

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

VARIABILIDADE DE RESPOSTA DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE
***Digitaria insularis* E ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE UMA POPULAÇÃO**
RESISTENTE

Leonardo José Petean Gomes
Engenheiro Agrônomo

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

VARIABILIDADE DE RESPOSTA DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE
***Digitaria insularis* E ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE UMA POPULAÇÃO**
RESISTENTE

Leonardo José Petean Gomes
Orientadora: Profa. Dra. Núbia Maria Correia

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2016

G633v Gomes, Leonardo José Petean
Variabilidade de resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* e estratégias de manejo de uma população resistente / Leonardo José Petean Gomes. -- Jaboticabal, 2016
ix, 62 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientadora: Núbia Maria Correia

Banca examinadora: Roberto Estevão Bragion de Toledo, Robinson Luiz Campos Machado Pitelli.

Bibliografia

1. Glyphosate. 2. Sobressemeadura. 3. Tolerância. 4. *Urochloa ruziziensis*. 5. Variabilidade genética. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.51:633.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



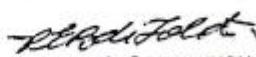
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

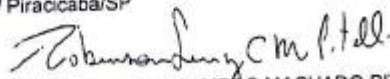
TÍTULO: VARIABILIDADE DE RESPOSTA DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE
Digitaria insularis E ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE UMA PO
PULAÇÃO RESISTENTE

AUTOR: LEONARDO JOSÉ PETEAN GOMES
ORIENTADORA: NÚBIA MARIA CORREIA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Pesquisadora Dra. NÚBIA MARIA CORREIA
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças / EMBRAPA - Brasília/DF


Pesquisador Dr. ROBERTO ESTÊVÃO BRAGION DE TOLEDO
HRAC-BR / Piracicaba/SP


Prof. Dr. ROBINSON LUIZ DE CAMPOS MACHADO PITELLI
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 22 de julho de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LEONARDO JOSÉ PETEAN GOMES - Nascido em 18 de maio de 1991, na cidade de Araçatuba, SP. Coursou Engenharia Agrônômica, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal - SP, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), concluindo em dezembro de 2013. Em março de 2014 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, nível de mestrado, da FCAV/UNESP, sob orientação da Dra. Núbia Maria Correia. Atualmente, é Trainee de Operações do grupo El Tejar e reside na cidade de Primavera do Leste - MT.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve ao meu lado me guiando e me protegendo. Só tenho que agradecê-Lo por tantos momentos de superação e alegria proporcionados.

Aos meus pais, José Aroldo Gomes e Maria Gorete Petean Gomes, e meu irmão Marcos Agostinho Petean Gomes que, com muito carinho, apoio e coragem não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. O amor não se define apenas se sente, e é esse sentimento que eu sinto por vocês. Obrigado por tudo!

À minha orientadora, professora, grande amiga, Dra. Núbia Maria Correia, pela paciência e inestimável apoio prestados durante a realização desse trabalho, pela oportunidade de muito aprender com a experiência e conhecimento científico que lhes pertence e pela grande amizade construída durante todos esses anos.

Aos contribuintes nas atividades dos experimentos: Jurandir de Oliveira (Bizu), Gilson José Leite, Phillipe Sant'Anna Honório Ferreira, Cassio Henrique Nogueira, Luísa Tittoto Acra (Minhon), Juciléia Irian dos Santos, Professor Eduardo, as técnicas: Claudia do departamento de microscopia eletrônica; Roseli do departamento de Biologia.

A todos ex-integrantes do Grupo de Estudos em Matologia (GEM) da UNESP, Jaboticabal-SP, pelos anos de amizade e conhecimentos compartilhados.

À república Mata Burro, por ter sido minha segunda família durante os anos de graduação e por permanecerem me apoiando sempre em cada conquista.

À república Porto Belo (Ap. 401), república Overcrowded, república Piauí e todos os meus amigos de Jaboticabal, por me acolherem e proporcionarem os momentos da pós-graduação mais inesquecíveis ainda.

Ao grupo El Tejar de Primavera do Leste - MT, principalmente a Fazenda Primavera, pelo aprendizado e conhecimento adquirido durante todos esses meses, além da grande amizade construída durante o tempo.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV/UNESP), pela oportunidade de

realização do curso de Mestrado e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos doutores que participaram da minha banca de qualificação e defesa do mestrado, muito obrigado pela contribuição.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3. REFERÊNCIAS	9
 CAPÍTULO 2 - CONTROLE QUÍMICO E ANÁLISE MORFOANATÔMICA DAS FOLHAS DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE CAPIM-AMARGOSO	 12
RESUMO.....	12
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1. Controle químico de diferentes populações de <i>D. insularis</i>	15
2.1.1. Coleta e semeadura de <i>D. insularis</i>	15
2.1.2. Unidade e delineamento experimental, tratamentos e aplicação dos herbicidas	15
2.1.3. Avaliações.....	16
2.1.4. Análise estatística	17
2.2. Análises morfoanatômicas das folhas de diferentes populações de <i>D. insularis</i>	17
2.2.1. Quantificação de cerosidade das folhas	17
2.2.2. Análise anatômica foliar	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4. CONCLUSÕES	29
5. REFERÊNCIAS	30

CAPÍTULO 3. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE UMA POPULAÇÃO DE <i>DIGITARIA</i>	
<i>INSULARIS</i> RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE.....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT	32
1. INTRODUÇÃO	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1 Caracterização da área experimental	35
2.2 Delineamento experimental, tratamentos e unidade experimental.....	36
2.3 Descrição dos produtos utilizados.....	37
2.4 Semeadura da soja, aplicação dos herbicidas e sobressemeadura com <i>U.</i>	
<i>ruzizienis</i>	38
2.5 Avaliações.....	41
2.6 Análise estatística	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4. CONCLUSÕES	59
5. REFERÊNCIAS.....	59

VARIABILIDADE DE RESPOSTA DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE *Digitaria insularis* E ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE UMA POPULAÇÃO RESISTENTE

RESUMO - Algumas espécies têm sido selecionadas, devido às aplicações frequentes de herbicidas com o mesmo mecanismo, como é o caso de *Digitaria insularis* ao glyphosate. Assim, objetivou-se estudar (i) o controle de doze populações de *D. insularis* pelo herbicida glyphosate, isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, (ii) classificar as populações quanto à sensibilidade (suscetível, medianamente suscetível ou tolerante) ao glyphosate, (iii) correlacionar características morfoanatômicas das folhas das populações, além de (iv) avaliar a combinação dos métodos químico e cultural (sobressemeadura de *Urochloa ruziziensis*) no manejo de plantas adultas de *D. insularis* resistentes ao glyphosate, durante a cultura da soja e no período de entressafra (outono-inverno). Para o experimento de controle químico das populações, o delineamento foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 12 x 4. Doze populações de *D. insularis* foram pulverizadas com glyphosate isolado (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) e em associação (2,16 kg e.a. ha⁻¹) com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg i.a. ha⁻¹). Além disso, uma testemunha sem aplicação foi mantida para cada população. Em laboratório, foram realizadas análises morfoanatômicas e de quantificação de cerosidade das folhas. As populações 3, 5, 6 e 8 foram consideradas suscetíveis ao glyphosate; 9, 10 e 12 medianamente suscetíveis; 1, 2, 4, 7 e 11, tolerantes. Todas as populações apresentaram as mesmas características morfológicas, mas, diferiram nas anatômicas e quantidade de cera. Porém, as populações dentro de cada grupo (susceptíveis, medianamente suscetíveis ou tolerantes) não tiveram características semelhantes que justificassem a resposta diferencial ao herbicida glyphosate. Na etapa de campo, dois experimentos foram instalados no delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (6 x 2), com quatro repetições. Nas parcelas, foram estudados quatro tratamentos com herbicidas {glyphosate (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) em associação com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg ha⁻¹) ou clethodim (0,108 kg ha⁻¹) pulverizados antes da semeadura da soja (dessecação) e complementados na pós-emergência da soja; e duas testemunhas sem herbicida, uma mantida infestada e outra capinada durante todo o período experimental. Nas subparcelas, foi avaliada a realização ou não da sobressemeadura da soja com *Urochloa ruziziensis*. A combinação da aplicação de herbicidas antes da semeadura da soja com a aplicação sequencial na pós-emergência da cultura foi eficaz no controle de plantas adultas de *D. insularis*. Além disso, a cobertura do solo com *U. ruziziensis* após a colheita da soja, na entressafra, reduziu o potencial de reinfestação da área pela planta daninha.

Palavras-chave: glyphosate, sobressemeadura, tolerância, *Urochloa ruziziensis*, variabilidade genética

VARIABILITY RESPONSE OF DIFERENTS POPULATIONS *Digitaria insularis* AND STRATEGIES MANAGEMENT OF A POPULATION RESISTENT

ABSTRACT - Some species have been selected because of frequent applications of herbicides with the same mechanism, such as *Digitaria insularis* to glyphosate. The objective of this paper was study: (i) control twelve populations of *D. insularis* the herbicide glyphosate, alone and mixed with quizalofop-p-tefuryl, (ii) classify the population in terms of sensitivity (susceptible, moderately susceptible or tolerant) glyphosate, (iii) correlate morphoanatomic characteristics of the leaves of the population, and (iv) evaluate the combination of chemical and cultural methods (oversowing of *Urochloa ruziziensis*) in the management of adult plants of *D. insularis* resistant to glyphosate during the soybean crop and the off-season (autumn winter). For chemical control experiment populations, the design was completely randomized with four replications, in a factorial 12 x 4. Twelve populations of *D. insularis* were sprayed with glyphosate alone (1.44 and 2.16 kg and ha⁻¹) and associate (2.16 kg ae ha⁻¹) using quizalofop-p-tefuryl (0.12 kg ai ha⁻¹). In addition, a control without application was kept for each population. In the laboratory, morphoanatomic and quantification waxy leaves analyzes were performed. Populations 3, 5, 6 and 8 were considered susceptible to glyphosate; 9, 10 and 12 moderately susceptible; 1, 2, 4, 7 and 11, tolerant. All populations showed the same morphological characteristics, but differ in anatomical and amount of wax. However, the populations within each group (susceptible, moderately susceptible or tolerant) had similar characteristics to justify the differential response to glyphosate. In the field stage, two experiments were conducted in the design of a randomized block design in a split plot design (6 x 2), with four replications. The plots were studied four treatments with herbicides {glyphosate (1.44 and 2.16 kg and ha⁻¹) in combination with quizalofop-p-tefuryl (0.12 kg ha⁻¹) or clethodim (0.108 kg ha⁻¹) sprayed before soybean seeding (desiccation) and supplemented postemergence soybean; and two untreated controls, one kept infested and other weeded throughout the experimental period. In the subplots, it was assessed in the realization or not of soybean overseeded with *Urochloa ruziziensis*. The combination of herbicide application before soybean seeding with sequential application in post-emergence of the crop was effective in controlling adult plants of *D. insularis*. In addition, the soil cover with *U. ruziziensis* after soybean harvest, in the off season, reduced the potential for reinfestation of the area by the weed.

Keywords: glyphosate, oversowing, tolerance, *Urochloa ruziziensis*, genetic variability

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Páginas

Tabela 1. Resultados do teste F da análise de variância para porcentagem de controle das plantas de 12 populações de *Digitaria insularis* aos 15 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, além da matéria seca das plantas aos 60 DAA. Jaboticabal, SP. 2014/2015.....19

Tabela 2. Porcentagem de controle das plantas de 12 populações⁽¹⁾ de *Digitaria insularis* aos 15 dias após a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além da testemunha sem herbicida. Jaboticabal, SP. 2014/2015.20

Tabela 3. Porcentagem de controle das plantas de 12 populações⁽¹⁾ de *Digitaria insularis* aos 60 dias após a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além da testemunha sem herbicida. Jaboticabal, SP. 2014/2015.21

Tabela 4. Matéria seca das plantas de 12 populações⁽¹⁾ de *Digitaria insularis* coletada aos 60 dias após a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além da testemunha sem herbicida. Jaboticabal, SP. 2014/2015.22

Tabela 5. Classificação das populações de *Digitaria insularis* em função da sensibilidade das plantas ao herbicida glyphosate, quantificação de cera, avaliação visual da pilosidade (alta, média ou baixa) e hábito de crescimento das plantas (decumbente ou ereto). Jaboticabal, SP. 2014/2015.24

Tabela 6. Valores médios do tamanho da lâmina total na nervura, comprimento e largura da nervura principal e comprimento e largura do tecido de sustentação das folhas de 12 populações de *Digitaria insularis*. Jaboticabal, SP. 2015.25

Tabela 7. Valores médios da lâmina foliar, epiderme abaxial e adaxial, comprimento e largura da nervura secundária e comprimento do centro da lâmina das folhas de 12 populações de *Digitaria insularis*. Jaboticabal, SP. 2015.26

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.37

Tabela 2. Datas, horários e condições meteorológicas no momento das aplicações dos herbicidas nos dois experimentos. Jaboticabal, SP. 2014/2015.41

- Tabela 3.** Porcentagem de controle de plantas adultas de *Digitaria insularis*, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.44
- Tabela 4.** Porcentagem de controle de plantas adultas de *Digitaria insularis*, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.45
- Tabela 5.** Porcentagem de controle de plantas daninhas, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.50
- Tabela 6.** Porcentagem de controle de plantas daninhas, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.51
- Tabela 7.** População de plantas de soja (mil pls. ha⁻¹), massa de 100 grãos e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunhas e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.53
- Tabela 8.** População de plantas de soja (mil plantas ha⁻¹), massa de 100 grãos e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunhas e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.54
- Tabela 9.** Porcentagem de infestação de *Digitaria insularis*, aos 210 dias após a colheita da soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunhas para o controle dessa planta daninha e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.55
- Tabela 10.** Porcentagem de infestação de *Digitaria insularis*, aos 210 dias após a colheita da soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunha para o controle dessa planta daninha e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.56
- Tabela 11.** Número de plantas de *Urochloa ruziziensis* por m⁻², aos 30 dias após a colheita (DAC) da soja, cobertura (%) do terreno e matéria seca (t ha⁻¹) da parte aérea forrageira aos 210 DAC, em função da aplicação de herbicidas/testemunha na cultura da soja e da sobressemeadura com a forrageira no estágio R₆ da soja - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.57

Tabela 12. Número de plantas de *Urochloa ruziziensis* por m⁻², aos 30 dias após a colheita (DAC) da soja, cobertura (%) do terreno e matéria seca (t ha⁻¹) da parte aérea da forrageira aos 210 DAC, em função da aplicação de herbicidas/testemunha na cultura da soja e da sobressemeadura com a forrageira no estágio R₆ da soja - 2^o experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.58

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Páginas

Figura 1. Seções transversais do limbo foliar de *Digitaria insularis* (a; b - 150 μ m / c; d - 50 μ m). (I) epiderme abaxial; (II) epiderme adaxial; (III) comprimento do centro da lâmina; (IV) nervuras secundárias; (V) lâmina foliar; (VI) nervura principal; (VII) lâmina total; (VIII) tecido de sustentação.27

Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) da epiderme foliar abaxial (a; b) e adaxial (c; d) de *Digitaria insularis*. a - (50 μ m) - (I) estômatos em evidência; b - (50 μ m) - (II) células subsidiárias contornando as células-guarda; c - (100 μ m) - (III) estômatos enfileirados; (IV) nervura principal; d - (50 μ m) - (V) células alongadas; (VI) tricomas em evidência.28

Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) da PC1 e PC2 com as variáveis: pilosidade (Pelo), cera epicuticular (cera), matéria seca das plantas com aplicação de 2,16 kg e.a. ha (MS), lâmina total (LT), comprimento da nervura principal (CNP), largura da nervura principal (LNP), comprimento do tecido de sustentação (CTS), largura do tecido de sustentação (LTS), lâmina total da nervura (LTN), comprimento da nervura secundária (CNS), largura da nervura secundária (LNS), epiderme adaxial (EAD) e epiderme abaxial (EAB).29

CAPITULO 3

Figura 1. Precipitação pluvial (total mensal) e temperaturas médias (mensal) mínima e máxima do ar registradas para o primeiro e segundo experimento, do período de dezembro de 2014 a novembro de 2015. Dados obtidos na Estação Agroclimatológica da UNESP. Jaboticabal - SP, 2014/2015.36

Figura 2. Representação da parcela e subparcela do experimento, em que estão apresentadas as linhas de soja e a área útil das subparcelas.38

Figura 3. Plantas de *Digitaria insularis* no momento da primeira (a) e segunda (b) aplicação dos herbicidas.40

Figura 4. Controle de *Digitaria insularis* aos 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.47

Figura 5. Controle de *Digitaria insularis* aos 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.48

Figura 6. Controle de *Digitaria insularis* no dia da colheita da soja, aos 127 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.48

Figura 7. Controle de *Digitaria insularis* no dia da colheita da soja, 127 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.49

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país das Américas com maior diversidade de espécies do gênero *Digitaria*, são relatadas 26 espécies nativas e 12 exóticas (KISMANN, 1997). Entre elas, há *Digitaria insularis* (L.) Fedde, conhecida popularmente como capim-amargoso, capim-açu, capim-pororó ou capim-flexa. Trata-se de uma espécie da família poaceae, perene, herbácea, que forma pequenas touceiras e se reproduz por sementes e, ou curtos rizomas (LORENZI, 2014).

Como é uma planta de metabolismo fotossintético do tipo C4, em condições de sombreamento e baixas temperaturas, o seu crescimento inicial é lento. Entretanto, se o controle de plantas menores não acontecer de forma satisfatória, *D. insularis* pode se tornar dominante, como acontece em muitos casos em lavouras de café e plantio direto, em que a dosagem de glyphosate é eficaz para as outras espécies e insuficiente para o controle de *D. insularis* (MACHADO et al., 2006).

No plantio direto realizado sobre vegetação espontânea, a dificuldade do controle químico dessa espécie é cada vez maior. O tamanho das plantas no momento da aplicação e a capacidade de rebrota que elas possuem, dificultam ainda mais o manejo (TIMOSSI, 2009). Além disso, com o advento das culturas geneticamente modificadas, o glyphosate se tornou o herbicida mais utilizado para o controle de plantas daninhas anuais e perenes. O aumento da frequência de aplicação desse herbicida nas áreas agrícolas elevou a pressão de seleção de biótipos resistentes (CARPEJANI; OLIVEIRA Jr, 2013).

