinate	-	400	-	-	80,00 bA	82,50 cA	
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	1080	670	-	63,75 dA	68,25 dA	
9	glyphosate	2,4-D colina	1080	670	-	56,25 eB	68,75 dA	
10	glyphosate	haloxyfop	1080	100	-	88,75 aA	93,75 aA	
11	glyphosate	clethodim	1080	144	-	90,00 aA	87,50 bA	
12	glyphosate	glufosinate	1080	400	-	78,75 bA	81,25 cA	
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	670	100	-	71,25 cB	81,25 cA	
14	2,4-D colina	haloxyfop	670	100	-	80,00 bA	83,75 cA	
15	2,4-D dimetil.	clethodim	670	144	-	81,25 bB	88,75 bA	
16	2,4-D colina	clethodim	670	144	-	81,25 bA	86,25 bA	
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	670	400	-	81,25 bB	90,00 aA	
18	2,4-D colina	glufosinate	670	400	-	81,25 bB	87,50 bA	
19	glufosinate	haloxyfop	400	100	-	87,50 aA	92,50 aA	
20	glufosinate	clethodim	400	144	-	92,50 aA	95,00 aA	
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	1080	670	100	77,50 bB	85,00 bA
22	glyphosate	2,4-D colina	haloxyfop	1080	670	100	77,50 bB	86,25 bA
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	clethodim	1080	670	144	80,00 bB	87,50 bA
24	glyphosate	2,4-D colina	clethodim	1080	670	144	82,50 bA	86,25 bA
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	glyphosate	400	670	1080	88,75 aA	93,75 aA
26	glufosinate	2,4-D colina	glyphosate	400	670	1080	85,00 aA	88,75 bA
27	glufosinate	glyphosate	haloxyfop	400	1080	100	88,75 aA	93,75 aA
28	glufosinate	glyphosate	clethodim	400	1080	144	86,25 aA	91,25 aA
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	400	670	100	88,75 aA	93,75 aA
30	glufosinate	2,4-D colina	haloxyfop	400	670	100	90,00 aA	91,25 aA
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	clethodim	400	670	144	82,50 bB	91,25 aA
32	glufosinate	2,4-D colina	clethodim	400	670	144	92,50 aA	96,25 aA
F Fator A = Trat, Parcelas						61,31**		
F Fator B = Trat, Subparcelas						176,28**		
Interação AxB						2,79**		
CV A=Parcelas						8,09%		
CV B=Subparcelas						4,52%		

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Observando separadamente os resultados dos tratamentos que receberam a aplicação de glufosinate em sequencial é possível observar que o glufosinate proporcionou um resultado superior o glyphosate quando em associações triplas com graminicidas e 2,4-D. Esse resultado

pode ser comprovado pela diferença significativa entre o grupo de tratamentos glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim e o grupo, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim. O resultado apresentado em alguns tratamentos desse grupo também foi observado por Melo et al. (2012), em estudo realizado na cultura do citrus, observaram que o glufosinate complementa o manejo de capim-amargoso resistente ao glyphosate, quando a mesma sobrevive a aplicações de herbicidas inibidores da ACCase.

Também é interessante observar um possível antagonismo provocado pela associação com as formulações de 2,4-D, evidenciado pela diferença significativa entre as associações triplas entre graminicidas + 2,4-D dimetilamina + glyphosate e as associações duplas apenas entre graminicidas e glyphosate, onde as associações triplas tiveram eficácia inferior. O mesmo ocorreu quando se compara os tratamentos compostos por clethodim e haloxyfop isolados e suas associações duplas com as formulações de 2,4-D, onde as associações duplas foram significativamente menos eficientes. Esses resultados corroboram com os encontrados por Gemelli et al. (2013), onde a presença de 2,4-D em associações com graminicidas, utilizadas com o intuito de controle conjunto de capim-amargoso e buva, afetou a eficiência do herbicida inibidor da ACCase sobre o capim-amargoso em estágio perenizado e florescido.

Quanto aos resultados isolados para os tratamentos que receberam a aplicação de haloxyfop nas subparcelas, foi possível verificar que apenas um pequeno grupo de tratamentos não atingiu 80% de controle, decorrente do seu controle insatisfatório ou nulo desde a primeira aplicação, sendo esses os tratamentos compostos por glyphosate, 2,4-D, 2,4-D colina e suas associações duplas. Isso demonstra o valor da aplicação de haloxyfop sequencialmente, considerando que haviam outros 11 tratamentos que não atingiram 80% de controle na aplicação inicial. Zobiolo et al. (2015) constataram resultados semelhantes, concluindo que a aplicação sequencial de graminicidas associados ou não ao glyphosate promoveram redução da massa seca das plantas de capim-amargoso perenizadas em pleno florescimento e controle desta espécie

O destaque é do grupo que proporcionou controle significativamente maior que todos os demais: glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim,

glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, glyphosate + haloxyfop, haloxyfop e clethodim.

Chama a atenção que os tratamentos onde foram usados haloxyfop e clethodim isolados na primeira aplicação se igualaram estatisticamente, e foram os únicos herbicidas isolados que atingiram o grupo de maior controle. Esse resultado não foi atingido por esses mesmos herbicidas quando em associação com as formulações de 2,4-D, onde novamente pode ser observado o prejuízo causado por um possível antagonismo. No entanto, nesse caso, mesmo havendo diminuição de controle, as associações antagonísticas atingiram médias superiores a 80% de controle.

Para a apresentação dos dados de avaliação final de controle, é importante destacar que na ocasião da terceira aplicação todos os tratamentos apresentavam índice de rebrota igual a 16, que é o maior índice possível. Isso demonstra que todas as parcelas apresentavam rebrota suficiente para não prejudicar a eficácia dos herbicidas, motivo pelo qual esse fator não interferiu nos resultados da terceira aplicação.

Por fim, na avaliação realizada aos 28 DAT, após a aplicação sequencial de haloxyfop em todas as subparcelas (terceira aplicação), houve uma maior uniformização dos resultados, onde as diferenças de controle proporcionadas pela primeira aplicação se tornam cada vez menos evidentes. Apesar disso, ainda houve interação significativa entre os tratamentos realizados nas parcelas e nas subparcelas. Comparando apenas os resultados entre a aplicação de haloxyfop e glufosinate nas subparcelas, houve diferença entre os tratamentos glyphosate, 2,4-D, 2,4-D colina, clethodim, glufosinate, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + 2,4-D colina, glyphosate + glufosinate, 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, 2,4-D colina + clethodim, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop (Tabela 10).