Observações a campo demonstram grande variabilidade de resposta das populações de *D. insularis* ao glyphosate. Essa diferença de controle pode estar relacionada a fatores intrínsecos às plantas, como retenção da molécula na superfície das folhas, absorção foliar e translocação dos herbicidas até o sítio de ação (SATICHIVI et al., 2000). A morfologia das plantas modifica a área de retenção

e a anatomia regula a velocidade de absorção dos produtos (PROCÓPIO et al., 2003).

Mesmo com bom controle de *D. insularis* na cultura de verão, outra estratégia de manejo deve ser adotada na entressafra (período de outono-inverno), para evitar os novos fluxos de emergência da planta daninha na área. O cultivo de plantas de cobertura é uma opção, pois, além de inibir o estabelecimento da planta daninha, promove melhoria nas condições químicas, físicas e biológicas do solo.

Uma técnica utilizada para a implantação das plantas de cobertura é a sobressemeadura na maturação fisiológica da soja. Porém, para a viabilidade desse sistema é necessário que as condições climáticas sejam favoráveis para a germinação e crescimento dessas plantas (PACHECO et al., 2008). Entre as principais forrageiras utilizadas nesse tipo de manejo, a *Urochloa ruziziensis* se destaca pela facilidade de dessecação e alto crescimento, mesmo na época seca do ano (MACHADO; ASSIS, 2010).

Estudos sobre variabilidade de resposta de populações de *D. insularis* ao herbicida glyphosate e possíveis alterações morfoanatômicas entre os indivíduos, precisam ser realizados. Além disso, em função da crescente dificuldade do controle químico de plantas adultas dessa espécie, principalmente nas populações resistentes ao herbicida glyphosate, a integração de métodos, como cultural, mecânico e químico, deve ser avaliada. Por isso, objetivou-se estudar: (i) o controle de diferentes populações de *D. insularis* pelo herbicida glyphosate, isolado e em associação com quizalofop-p-tefuryl, além de agrupar as populações quanto à sensibilidade (suscetível, medianamente suscetível ou tolerante) ao glyphosate; (ii) correlacionar as características morfoanatômicas das folhas das populações; e (iii) avaliar a combinação dos métodos químico e cultural (sobressemeadura de *Urochloa ruziziensis*), no manejo de plantas adultas de *D. insularis*, resistentes ao herbicida glyphosate, durante a cultura da soja e no período de entressafra (outono-inverno).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Digitaria insularis (L.) Fedde, conhecida popularmente por capim-amargoso, é uma planta nativa do continente americano, das regiões tropicais e subtropicais. Trata-se de uma espécie perene, herbácea, ereta e possui grande potencial como invasora, uma vez que as suas sementes revestidas por muitos pelos, são carregadas pelo vento a grandes distâncias e apresentam bom poder germinativo. Reproduz por rizomas e/ou sementes e pode atingir de 50 a 150 cm de altura (KISSMANN, 1997).

Apesar da dificuldade do controle químico de plantas adultas de *D. insularis*, obtêm-se resultados satisfatórios (>90%) utilizando-se dosagens mais elevadas de glyphosate ou a sua associação com outros herbicidas (PROCÓPIO et al., 2006). No entanto, em algumas áreas agrícolas do Centro-Sul brasileiro as populações adultas dessa espécie têm exigido dosagens ainda maiores, sem sucesso no controle (CORREIA; DURIGAN, 2009). Em Jaboticabal (SP), esses autores relataram que a aplicação de 2,88 kg ha⁻¹ e.a. de glyphosate não foi eficaz no controle de *D. insularis*. Apesar do controle inicial, 70% das plantas rebrotaram, comprovando a capacidade de recuperação delas.

Se a dosagem do herbicida não for suficiente para o controle das plantas de *D. insularis*, elas podem se tornar dominantes, como acontece em muitos casos nas lavouras de café e áreas de plantio direto, em que a dosagem de glyphosate é eficiente para outras espécies e insuficiente para o efetivo controle desta planta daninha (MACHADO et al., 2006).

Procópio et al. (2006), ao avaliar a eficácia de glyphosate e da mistura comercial paraquat + diuron, e o efeito do intervalo entre as aplicações dos herbicidas e a semeadura da soja, no controle e rebrota de *D. insularis*, relataram que para maior eficácia no controle, a aplicação de glyphosate (1,80 kg ha⁻¹) deveria ser feita pelo menos dois dias antes da semeadura da soja. Esse resultado não diferiu do controle obtido com as aplicações sequenciais de glyphosate e paraquat + diuron. Houve menor porcentagem de rebrota nos tratamentos que receberam a aplicação de glyphosate seguida de paraquat + diuron, independentemente do

intervalo de 10, 15 e 20 dias entre eles, e no tratamento em que se efetuou apenas uma aplicação de glyphosate, cinco dias antes da semeadura.

Correia e Durigan (2009) relataram que o herbicida quizalofop-p-tefuryl isolado e associado ao glyphosate (1,44; 2,16; e 2,88 kg ha⁻¹), combinados à aplicação sequencial de 1,44 kg ha⁻¹ de glyphosate, resultaram no melhor controle de plantas adultas e perenizadas de *D. insularis* em área da UNESP, Jaboticabal - SP. O mesmo foi observado para glyphosate (1,5 kg ha⁻¹) mais fluazifop-p-butyl (0,25 kg ha⁻¹) e glyphosate (1,5 kg ha⁻¹) com sequencial de diuron + paraquat (0,20 + 0,40 kg ha⁻¹ + 0,2% de surfactante) no controle de populações mais tolerantes de *D. insularis* (CORREIA; LEITE; GARCIA, 2010).

Plantas de *D. insularis* originárias de sementes, quando ainda jovens, possuem um bom controle pelos herbicidas. Mas, quando essas plantas crescem e formam rizomas, o controle muitas vezes é ineficaz (MACHADO et al., 2006). A reserva de amido acumulada nessas estruturas pode ser uma das causas pela tolerância ao glyphosate, dificultando a translocação e permitindo rápida rebrota da parte aérea após a aplicação do herbicida (MACHADO et al., 2008). Sendo assim, o melhor período para controle dessa espécie é até os 35 dias após a emergência, quando os rizomas ainda não foram formados (MACHADO et al., 2006).

Outro aspecto a ser ressaltado é a diferença de sensibilidade entre populações ou acessos da mesma espécie. A variabilidade genética das populações de plantas daninhas é afetada por inúmeros fatores evolutivos, como o sistema de produção, a interação entre a cultura e a planta daninha (fluxo gênico através da dispersão do pólen e da semente), a distribuição geográfica e a seleção natural (HUANGFU, SONG; QIANG, 2009).

Pesquisas sobre diversidade genética das plantas cultivadas têm sido desenvolvidas para espécies, variedades, cultivares e caracterização de biótipos, porém poucos estudos têm sido feitos com plantas daninhas (ROCHA et al., 2009). É necessário conhecer se a diversidade genética da planta daninha é a mesma entre populações diferentes, especialmente entre aquelas selecionadas pelo uso repetitivo de herbicidas e outra sem histórico de aplicação (HUANGFU; SONG; QIANG, 2009).

Ao estudar a resposta de cinco populações de *D. insularis* ao herbicida glyphosate, Correia, Leite e Garcia (2010) constataram que as populações de Campo Florido e Rio Verde, ambas as áreas de produção de grãos, foram consideradas suscetíveis; as de Jaboticabal (área de produção de grãos) e Matão (pomar de laranja) tolerantes; e da área não agrícola, de sensibilidade intermediária. Para o controle eficaz (100%) das plantas oriundas de Jaboticabal foi necessária a aplicação de 6,0 kg ha⁻¹ de glyphosate.

Em outro trabalho, ao avaliar o controle de 12 populações de *D. insularis* pelo herbicida glyphosate isolado (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) e em associação (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg i.a. ha⁻¹), Correia, Acra e Balieiro (2015) relataram que a população 11 (área de produção de grãos em Itumbiara-GO) foi sensível ao glyphosate isolado; as populações 5 (pomar de citros em Colômbia-SP) e 9 (área com cana-de-açúcar em Pradópolis-SP), medianamente sensíveis; e as populações 1, 2, 3 e 4 (área de produção de grãos em Jaboticabal-SP), 6, 7 e 8 (pomar de citros em Bebedouro-SP, Ibitinga-SP e Balbinos-SP), 10 (área de seringueira em Bebedouro-SP) e 12 (área urbana em Jaboticabal-SP), tolerantes; em função da sensibilidade das populações ao aumento da dosagem de glyphosate isolado.

Processos dinâmicos proporcionados pela natureza e pelo homem fizeram com que as plantas daninhas ganhassem maior importância na agricultura. A prática mais utilizada para o seu controle é a aplicação de herbicidas, no entanto, o aparecimento de biótipos de plantas daninhas resistentes a esses produtos é cada vez maior. O aumento da pressão de seleção dessas plantas se deve, principalmente, ao uso frequente e exclusivo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação (INOUE; OLIVEIRA Jr., 2011).

Até o ano de 2016, foram relatados 470 biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas no mundo, 37 apenas no Brasil. O primeiro caso foi relatado em 1957 com *Commelina diffusa* resistente aos herbicidas mimetizadores de auxina, nos Estados Unidos; e no Brasil, o primeiro relato foi de *Bidens pilosa* a herbicidas inibidores da ALS em 1993 (HEAP, 2016).

Alguns fatores podem explicar o desenvolvimento da resistência, como alteração do local de ação, em que a molécula do herbicida se torna incapaz de

exercer a sua ação fitotóxica; aumento da capacidade de metabolização do herbicida, pois o biótipo resistente metaboliza de forma mais rápida os herbicidas do que os biótipos suscetíveis; compartimentalização, quando as moléculas dos herbicidas são transportadas e armazenadas nas partes inativas das plantas; redução da concentração do herbicida no local de ação, devido à dificuldade da retenção foliar, absorção e, ou translocação do herbicida pelo biótipo resistente (CHRISTOFFOLETI; OVEJERO, 2008; INOUE; OLIVEIRA Jr., 2011).

Há dois relatos de resistência de *D. insularis* ao herbicida glyphosate no mundo. O primeiro, em 2005, no Paraguai, nas culturas de milho, soja, algodão e girassol; e o segundo, em 2008, no Brasil, em soja e milho (HEAP, 2016). Nos biótipos resistentes dessa espécie (plantas com 4 folhas) a absorção inicial do glyphosate, até 48 horas após a aplicação, foi lenta e apenas uma pequena quantidade do herbicida atingiu o sítio de ação na planta (CARVALHO; ALVES., 2012). Ao contrário do biótipo suscetível, no qual a absorção foi mais rápida e a metabolização foi mais lenta comparado ao biótipo resistente.

O glyphosate inibe a enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPs), responsável por uma das etapas da síntese dos aminoácidos aromáticos (triptofano, fenilalanina e tirosina) (KRUSE; TREZZI; VIDALL, 2000). A sua absorção é foliar, por meio da cutícula, e a translocação ocorre principalmente pelo simplasto. Esse herbicida é recomendado para o controle em pós-emergência de plantas daninhas mono e eudicotiledôneas, em áreas agrícolas e não agrícolas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Como opção para o controle químico de plantas adultas dos biótipos resistentes de *D. insularis*, recomenda-se a associação do glyphosate aos herbicidas inibidores da ACCase (Acetil-CoA carboxilase), entre eles o clethodim e o quizalofop-p-tefuryl. Esses herbicidas controlam unicamente gramíneas em pós-emergência, translocam pelo apóssimplasto da planta e são registrados para diversas culturas, como algodão, feijão, soja e hortaliças, dependendo do produto comercial (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Correia e Durigan (2009) relataram que o herbicida quizalofop-p-tefuryl isolado e associado ao glyphosate (1,44; 2,16; e 2,88 kg ha⁻¹), combinados à aplicação sequencial de 1,44 kg ha⁻¹ de glyphosate, resultaram no melhor controle de plantas adultas e perenizadas de *D. insularis* em área da UNESP, Jaboticabal -

SP. O mesmo foi observado para glyphosate ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) mais fluazifop-p-butyl ($0,25 \text{ kg ha}^{-1}$) e glyphosate ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) com sequencial de diuron + paraquat ($0,20 + 0,40 \text{ kg ha}^{-1}$) no controle de populações mais tolerantes de *D. insularis* (CORREIA; LEITE; GARCIA, 2010).

As associações de glyphosate ($1,44 \text{ kg ha}^{-1}$) aos herbicidas sethoxydim ($0,23 \text{ kg ha}^{-1}$), haloxyfop-methyl ($0,06 \text{ kg ha}^{-1}$), fenoxaprop + clethodim ($0,05 + 0,05 \text{ kg ha}^{-1}$), fluazifop-p-butyl ($0,12 \text{ kg ha}^{-1}$) ou tepraloxymid ($0,10 \text{ kg ha}^{-1}$) foram eficazes no controle de plantas de *D. insularis* resistentes ao glyphosate (Melo et al., 2012). Cerca de 60 dias antes da aplicação as plantas foram roçadas e quando estas tinham de 3 a 5 perfilhos (30 a 40 cm de altura), os herbicidas foram pulverizados. No entanto, em outro trabalho a associação do glyphosate ($0,72$; $1,44$ e $2,16 \text{ kg ha}^{-1}$) ao haloxyfop-methyl ($0,03$ e $0,06 \text{ kg ha}^{-1}$) foi ineficaz no controle de *D. insularis* (PARREIRA et al., 2010). Nesse caso, os herbicidas foram pulverizados quando as plantas estavam em pleno desenvolvimento reprodutivo.

As diferenças nos resultados dos trabalhos anteriores podem ser justificadas pelo corte da parte aérea das plantas, reforçando a necessidade de integração dos métodos de manejo. Nesse sentido, Correia, Acra e Balieiro (2015), relataram que o corte da parte aérea de plantas adultas de *D. insularis*, seguido da pulverização sobre a rebrota das plantas (70 cm de altura) com glyphosate ($2,16$ e $1,44 \text{ kg ha}^{-1}$) mais quizalofop-p-tefuryl ($0,12 \text{ Kg ha}^{-1}$) ou clethodim ($0,108 \text{ kg ha}^{-1}$), associados à aplicação sequencial [glyphosate ($1,44 \text{ kg ha}^{-1}$) mais quizalofop-p-tefuryl ($0,12 \text{ kg ha}^{-1}$) ou clethodim ($0,108 \text{ kg ha}^{-1}$)], 15 dias após a primeira aplicação; foi a estratégia mais eficaz para o manejo de plantas adultas de *D. insularis* supostamente resistentes.

O corte da parte aérea das plantas de *D. insularis*, usando roçadora ou triton, estimula a rebrota das mesmas e, conseqüentemente, a emissão de folhas novas, que possuem cutícula mais fina comparado a folhas mais velhas. Além disso, devido à necessidade de renovação da parte aérea e raiz, a planta roçada está em atividade metabólica acelerada, beneficiando a translocação dos herbicidas, principalmente, até o rizoma da planta (CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015).

O manejo cultural está relacionado a algumas práticas agrícolas que visam o bom manejo da água e do solo, como a utilização de coberturas verdes e rotação de

culturas (LORENZI, 2014). Algumas plantas de cobertura são utilizadas na entressafra, período de outono-inverno, para a conservação das características físicas, químicas e biológicas do solo, além da supressão de plantas daninhas (PIRES et al., 2008). Contudo, em algumas regiões, principalmente no Brasil Central, a produção de palha, em boa quantidade e qualidade, nessa época do ano é um desafio, em função das condições climáticas desfavoráveis. A esse respeito, as forrageiras do gênero *Urochloa* se destacam pela facilidade de adaptação em épocas secas do ano, solos de baixa fertilidade e por proporcionarem alta produção de biomassa (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007). Devido a facilidade de dessecação e alto crescimento, mesmo na época seca do ano, *U. ruziziensis* e *U. decumbens* são ótimas alternativas para a manutenção da cobertura do solo (MACHADO; ASSIS, 2010).

Ao estudar quatro sistemas de cobertura (*U. ruziziensis*, *U. brizantha*, *Penisetum glaucum* (cv. ADR 300), *U. ruziziensis* + *Cajanus cajan*, além de um tratamento mantido em pousio) após a colheita de soja, em Santo Antônio de Goiás - GO, Pacheco et al. (2011) mencionaram que, no final da entressafra (aos 180 dias após a semeadura), *U. ruziziensis*, *U. brizantha* e o consórcio de *U. ruziziensis* + *C. cajan* foram as coberturas que proporcionaram a maior quantidade de matéria seca e nutrientes, com valores superiores a 6 t ha⁻¹. A boa umidade do solo foi essencial para o crescimento inicial das plantas.

U. ruziziensis é uma planta de ciclo perene, tolerante ao estresse hídrico e com expressiva produção de matéria seca no final da entressafra (PACHECO et al., 2008). Uma forma de semeadura dessa espécie na cultura da soja é por meio da sobressemeadura. Essa técnica permite o estabelecimento de plantas forrageiras perenes após a colheita dos grãos da cultura anual, como a soja. As sementes de *U. ruziziensis* são distribuídas a lanço na área, próximo a fase de maturação fisiológica da cultura. Nesse sentido, Correia e Gomes (2015) constataram que a sobressemeadura de 200 pontos de valor cultural (PVC) de *U. ruziziensis* nos estádios R₆ ou R₈ da soja resultou na formação de palha em quantidade suficiente para o sistema de plantio direto, além de beneficiar o controle de plantas daninhas na cultura do milho em rotação. No entanto, a umidade no solo, antes e após a sobressemeadura, é essencial para o sucesso da tecnologia.

A sobressemeadura da soja com *U. ruziziensis* após o estágio de desenvolvimento R₆, não ocasiona prejuízos (por competição) à cultura principal, pois a soja já se encontra na maturação fisiológica e as plantas forrageiras, no início do desenvolvimento.