Tabela 10. Comparação de médias de controle visual de capim-amargoso aos 28 dias após a terceira aplicação (DAT). Experimento A, segunda etapa. Piracicaba, 2016.

Tratamento parcela			Dose (g i.a./ha)			CV 28DAT (%)				
						Tratamento subparcela				
A	B	C	A	B	C	gluf. / halo.		halo. / halo.		
1	Testemunha		-	-	-	0,00	dA	0,00	dA	
2	glyphosate	-	-	1080	-	-	80,50	cB	87,75	bA
3	2,4-D dimetil.	-	-	670	-	-	75,75	cB	84,75	cA
4	2,4-D colina	-	-	670	-	-	80,25	cB	88,50	bA
5	haloxyfop	-	-	100	-	-	90,25	bA	94,25	aA
6	clethodim	-	-	144	-	-	90,75	aB	97,75	aA
7	glufosinate	-	-	400	-	-	87,50	bB	94,75	aA
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	-	1080	670	-	78,75	cB	85,25	cA
9	glyphosate	2,4-D colina	-	1080	670	-	79,50	cB	84,75	cA
10	glyphosate	haloxyfop	-	1080	100	-	89,75	bA	93,50	aA
11	glyphosate	clethodim	-	1080	144	-	91,75	aA	92,00	bA
12	glyphosate	glufosinate	-	1080	400	-	86,00	bB	92,00	bA
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	-	670	100	-	80,25	cB	85,25	cA
14	2,4-D colina	haloxyfop	-	670	100	-	86,75	bA	88,50	bA
15	2,4-D dimetil.	clethodim	-	670	144	-	88,00	bA	91,25	bA
16	2,4-D colina	clethodim	-	670	144	-	82,25	cB	91,75	bA
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	-	670	400	-	87,50	bB	95,75	aA
18	2,4-D colina	glufosinate	-	670	400	-	89,00	bB	96,25	aA
19	glufosinate	haloxyfop	-	400	100	-	94,00	aA	97,50	aA
20	glufosinate	clethodim	-	400	144	-	92,75	aB	98,75	aA
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	1080	670	100	88,25	bA	88,25	bA
22	glyphosate	2,4-D colina	haloxyfop	1080	670	100	87,75	bA	89,75	bA
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	clethodim	1080	670	144	87,75	bA	90,75	bA
24	glyphosate	2,4-D colina	clethodim	1080	670	144	85,25	bA	89,25	bA
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	glyphosate	400	670	1080	89,25	bB	96,50	aA
26	glufosinate	2,4-D colina	glyphosate	400	670	1080	91,00	aB	96,75	aA
27	glufosinate	glyphosate	haloxyfop	400	1080	100	93,50	aB	98,00	aA
28	glufosinate	glyphosate	clethodim	400	1080	144	89,00	bB	94,25	aA
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	400	670	100	91,50	aB	97,25	aA
30	glufosinate	2,4-D colina	haloxyfop	400	670	100	94,75	aA	96,25	aA
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	clethodim	400	670	144	92,25	aA	94,75	aA
32	glufosinate	2,4-D colina	clethodim	400	670	144	97,50	aA	99,25	aA
F Fator A = Trat, Parcelas							80,35**			
F Fator B = Trat, Subparcelas							175,03**			
Interação AxB							1,71**			
CV A=Parcelas							6,00%			
CV B=Subparcelas							3,29%			

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo. gluf: glufosinate. halo: haloxyfop

Os resultados para as subparcelas que receberam tratamento com glufosinate na segunda aplicação e haloxyfop na terceira mostraram um grupo minoritário de tratamentos que proporcionaram o maior nível significativo de controle quando comparados a testemunha e aos

demais, sendo que todos esses tratamentos proporcionaram controle superior a 90%. Esse grupo foi composto pelos tratamentos: glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, glyphosate + clethodim e clethodim. O segundo grupo, diferente significativamente do grupo anterior e dos demais, foi composto pelos tratamentos, glufosinate + glyphosate + clethodim, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + haloxyfop, glyphosate + glufosinate, glufosinate e haloxyfop. Apesar desse segundo grupo apresentar controle inferior ao primeiro, todos os tratamentos ainda atingem médias de controle superiores a 80%.

Apesar dos resultados mostrarem que aplicações sequenciais de haloxyfop e glufosinate são eficazes para o controle de capim-amargoso, é indispensável que esses sejam combinados ou intercalados com herbicidas de mecanismos de ação diferentes. O uso repetido do mesmo herbicida gera a seleção de indivíduos resistentes, sendo que se a frequência inicial for alta isso pode ocorrer rapidamente (VIDAL; FLECK, 1997).

Quanto as subparcelas que receberam aplicação de haloxyfop tanto na segunda quanto na terceira aplicações, todos os tratamentos atingiram controle superior a 80%, sendo então considerados eficazes. Por fim, mesmo que tenham sido encontradas combinações de aplicações muito eficazes, deve ser frisado que o controle químico de plantas de capim-amargoso deve ser realizado dentro de um programa de ações integradas, como rotação de culturas, culturas para cobertura do solo e medidas preventivas (VICTORIA-FILHO, 2008). Além disso, apesar dos tratamentos compostos por três aplicações iguais de graminicidas se mostrarem eficientes, essa prática não é recomendada, visto que pode levar ao desenvolvimento de resistência a novos mecanismos de ação (VELINI et al., 2012).

3.3.1. Experimento B (plantas roçadas)

Os resultados obtidos a partir da avaliação da porcentagem de controle visual aos vinte e um dias após a primeira aplicação (21DAP) mostraram que os tratamentos apresentaram quatro grupos estatisticamente distintos de controle (Tabela 11). O grupo com maior eficácia

de controle foi composto pelos tratamentos: glufosinate, glyphosate + clethodim, glyphosate + glufosinate, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim. Esses tratamentos se distinguiram estatisticamente dos demais e da testemunha. É nítida a tendência de maior eficácia aos 21DAP nos tratamentos que levaram glufosinate na associação, isso porque esse herbicida age de forma mais rápida, quando comparado aos demais utilizados nesse estudo. O primeiro sintoma de fitotoxicidade causado pelo glufosinate é o amarelecimento das folhas e outros tecidos verdes da planta, seguindo de murchamento e morte, processo que demora de 1 a 2 semanas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2017), em estudo com aplicação dos herbicidas em plantas de capim-amargoso com 3 a 4 perfilhos, os herbicidas nicosulfuron, haloxyfop-p-methyl e glufosinate se destacaram no controle das plantas.