Com base nos trabalhos mencionados anteriormente, observa-se que o controle de plantas adultas de *D. insularis*, especialmente, de populações mais tolerantes ou com suspeita de resistência, requer estratégias integradas de manejo. Deve-se ficar atento ao estágio de desenvolvimento das plantas (número de perfilhos e altura das plantas) no momento da aplicação dos herbicidas e a dosagem utilizada, além de associar herbicidas com diferentes mecanismos de ação, combinados à métodos mecânicos (uso de roçadora) e culturais de manejo.

3. REFERÊNCIAS

CARPEJANI, M. S.; OLIVEIRA Jr., R. S. Manejo químico de capim-amargoso resistente a glyphosate na pré-semeadura da soja. Revista Campo Digital, Campo Mourão, v.8, n.1, 2013.

CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A. Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.60, n.2, p. 615-622, 2012.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; NICOLAI, M.; VARGAS, L.; CARVALHO, S. J. P.; CATANEO, A. C.; CARVALHO, J. C.; MOREIRA, M. S.; Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3. ed. rev. e atual. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. cap. 1, p.9-34.

CORREIA, N. M.; ACRA, L. T.; BALIEIRO, 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.; LEITE, G. J.; GARCIA, L. D; Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. Planta Daninha, Viçosa, MG, v.28, n.4, p.769-776, 2010.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuryl em área de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.3, p.689-697, 2009.

HEAP, I. The International survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

HUANGFU, C. H. SONG, X. L.; QIANG, S. ISSR variation within and among wild *Brassica juncea* populations: implication for herbicide resistance evolution. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Dordrecht, v.56, n.7, p.913-924, 2009.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA Jr., R. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R.S. et al. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2011. p.193-213.

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

KRUSE, N. D.; TREZZI, M.N.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPPS: Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Umuarama, v.1, n.2, p.139-146, 2000.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 375 p.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G.; Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.45, n.4, p.415-422, 2010.

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

MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v.26, n.1, p.1-8, 2008.

MELO, M. S. C.; ROSA, L. E.; BRUNHARO, C. A. C. G.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Umuarama, v.11, n.2, p.195-203, 2012.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.46, n.1, p.17-25, 2011.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. de O.; ASSIS, R. L. de; CARMO, M. L. do.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.43, p.815-823, 2008.

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

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v.55, n.2, p.94-101, 2008.

PROCÓPIO, S. O.; MENEZES, C. C. E.; PIRES, F. R.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; RUDOVALHO, M. C.; MORAES, R. V.; SILVA, M. V. V.; CAETANO, J. O. Eficácia de imazethapyr e chlorimuron ethyl em aplicação de pré-semeadura da cultura da soja. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v.24, n.3, p.467-473, 2006.

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

ROCHA, D. C.; RODELLA, R.A.; MARINO, C.L.; MARTINS, D.. Genetic variability among *Commelina* weed species from the states of Paraná and São Paulo, Brazil. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v.27, n.3, p.421-427, 2009.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F.L.S. Guia de herbicidas. 6.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011. 697 p.

SATICHIVI, N. M. WAX, L. M.; STOLLER, E. W. BRISKIN, D. P. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. *Weed Science*, Champaign, v.48, p.675-679, 2000.

TIMOSSI, P. C., Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v.27, n.1, p.175-179, 2009.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.617-622, 2007.

CAPÍTULO 2 - Controle químico e análise morfoanatômica das folhas de diferentes populações de *Digitaria insularis*

RESUMO - A espécie *Digitaria insularis* tem sido selecionada por aplicações frequentes de glyphosate, tanto em áreas de plantio direto como em pomares de frutíferas. Assim, objetivou-se estudar o controle de diferentes populações de *D. insularis* pelo herbicida glyphosate, isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além de classificar as populações quanto à sensibilidade (suscetível, medianamente suscetível ou tolerante) ao glyphosate e analisar características morfoanatômicas das folhas das populações. Para o experimento de controle químico, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 12 x 4. Doze populações de *D. insularis* foram pulverizadas com glyphosate isolado (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) e em associação (2,16 kg e.a. ha⁻¹) com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg i.a. ha⁻¹). Além disso, uma testemunha sem aplicação foi mantida para cada população. Em laboratório, foram realizadas análises morfoanatômicas e de quantificação de cerosidade das folhas. As populações 3, 5, 6 e 8 foram consideradas suscetíveis ao glyphosate; 9, 10 e 12 medianamente suscetíveis; 1, 2, 4, 7 e 11, tolerantes. Todas as populações apresentaram as mesmas características morfológicas, mas, diferiram nas anatômicas e quantidade de cera. Porém, as populações dentro de cada grupo (susceptíveis, medianamente suscetíveis ou tolerantes) não tiveram características semelhantes que justificassem a resposta diferencial ao herbicida glyphosate. Diferenças relacionadas com a translocação dos herbicidas e, ou fisiologia das plantas, poderiam explicar os resultados do controle químico dessas populações.

Palavras-chave: capim-amargoso, glyphosate, tolerância, variabilidade genética.

CHARPTER 2 - Chemical control and morphoanatomical analysis of leaves of different populations *Digitaria insularis*

ABSTRACT - *Digitaria insularis* has been selected by frequent applications of glyphosate, in no-till areas as in fruit orchards. The objective of this paper was to evaluate control efficacy of *D. insularis* populations by glyphosate, alone and mixed with quizalofop-p-tefuryl, grouping them accord to herbicide sensitivity in susceptible, moderately susceptible and tolerant. This study also aimed to evaluate the relations between herbicide sensitivity and morphoanatomic features of leave tissues. For chemical control experiment, the experiment was conducted in a completely randomized design, with a 12 x 4 factorial and four replications. Twelve populations of *D. insularis* were treated with glyphosate alone in two concentrations (1.44 and 2.16 kg e.a. ha⁻¹) and the associate of glyphosate (2.16 kg e.a. ha⁻¹) and quizalofop-p-tefuryl (0.12 kg i.a. ha⁻¹). One treatment without herbicide application was kept for each plant population. Evaluations about the morphoanatomic features and wax content of leaves from the twelve plant populations were done in laboratory

conditions. Populations 3, 5, 6 and 8 were considered susceptible; 9, 10 and 12 were considered moderately susceptible; 1, 2, 4, 7 and 11 were considered tolerant to glyphosate. However, populations within each group (susceptibles, moderately susceptibles and tolerants) didn't have similar characteristics that justify the response to glyphosate. Differences related to the translocation of herbicides and/or plant physiology, could explain the results of chemical control of these populations.

Key words: sourgrass, glyphosate, tolerance, genetic variability

1. INTRODUÇÃO

Digitaria insularis (L.) Fedde, conhecida popularmente como capim-amargoso, é uma planta nativa do continente americano, das regiões tropicais e subtropicais. Trata-se de uma espécie perene, herbácea, ereta e possui grande potencial como invasora, uma vez que suas sementes revestidas por muitos pelos, são carregadas pelo vento a grandes distâncias e apresentam bom poder germinativo. Reproduz por rizomas e/ou sementes e pode atingir de 50 a 150 cm de altura (KISSMANN, 1997).

Nas áreas agrícolas onde não há o estabelecimento de culturas de cobertura na entressafra, tem-se observado aumento na infestação dessa espécie (CORREIA et al, 2010). O que dificulta o manejo de *D. insularis* é que, uma vez estabelecida, a planta se torna muito rústica devido à formação de inúmeros rizomas, e, consequentemente com o conjunto destes há a formação de grandes touceiras. Assim, após ocorrer o processo de perenização, essa planta pode florescer e disseminar sementes com baixos níveis de dormência durante o ano todo (GEMELLI et al., 2012).

Essa espécie tem sido selecionada por aplicações frequentes de glyphosate, tanto em áreas de plantio direto como em pomares de frutíferas (TIMOSSI, 2009). Mudanças relacionadas à absorção, translocação, sítio de ação, metabolização ou até mesmo compartimentalização do glyphosate pelas plantas de *D. insularis* podem explicar a variabilidade de resposta dos indivíduos à ação do produto (CORREIA et al., 2010). Há dois relatos de resistência de *D. insularis* ao herbicida glyphosate no mundo: o primeiro, em 2005 no Paraguai, nas culturas de milho, soja, algodão e

girassol; e o segundo, em 2008 no Brasil, nas culturas de soja e milho (HEAP, 2016).

Ao estudar o controle de 12 populações, com 50 cm de altura em média, de *D. insularis* pelo herbicida glyphosate isolado (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) e em associação (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg i.a. ha⁻¹), Correia et al. (2015) constataram que a população 11 (área de produção de grãos em Itumbiara-GO) foi sensível ao glyphosate isolado; as populações 5 (pomar de citros em Colômbia-SP) e 9 (área com cana-de-açúcar em Pradópolis-SP), medianamente sensíveis; e as populações 1, 2, 3 e 4 (área de produção de grãos em Jaboticabal-SP), 6, 7 e 8 (pomar de citros em Bebedouro-SP, Ibitinga-SP e Balbinos-SP), 10 (área de seringueira em Bebedouro-SP) e 12 (área urbana em Jaboticabal-SP), tolerantes; em função da sensibilidade dos biótipos ao aumento da dosagem de glyphosate isolado.

A variabilidade genética das populações de plantas daninhas é afetada por inúmeros fatores evolutivos, como o sistema de produção, a interação entre a cultura e a planta daninha (fluxo gênico através da dispersão do pólen e da semente), a distribuição geográfica e a seleção natural (HUANGFU; SONG; QIANG, 2009). O conhecimento se a diversidade genética da planta daninha é a mesma entre populações diferentes, especialmente entre aquelas sujeitas à seleção ocasionada pelo uso repetitivo de herbicidas e outra sem histórico de aplicação é necessário (HUANGFU; SONG; QIANG, 2009).

Segundo Procópio et al. (2003), a morfologia das folhas das plantas influencia na quantidade do herbicida interceptado e retido; e a anatomia determina o processo com que esses produtos serão absorvidos. Os autores mencionaram ainda que a alta densidade tricômica, grande espessura da cutícula da face adaxial e baixa densidade estomática na face adaxial foram as principais barreiras potenciais detectadas para a retenção e a absorção de herbicidas em *Conyza bonariensis*; e para *Crotalaria incana*, o principal obstáculo foliar foi o alto teor de cera epicuticular.

Diante disso, com a hipótese de que há diferença na sensibilidade de populações de *D. insularis* ao herbicida glyphosate e alterações morfológicas e anatômicas entre essas plantas, objetivou-se estudar o controle de diferentes populações de *D. insularis* pelo herbicida glyphosate, isolado e em associação com

quizalofop-p-tefuryl, além de agrupar as populações quanto à sensibilidade (suscetível, medianamente suscetível ou tolerante) ao glyphosate e analisar características morfoanatômicas das folhas das populações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Controle químico de diferentes populações de *D. insularis*

2.1.1. Coleta e semeadura de *D. insularis*

Entre os meses de março a novembro de 2014, sementes de doze populações de *D. insularis* foram coletadas nos estados de GO, MS e SP. Todas as áreas apresentaram histórico de aplicações sucessivas de glyphosate, sendo elas: duas de produção de grãos em Pedrinhas Paulista (SP), uma de produção de grãos em Jaboticabal (SP), uma de produção de citros em Taquaral (SP), uma de produção de grãos em Chapadão do Céu (GO), duas de produção de grãos em Rio Verde (GO), duas de produção de grãos em Cristalina (GO), uma de produção de grãos/hortaliças em Morrinhos (GO), uma de produção de grãos em Chapadão do Sul (MS), e uma de produção de grãos em Itaquiraí (MS).

Na primeira quinzena de dezembro de 2014, as sementes das populações foram semeadas nas células de bandejas de isopor, preenchidas com composto vegetal, para a formação de mudas. Quando as plantas estavam com 2 a 3 folhas, 15 dias após a semeadura (DAS), foi feito o transplante de três células para os vasos, com posterior desbaste, mantendo três plantas por vaso.

2.1.2. Unidade e delineamento experimental, tratamentos e aplicação dos herbicidas

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico com capacidade para 3,5 litros, preenchido com a mistura de terra, areia e composto

vegetal, na proporção de 3:1:1, respectivamente. A irrigação foi realizada com o propósito de manter o substrato com umidade, que foi adubado quinzenalmente com solução nutritiva contendo 18 mg de nitrogênio, 45 mg de fósforo e potássio por kg de solo. Os vasos foram mantidos em condição ambiente no período de dezembro de 2014 a abril de 2015.

Para o experimento de controle químico, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 12 x 4. Doze populações de *D. insularis* foram pulverizadas com glyphosate isolado (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) e em associação (2,16 kg e.a. ha⁻¹) com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg i.a. ha⁻¹), quando as plantas tinham, em média, 42,9 cm de altura e 6,0 perfilhos por planta. Além disso, uma testemunha sem aplicação foi mantida para cada população. A calda com quizalofop-p-tefuryl foi adicionada de óleo mineral à 0,5% v/v.

Os produtos comerciais utilizados foram Roundup transorb[®] (glyphosate), Panther[®] (quizalofop-p-tefuryl) e Assist[®] (óleo mineral).

Os herbicidas foram aplicados com o auxílio de pulverizador costal, a pressão constante (mantida por CO₂ comprimido) de 2,2 kgf cm², equipado de barra com duas pontas de pulverização de jato plano “leque” XR 110.015, espaçadas de 0,5 m, com consumo de calda equivalente a 150 L ha⁻¹.

2.1.3. Avaliações

No decorrer do experimento, determinou-se, visualmente, por meio de escala qualitativa (alta, média ou baixa) a pilosidade na bainha e nas folhas e o hábito de crescimento das plantas (decumbente ou ereto). Aos 15 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, foram realizadas avaliações visuais de controle, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte de todas as plantas do vaso. Aos 60 DAA, toda a parte aérea verde das plantas foi coletada. O material foi seco em estufa a 50°C, até atingir massa constante, quando foi avaliado.

Com base nos dados de matéria seca, considerou-se como suscetível a população controlada com as duas dosagens de glyphosate; medianamente

suscetível, a população que respondeu satisfatoriamente ao aumento da dosagem de glyphosate; tolerante, a população que não foi controlada pelo glyphosate, mesmo na maior dosagem.

2.1.4. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F). Os efeitos dos tratamentos (populações e herbicidas/testemunha), além da interação dos mesmos, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

2.2. Análises morfoanatômicas das folhas de diferentes populações de *D. insularis*

2.2.1. Quantificação de cerosidade das folhas

Em laboratório, foram feitas análises morfoanatômicas e de quantificação de cerosidade das folhas. Nessa etapa do trabalho, apenas as folhas das testemunhas (sem aplicação de herbicida) das doze populações de *D. insularis*, coletadas 125 dias após o transplante das mudas para os vasos, foram utilizadas.

A quantificação da cerosidade se baseia na mudança de coloração ocasionada pela reação da cera com o dicromato de potássio ácido, conforme descrito por Ebercon et al. (1977). A segunda folha totalmente expandida, a partir do ápice do colmo, foi coletada, totalizando 6 folhas (de 6 plantas), correspondendo a 48 cm² de folhas por população. As folhas foram submergidas em 15 mL de clorofórmio por 30 segundos. O extrato obtido foi filtrado e evaporado em banho Maria, até que o cheiro de clorofórmio não fosse mais detectado. Em seguida, adicionou-se 50 mL da solução de dicromato de potássio ácido e o aqueceu em banho Maria por 30 minutos. Depois do resfriamento, adicionou-se 12 mL de água deionizada. Após a mudança de coloração e total resfriamento, foi feita a leitura de densidade óptica com 590 mn.

2.2.2. Análise anatômica foliar

Para a análise anatômica foliar, novamente, a segunda folha totalmente expandida de cada população (3 folhas, de 3 plantas) foi coletada, e na região central amostrou-se 1 cm² da lâmina foliar. Em seguida, o material foi fixado em FAA 50 (formaldeído + ácido acético + álcool 50%) para conservação do mesmo, de acordo com a metodologia de Johansen (1940).

As lâminas permanentes foram feitas de acordo com os métodos de desidratação em série etílica (70, 85, 95 e 100%) e emblocados com parafina pura fundida. Os cortes histológicos transversais foram realizados em micrótomo de rotação Leica RM 2065 com espessura de 10 µm (JOHANSEN, 1940). Após 24 horas em temperatura ambiente, o material foi corado com azul de toluidina 0,05% por cerca de 2 minutos (SAKAI, 1973). Depois disso, as lâminas foram preparadas com resina sintética (Entellan®).

As estruturas anatômicas foram observadas em microscópio óptico, marca Bel photonics, na objetiva 40 X, e mensuradas com auxílio de uma lente contendo uma régua micrométrica. Para cada população foram feitas 3 lâminas, sendo que em cada lâmina, as folhas eram diferentes e haviam quatro cortes. Cada variável foi medida 75 vezes para cada população, ou seja, 25 vezes por lâmina. As imagens foram realizadas com auxílio de câmara clara acoplada ao microscópio Bel photonics.

Os caracteres anatômicos foliares avaliados quantitativamente foram: espessura da epiderme adaxial e abaxial, lâmina total fora da nervura, lâmina total na nervura, comprimento do centro da lâmina, comprimento e largura do tecido de sustentação, comprimento e largura da nervura principal e comprimento e largura das nervuras secundárias.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância, e quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

Para a avaliação morfológica por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), também foi coletada a segunda folha totalmente expandida (uma por população). Após a coleta, amostrou-se 0,25 cm² da lâmina foliar, e em seguida,

foram fixadas em solução de glutaraldeído 25% e tampão fosfato de potássio 0,1 M, e desidratadas em série etílica crescente (30, 50, 70, 85 e 95%) uma vez cada por 20 minutos e em 100% de álcool etílico por três vezes de 20 minutos.

Depois, o material foi seco até ponto crítico com a finalidade de retirar o álcool etílico das amostras foliares, substituindo-o por CO₂ líquido, posteriormente, mudando seu estado físico para gasoso. Depois de secas, as amostras foram colocadas sobre suportes de alumínio (stubs), com o auxílio de fita de carbono dupla face, e metalizadas com ouro (20 nm de ouro), em metalizador marca Baltec modelo SCD005.

As imagens foram efetivadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), marca Phillips. As imagens foram escaneadas e trabalhadas no software Adobe Photoshop CS 5.1 para montagem das figuras.