.

Tabela 11. Comparação de médias de controle visual de capim-amargoso aos 21 e 35 dias após a primeira aplicação (DAP). Experimento B, primeira etapa. Piracicaba, 2016.

Trat.		Herbicidas		Dose (g i.a./ha)			Controle visual (%)	
				A	B	C	21DAP	35DAP
1		Testemunha		-	-	-	0,00 d	0,00 d
2	glyphosate	-	-	1080	-	-	69,38 c	67,50 c
3	2,4-D dimetil.	-	-	670	-	-	0,00 d	0,00 d
4	2,4-D colina	-	-	670	-	-	0,00 d	0,00 d
5	haloxyfop	-	-	100	-	-	66,25 c	85,75 a
6	clethodim	-	-	144	-	-	69,38 c	85,00 a
7	glufosinate	-	-	400	-	-	86,88 b	78,75 b
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	-	1080	670	-	60,00 c	63,00 c
9	glyphosate	2,4-D colina	-	1080	670	-	65,63 c	65,00 c
10	glyphosate	haloxyfop	-	1080	100	-	86,25 b	95,00 a
11	glyphosate	clethodim	-	1080	144	-	88,13 a	91,25 a
12	glyphosate	glufosinate	-	1080	400	-	90,00 a	88,75 a
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	-	670	100	-	58,75 c	68,75 c
14	2,4-D colina	haloxyfop	-	670	100	-	58,75 c	76,25 b
15	2,4-D dimetil.	clethodim	-	670	144	-	61,88 c	78,00 b
16	2,4-D colina	clethodim	-	670	144	-	63,75 c	78,75 b
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	-	670	400	-	81,88 b	78,75 b
18	2,4-D colina	glufosinate	-	670	400	-	81,88 b	77,50 b
19	glufosinate	haloxyfop	-	400	100	-	89,38 a	92,50 a
20	glufosinate	clethodim	-	400	144	-	93,13 a	91,25 a
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	1080	670	100	81,88 b	86,25 a
22	glyphosate	2,4-D colina	haloxyfop	1080	670	100	84,38 b	91,25 a
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	clethodim	1080	670	144	86,88 b	90,00 a
24	glyphosate	2,4-D colina	clethodim	1080	670	144	86,88 b	92,50 a
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	glyphosate	400	670	1080	77,50 b	77,50 b
26	glufosinate	2,4-D colina	glyphosate	400	670	1080	86,25 b	85,00 a
27	glufosinate	glyphosate	haloxyfop	400	1080	100	91,88 a	93,75 a
28	glufosinate	glyphosate	clethodim	400	1080	144	94,38 a	91,25 a
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	400	670	100	90,00 a	87,50 a
30	glufosinate	2,4-D colina	haloxyfop	400	670	100	90,00 a	86,25 a
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	clethodim	400	670	144	94,38 a	91,25 a
32	glufosinate	2,4-D colina	clethodim	400	670	144	95,00 a	91,25 a
F							69,33**	85,08 **
CV							8,73%	7,51%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

A única exceção (glufosinate ausente) no primeiro grupo é o tratamento a base da associação entre glyphosate e clethodim, que pode ser explicado pelo fato do clethodim ser um graminicida de ação mais rápida do que o haloxyfop, e quando associado ao glyphosate proporcionou um controle elevado, considerando que a população estudada apresentou baixo nível de resistência ao glyphosate.

Os tratamentos glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + haloxyfop, glufosinate isolado apresentaram um controle estatisticamente inferior ao grupo anterior e a testemunha. É interessante observar que esse conjunto de tratamentos apresenta cinco tratamentos com associação entre o glyphosate e algum graminicida, sendo quatro em associação também com alguma forma de 2,4-D, onde é possível visualizar a adição dos efeitos do glyphosate e dos graminicidas. Essa conclusão provém da observação de que tanto o glyphosate quanto o clethodim e haloxyfop isolados apresentaram um controle estatisticamente inferior. Neste grupo também estão presentes o glufosinate isolado e suas associações com as duas formulações de 2,4-D (duplas) e com o glyphosate (tripas).

O terceiro grupo de controle estatisticamente inferior aos demais e a testemunha foi formado pelos graminicidas e pelo glyphosate aplicados isoladamente e suas associações com as formulações de 2,4-D, o que condiz com a efeito esperado de controle inferior do glyphosate, decorrente da resistência apresentada pela população. Dantas et al. (2015) também observaram que o tratamento de plantas de capim-amargoso roçadas com glyphosate apresentou um controle de 60%, enquanto na testemunha sem roçada esse controle ficou abaixo de 40%.

Aos 35DAP o grupo de tratamentos que apresentou controle estatisticamente superior aos demais e a testemunha foi composto pelos tratamentos: glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim. É possível notar que o controle proporcionado pelos tratamentos compostos por glyphosate e graminicidas, em associação ou não com as formulações de 2,4-D, evoluiu desde a última avaliação, atingindo o maior nível estatístico de controle entre as médias. Esse resultado também foi observado por Barroso et al. (2014), estudando população de fator de resistência muito similar (2,36), concluiu que tratamentos a base de glyphosate + clethodim e glyphosate + haloxyfop foram eficazes para controle de plantas em estádios menos avançados de desenvolvimento.

Também observa-se que a adição de ambas as formulações de 2,4-D aos tratamentos compostos por glufosinate + clethodim e glufosinate + haloxyfop não causou prejuízo no nível de controle, visto que as associações triplas com 2,4-D não diferem estatisticamente das associações duplas, onde este está ausente. A única associação tripla que diferiu estatisticamente das demais (associações triplas) foi glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate.

O segundo grupo de tratamentos em que o controle difere estatisticamente dos demais e da testemunha aos 35DAP é representado por 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + clethodim, 2,4-D colina + clethodim, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate e glufosinate isolado. Nesse grupo se nota que os tratamentos com glufosinate isolado ou apenas associados com as formulações de 2,4-D apresentaram redução nas médias de controle, isso ocorreu pois aos 35DAP o efeito inicial intenso deste herbicida já havia diminuído e as plantas apresentavam mais rebrota.

Ainda neste grupo de tratamentos, é importante destacar um possível antagonismo proporcionado pelas formulações de 2,4-D, quando associadas a graminicidas, que fica evidente pela diferença estatística entre os tratamentos isolados com haloxyfop e clethodim e seus pares com a presença de 2,4-D. Esse efeito é amplamente relatado na literatura (OLSON; NALEJAWA, 1981; VIDRINE et al., 1995; BROMMER et al., 2000; SCHERDER et al., 2005; OLIVEIRA JR., 2011; ZIMDAHL, 2013). No entanto, é interessante observar que a adição de glufosinate ou glyphosate as associações duplas entre graminicidas e ambas formulações de 2,4-D foi suficiente para compensar o prejuízo causado pelo possível antagonismo, sendo que todas as associações triplas entre graminicida + 2,4-D (ambos) + glyphosate/glufosinate apresentaram médias de controle estatisticamente superiores aos tratamentos compostos por graminicida + 2,4-D (ambos).

O próximo grupo de tratamentos estatisticamente diferentes dos demais e da testemunha aos 35 DAP contém os tratamentos 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + 2,4-D colina e glyphosate isolado. O fato deste grupo se composto em maioria por tratamentos onde o único herbicida presente que poderia controlar o capim-amargoso é o glyphosate explicita o problema de resistência a este herbicida apresentado na área. O controle inferior aos 80% mostra a ineficácia do glyphosate nessa situação, e demonstra um dos principais erros que contribui para o desenvolvimento da resistência a esse herbicida, muito cometido por agricultores.

Quanto a possíveis diferenças significativas de eficácia aos 35 DAP, causadas pelo uso de uma ou outra forma de 2,4-D, houveram apenas dois casos onde esse resultado foi observado.

Sendo esses a diferença significativa entre 2,4-D dimetilamina + haloxyfop e 2,4-D colina + haloxyfop e entre glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate e glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, onde ambos tratamentos que continham a forma 2,4-D colina foram estatisticamente superiores. No entanto esses resultados são minoria frente aos demais, onde predominou a igualdade estatística entre os produtos. Sendo assim, foi verificado que o uso das formulações 2,4-D e 2,4-D colina em associações com os demais herbicidas aqui estudados proporcionam resultados muito semelhantes de eficácia. Nas avaliações seguintes não foram discutidas diferenças possíveis causadas pelo uso de uma ou outra forma de 2,4-D, visto que outros fatores importantes de variação foram introduzidos. Isso torna muito difícil a identificação de possíveis diferenças causadas pela forma de 2,4-D utilizada e poderia levar a conclusões equivocadas.

Sobre a avaliação de controle visual aos 35DAP todos os tratamentos seguidos das letras a e b na coluna poderiam ser considerados eficazes para o controle de capim-amargoso ($CV > 80\%$) naquele momento, caso fosse considerado apenas o controle visual. No entanto, nessa ocasião já era possível observar rebrotas em diferentes fases nas parcelas, que viriam a interferir nos resultados finais. Não foi encontrada na literatura uma escala ou uma metodologia padronizada para avaliar rebrota de plantas daninhas, portanto o índice de rebrota (IR) apresentado aqui tem o intuito de mostrar de forma simples a diferença proporcionada pelos tratamentos feitos nas primeiras fases dos experimentos na rebrota das plantas de capim-amargoso. A avaliação de índice de rebrota para esse experimento foi feita 28 dias antes da segunda aplicação.

A análise estatística para os dados de controle visual aos 65DAS (Tabela 12) mostrou que houve interação significativa entre o fator tratamento nas parcelas (primeira aplicação) e o fator tratamento nas subparcelas (segunda aplicação). Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios relativos aos desdobramentos da interação significativa entre os fatores.

Tabela 12. Comparação de médias de controle visual de capim-amargoso aos 65 dias após a segunda aplicação (DAS) e índice de rebrota (IR) avaliado aos 40 DAP. Experimento B, segunda etapa. Piracicaba, 2016.

Tratamento parcela			Dose (g i.a./ha)			Controle visual 65DAS (%)				IR
						Tratamento subparcela				
A	B	C	A	B	C	glufosinate	haloxyfop			
1	Testemunha		-	-	-	0,00 eA	0,00 cA	-		
2	glyphosate	-	-	1080	-	-	77,50 bB	92,75 aA	7	
3	2,4-D dimetil.	-	-	670	-	-	53,25 dB	78,75 bA	-	
4	2,4-D colina	-	-	670	-	-	63,25 cB	78,75 bA	-	
5	haloxyfop	-	-	100	-	-	69,75 cB	87,50 aA	1	
6	clethodim	-	-	144	-	-	59,50 dB	76,50 bA	1	
7	glufosinate	-	-	400	-	-	67,50 cB	76,00 bA	12	
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	-	1080	670	-	68,00 cB	83,75 bA	6	
9	glyphosate	2,4-D colina	-	1080	670	-	84,25 bB	93,50 aA	7	
10	glyphosate	haloxyfop	-	1080	100	-	92,50 aA	98,25 aA	2	
11	glyphosate	clethodim	-	1080	144	-	91,00 aA	94,25 aA	4	
12	glyphosate	glufosinate	-	1080	400	-	92,25 aA	96,00 aA	6	
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	-	670	100	-	89,25 aA	92,50 aA	9	
14	2,4-D colina	haloxyfop	-	670	100	-	89,50 aA	97,00 aA	7	
15	2,4-D dimetil.	clethodim	-	670	144	-	84,50 bA	89,00 aA	3	
16	2,4-D colina	clethodim	-	670	144	-	83,75 bB	91,75 aA	4	
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	-	670	400	-	91,25 aA	91,75 aA	11	
18	2,4-D colina	glufosinate	-	670	400	-	89,00 aA	94,25 aA	10	
19	glufosinate	haloxyfop	-	400	100	-	85,50 bB	98,25 aA	3	
20	glufosinate	clethodim	-	400	144	-	87,25 aA	94,50 aA	5	
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	1080	670	100	78,00 bB	89,00 aA	6	
22	glyphosate	2,4-D colina	haloxyfop	1080	670	100	87,50 aA	94,25 aA	4	
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	clethodim	1080	670	144	91,00 aA	96,00 aA	4	
24	glyphosate	2,4-D colina	clethodim	1080	670	144	83,50 bB	96,00 aA	5	
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	glyphosate	400	670	1080	79,00 bB	95,50 aA	8	
26	glufosinate	2,4-D colina	glyphosate	400	670	1080	83,00 bA	88,50 aA	11	
27	glufosinate	glyphosate	haloxyfop	400	1080	100	86,75 bA	93,00 aA	2	
28	glufosinate	glyphosate	clethodim	400	1080	144	90,00 aA	93,50 aA	3	
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	haloxyfop	400	670	100	85,50 bB	95,50 aA	6	
30	glufosinate	2,4-D colina	haloxyfop	400	670	100	96,50 aA	97,00 aA	7	
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	clethodim	400	670	144	94,00 aA	99,25 aA	4	
32	glufosinate	2,4-D colina	clethodim	400	670	144	93,75 aA	97,75 aA	4	
F Fator A = Trat, Parcelas							34,47**			
F Fator B = Trat, Subparcelas							167,50**			
Interação AxB							2,55**			
CV A=Parcelas							10,00%			
CV B=Subparcelas							6,24%			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Quanto aos resultados obtidos nas subparcelas que receberam aplicação de haloxyfop em sequencial (segunda aplicação), poucas diferenças significativas foram observadas. Um grande grupo composto por glyphosate + 2,4-D colina, glyphosate + haloxyfop, glyphosate + clethodim, glyphosate + glufosinate, 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + clethodim, 2,4-D colina + clethodim, 2,4-D dimetilamina +

glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim, haloxyfop e glyphosate não diferiram entre si, mas foram significativamente superiores a testemunha e aos demais tratamentos. Neste grande grupo (26 tratamentos), com exceção do tratamento composto por haloxyfop isolado, todos os tratamentos obtiveram média de controle superior a 90%. Esse resultado indica que a realização de associações duplas e triplas na primeira aplicação não causa prejuízos no resultado final, quando planejada a aplicação de haloxyfop em sequência. A única associação que sofreu aplicação de haloxyfop na segunda etapa, mas não atingiu 90% de controle, foi glyphosate + 2,4-D.

Para a aplicação de glufosinate nas subparcelas, foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos, onde glyphosate + haloxyfop, glyphosate + clethodim, glyphosate + glufosinate, 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim e glufosinate + 2,4-D colina + clethodim não diferiram entre si, mas apresentaram diferença significativa em relação aos demais tratamentos e a testemunha. Neste grupo todos os tratamentos atingiram controle superior a 80%.

Entre todas as subparcelas onde o glufosinate foi aplicado (segunda aplicação), se destaca o resultado de que os tratamentos compostos pelos graminicidas haloxyfop e clethodim isolados apresentaram controles significativamente inferiores às suas respectivas associações com 2,4-D e 2,4-D colina. Esse resultado a princípio seria inesperado, considerando o possível antagonismo que ocorre entre esses produtos, no entanto quando se analisa o índice de rebrota fica claro que este teve um impacto determinante no resultado final. As associações entre 2,4-D dimetilamina + clethodim e 2,4-D colina + clethodim apresentaram índices de rebrota de 3 e 4, enquanto o índice foi de apenas 1 para o clethodim isolado. O mesmo ocorreu com os tratamentos 2,4-D dimetilamina + haloxyfop e 2,4-D colina + haloxyfop, onde o índice de rebrota foi de 9 e 7, respectivamente. O índice de rebrota proporcionado pela aplicação com

haloxyfop isolado foi de apenas 1. Os resultados de maior índice de rebrota nesses tratamentos coincidem com controle significativamente superiores ao final do experimento, o que mostra que a maior rebrota tornou as plantas mais suscetíveis a ação do herbicida na segunda aplicação.

Com exceção do tratamento com glufosinate isolado na primeira aplicação, todos os tratamentos que atingiram índice de rebrota 7 ou maior apresentaram médias de controles superiores que ao fim da primeira etapa. Estes são: glyphosate, glyphosate + 2,4-D colina, 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D dimetilamina + glufosinate, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate e glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop. Esse dado indica que a aplicação sequencial foi mais eficaz nas plantas que possuíam mais volume de rebrota. Este resultado também foi encontrado em estudo com capim-amargoso desenvolvido por Adegas et al.(2016) , onde o sistema de controle mais eficaz aquele iniciado pela roçada, sendo a melhor complementação obtida pela aplicação de herbicida aos 21 dias após a roçada.

Foi verificado que 14 dos 32 tratamentos apresentaram diferenças significativas entre os dois níveis de tratamento do fator tratamento nas subparcelas, ou seja, diferenças entre aplicação do glufosinate e o haloxyfop dentro do mesmo tratamento inicial (primeira aplicação). Apesar de serem minoria, é um número expressivo de tratamentos, que indica que em algumas situações o uso de haloxyfop proporcionará um controle significativamente superior. Isso pode ser observado nos tratamentos glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + haloxyfop, 2,4-D colina + clethodim, glyphosate, 2,4-D, 2,4-D colina, haloxyfop, clethodim, glufosinate, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + 2,4-D colina. É importante observar que a maior parte desses tratamentos é composta por tratamentos que apresentaram controles estatisticamente menores ao final da primeira etapa, o que demonstra que o uso de haloxyfop na segunda aplicação sequencial foi capaz de “recuperar” esses controles mais baixos para patamares mais altos do que o glufosinate. Grigolli e Lourenção (2016) recomendam que em áreas com a presença de plantas de capim-amargoso perenizadas, seja feita uma roçada baixa, posteriormente quando as plantas estiverem rebrotando realizar a aplicação de herbicidas, preferencialmente do grupo dos inibidores da ACCase, sendo que o uso dessa estratégia proporciona aumento significativo na eficiência do graminicida e ajuda no controle desta planta daninha.