Também, realizou-se a análise de componentes principais em função das características morfoanatômicas avaliadas, com a finalidade de identificar possível diferenciação entre as populações (suscetível mediamente suscetível e tolerante).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o controle químico das diferentes populações de *D. insularis*, houve efeito significativo ($p < 0,01$) dos fatores isolados e da interação (população x herbicida) em todas as variáveis avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados do teste F da análise de variância para porcentagem de controle das plantas de 12 populações de *Digitaria insularis* aos 15 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, além da matéria seca das plantas aos 60 DAA. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Fontes de variação	Controle - DAA		Matéria seca
	15	60	Planta
População	108,0**	31,5**	10,1**
Herbicida	366,2**	190,9**	63,9**
População x Herbicida	21,8**	11,1**	4,3**
CV (%)	8,4	19,4	83,7

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância.

Aos 15 e 60 DAA, o glyphosate isolado (nas duas dosagens) resultou em maior porcentagem de controle (de 96% a 100%) das populações 3, 5, 6 e 8 e da população 12 (85%), na maior dosagem, aos 60 DAA, que diferiram das demais (Tabelas 2 e 3). Inicialmente, a população 4 foi a mais tolerante ao glyphosate isolado, com controle inferior a 24%, independentemente da dosagem pulverizada. O mesmo foi observado na avaliação seguinte, mas, apenas na maior dosagem do herbicida. Por outro lado, nas duas épocas de avaliação, a associação de glyphosate + quizalofop foi eficaz no controle (de 87% a 100%) de todas as populações, com exceção da 11, aos 15 DAA.

Tabela 2. Porcentagem de controle das plantas de 12 populações ⁽¹⁾ de *Digitaria insularis* aos 15 dias após a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além da testemunha sem herbicida. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

População	Herbicidas/Testemunha				Testemu- nha ⁽²⁾
	Glyphosate		Glyphosate+	Testemu- nha ⁽²⁾	
			Quizalofop		
	1,44 kg ha ⁻¹	2,16 kg ha ⁻¹	2,16+0,12 kg ha ⁻¹		
Controle (%) - 15 DAA					
1	42,5 bc B ⁽³⁾	48,8 d B	86,9 ab A		0,0
2	51,2 b C	71,2 bc B	95,0 a A		0,0
3	95,6 a A	98,8 a A	98,8 a A		0,0
4	22,5 d B	23,8 e B	97,5 a A		0,0
5	98,1 a A	99,4 a A	97,5 a A		0,0
6	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A		0,0
7	38,8 bc C	60,0 bcd B	90,0 ab A		0,0
8	96,9 a A	98,8 a A	100,0 a A		0,0
9	40,0 bc C	63,8 bc B	88,1 ab A		0,0
10	33,8 bc C	72,5 b B	90,0 ab A		0,0
11	37,5 bc C	57,5 cd B	80,0 b A		0,0
12	47,5 bc C	71,2 bc B	92,5 ab A		0,0
DMS (na linha)			10,5		
DMS (na coluna)			14,8		

⁽¹⁾ 1 e 11 - áreas de Pedrinhas Paulista (SP); 2 - área de Jaboticabal (SP); 3 - área de Chapadão do Céu (GO); 4 - área de Itaquiraí (MS); 5 e 7 - área de Rio Verde (GO); 6 e 8 - área de Cristalina (GO); 9 - área de Morrinhos (GO); 10 - área de Chapadão do Sul (MS); 12 - área de Taquaral (SP). ⁽²⁾ Os dados da testemunha sem aplicação de herbicidas não foram incluídos na análise estatística. ⁽³⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas de letra minúscula, nas colunas, comparam as populações dentro de cada tratamento de herbicida e, letras maiúsculas, nas linhas, comparam os tratamentos de herbicida dentro da cada população.

Ao comparar os tratamentos de herbicidas para cada população, aos 15 e 60 DAA, para as populações 1, 2, 4, 7, 9, 10 e 11 a associação de glyphosate ao quizalofop resultou em maior porcentagem de controle de *D. insularis*, com aumento

de 18% a 76%, diferindo de glyphosate isolado, nas duas dosagens testadas. Para as populações 7, 9, 10, 11 e 12, a maior dosagem de glyphosate diferiu da sua menor dosagem e resultou em acréscimo de até 68% de controle. Enquanto para as populações 3, 5, 6 e 8, não houve diferença significativa entre os tratamentos de herbicidas, com controle de 96% a 100%.

Tabela 3. Porcentagem de controle das plantas de 12 populações⁽¹⁾ de *Digitaria insularis* aos 60 dias após a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além da testemunha sem herbicida. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

População	Herbicidas/Testemunha			Testemu- nha ⁽²⁾
	Glyphosate		Glyphosate+ Quizalofop	
	1,44 kg ha ⁻¹	2,16 kg ha ⁻¹	2,16+0,12 kg ha ⁻¹	
	Controle (%) - 60 DAA			
1	16,2 b B ⁽³⁾	30,0 de B	100,0 a A	0,0
2	26,2 b B	41,2 cde B	100,0 a A	0,0
3	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	0,0
4	33,8 b B	23,8 e B	100,0 a A	0,0
5	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	0,0
6	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	0,0
7	21,2 b C	52,5 cde B	100,0 a A	0,0
8	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	0,0
9	20,0 b C	67,5 bc B	100,0 a A	0,0
10	5,0 b C	56,2 bcd B	100,0 a A	0,0
11	8,8 b C	40,0 cde B	100,0 a A	0,0
12	17,5 b B	85,0 ab A	100,0 a A	0,0
DMS (na linha)			23,1	
DMS (na coluna)			32,5	

⁽¹⁾ 1 e 11 - áreas de Pedrinhas Paulista (SP); 2 - área de Jaboticabal (SP); 3 - área de Chapadão do Céu (GO); 4 - área de Itaquiraí (MS); 5 e 7 - área de Rio Verde (GO); 6 e 8 - área de Cristalina (GO); 9 - área de Morrinhos (GO); 10 - área de Chapadão do Sul (MS); 12 - área de Taquaral (SP). ⁽²⁾ Os dados da testemunha sem aplicação de herbicidas não foram incluídos na análise estatística. ⁽³⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas de letra minúscula, nas colunas, comparam as populações dentro de cada tratamento de herbicida e, letras maiúsculas, nas linhas, comparam os tratamentos de herbicida dentro da cada população.

Em algumas áreas agrícolas do Centro-Sul brasileiro populações adultas dessa espécie têm exigido dosagens muito altas de glyphosate, sem sucesso no controle (CORREIA e DURIGAN, 2009). Como alternativa de manejo, tem-se utilizado os herbicidas inibidores da ACCase (grupo químico ariloxifenoxipropionato e ciclohexanodionas) em mistura com o glyphosate para o controle de populações resistentes de *D. insularis*. Há trabalhos que comprovaram a sinergia dessas misturas, como foi relatado por Melo et al. (2012), em que os herbicidas sethoxydim

(0,23 kg ha⁻¹), haloxyfop-methyl (0,06 kg ha⁻¹), fenoxaprop + clethodim (0,05 + 0,05 kg ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (0,12 kg ha⁻¹) ou tepraloxymid (0,10 kg ha⁻¹) associados ao glyphosate (1,44 kg ha⁻¹) foram eficazes no controle de biótipos de *D. insularis* resistentes ao herbicida glyphosate, quando estes apresentavam de 3 a 5 perfilhos e de 30 a 40 cm de altura.

Para massa seca da parte aérea (Tabela 4), como houve a mortalidade de todas as plantas das populações 3, 5, 6 e 8, os valores foram nulos para todos os tratamentos à base de glyphosate e na comparação dos tratamentos de herbicidas dentro de cada população. Ao comparar os tratamentos de herbicidas para as populações 9, 10 e 12 a maior dosagem de glyphosate isolado não diferiu da sua mistura com quizalofop. Contrário às populações 1, 2, 4, 7 e 11, para as quais as duas dosagens de glyphosate não diferiram entre si, com redução de até 66% no acúmulo de massa pelas plantas, mas diferiram de glyphosate + quizalofop.

Tabela 4. Matéria seca das plantas de 12 populações⁽¹⁾ de *Digitaria insularis* coletada aos 60 dias após a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com quizalofop-p-tefuryl, além da testemunha sem herbicida. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

População	Herbicidas/Testemunha			
	Glyphosate		Glyphosate+ Quizalofop	Testemunha
	1,44 kg ha ⁻¹	2,16 kg ha ⁻¹	2,16+0,12 kg ha ⁻¹	
	Matéria seca (g vaso ⁻¹) - 60 DAA			
1	19,7 bc B ⁽²⁾	17,7 c B	0,0 a A	31,7 a C
2	17,0 bc B	12,4 abc B	0,0 a A	36,4 ab C
3	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	37,2 ab B
4	12,3 ab B	16,7 c B	0,0 a A	36,7 ab C
5	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	42,6 ab B
6	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	35,5 ab B
7	20,8 bc B	11,4 abc B	0,0 a A	32,0 a C
8	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	46,0 b B
9	23,6 bc B	8,0 abc A	0,0 a A	41,8 ab C
10	29,0 c B	8,3 abc A	0,0 a A	37,7 ab B
11	24,9 bc BC	15,9 bc B	0,0 a A	33,5 ab C
12	19,8 bc B	2,5 ab A	0,0 a A	34,5 ab C
DMS (na linha)			10,9	
DMS (na coluna)			13,9	

⁽¹⁾ 1 e 11 - áreas de Pedrinhas Paulista (SP); 2 - área de Jaboticabal (SP); 3 - área de Chapadão do Céu (GO); 4 - área de Itaquiraí (MS); 5 e 7 - área de Rio Verde (GO); 6 e 8 - área de Cristalina (GO); 9 - área de Morrinhos (GO); 10 - área de Chapadão do Sul (MS); 12 - área de Taquaral (SP). ⁽²⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas de letra minúscula, nas colunas, comparam as populações dentro de cada tratamento de herbicida e, letras maiúsculas, nas linhas, comparam os tratamentos de herbicida dentro da cada população.

Ressalta-se que, para a população 1, 4% das plantas pulverizadas com glyphosate isolado (nas duas dosagens) morreram, contrário ao restante (96%) que sobreviveram. Isto equivale a uma planta em 24 avaliadas. Esse resultado indicou que essa população é composta por indivíduos suscetíveis, em menor porcentagem, e tolerantes, em quantidade mais expressiva. A flora emergente é reflexo do banco de sementes do solo, assim, pode-se inferir que o banco de sementes do local avaliado possui indivíduos suscetíveis e tolerantes. O mesmo foi observado para as populações 7, em 8% das plantas; 9, em 13%; 11, em 4%; e 12, em 17,8%. Essa característica influenciou nas notas de controle e matéria seca da parte aérea, pois os valores foram obtidos por vaso (unidade experimental) e não por planta (indivíduo) no vaso.

Em suma, os resultados indicaram que a menor dosagem de glyphosate foi suficiente para o controle das populações 3, 5, 6 e 8; e com aumento a dosagem obtiveram-se resultados satisfatórios para as populações 9, 10 e 12. Mas, nenhuma das dosagens de glyphosate isolado foi eficaz para as populações 1, 2, 4, 7 e 11. Nesse sentido, com base na resposta das populações aos tratamentos com glyphosate isolado (nas duas dosagens), especificamente no acúmulo de matéria seca pelas plantas, foi feita a classificação das mesmas. Assim, as populações 3, 5, 6 e 8 foram consideradas suscetíveis; 9, 10 e 12, medianamente suscetíveis; e 1, 2, 4, 7 e 11, tolerantes (Tabela 5).

A população 6 apresentou alta pilosidade, sem reflexo na eficácia do glyphosate isolado (nas duas dosagens), pois as plantas foram suscetíveis ao mesmo. As populações 4 e 7 tiveram média pilosidade e as plantas das demais populações, apresentaram baixa pilosidade. A presença de pelos nas folhas pode auxiliar na retenção, refletindo em maior absorção dos herbicidas na lâmina foliar (SILVA e SILVA, 2007), entretanto, folhas muito pilosas podem reter e absorver menos o produto, pois a densidade e o tipo dos tricomas podem interceptar as gotas, impedindo que estas alcancem a epiderme.

As plantas da população 4 apresentaram crescimento mais decumbente, diferente das demais, que foi ereto. O hábito de crescimento mais decumbente pode favorecer a retenção do herbicida pela folha e, conseqüentemente, maior absorção

pela lâmina foliar. Porém, apesar da população 4 possuir essa característica, isto não beneficiou a ação do glyphosate, pois essa população foi tolerante ao produto.

Tabela 5. Classificação das populações de *Digitaria insularis* em função da sensibilidade das plantas ao herbicida glyphosate, quantificação de cera, avaliação visual da pilosidade (alta, média ou baixa) e hábito de crescimento das plantas (decumbente ou ereto). Jaboticabal, SP. 2014/2015.

População ⁽¹⁾	Classificação	Cerosidade (absorbância cm ²)	Pilosidade	Crescimento
1	Tolerante	0,0060	Baixa ⁽²⁾	Ereto
2	Tolerante	0,0028	Baixa	Ereto
3	Suscetível	0,0021	Baixa	Ereto
4	Tolerante	0,0037	Média	Decumbente
5	Suscetível	0,0042	Baixa	Ereto
6	Suscetível	0,0047	Alta	Ereto
7	Tolerante	0,0055	Média	Ereto
8	Suscetível	0,0072	Baixa	Ereto
9	Med. suscetível	0,0056	Baixa	Ereto
10	Med. suscetível	0,0048	Baixa	Ereto
11	Tolerante	0,0036	Baixa	Ereto
12	Med. suscetível	0,0043	Baixa	Ereto

⁽¹⁾ 1 e 11 - áreas de Pedrinhas Paulista (SP); 2 - área de Jaboticabal (SP); 3 - área de Chapadão do Céu (GO); 4 - área de Itaquiraí (MS); 5 e 7 - área de Rio Verde (GO); 6 e 8 - área de Cristalina (GO); 9 - área de Morrinhos (GO); 10 - área de Chapadão do Sul (MS); 12 - área de Taquaral (SP).

Quanto à cerosidade das folhas das populações, as que apresentaram maior e menor quantidade foram as populações 8 e 3, respectivamente, ambas sensíveis ao glyphosate. Esse fato evidenciou que mesmo com variação na quantidade de ceras entre as folhas das populações, isto não afetou o controle das plantas pelo glyphosate, especialmente, nas populações classificadas como sensíveis. O processo de absorção dos herbicidas através da camada epicuticular pode ser influenciado por fatores ambientais (luz, temperatura e umidade relativa), espessura da cutícula, cerosidade e pilosidade das folhas. Contudo, a absorção não está vinculada necessariamente ao peso ou à espessura cuticular, mas sim à constituição lipídica e ao grau de impedimento da passagem de solutos (SILVA e SILVA, 2007).

Para a análise anatômica foliar, houve efeito significativo ($p < 0,01$) das populações em todas as variáveis avaliadas (Tabelas 6 e 7).

As folhas da população 7 apresentaram maior lâmina total na nervura, comprimento e largura da nervura principal e da nervura secundária, além do maior comprimento do centro da lâmina. A população 10 teve os maiores valores médios

do comprimento da lâmina foliar e do comprimento da epiderme adaxial e abaxial. Ao analisar o comprimento e a largura do tecido de sustentação, as populações 1 e 4, apresentaram os maiores valores para essas variáveis, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios do tamanho da lâmina total na nervura, comprimento e largura da nervura principal e comprimento e largura do tecido de sustentação das folhas de 12 populações de *Digitaria insularis*. Jaboticabal, SP. 2015.

População ⁽¹⁾	Lâmina total	Nervura principal		Tecido de sustentação	
		Comprimento	Largura (μm)	Comprimento	Largura
1	185,0 b ⁽²⁾	98,5 bc	92,1 de	26,4 d	53,6 bc
2	192,6 bc	97,0 ab	84,7 b	20,0 bc	53,5 bc
3	189,4 bc	102,3 bcd	87,2 bcd	19,9 bc	57,9 d
4	186,1 b	102,5 bcd	87,4bcde	19,5 b	64,0 e
5	173,5 a	100,7 bcd	84,9 bc	19,8 bc	54,0 bc
6	167,8 a	90,0 a	78,1 a	17,7 a	46,5 a
7	222,2 d	115,0 f	106,0 g	20,2 bc	58,7 d
8	198,5 c	106,8 de	92,7 e	21,4 c	54,0 bc
9	186,4 b	104,1 bcde	92,6 de	19,7 bc	54,1 bc
10	219,1 d	110,3 ef	99,2 f	16,0 a	51,1 b
11	188,6 bc	105,3 cde	91,8 de	19,6 b	55,9 cd
12	194,4 bc	106,8 de	90,2 cde	17,0 a	52,0 b
F	50,4 **	16,1 **	37,1 **	45,4 **	27,6 **
CV (%)	10,1	13,6	11,3	16,8	13,0
DMS	10,3	7,5	5,5	1,8	3,8

⁽¹⁾ 1 e 11 - áreas de Pedrinhas Paulista (SP); 2 - área de Jaboticabal (SP); 3 - área de Chapadão do Céu (GO); 4 - área de Itaquiraí (MS); 5 e 7 - área de Rio Verde (GO); 6 e 8 - área de Cristalina (GO); 9 - área de Morrinhos (GO); 10 - área de Chapadão do Sul (MS); 12 - área de Taquaral (SP). ⁽²⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas da mesma letra, nas colunas, comparam as populações (testemunha sem aplicação de herbicida), dentro de cada variável analisada.

De maneira geral, a análise histológica das folhas de 12 populações de *D. insularis*, indicou que a epiderme adaxial apresentou células buliformes, de maior espessura, quando comparadas com a epiderme abaxial, podendo interferir e dificultar a absorção dos herbicidas nas folhas. As nervuras secundárias se apresentaram desuniformes no limbo foliar, sendo algumas menores e outras maiores. Na periferia das nervuras principais, e em algumas nervuras secundárias, foi possível verificar o esclerênquima, que é um tecido de sustentação lignificado que, dependendo da largura e do comprimento, também pode influenciar na absorção dos herbicidas (Figura 1).

Tabela 7. Valores médios da lâmina foliar, epiderme abaxial e adaxial, comprimento e largura da nervura secundária e comprimento do centro da lâmina das folhas de 12 populações de *Digitaria insularis*. Jaboticabal, SP. 2015.