Correia et al. (2015) concluíram que a combinação da roçada mecânica do capim-amargoso com aplicação de glyphosate (2,16 e 1,44 kg e. a. ha⁻¹) associado a quizalofop-ptefuryl (0,12 kg i. a. ha⁻¹) ou clethodim (0,108 kg i. a. ha⁻¹), com aplicação sequencial dos

mesmos herbicidas após 15 dias, foi a estratégia mais eficiente para manejo de plantas adultas. Esse resultado contrasta com os observados nesse trabalho em relação ao tempo ideal para realização da aplicação sequencial, sendo que nesse estudo o intervalo foi bastante superior. Peternela et al. (2014) constataram a eficiência de herbicidas na supressão de rebrota de touceiras de *D. insularis*, verificando que a aplicação de glyphosate, associado com clethodim ou com mazethapyr e glyphosate + clethodim + S metolachlor, restringiu por 21 dias a rebrota desta planta daninha. No entanto, a velocidade de rebrota do capim-amargoso pode estar relacionada a fatores climáticos, ambientais e principalmente ao tratamento que foi feito na primeira aplicação, então é esperado que situações distintas resultem em conclusões diferentes.

O resultado que se destaca na análise final de acúmulo de massa seca (Tabela 13) é a comparação entre os tratamentos nas subparcelas, onde foi verificado que em 21 dos 32 tratamentos houve diferença significativa entre as parcelas onde foi feita aplicação sequencial com haloxyfop e as que receberam aplicação de glufosinate, onde a redução proporcionada pela aplicação de haloxyfop foi maior. Os tratamentos onde esse comportamento foi observado são: glyphosate, 2,4-D, 2,4-D colina, haloxyfop, clethodim, glufosinate, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + 2,4-D colina, 2,4-D colina + haloxyfop, 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop .

Tabela 13. Comparação de médias de acúmulo de massa seca, coletada ao final do ensaio. Experimento B, segunda etapa. Piracicaba, 2016.

Tratamento parcela			Dose (g i.a./ha)			Massa seca (g)	
						Tratamento subparcela	
A	B	C	A	B	C	glufosinate	haloxyfop
1	Testemunha		-	-	-	217,65 aA	217,65 aA
2	glyphosate	-	1080	-	-	45,57 dA	23,13 dB
3	2,4-D dimetil.	-	670	-	-	96,62 bA	45,14 bB
4	2,4-D colina	-	670	-	-	93,92 bA	45,13 bB
5	haloxyfop	-	100	-	-	64,34 cA	27,25 dB
6	clethodim	-	144	-	-	87,92 bA	47,58 bB
7	glufosinate	-	400	-	-	68,48 cA	52,20 bB
8	glyphosate	2,4-D dimetil.	1080	670	-	68,27 cA	35,74 cB
9	glyphosate	2,4-D colina	1080	670	-	42,19 dA	14,21 eB
10	glyphosate	haloxyfop	1080	100	-	16,80 gA	9,44 eA
11	glyphosate	clethodim	1080	144	-	19,30 fA	13,19 eA
12	glyphosate	glufosinate	1080	400	-	16,19 gA	11,39 eA
13	2,4-D dimetil.	haloxyfop	670	100	-	21,14 fA	19,20 dA
14	2,4-D colina	haloxyfop	670	100	-	22,85 fA	10,63 eB
15	2,4-D dimetil.	clethodim	670	144	-	33,72 eA	24,98 dA
16	2,4-D colina	clethodim	670	144	-	35,23 eA	17,69 dB
17	2,4-D dimetil.	glufosinate	670	400	-	20,13 fA	17,36 dA
18	2,4-D colina	glufosinate	670	400	-	22,45 fA	15,65 eA
19	glufosinate	haloxyfop	400	100	-	30,06 eA	9,30 eB
20	glufosinate	clethodim	400	144	-	26,37 fA	11,94 eB
21	glyphosate	2,4-D dimetil.	1080	670	100	47,01 dA	22,79 dB
22	glyphosate	2,4-D colina	1080	670	100	27,08 fA	12,58 eB
23	glyphosate	2,4-D dimetil.	1080	670	144	26,33 fA	9,00 eB
24	glyphosate	2,4-D colina	1080	670	144	33,33 eA	8,77 eB
25	glufosinate	2,4-D dimetil.	400	670	1080	45,47 dA	9,89 eB
26	glufosinate	2,4-D colina	400	670	1080	36,55 eA	15,48 eB
27	glufosinate	glyphosate	400	1080	100	23,97 fA	13,43 eB
28	glufosinate	glyphosate	400	1080	144	21,53 fA	11,28 eB
29	glufosinate	2,4-D dimetil.	400	670	100	32,74 eA	10,16 eB
30	glufosinate	2,4-D colina	400	670	100	8,25 gA	7,78 eA
31	glufosinate	2,4-D dimetil.	400	670	144	13,15 gA	7,72 eA
32	glufosinate	2,4-D colina	400	670	144	13,46 gA	7,23 eA
F Fator A = Trat, Parcelas						241,55**	
F Fator B = Trat, Subparcelas						471,77**	
Interação AxB						8,78**	
CV A=Parcelas						20,22%	
CV B=Subparcelas						19,34%	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; **significativo ao nível de 1% de probabilidade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Quanto a comparação entre os tratamentos iniciais, dentro dos resultados para aplicação de haloxyfop nas subparcelas, se destaca um grande grupo de tratamentos que diferiu significativamente dos demais e da testemunha, proporcionando 92,8% ou mais de redução de acúmulo de matéria seca em relação a testemunha. Esse grupo foi composto pelos tratamentos glyphosate + 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + clethodim,

glyphosate + 2,4-D colina + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate, glufosinate + 2,4-D colina + glyphosate, glufosinate + glyphosate + haloxyfop, glufosinate + glyphosate + clethodim, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D colina + haloxyfop, glufosinate + 2,4-D dimetilamina + clethodim, glufosinate + 2,4-D colina + clethodim, 2,4-D colina + glufosinate, glufosinate + haloxyfop, glufosinate + clethodim, 2,4-D colina + haloxyfop, glyphosate + 2,4-D colina, glyphosate + haloxyfop, glyphosate + clethodim e glyphosate + glufosinate.

É interessante observar que, em uma área com a presença de outras plantas daninhas resistentes, como a buva, alguns desses tratamentos também seriam eficientes no seu controle. Como observado por Blainski et al. (2009), no caso de buva com até 16 cm, o controle se torna mais difícil, mas ainda há tratamentos herbicidas que apresentam controle eficiente, sendo alguns deles: glufosinate, MSMA, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + glufosinate e glufosinate + 2,4-D.

Ainda sobre a avaliação de acúmulo de massa seca é interessante notar que os únicos tratamentos que não foram capazes de proporcionar 80% de redução de massa seca em relação a testemunha foram os que receberam a aplicação dos herbicidas isolados 2,4-D, 2,4-D colina, clethodim e glufosinate.. Novamente, as parcelas que receberam os herbicidas haloxyfop e clethodim isolados apresentaram desempenhos significativamente inferiores aos seus pares em associação com 2,4-D (apenas 2,4-D colina para o haloxyfop), o que demonstra novamente a importância que o índice de rebrota teve sobre a aplicação sequencial de haloxyfop, sendo esse fator mais determinante na eficácia final que possíveis antagonismos entre os produtos.

Em estudo realizado com plantas de capim-amargoso foi verificado que 49 dias após a aplicação as plantas tratadas com as associações de quizalofop + glyphosate e quizalofop sozinho, com aplicações sequenciais de glyphosate, houve redução média de 75% no acúmulo de matéria seca, em relação à testemunha sem herbicida (CORREIA; DURIGAN, 2009). Já em estudo realizado por Barroso et al. (2014), os resultados obtidos mostraram que aplicações de tratamentos compostos por associações entre diversas formulações de glyphosate e os herbicidas quizalofop, haloxyfop, sethoxydim e clethodim, aplicados em plantas de 3 a 4 perfilhos, não foram capazes de proporcionar 80% de redução de biomassa fresca. Quando comparados aos resultados aqui obtidos, se destaca o valor das aplicações sequenciais para redução eficaz de massa das plantas.

Para as subparcelas que receberam o tratamento sequencial de glufosinate houveram mais tratamentos que não foram capazes de reduzir a massa seca em 80%, quando comparadas

as que receberam sequencial de haloxyfop. Esses tratamentos foram: glyphosate, 2,4-D, 2,4-D colina, haloxyfop, clethodim, glufosinate, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + 2,4-D dimetilamina + haloxyfop e glufosinate + 2,4-D dimetilamina + glyphosate. No entanto, esses tratamentos ainda são minoria frente a grande quantidade de opções restantes eficazes (redução maior que 80%). Gemelli et al. (2013) verificaram em áreas com plantas capim-amargoso em rebrota, quando submetidas à aplicação de glufosinate, apresentaram redução de cerca de 88% no acúmulo de massa seca da infestante no momento da colheita do milho.

Vale destacar também que, independente da aplicação sequencial, apesar de alguns serem capazes de reduzir a massa seca em mais de 95%, nenhum tratamento foi capaz de erradicar o capim-amargoso da área. Esse resultado demonstra a grande capacidade dessa planta daninha de sobreviver, mesmo quando roçada anteriormente a aplicação dos tratamentos. É importante lembrar que a integração do controle mecânico com o químico pode trazer resultados em plantas desenvolvidas, mas em grandes áreas essa alternativa tem baixo rendimento, é onerosa, e de pouca viabilidade prática (GAZZIERO et al. 2011).

3.4. Conclusão

É possível afirmar que o controle de plantas adultas de capim-amargoso resistente ao glyphosate é facilitado com a roçada mecânica, podendo atingir resultados semelhantes ao controle das plantas não roçadas, com uma aplicação sequencial a menos.

Existem diversas combinações de associações e aplicações sequenciais entre glyphosate, haloxyfop, clethodim e glufosinate, em associação ou não com 2,4-D colina e 2,4-D, capazes de proporcionar controle superior a 90% em plantas de capim-amargoso, roçadas ou não. Independente do tratamento algumas plantas sofreram rebrota, sendo a intensidade dessa importante na ocasião da aplicação sequencial. É recomendado que esse parâmetro seja observado com cautela para tomada de decisão correta, principalmente no caso de roçada mecânica das plantas, prévia a aplicação de herbicidas.

Foi possível observar que a nova formulação de 2,4-D colina possui comportamento similar ao 2,4-D dimetilamina em relação a possíveis antagonismos em associações com graminicidas. Isso indica que os conhecimentos anteriores servem como uma boa referência para uso da nova formulação enquanto novos estudos são desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S. Resistência amarga. Cultivar, Grandes Culturas, v. 17, n. 207, Encarte Técnico Soja, p. 4-5, 2016.

ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E. Integração do controle mecânico e químico no manejo da buva e capim-amargoso resistentes ao glyphosate. In: XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas: Tecnologia a Serviço do Agricultor, 2016, Curitiba. Anais... São Paulo: SBCPD, 2012. p. 617.

AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Passo Fundo: Berthier, 2009. 352 p.

ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; VICTORIA FILHO, R. Soja RR e o Glyphosate. In: ALBRECHT, L.P.; MISSIO, R.F. Manejo de cultivos transgênicos. Curitiba: UFPR, 2013. p.25-45.

DANTAS, G.; MESCHEDÉ, D. K.; SAMABATTI, V. C.; AZEVEDO, G.; VANZELLA, L.; DENADAI, J.; GAZZIERO, D. L. P. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

BARROS, A. A. M. et al. Interação entre herbicidas inibidores da ACCase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. Planta Daninha, v.32, n.3, p.619-627, 2014.

BARROSO, M. A. A.; ALBRECHT, P. A. J.; REIS, C. F.; FILHO, V. R. (2014) Interação entre herbicidas inibidores da accase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. Planta Daninha 32(3):619-627.

BLAINSKI, E.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; BIFFE, D. F.; RAIMONDI, M. A.; BUCKER, E. G.; GHENO, E. Eficácia de alternativas herbicidas para o controle de buva (*Conyza bonariensis*). In: Resumos do 5o Congresso Brasileiro de Soja. Goiânia, GO: FUNEP, p. 54, 2009

BONFLEUR, E. J. Comportamento da associação entre os herbicidas glyphosate e atrazina em um Latossolo vermelho-escuro do bioma cerrado brasileiro. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BROMMER, C. L. et al. Antagonism of clefoxydim by selected broadleaf herbicides and the role of ethanol. Weed Science, v. 48, p. 181-187, 2000.

BURKE, I. C. et al. CGA-362622 antagonizes annual grass control with clethodim. Weed Technology, v. 16, p. 749-754, 2002.

CIB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2017. Disponível em: <<http://cib.org.br/produtos-aprovados/das-44406-6-x-das-81419-2/>>. Acesso em: 16 Jan. 2018.