Popula- ção ⁽¹⁾	Lâmina foliar	Epiderme		Nervura secundária		Comp. centro da lâmina
		Abaxial	Adaxial	Comp.	Largura	
		(µm)				
1	134,2 a ⁽²⁾	12,6 a	41,9 a	46,7 abcd	45,5 de	341,9 b
2	163,4 bcd	16,3 bcde	48,7 abc	44,7 a	41,9 abc	277,3 a
3	169,4 de	18,6 e	55,8 def	45,3 a	41,8 ab	449,8 f
4	165,2 cde	15,4 abcd	53,1 cde	46,2 abc	40,6 a	443,6 f
5	154,4 b	13,7 ab	48,1 abc	49,2 bcde	44,4 bcd	346,4 b
6	140,1 a	13,7 abc	42,1 ab	46,1 ab	42,5 abc	285,9 a
7	174,6 ef	16,5 cde	56,4 ef	55,6 f	49,6 f	478,2 g
8	160,4 bcd	17,5 de	54,3 cdef	49,4 cde	42,5 abc	413,0 e
9	156,5 bc	15,5 bcd	49,1 bcd	49,7 de	44,8 cde	391,2 d
10	183,3 f	22,1 f	60,9 f	52,2 e	47,4 ef	373,5 c
11	164,4 bcd	17,8 de	57,5 ef	46,8 abcd	43,1 abcd	448,1 f
12	166,6 cde	16,8 de	53,1 cde	49,1 bcde	43,1 abcd	408,0 e
F	39,4 **	17,3 **	15,4 **	18,9 **	16,8 **	1060,3**
CV (%)	11,7	32,31	25,2	12,9	12,3	1,80
DMS	10,1	2,8	7,0	3,3	2,9	9,4

⁽¹⁾ 1 e 11 - áreas de Pedrinhas Paulista (SP); 2 - área de Jaboticabal (SP); 3 - área de Chapadão do Céu (GO); 4 - área de Itaquiraí (MS); 5 e 7 - área de Rio Verde (GO); 6 e 8 - área de Cristalina (GO); 9 - área de Morrinhos (GO); 10 - área de Chapadão do Sul (MS); 12 - área de Taquaral (SP). ⁽²⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas da mesma letra, nas colunas, comparam as populações (testemunha sem aplicação de herbicida), sem aplicação dos herbicidas, dentro de cada variável analisada.

No entanto, ao comparar as populações dentro de cada grupo (suscetíveis, medianamente suscetíveis e tolerantes), estas não tiveram características semelhantes que justificassem que a anatomia das folhas foi o fator preponderante para a tolerância das populações ao glyphosate. A esse respeito, Barroso (2013), ao avaliar as características anatômicas das folhas de dois biótipos de *D. insularis*, um suscetível e outro resistente, relatou que não houve diferença entre eles para nenhuma característica avaliada.

Por meio de MEV (Figura 2), não foram identificadas diferenças morfológicas na superfície foliar das 12 populações de *D. insularis*. A epiderme das folhas apresentou células alongadas com quatro lados e paredes anticlinais retas, organizadas de forma bem definidas longitudinalmente. As folhas se apresentaram de maneira anfiestomáticas (anfi-hipoestomática), ou seja, com estômatos tanto na parte abaxial como na parte adaxial da folha, organizados em fileiras nas entre nervuras.

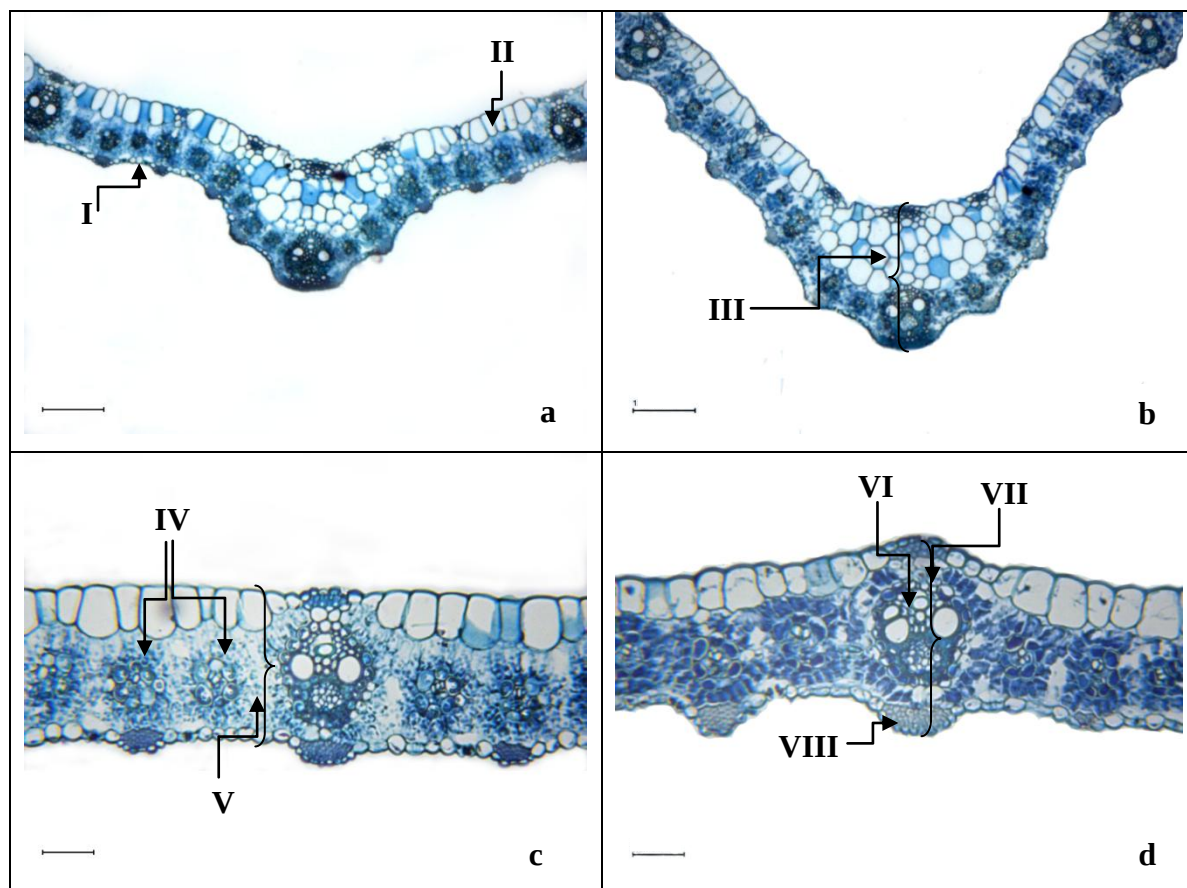


Figura 1. Seções transversais do limbo foliar de *Digitaria insularis* (a; b - 150 μm / c; d - 50 μm). (I) epiderme abaxial; (II) epiderme adaxial; (III) comprimento do centro da lâmina; (IV) nervuras secundárias; (V) lâmina foliar; (VI) nervura principal; (VII) lâmina total; (VIII) tecido de sustentação.

As células-guarda dos estômatos eram na forma de halteres e circundadas por duas células subsidiárias. Suas extremidades eram alargadas e com paredes finas, enquanto a região mediana, voltada para o ostíolo, era mais estreita e apresentava paredes espessadas. Os tricomas eram do tipo tectores não ramificados uni ou pluricelulares. As nervuras se apresentaram de forma longitudinal nas folhas e possuíam pequenas células frequentemente suberizadas ou com corpo de sílica.

Com o propósito de identificar possível diferenciação entre as populações (suscetível, mediantemente suscetível e tolerante) em função das características morfoanatômicas avaliadas, foi realizada análise de componentes principais, a qual revelou que não houve distinção entre os grupos (Figura 3). A análise de componentes principais evidenciou a formação de um plano bidimensional gerado

por dois componentes principais CP1 e CP2, que responderam por 81,6% da informação original (50,46% no CP1 e 31,14% no CP2).

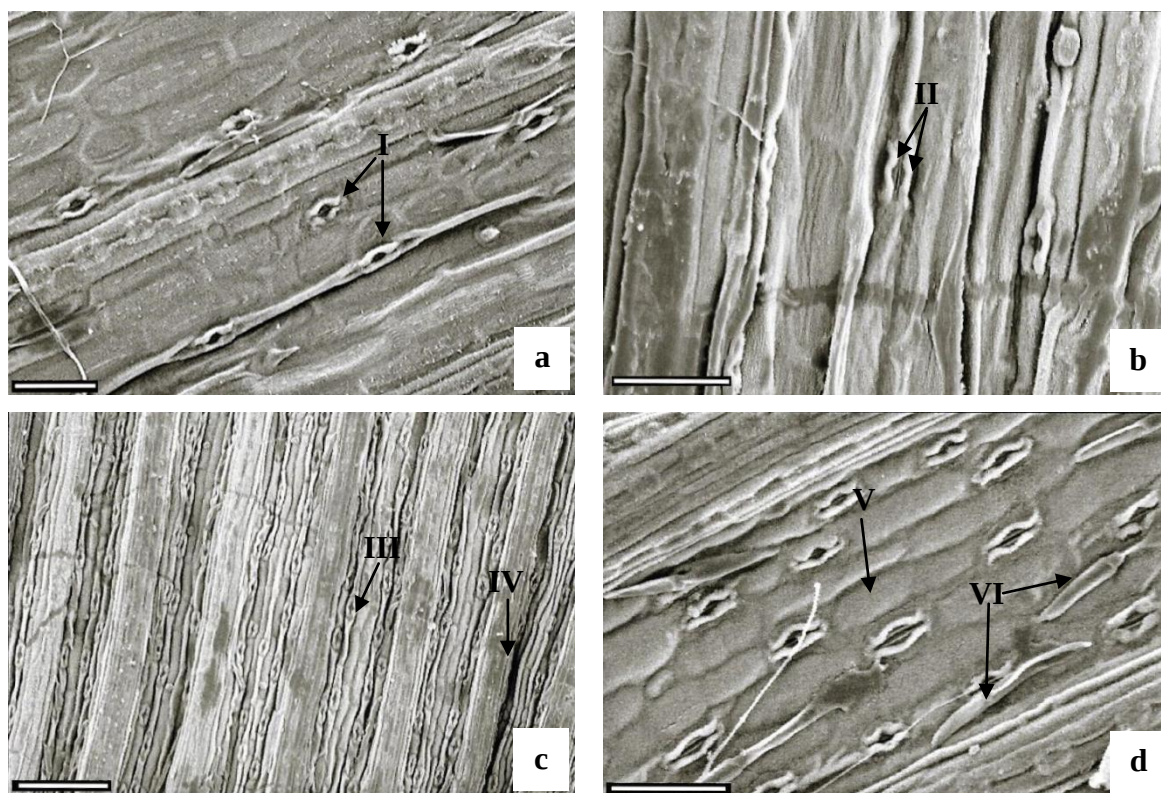


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) da epiderme foliar abaxial (a; b) e adaxial (c; d) de *Digitaria insularis*. a - (50 µm) - (I) estômatos em evidência; b - (50 µm) - (II) células subsidiárias contornando as células-guarda; c - (100 µm) - (III) estômatos enfileirados; (IV) nervura principal; d - (50 µm) - (V) células alongadas; (VI) tricomas em evidência.

Esse resultado condiz com o critério estabelecido por Sneath e Sokal (1973), em que o número de PC utilizado na interpretação deve ser tal que explique no mínimo 70% da variância total dos dados.

A falta de diferenciação entre os grupos (suscetível, mediantemente suscetível e tolerante) pela análise de componentes principais, pode ser justificada pelo fato dos caracteres avaliados não se apresentarem como parâmetros decisivos para a distinção das populações. Isto pois, além das características morfoanatômicas que estão relacionadas à absorção do herbicida pela planta, outros fatores podem influenciar na sua eficácia, como translocação, metabolização e até mesmo mutação na enzima alvo.

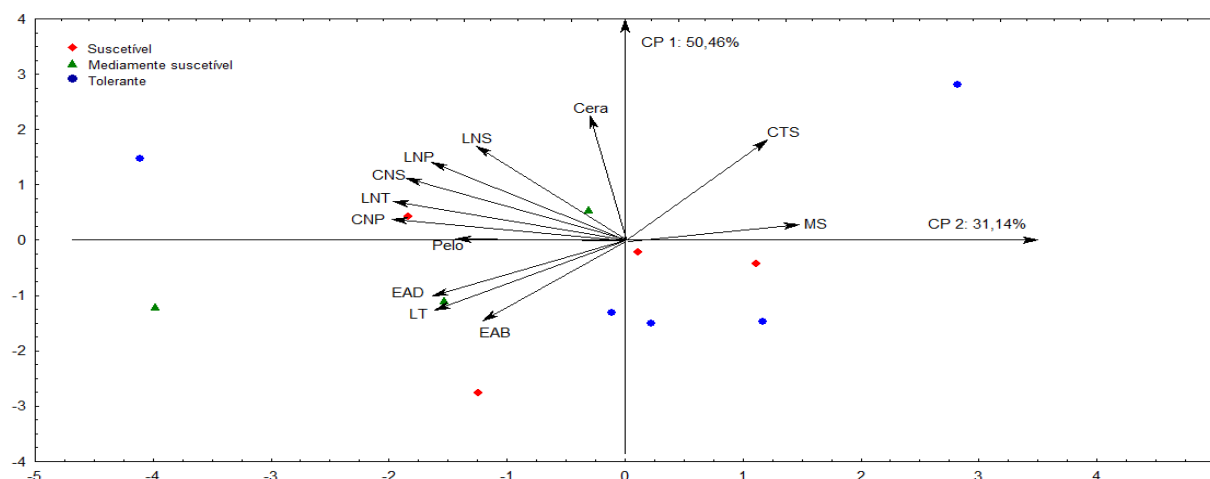


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) da PC1 e PC2 com as variáveis: pilosidade (Pelo), cera epicuticular (cera), matéria seca das plantas com aplicação de 2,16 kg e.a. ha (MS), lâmina total (LT), comprimento da nervura principal (CNP), largura da nervura principal (LNP), comprimento do tecido de sustentação (CTS), largura do tecido de sustentação (LTS), lâmina total da nervura (LNT), comprimento da nervura secundária (CNS), largura da nervura secundária (LNS), epiderme adaxial (EAD) e epiderme abaxial (EAB).

Os atributos mais expressivos retidos no CP1 foram lâmina da nervura total ($r=-0,93$), comprimento da nervura principal ($r=-0,95$), largura da nervura principal ($r=-0,89$), lâmina total ($r=-0,84$), epiderme abaxial ($r=-0,74$), epiderme adaxial ($r=-0,86$), comprimento da nervura secundária ($r=-0,78$) e largura da nervura secundária ($r=-0,63$), que apresentaram correlação inversa. Enquanto que na CP2 ficaram retidas as variáveis cera ($r=0,78$), comprimento do tecido de sustentação ($r=0,65$) e largura da nervura secundária ($r=0,60$), com correlação positiva.

4. CONCLUSÕES

As populações 3, 5, 6 e 8 foram consideradas suscetíveis ao herbicida glyphosate; 9, 10 e 12, medianamente suscetíveis; 1, 2, 4, 7 e 11 tolerantes.

Todas as populações apresentaram as mesmas características morfológicas, mas, diferiram nas anatômicas e quantidade de cera. Porém, as populações dentro

de cada grupo (suscetíveis, medianamente suscetíveis ou tolerantes) não tiveram características semelhantes que justificassem a resposta ao herbicida glyphosate.

5. REFERÊNCIAS

BARROSO, A. A. M. Caracterização genética e foliar de capim-amargoso resistente ao herbicida glyphosate e eficácia do seu controle com associação de herbicidas. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

CORREIA, N. M.; ACRA, L. T.; BALIEIRO, 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.; LEITE, G. J.; GARCIA, L. D; Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v.28, n.4, p.769-776, 2010.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuryl em área de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.3, p.689-697, 2009.

EBERCON, A.; BLUM, A.; JORDAN, W.R. A rapid colorimetric method for epicuticular wax content of sorghum leaves. *Crop Science*, Madison, v.17, p.179-180, 1977.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GEMELLI, A.; JUNIOR OLIVEIRA de, R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; JUMES, T. M. C.; NETO OLIVEIRA de, A. M.; DAN, H. M.; BIFFE, D. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Umuarama, v.11, n.2, p.231-240, 2012.

HEAP. International survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <<http://weedsscience.org/details/case.aspx?ResistID=5351>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

HUANGFU, C. H. SONG, X. L.; QIANG, S. ISSR variation within and among wild *Brassica juncea* populations: implication for herbicide resistance evolution. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Dordrecht, v.56, n.7, p.913-924, 2009.

JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523p.

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

MELO, M. S. C.; ROSA, L. E.; BRUNHARO, C. A. C. G.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. Revista Brasileira de Herbicidas, Umuarama, v.11, n.2, p.195-203, 2012.

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

SAKAI W. S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. Stain Technology, Baltimore, v.43, p.247-249, 1973.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

TIMOSSI, P. C. Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. Planta Daninha, Viçosa, MG, v.27, n.1, p.175-179, 2009.

CAPÍTULO 3. Estratégias de manejo de uma população de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate

RESUMO - Algumas espécies têm sido selecionadas, devido às aplicações frequentes de herbicidas com o mesmo mecanismo, como é o caso de *Digitaria insularis* ao glyphosate. Diante disso, objetivou-se estudar a combinação dos métodos químico e cultural no manejo de plantas adultas de *D. insularis*, resistentes ao herbicida glyphosate, durante a cultura da soja e no período de entressafra (outono-inverno). Dois experimentos foram desenvolvidos em condições de campo, na área de produção comercial de grãos da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP, no período de 10/2014 a 11/2015. A área experimental apresentava alta infestação de plantas adultas de *D. insularis* resistentes ao herbicida glyphosate, com 0,6 e 0,8 touceiras por m², respectivamente, para o primeiro e segundo experimento. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (6 x 2), com quatro repetições. Nas parcelas, foram estudados quatro tratamentos com herbicidas {glyphosate (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) em mistura com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg ha⁻¹) ou clethodim (0,108 kg ha⁻¹) pulverizados antes da semeadura da soja (dessecação) e complementados na pós-emergência da soja; e duas testemunhas sem herbicida, uma mantida infestada e outra capinada durante todo o período experimental. Nas subparcelas, foi avaliada a realização ou não da sobressemeadura da soja com *Urochloa ruziziensis*. A combinação da aplicação de herbicidas antes da semeadura da soja com a aplicação sequencial na pós-emergência da cultura foi eficaz no controle de plantas adultas de *D. insularis*. Além disso, a cobertura do solo com *U. ruziziensis* após a colheita da soja, na entressafra, reduziu o potencial de reinfestação da área pela planta daninha.