COLBY, S. R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations. *Weeds*, v.15, p.20-22, 1967.

CORREIA, N. M.; ACRA, L. T.; BALIERO, G. Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resistant population. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 93-101, 2015.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuronethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 3, set. 2009.

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

FAIRCLOTH, W. H. et al. Weed management programs for glyphosate-tolerant cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technol.*, v. 15, p. 544-551, 2001.

FRANCO, P.; CONDORI, N.; FLORES H. Resistência múltipla a glyphosate y herbicidas inhibidores de ACCasa en *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman y resistencia a glyphosate de *Amaranthus quitensis* H.B.K. en Santa Cruz, Bolivia. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE LAS MALEZAS, 22., 2015, Buenos Aires. Proceedings.... Buenos Aires: Asociación Latino-americana de Malezas, 2015. p. 264.

GAZOLA, T.; BELAPART, D.; CASTRO, E. B.; CIPOLA FILHO, M. L.; DIAS M. F. Características biológicas de *Digitaria insularis* que conferem sua resistência a herbicidas e opções de manejo. *Científica*, Jaboticabal, v. 44, n. 4, p. 557-567, 2016.

GAZZIERO, D.; FORNAROLLI, D.; ADEGAS, F.; VARGAS, L.; VOLL, E. Capim-amargoso: outro caso de resistência ao glyphosate. *A Granja*, Ed. 752, 2011.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. Estratégias para o controle de capimamargoso (*digitariainsularis*) resistente ao glyphosate, desde a dessecação de manejo até a pós-emergência da soja RR. *Informe Técnico PGA-UEM*. v.2, n.2.p.1-5. 2013

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.; JUMES, T.; GHENO, E.; RIOS, F.; FRANCHINI, L. Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v. 12, n. 2, p. 162-170, 2013.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.; JUMES, T.; GHENO, E.; RIOS, F.; FRANCHINI, L. Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v. 12, n. 2, p. 162-170, 2013.

GILO, E. G.; MENDONÇA, C. G.; SANTO, T. L. E.; TEODORO, P. E. Alternatives for chemical management of sourgrass. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 32, n. 4, p. 881-889, 2016

GREEN, J.M. Herbicide antagonism at the whole plant level. *Weed Technology*, Lawrence, v.3, p.217-226, 1989.

GRIGOLLI, J.F.J. ; LOURENÇÃO, A. L. F. . Manejo das plantas daninhas no milho safrinha. In: LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; GITTI, D. G. (Org.). Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno 2016. 1ed. Curitiba: Midiograf, 2016, v. , p. 99-117.

HATZIOS, K.K.; PENNER, D. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. Weed Science, Lawrence, v.1, p.1-63, 1985.

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.

MELO, M. S. C. et al. Alternativas de controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.2, p.195-203, 2012.

MONQUERO, P. A. Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. 2003. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

OLIVEIRA JR., R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R. S; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, Curitiba: Omnipax, 2011. p.141-192.

OLSON, W. A.; NALEJAWA, J. D. Antagonistic effects on MCPA on wild oat (*Avena fatua*) control with diclofop. Weed Science, v. 29, p. 566-571, 1981.

PETERNELA A.; OLIVEIRA NETO, M. A.; GUERRA, N.; OLIVEIRA, C. N.; BOTTEGA, L. E.; MACIEL, G. D. C. (2014) Eficiência de herbicidas na supressão de rebrote de touceiras de capim-amargoso. Revista Brasileira de Herbicidas 13(1):73-79.

PORNPROM, T.; SURAWATTANANON, S.; SRINIVES, P. Ammonia accumulation as an index of glufosinate-tolerant soybean cell lines, Pestic. Biochem. Physiol., v. 68, p. 102–106, 2000.

SCHERDER, E. F. et al. Antagonism of cyhalofop grass activity by halosulfuron, triclopyr and propanil. Weed Technology, v. 19, p. 934-941, 2005.

SILVA, W. T.; KARAM, D.; VARGAS, L.; SILVA, A. F. Alternativas de controle químico para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) na cultura do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 578-586, 2017.

VENCILL, W. K. Herbicide Handbook. 8.ed. Lawrence: Western Social Science Association, 2002. p. 493.

VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L., ZUPPI, M., SANTIAGO, T. O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: UFV, 2008. 464p.

VIDAL, R. A; MEROTTO JR., A. Herbicidas inibidores da ACCase. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. Herbicidologia. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. p. 15-24.

VIDRINE, P. R. et al. Grass control in soybean (*Glycine max*) with graminicides applied alone and in mixtures. Weed Technology, v. 9, p. 68-72, 1995.

WEBSTER, T.M.; SONOSKIE, L.M. Loss of Glyphosate Efficacy: a Changing Weed Spectrum in Georgia Cotton. Weed Science, v.58, p.73-79, 2010.

WILSON, R. G. et al. Glyphosate-induced weed shifts in glyphosate-resistant corn or a rotation of glyphosate-resistant corn, sugarbeet, and spring wheat. Weed Technology, Champaign, v. 21, n. 4, p. 900-909, 2007.

WSSA. Weed Science Society of America. 2010. Common and chemical names approved by the Weed Science Society of America. Weed Science. 58:511–518

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* em função da presença de alumínio no substrato. *Ciência Rural*, 41(4):599-601, 2011.

SPADER, V.; MAKUCH, E. I.; REIS, E. F.; TOLEDO, R. E. B. Manejo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26, 2008, Ouro Preto- MG. Anais... Viçosa: SBCPD, 2008.

SBCPD. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Procedimentos para instalação, Avaliação e Análise de Experimentos com herbicidas. Londrina-PR, SBCPD, 1995. 42p.

SORENSEN, V. M.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. The interaction of acifluorfen and bentazon in herbicidal combinations. Weed Science, Champaign, 35:449-456, 1987.

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

VELINI, E. D. et al. Características e usos do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. Glyphosate: uso sustentável. Fepaf: Botucatu, 2012. 213 p.

ZIMDAHL, R. L. Fundamentals of weed science. London: Academic Press, 2013. 664 p.

ZOBIOLE, L.; KRENCHINSKI, F.; ALBRECHT, A.; PEREIRA, G.; LUCIO, F. R.; ROSSI, C.; RUBIN, R. Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. Revista Brasileira de Herbicidas, Londrina, v. 15, n. 2, p. 157-164, 2016.