Palavras-chave: capim-amargoso, controle químico, *Glycine Max*, sobressemeadura, *Urochloa ruziziensis*

CHAPTER 3. Management strategies of a population of *Digitaria insularis* resistant to the herbicide glyphosate

ABSTRACT - Some species have been selected because of frequent applications of herbicides with the same mechanism, such as *Digitaria insularis* to glyphosate. The objective of this paper was to study the combination of chemical and cultural methods in the management of adult plants of *D. insularis*, resistant to glyphosate, during the soybean crop and the off-season (autumn-winter). Two experiments were conducted in field conditions in commercial area of grain FCAV / UNESP, Jaboticabal - SP, from 10/2014 to 11/2015. The experimental area had high infestation of adult plants of *D. insularis* resistant to glyphosate, with 0.6 and 0.8 clumps per m²

respectively for the first and second experiment. The experimental design was a randomized block in a split plot design (6 x 2), with four replications. The plots were studied four treatments with herbicides {glyphosate (1.44 and 2.16 kg and ha⁻¹) in combination with quizalofop-p-tefuryl (0.12 kg ha⁻¹) or clethodim (0.108 kg ha⁻¹) sprayed before soybean seeding (desiccation) and supplemented postemergence soybean; and two untreated controls, one kept infested and other weeded throughout the experimental period. In the subplots, it was assessed in the realization or not of soybean overseeded with *Urochloa ruziziensis*. The combination of herbicide application before soybean seeding with sequential application in post-emergence of the crop was effective in controlling adult plants of *D. insularis*. In addition, the soil cover with *U. ruziziensis* after soybean harvest, in the off season, reduced the potential for reinfestation of the area by the weed.

Keywords: chemical control, *Glycine max*, overseeded, sourgrass, *Urochloa ruziziensis*

1. INTRODUÇÃO

O manejo de plantas daninhas, tanto em áreas de plantio direto como em pomares de frutíferas, nem sempre apresenta boa eficácia. Algumas espécies têm sido selecionadas, por causa das aplicações frequentes de herbicidas com o mesmo mecanismo, como é o caso de *Digitaria insularis*. Com isso, é normal que a pressão de seleção aumente e, por consequência, novos biótipos resistentes sejam selecionados (TIMOSSI, 2009).

O controle de *D. insularis*, em muitos casos, não será realizado com êxito somente com uma única aplicação ou uma única estratégia de manejo, pois se trata de uma planta de ciclo perene, capaz de se estabelecer durante o ano todo (GEMELLI et al., 2012). Plantas adultas de *D. insularis* resistentes ao glyphosate deverão ser controladas com herbicidas de diferentes mecanismos de ação, pulverizados em pós-emergência, associados à estratégias que favoreçam a destruição da área foliar e, conseqüentemente, melhoria na absorção e translocação dos produtos até os rizomas. Nesse sentido, Correia, Acra e Balieiro (2015), relataram que o corte da parte aérea de plantas adultas de *D. insularis*, seguido da pulverização sobre a rebrota das plantas (70 cm de altura) com glyphosate (2,16 e 1,44 kg ha⁻¹) mais quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg ha⁻¹) ou clethodim (0,108 kg ha⁻¹), associados à aplicação sequencial [glyphosate (1,44 kg ha⁻¹) mais quizalofop-p-

tefuryl ($0,12 \text{ kg ha}^{-1}$) ou clethodim ($0,108 \text{ kg ha}^{-1}$), 15 dias após a primeira aplicação; foi a estratégia mais eficaz para o manejo de plantas adultas de *D. insularis* supostamente resistentes.

Outra prática que contribui para o controle das plantas daninhas é o manejo cultural na entressafra (manejo outonal), que consiste na manutenção de cobertura verde no período de outono-inverno. Essas espécies podem ser usadas para a produção de grãos (segunda safra), alimentação animal, adubação verde e, ou servir como aporte de palha para o sistema de plantio direto, resultando em melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo. No entanto, um dos fatores que limitam esse manejo no outono-inverno é o déficit hídrico.

Algumas espécies, como as do gênero *Urochloa*, conseguem se desenvolver e depositar grande quantidade de palha sobre o solo, mesmo nesse ambiente. Destaca-se a espécie *U. ruziziensis*, que é uma planta de ciclo perene, tolerante a estresse hídrico e obtém expressiva produção de matéria seca no final da entressafra (PACHECO et al., 2008).

A sobressemeadura da cultura da soja com espécies forrageiras, entre elas *U. ruziziensis*, é uma técnica que visa o estabelecimento de cobertura verde na entressafra. As sementes da forrageira são distribuídas a lanço na área no fim do ciclo da soja, próximo à maturação fisiológica (R_5 a R_7). Mas, o sucesso dessa tecnologia depende de alguns fatores climáticos, como a precipitação pluviométrica antes da semeadura e até alguns dias depois da emergência das plantas, desfolhamento da cultura e incidência de luminosidade na superfície do solo (PACHECO et al., 2013).

Com a hipótese de que a combinação dos métodos químico e cultural promove melhor controle das plantas adultas de *D. insularis* e, conseqüentemente, redução no potencial de reinfestação das áreas, objetivou-se estudar a combinação desses métodos no manejo de plantas adultas de *D. insularis*, resistentes ao herbicida glyphosate, durante a cultura da soja e no período de entressafra (outono-inverno).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

Dois experimentos foram desenvolvidos em condições de campo, na área de produção comercial de grãos da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP, no período de 10/2014 a 11/2015. A área experimental apresentava alta infestação de plantas adultas de *D. insularis* resistentes ao herbicida glyphosate, com 6,0 e 8,0 touceiras por 10,0 m², para o primeiro e segundo experimento, respectivamente.

A altitude dos locais é de 600 e 597 metros, latitude de 21°15'21"S e 21°15'18"S e a longitude de 48°16'43"O e 48°16'47"O, respectivamente, para o primeiro e segundo experimento. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw - tropical com inverno seco (CEPAGRI, 2016). Os totais mensais de precipitação e as médias mensais de temperatura mínima e máxima, durante o período experimental, estão apresentados na Figura 1.

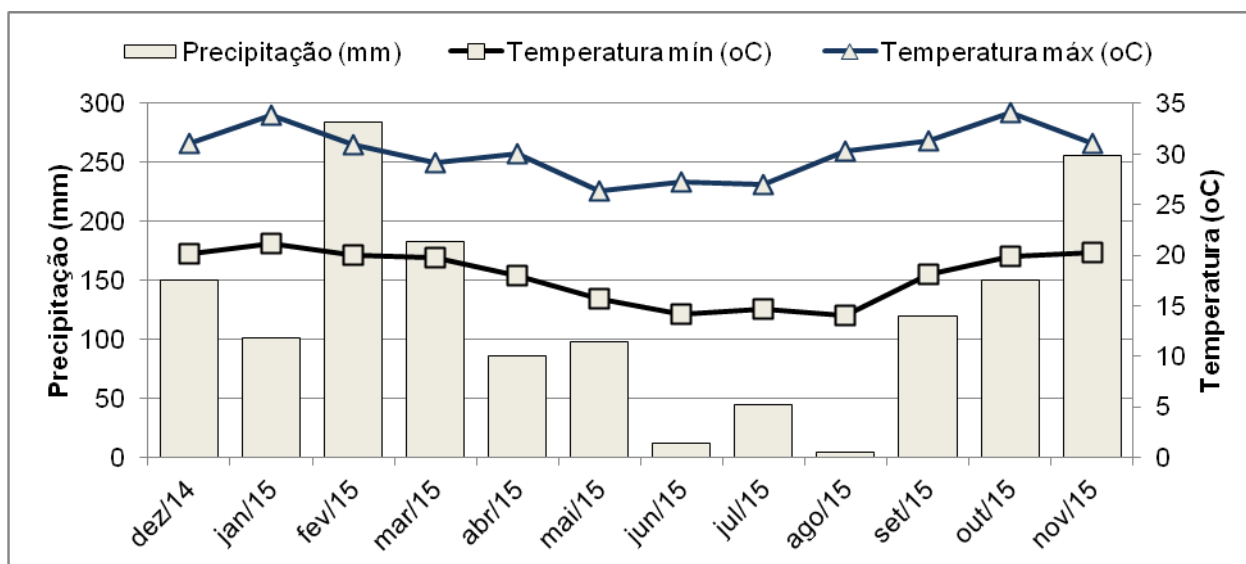


Figura 1. Precipitação pluvial (total mensal) e temperaturas médias (mensal) mínima e máxima do ar registradas para o primeiro e segundo experimento, do período de dezembro de 2014 a novembro de 2015. Dados obtidos na Estação Agroclimatológica da UNESP, Jaboticabal - SP, 2014/2015.

O solo da área experimental é representativo da região, classificado como Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa (1º experimento) e argila arenosa (2º experimento), com constituição granulométrica, em g kg⁻¹, de 469 e 431 de argila, 71 e 55 de silte e 460 e 514 de areia, com 16 e 17 g dm⁻³ de matéria orgânica, respectivamente, para o primeiro e segundo experimento.

2.2 Delineamento experimental, tratamentos e unidade experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (6 x 2), com quatro repetições. Nas parcelas, foram estudados quatro tratamentos com herbicidas {glyphosate (1,44 e 2,16 kg e.a. ha⁻¹) em associação com quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg ha⁻¹) ou clethodim (0,108 kg ha⁻¹) pulverizados antes da semeadura da soja (dessecação) e complementados na pós-emergência da soja; e duas testemunhas sem herbicida, uma mantida infestada e outra capinada durante todo o período experimental (Tabela 1). Nas subparcelas, foi avaliada a realização ou não da sobressemeadura da soja com *Urochloa ruziziensis*.

Todas as caldas com herbicidas foram adicionadas de óleo mineral a 0,5% v/v.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Aplicação antes da semeadura - “dessecação”		Aplicação após semeadura - pós-emergência da soja	
Herbicidas ⁽¹⁾ /testemunhas	Dosagens (kg e.a. ou i.a. ha ⁻¹)	Herbicidas/testemunhas	Dosagens (kg e.a. ou i.a. ha ⁻¹)
1. Glyphosate*	1,44	1. Glyphosate	1,44
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	Quizalofop-p-tefuryl	0,12
2. Glyphosate	2,16	2. Glyphosate	1,44
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	Quizalofop-p-tefuryl	0,12
3. Glyphosate	1,44	3. Glyphosate	1,44
Clethodim	0,108	Clethodim	0,108
4. Glyphosate	2,16	4. Glyphosate	1,44
Clethodim	0,108	Clethodim	0,108
5. Testemunha infestada	-	-	-
6. Testemunha capinada	-	-	-

⁽¹⁾Todas as caldas com herbicidas foram adicionadas óleo mineral a 0,5% v/v.

Os tratamentos químicos foram selecionados a partir do trabalho de Correia, Acra e Balieiro (2015), que também foi desenvolvido na área de produção comercial de grãos da UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP. Assim, o presente estudo trata-se da continuidade da pesquisa iniciada em 2013, incluindo, nesse caso, a cultura soja e a sobressemeadura com *U. ruziziensis* no sistema de produção.

As parcelas foram constituídas de 3,15 m de largura (sete linhas de soja) e 10,0 m de comprimento. Dentro delas foram demarcadas as subparcelas, com 3,15 m de largura e 5,0 m de comprimento, totalizando 15,75 m², como área útil foi considerada 9,0 m² (cinco linhas e 4,0 m de comprimento) (Figura 1).

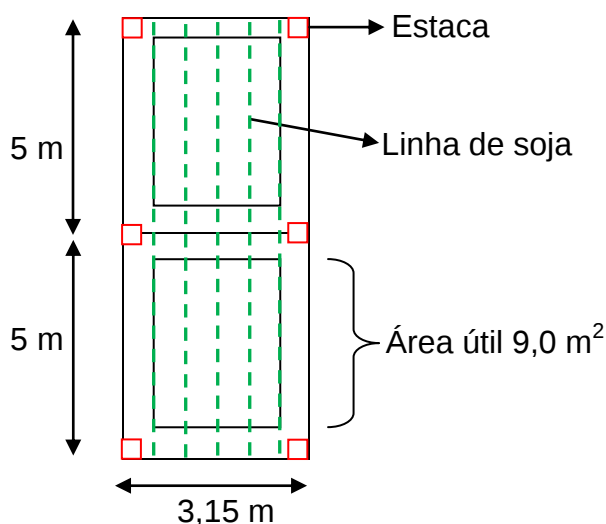


Figura 2. Representação da parcela e subparcela do experimento, em que estão apresentadas as linhas de soja e a área útil das subparcelas.

2.3 Descrição dos produtos utilizados

O glyphosate pertence ao grupo químico derivados da glicina e possui nome químico N-(phosphonomethyl) glycine (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). O produto comercial utilizado foi o Roundup Transorb, contendo 480 g L⁻¹ de equivalente ácido, na formulação Concentrado solúvel (SL) e classe toxicológica III (Medianamente Tóxico), com faixa azul no rótulo da embalagem (ROUNDUP TRANSORB, 2016).

O quizalofop-p-tefuryl pertence ao grupo químico ariloxifenoxipropionato e possui o nome químico (±)-tetrahydrofur furyl-(R)-2-[4-(6-chloroquinoxalin-2-yloxy)

phenoxy] propionate (Rodrigues e Almeida, 2011). O produto comercial utilizado foi o Panther, contendo 120 g L^{-1} de ingrediente ativo, na formulação Concentrado Emulsionável e classe toxicológica I (Extremamente Tóxico), com faixa vermelha no rótulo da embalagem (PANTHER, 2016).

O clethodim pertence ao grupo químico ciclohexanodionas e possui nome químico (+/-)-2-[(E)-1-[(E)-3-chloroallyloxyamino]propyl]-5-[2-(ethylthio)propyl]-3-hydroxycyclohexen-1-one (Rodrigues e Almeida, 2011). O produto comercial utilizado foi o Poquer, contendo 240 g L^{-1} de ingrediente ativo, na formulação Concentrado Emulsionável e classe toxicológica I (Extremamente Tóxico), com faixa vermelha no rótulo da embalagem (POQUER, 2016).

O óleo mineral pertence ao grupo químico dos hidrocarbonetos alifáticos e é composto por mistura de hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínicos e aromáticos saturados e insaturados provenientes da destilação do petróleo. O produto comercial utilizado foi o Assist, contendo 756 g L^{-1} de ingrediente ativo, na formulação Concentrado Emulsionável e classe toxicológica IV (Pouco Tóxico), com faixa verde no rótulo da embalagem (ASSIST, 2016).

2.4 Semeadura da soja, aplicação dos herbicidas e sobressemeadura com *U. ruzizienis*

Com base nos resultados obtidos por Correia, Acra e Balieiro (2015), as plantas de *D. insularis* foram roçadas, a 5 cm de altura, com o auxílio de triton, em 14/10/2014. Quarenta dias após o corte das plantas, quando a rebrota tinha, em média, 54 cm de altura, foi realizada a aplicação em pré-semeadura (dessecação) dos herbicidas.

A soja (cv. AS3730 IPRO) foi semeada sob sistema de plantio direto, nove dias após a primeira aplicação, a uma profundidade de 5 cm, com 0,45 m de distância entrelinhas e 14 sementes por metro linear. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil nas dosagens de 2,5; 22,5 e 25,0 g 100 kg^{-1} de sementes, respectivamente; e inoculadas com inoculante líquido (p.c. Biomax) na dosagem de 60 mL 50 kg^{-1} de sementes. No sulco de semeadura foram aplicados 303 kg ha^{-1} da fórmula 08-28-16. Utilizou-se a semeadora Tatu COP SUPREMA de sete linhas.

A aplicação dos herbicidas na pós-emergência da soja foi realizada 16 dias após a semeadura (DAS), quando a cultura tinha um ou dois trifólios totalmente expandidos. Nas duas aplicações (dessecação e pós-emergência da soja) foi utilizado pulverizador costal, à pressão constante (mantida por CO₂ comprimido) de 2,2 kgf cm⁻², munido de barra com seis pontas de pulverização de jato plano leque XR110015, espaçados de 0,5 m, com consumo de calda equivalente a 150 L ha⁻¹. As condições edafoclimáticas no momento das aplicações podem ser observadas na Tabela 2.

Na Figura 3 são apresentadas fotos das plantas de *D. insularis* no momento da primeira e segunda aplicação dos herbicidas.



Figura 3. Plantas de *Digitaria insularis* no momento da primeira (a) e segunda (b) aplicação dos herbicidas.

Quando as plantas de soja atingiram o estágio de desenvolvimento R₆ (vagens com granação 100% e folhas verdes), em 05/03/2015, nos tratamentos indicados, foi feita a sobressemeadura a lanço, manual, da espécie *U. ruzizensis*, na densidade de 600 PVC (pontos de valor cultural) de sementes, conforme metodologia proposta por Correia e Gomes (2015).

As sementes de *U. ruzizensis* eram peletizadas e apresentavam 98,0% de pureza; 20,0% de germinação e 19,6 de valor cultural. Como a quantidade de sementes em kg por hectare é a relação entre o PVC desejado e o valor cultural das sementes, foram usados 30,6 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Datas, horários e condições meteorológicas no momento das aplicações dos herbicidas nos dois experimentos. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Experimento	Aplicação	Data	Horário	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura (°C)		Velocidade do vento (km h ⁻¹)	Nebulosidade (%)
					Ar	Solo		
Primeiro	Primeira	24/11/14	08:25-09:25	83 - 77	26,4 - 27,9	24,4 - 25,6	0,0 - 2,4	85 - 80
	Segunda	19/12/2014	08:30-09:45	80 - 75	26,6 - 28,2	24,3 - 26,1	0,0 - 2,1	80 - 80
Segundo	Primeira	24/11/2014	08:25-09:25	83 - 77	26,4 - 27,9	24,4 - 25,6	0,0 - 2,4	85 - 80
	Segunda	19/12/2014	08:30-09:45	80 - 75	26,6 - 28,2	24,3 - 26,1	0,0 - 2,1	80 - 80

Regularmente, foi feito o monitoramento da ocorrência de pragas e doenças na cultura da soja. Aos 35 DAS, os fungicidas azoxistrobina (60 g ha^{-1}) e ciprocozanol (24 g ha^{-1}) mais óleo mineral a $0,5 \text{ L ha}^{-1}$, foram pulverizados. Posteriormente, aos 55 DAS, os fungicidas azoxistrobina (80 g ha^{-1}) e ciproconazol (32 g ha^{-1}) associados aos inseticidas tiametoxan ($35,25 \text{ g ha}^{-1}$) e lambda-cialotrina ($26,5 \text{ g ha}^{-1}$), com a adição de óleo mineral a $0,5 \text{ L ha}^{-1}$, foram aplicados. A aplicação dos inseticidas visou, principalmente, o controle de percevejos, e dos fungicidas, o controle de mancha-alvo, mancha-olho-de-rã e ferrugem.

2.5 Avaliações

Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas foram realizadas avaliações visuais de controle das plantas adultas de *D. insularis* e das outras espécies de plantas daninhas, por meio de escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte da planta.

No grupo geral de plantas daninhas foram avaliadas, em ambos experimentos: *Acanthospermum hispidum* (carrapicho-de-carneiro), *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Amaranthus deflexus* (caruru-rasteiro), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Chamaesyce hirta* (erva-de-Santa-Luzia), *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Emilia sonchifolia* (falsa-serralha), *Indigofera hirsuta* (anileira), *Nicandra physaloides* (joá-de-capote), *Sida rhombifolia* (guanxuma), *Spermacoce latifolia* (erva-quente), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Chloris elata* (capim-branco), *Digitaria* sp. (capim-colchão), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) e plântulas de *D. insularis*.

Aos 100 DAPA (90 DAS), a parte aérea das plantas adultas de *D. insularis* e das outras plantas daninhas foi coletada (separadamente). Para tal, foi utilizado quadro com $0,45 \text{ m}^2$ de área interna, depositado uma vez na área útil de cada parcela. O material foi seco em estufa a $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, até atingir massa constante, quando foi avaliado e os dados apresentados em g m^{-2} .

Para determinação da produtividade de grãos de soja, por subparcela, as três linhas centrais com quatro metros de comprimento, foram colhidas, com colhedora experimental. A produção foi corrigida para 13% de umidade e os valores estimados

em kg ha⁻¹. A massa de 100 grãos (g) e o número de plantas (em 5,4 m²) também foram avaliados. A população de plantas foi apresentada em mil plantas ha⁻¹.

O estande das plantas forrageiras foi quantificado aos 60 dias após a sobressemeadura (DAS_{UR}), 30 dias após a colheita (DAC) da soja. Contou-se o número de plantas na área útil da subparcela (9,0 m²), correspondendo a 2,25 m de largura e 4,0 m de comprimento. Aos 210 DAC, em 05/11/2015, avaliou-se visualmente a cobertura do terreno pelas plantas de *U. ruziziensis*, utilizando-se escala de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de plantas e 100 a cobertura total da área pela forrageira. Aos 210 DAC também foi coletada a parte aérea das plantas de *U. ruziziensis* em uma área de 0,45 m², amostrada aleatoriamente dentro da área útil de cada subparcela, para determinação de matéria seca da parte aérea das plantas (t ha⁻¹). Nessa mesma época, também foi realizada a avaliação visual de infestação das plantas de *D. insularis*, atribuindo-se notas em porcentagem (de 0 a 100%).

2.6 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância. Os efeitos dos tratamentos com herbicidas/testemunhas e da sobressemeadura, assim como a interação dos mesmos, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

Os dados coletados antes da sobressemeadura da soja com *U. ruziziensis* (controle e matéria seca das plantas adultas de *D. insularis* e de outras espécies de plantas daninhas) ou da forrageira (densidade, porcentagem de cobertura e matéria seca) foram analisados apenas em função do efeito dos tratamentos com herbicidas/testemunhas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois experimentos, houve diferença significativa entre os tratamentos para porcentagem de controle de *D. insularis* e matéria seca da parte aérea, com exceção do controle aos 15 DAPA no primeiro experimento, pois os tratamentos químicos não diferiram entre si (Tabelas 3 e 4).

No primeiro experimento, aos 30 e 60 DAPA, as associações de glyphosate ao quizalofop resultaram nas maiores porcentagens de controle. O mesmo foi observado aos 45 DAPA, porém, o tratamento glyphosate mais clethodim ($1,44 + 0,108... 1,44 + 0,108 \text{ g ha}^{-1}$) não diferiu dos tratamentos com quizalofop. Para matéria seca da parte aérea, os tratamentos químicos não diferiram entre si, mas, diferiram da testemunha infestada. As reduções no acúmulo de massa pelas plantas de *D. insularis* tratadas com herbicidas, comparado à testemunha infestada, foram de 67% a 95%.

Resultados similares foram obtidos no segundo experimento. Neste, nas quatro épocas de avaliação, os tratamentos de glyphosate mais quizalofop promoveram melhor controle de *D. insularis*. No entanto, para matéria seca da parte, não houve diferença significativa entre os tratamentos químicos, que diferiram da testemunha infestada. As reduções no acúmulo de massa pelas plantas pulverizadas com herbicidas, comparado à testemunha infestada, foram de 86% a 99%. De maneira geral, a menor dosagem de glyphosate na primeira aplicação não influenciou nos resultados de controle da planta daninha.

A situação de campo proposta com esse trabalho foi estudar o manejo de *D. insularis* na cultura da soja tolerante ao glyphosate sob sistema de plantio direto. A primeira aplicação corresponde à dessecação das plantas adultas de *D. insularis* quarenta dias após a roçada destas plantas, e a segunda (sequencial), à aplicação dos herbicidas em pós-emergência da cultura da soja (glyphosate em associação com quizalofop-p-tefuryl ou clethodim). Nesse caso, considerou-se o manejo mecânico associado ao químico e o cultural para o controle desta planta daninha.

Tabela 3. Porcentagem de controle de plantas adultas de *Digitaria insularis*, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Controle (%) - DAPA				Matéria seca (g m ⁻²)
	Primeira	Segunda	15	30	45	60	
1. Glyphosate	1,44	1,44	71,2 a ⁽¹⁾	90,0 a	97,5 a	97,5 a	14,5 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
2. Glyphosate	2,16	1,44	65,0 a	90,0 a	96,9 a	95,7 ab	30,3 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
3. Glyphosate	1,44	1,44	65,0 a	77,5 b	93,2 ab	88,8 bc	74,3 a
Clethodim	0,108	0,108					
4. Glyphosate	2,16	1,44	61,2 a	75,0 b	91,9 b	85,0 c	94,2 a
Clethodim	0,108	0,108					
5. Testemunha infestada ⁽²⁾	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	629,2 b
F			2,9 ^{ns}	13,7 **	5,7 *	12,1 **	16,0 **
CV (%)			7,5	5,2	2,4	3,7	77,0
DMS			10,3	9,1	4,8	7,1	283,4

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F da análise de variância. ^{ns} Não significativo pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Os dados da testemunha infestada não foram incluídos na análise estatística dos dados de porcentagem de controle.

Tabela 4. Porcentagem de controle de plantas adultas de *Digitaria insularis*, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Controle (%) - DAPA				Matéria seca (g m ⁻²)
	Primeira	Segunda	15	30	45	60	
1. Glyphosate	1,44	1,44	80,0 a ⁽¹⁾	92,5 a	98,8 a	98,1 a	11,4 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
2. Glyphosate	2,16	1,44	78,8 a	91,2 a	98,1 a	97,5 a	14,3 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
3. Glyphosate	1,44	1,44	67,5 b	73,8 b	95,0 b	87,5 b	84,0 a
Clethodim	0,108	0,108					
4. Glyphosate	2,16	1,44	65,0 b	73,8 b	96,2 ab	85,6 b	130,4 a
Clethodim	0,108	0,108					
5. Testemunha infestada ⁽²⁾	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	952,2 b
F			9,6 **	22,8 **	8,3 **	16,9 **	207,5 **
CV (%)			6,8	5,3	1,2	3,5	23,4
DMS			10,4	9,2	2,5	6,7	121,9

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Os dados da testemunha infestada não foram incluídos na análise estatística dos dados de porcentagem de controle.

Ao estudar o controle de *D. insularis* com uma única aplicação de herbicidas e com duas aplicações, a segunda realizada 15 dias após a primeira, Correia, Acra e Balieiro (2015) relataram que os melhores resultados foram obtidos com glyphosate (1,44 ou 2,16 kg e.a. ha⁻¹) mais clethodim (0,108 kg i.a. ha⁻¹) ou quizalofop (0,12 kg i.a. ha⁻¹) na primeira aplicação, combinados à aplicação sequencial [glyphosate (1,44 kg ha⁻¹) mais clethodim (0,108 kg ha⁻¹) ou quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg ha⁻¹)], com diferenças expressivas de 53,3% a 86,3% nas notas de controle, comparado à aplicação única de glyphosate (1,44 ou 2,16 kg ha⁻¹) mais clethodim (0,108 kg ha⁻¹) ou quizalofop (0,12 kg ha⁻¹).

No primeiro experimento, aos 30 e 60 DAPA, as associações de glyphosate ao quizalofop resultaram nas maiores porcentagens de controle. O mesmo foi observado aos 45 DAPA, porém, o tratamento glyphosate mais clethodim (1,44 + 0,108... 1,44 + 0,108 g ha⁻¹) não diferiu dos tratamentos com quizalofop. Para matéria seca da parte aérea, os tratamentos químicos não diferiram entre si, mas, diferiram da testemunha infestada. As reduções no acúmulo de massa pelas plantas de *D. insularis* tratadas com herbicidas, comparado à testemunha infestada, foram de 67% a 95%.

Resultados similares foram obtidos no segundo experimento. Neste, nas quatro épocas de avaliação, os tratamentos de glyphosate mais quizalofop promoveram melhor controle de *D. insularis*. No entanto, para matéria seca da parte, não houve diferença significativa entre os tratamentos químicos, que diferiram da testemunha infestada. As reduções no acúmulo de massa pelas plantas pulverizadas com herbicidas, comparado à testemunha infestada, foram de 86% a 99%. De maneira geral, a menor dosagem de glyphosate na primeira aplicação não influenciou nos resultados de controle da planta daninha.

A situação de campo proposta com esse trabalho foi estudar o manejo de *D. insularis* na cultura da soja tolerante ao glyphosate sob sistema de plantio direto. A primeira aplicação corresponde à dessecação das plantas adultas de *D. insularis* quarenta dias após a roçada destas plantas, e a segunda (sequencial), à aplicação dos herbicidas em pós-emergência da cultura da soja (glyphosate em associação com quizalofop-p-tefuryl ou clethodim). Nesse caso, considerou-se o manejo mecânico associado ao químico e o cultural para o controle desta planta daninha.

Ao estudar o controle de *D. insularis* com uma única aplicação de herbicidas e com duas aplicações, a segunda realizada 15 dias após a primeira, Correia, Acra e Balieiro (2015) relataram que os melhores resultados foram obtidos com glyphosate (1,44 ou 2,16 kg e.a. ha⁻¹) mais clethodim (0,108 kg i.a. ha⁻¹) ou quizalofop (0,12 kg i.a. ha⁻¹) na primeira aplicação, combinados à aplicação sequencial [glyphosate (1,44 kg ha⁻¹) mais clethodim (0,108 kg ha⁻¹) ou quizalofop-p-tefuryl (0,12 kg ha⁻¹)], com diferenças expressivas de 53,3% a 86,3% nas notas de controle, comparado à aplicação única de glyphosate (1,44 ou 2,16 kg ha⁻¹) mais clethodim (0,108 kg ha⁻¹) ou quizalofop (0,12 kg ha⁻¹).

Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 são apresentadas fotos das plantas de *D. insularis* aos 60 e 127 DAPA, além das testemunhas sem aplicação (infestada e capinada), para os dois experimentos.

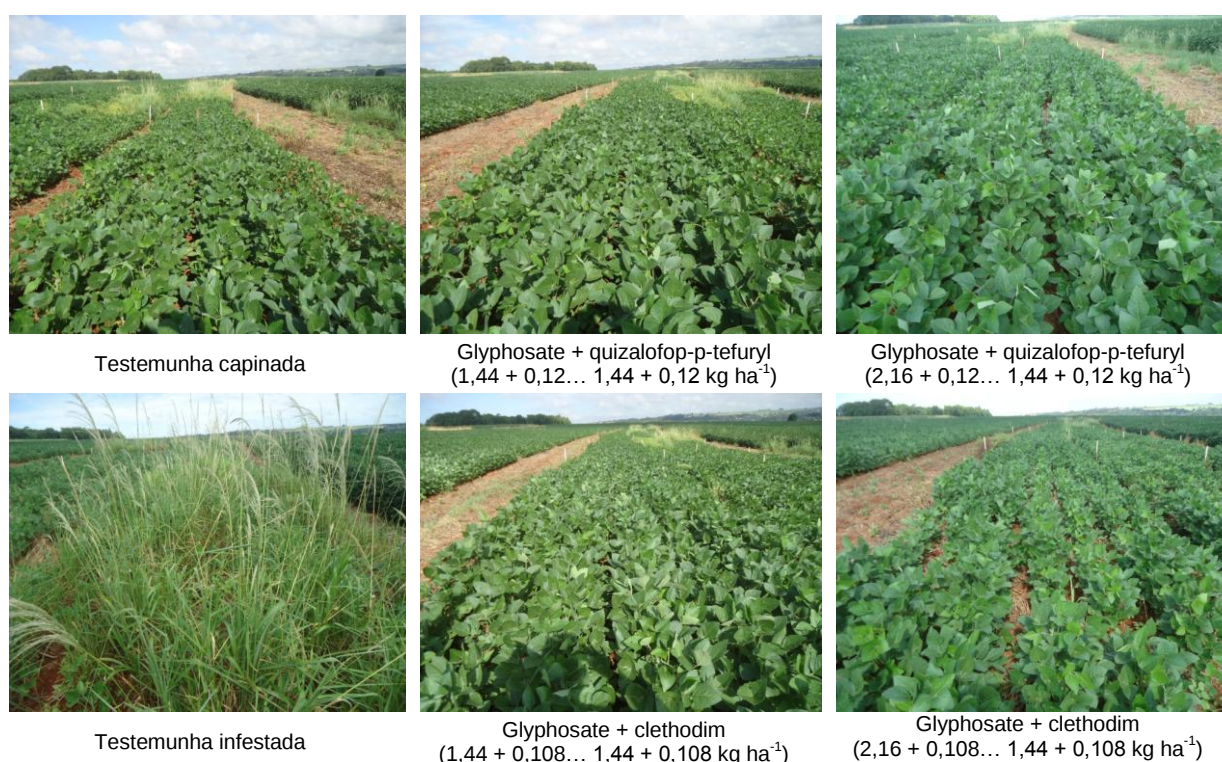


Figura 4. Controle de *Digitaria insularis* aos 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

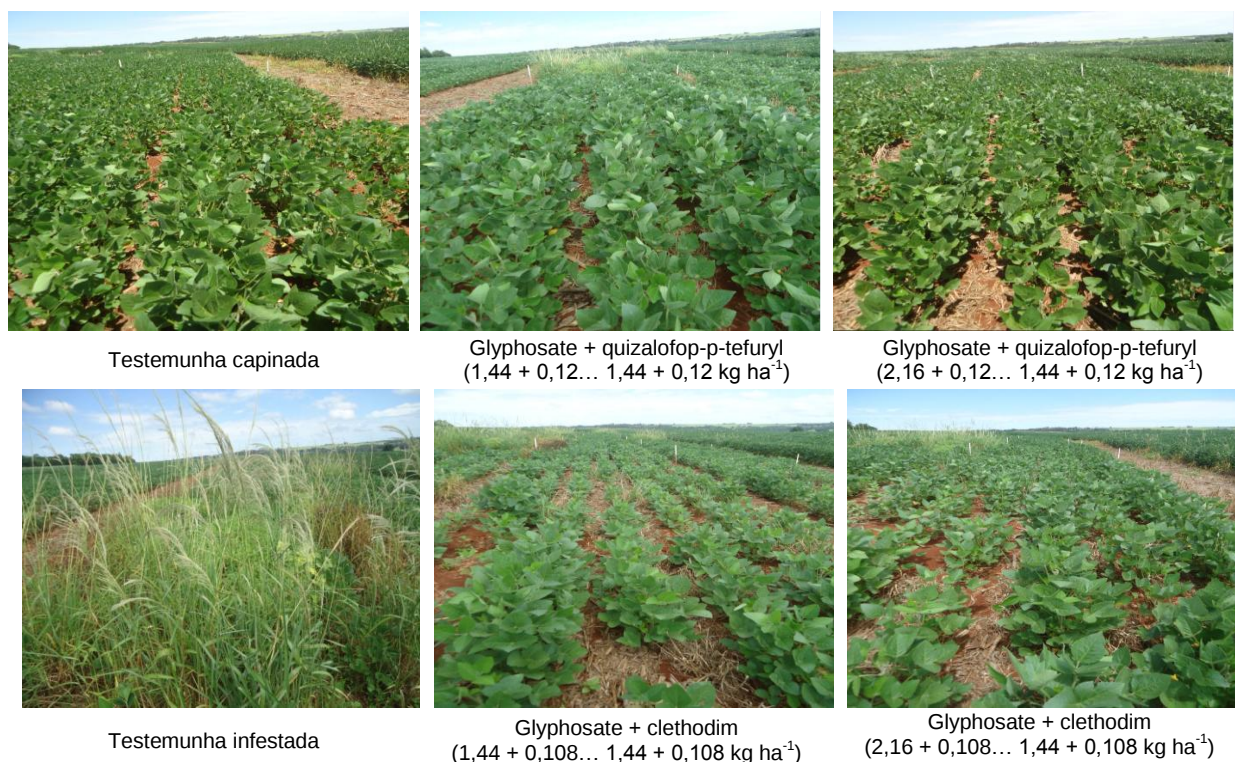


Figura 5. Controle de *Digitaria insularis* aos 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

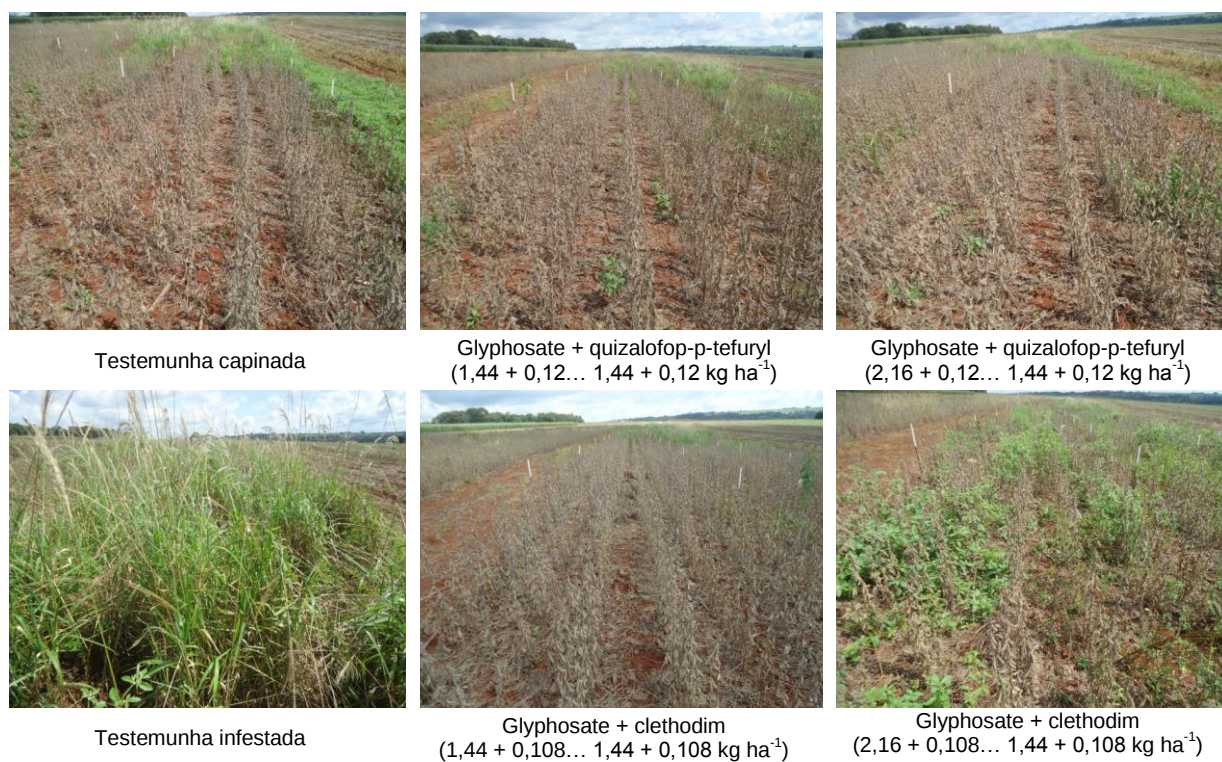


Figura 6. Controle de *Digitaria insularis* no momento da colheita da soja, aos 127 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

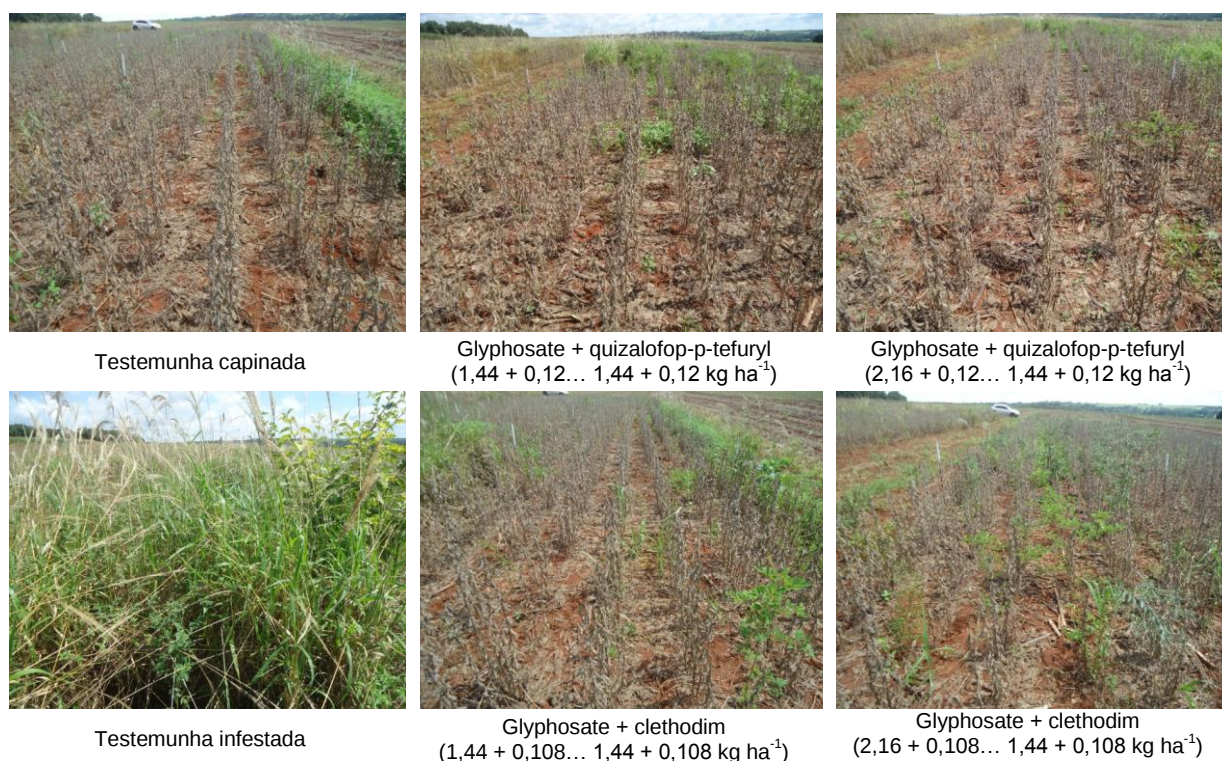


Figura 7. Controle de *Digitaria insularis* no momento da colheita da soja, 127 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas, além das testemunhas sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Correia e Durigan (2009) também relataram que o herbicida quizalofop-p-tefuryl isolado ($0,12 \text{ kg ha}^{-1}$) e a sua associação ao glyphosate ($1,44$; $2,16$ e $2,88 \text{ kg ha}^{-1}$), combinados à aplicação sequencial de $1,44 \text{ kg ha}^{-1}$ de glyphosate, resultaram no controle eficaz de *D. insularis*, quando pulverizados em plantas em pleno desenvolvimento reprodutivo.

Em outro trabalho, Melo et al. (2012) constataram que para o controle aceitável ($>91\%$) de *D. insularis* resistente foi necessário a aplicação de clethodim ($0,108 \text{ kg ha}^{-1}$), sethoxidim ($0,23 \text{ kg ha}^{-1}$), haloxyfop-methyl ($0,06 \text{ kg ha}^{-1}$), fluazifop-p-butyl ($0,125 \text{ kg ha}^{-1}$), fenoxaprop-p-ethyl mais clethodim ($0,05 + 0,05 \text{ kg ha}^{-1}$) ou tepraloxymid ($0,10 \text{ kg ha}^{-1}$) em associação ao glyphosate ($1,44 \text{ kg ha}^{-1}$). Sessenta dias antes da aplicação dos herbicidas, as plantas de *D. insularis* foram roçadas.

Para os dois experimentos, não houve diferença significativa entre os tratamentos químicos para porcentagem de controle de plantas daninhas e plântulas de *D. insularis*, em todas as épocas de avaliação, e matéria seca da parte aérea aos 100 DAPA (Tabelas 5 e 6). Esses resultados indicaram que os tratamentos com

herbicidas estudados foram eficazes no controle das outras espécies de plantas daninhas e plântulas de *D. insularis* presentes na área experimental, com notas de controle de 92,5% a 96,2% aos 60 DAPA.

Quanto às características avaliadas na cultura da soja, nos dois experimentos, a sobressemeadura de *U. ruziziensis*, assim como a interação sobressemeadura x tratamentos com herbicidas, não afetou o desenvolvimento da soja. A sobressemeadura após o estágio de desenvolvimento R₆ da soja não ocasiona prejuízos por competição à cultura, pois esta já se encontra na maturação fisiológica e as plantas forrageiras, no início do crescimento.

No primeiro experimento, não houve diferença significativa entre os tratamentos com herbicidas/testemunhas para massa de 100 grãos (Tabela 7). Porém, para população de plantas e produtividade de grãos os tratamentos com herbicidas/testemunhas diferiram entre si. As parcelas da testemunha infestada tiveram menor população de plantas e produziram menos, diferindo da testemunha capinada e tratamentos químicos, exceto para população de plantas, em que o tratamento glyphosate mais clethodim ($2,16 \pm 0,108$... $1,44 \pm 0,108$ kg ha⁻¹) também não diferiu da testemunha infestada. As perdas de produtividade das plantas da testemunha infestada, comparado à testemunha capinada e tratamentos químicos, foram de 83% e 84%, respectivamente.

As plantas daninhas competem diretamente com a cultura da soja por água, luz, nutrientes e espaço. O período de competição que pode ocasionar as maiores perdas de produtividade é na fase inicial do desenvolvimento da cultura, podendo diminuir em cerca de 80%, ou inviabilizar a colheita em muitos casos (VARGAS; ROMAN, 2006).

Os resultados obtidos no presente estudo comprovaram a grande capacidade competitiva das plantas adultas de *D. insularis* com a cultura da soja. Isto pode ocorrer no campo, naquelas áreas onde a aplicação na pré-semeadura (dessecação) foi mal sucedida, e os escapes não foram controlados na pós-emergência da soja.

Tabela 5. Porcentagem de controle de plantas daninhas⁽¹⁾, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Controle (%) - DAPA				Matéria seca (g m ⁻²)
	Primeira	Segunda	15	30	45	60	
1. Glyphosate	1,44	1,44	98,8 a ⁽²⁾	100,0 a	98,1 a	95,6 a	27,6 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
2. Glyphosate	2,16	1,44	96,9 a	100,0 a	97,5 a	95,6 a	29,5 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
3. Glyphosate	1,44	1,44	97,5 a	99,4 a	98,1 a	94,4 a	65,2 a
Clethodim	0,108	0,108					
4. Glyphosate	2,16	1,44	98,8 a	99,4 a	96,2 a	92,5 a	112,8 a
Clethodim	0,108	0,108					
5. Testemunha infestada ⁽³⁾	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	533,2 b
F			0,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,7 ^{ns}	24,0 ^{**}
CV (%)			2,6	0,9	1,2	1,9	57,1
DMS			5,4	1,8	2,4	3,8	191,6

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância. ^{ns} Não significativo pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ As notas de controle foram estipuladas em função de todas as espécies de plantas daninhas (*Acanthospermum hispidum*, *Alternanthera tenella*, *Amaranthus deflexus*, *Bidens pilosa*, *Chamaesyce hirta*, *Commelina benghalensis*, *Emilia sonchifolia*, *Indigofera hirsuta*, *Nicandra physaloides*, *Sida rhombifolia*, *Spermacoce latifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Chloris elata*, *Digitaria* sp., plântulas de *Digitaria insularis* e *Eleusine indica*) na parcela, com exceção de plantas adultas de *Digitaria insularis*, que foi avaliada em separado.

⁽²⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

⁽³⁾ Os dados da testemunha infestada não foram incluídos na análise estatística dos dados de porcentagem de controle.

Tabela 6. Porcentagem de controle de plantas daninhas⁽¹⁾, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) dos herbicidas e matéria seca da parte aérea das plantas aos 100 DAPA, além da testemunha sem aplicação - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a.(kg ha ⁻¹)		Controle (%) - DAPA				Matéria seca (g m ⁻²)
	Primeira	Segunda	15	30	45	60	
1. Glyphosate	1,44	1,44	96,9 a ⁽²⁾	98,8 a	96,9 a	95,0 a	21,6 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
2. Glyphosate	2,16	1,44	98,1 a	100,0 a	97,5 a	96,2 a	9,8 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12					
3. Glyphosate	1,44	1,44	98,8 a	100,0 a	97,5 a	96,2 a	26,0 a
Clethodim	0,108	0,108					
4. Glyphosate	2,16	1,44	98,1 a	100,0 a	96,9 a	95,0 a	52,6 a
Clethodim	0,108	0,108					
5. Testemunha infestada ⁽³⁾	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	314,6 b
F			0,3 ^{ns}	3,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,4 ^{ns}	33,5 ^{**}
CV (%)			2,9	0,7	1,4	2,4	52,6
DMS			5,9	1,5	2,8	4,8	97,6

^{**} Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância. ^{ns} Não significativo pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ As notas de controle foram estipuladas em função de todas as espécies de plantas daninhas (*Acanthospermum hispidum*, *Alternanthera tenella*, *Amaranthus deflexus*, *Bidens pilosa*, *Chamaesyce hirta*, *Commelina benghalensis*, *Emilia sonchifolia*, *Indigofera hirsuta*, *Nicandra physaloides*, *Sida rhombifolia*, *Spermacoce latifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Chloris elata*, *Digitaria* sp., plântulas de *Digitaria insularis*, *Eleusine indica*) na parcela, com exceção de plantas adultas de *Digitaria insularis*, que foi avaliada em separado.

⁽²⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

⁽³⁾ Os dados da testemunha infestada não foram incluídos na análise estatística dos dados de porcentagem de controle.

Tabela 7. População de plantas de soja (mil pls. ha⁻¹), massa de 100 grãos e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunhas e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		População (mil pls. ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtivi- dade (kg ha ⁻¹)
	Primeira	Segunda			
1. Glyphosate	1,44	1,44	163,2 a ⁽¹⁾	16,0 a	2922,1 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
2. Glyphosate	2,16	1,44	176,8 a	16,1 a	2941,6 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
3. Glyphosate	1,44	1,44	164,6 a	16,1 a	2852,3 a
Clethodim	0,108	0,108			
4. Glyphosate	2,16	1,44	136,6 ab	15,6 a	2807,6 a
Clethodim	0,108	0,108			
5. Testemunha infestada	-	-	60,9 b	17,1 a	474,5 b
6. Testemunha capinada	-	-	146,5 a	16,3 a	2841,1 a
Tratamento com herbicida/testemunha			6,3 **	2,6 ^{ns}	13,6 **
F Sobressemeadura c/ <i>U. ruziziensis</i>			0,2 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}
Trat. herb./test. x sobressemeadura			0,8 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,8 ^{ns}
CV1 (%)			33,3	5,4	30,4
CV2 (%)			16,8	4,0	20,6
DMS			76,6	1,4	1222,0

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância. ^{ns} Não significativo pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No segundo experimento, os tratamentos com herbicidas/testemunhas influenciaram significativamente nas três características avaliadas (Tabela 8). As plantas tratadas com glyphosate mais clethodim produziram grãos com menor massa, diferindo das testemunhas sem aplicação. Para população de plantas, as parcelas da testemunha infestada tiveram menor média, não diferindo da associação de glyphosate ao clethodim (2,16 + 0,108... 1,44 + 0,108 kg ha⁻¹). O mesmo ocorreu para produtividade de grãos, mas, nesse caso, a testemunha infestada diferiu de todos os tratamentos químicos e testemunha capinada. Ao compará-la com a testemunha capinada e tratamentos com herbicidas, a perda na produtividade foi, em média, de 72%.

Tabela 8. População de plantas de soja (mil plantas ha⁻¹), massa de 100 grãos e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunhas e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estádio R₆ da soja - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		População (mil pls. ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtivi- dade (kg ha ⁻¹)
	Primeira	Segunda			
1. Glyphosate	1,44	1,44	179,8 ab ⁽¹⁾	16,7 ab	2753,8 ab
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
2. Glyphosate	2,16	1,44	209,9 a	16,6 ab	3113,7 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
3. Glyphosate	1,44	1,44	186,3 ab	16,4 b	2651,3 ab
Clethodim	0,108	0,108			
4. Glyphosate	2,16	1,44	137,9 bc	15,8 b	2247,2 b
Clethodim	0,108	0,108			
5. Testemunha infestada	-	-	93,5 c	17,4 a	766,4 c
6. Testemunha capinada	-	-	183,8 ab	16,5 b	2748,0 ab
Tratamento com herbicida/testemunha			10,4 **	7,5 **	23,0 **
F Sobressemeadura c/ <i>U. ruziziensis</i>			1,7 ns	3,2 ns	0,2 ns
Trat. herb./test. x sobressemeadura			1,3 ns	0,8 ns	1,3 ns
CV1 (%)			22,4	3,1	20,8
CV2 (%)			15,0	4,1	12,9
DMS			60,0	0,8	802,4

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância. ns Não significativo pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As parcelas tratadas com glyphosate mais clethodim (2,16 + 0,108... 1,44 + 0,108 kg ha⁻¹) tiveram menor densidade de plantas de soja do que os outros tratamentos com herbicidas, refletindo na produtividade de grãos por área, que também foi menor. No entanto, esses resultados não são explicados pelos herbicidas e dosagens usadas e, sim, pelo ataque aleatório de lebres e pombos na área experimental, que prejudicou o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas.

Nos dois experimentos, a interação sobressemeadura x tratamentos com herbicidas/testemunhas, assim como os fatores isolados, foram significativos para porcentagem de infestação de *D. insularis* nas subparcelas, aos 210 DAC da soja (em novembro de 2015) (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9. Porcentagem de infestação de *Digitaria insularis*, aos 210 dias após a colheita da soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunhas para o controle dessa planta daninha e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 1º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Sobressemeadura	
	Primeira	Segunda	Com Infestação (%)	Sem
1. Glyphosate	1,44	1,44	6,8 a A ⁽¹⁾	75,0 a B
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12		
2. Glyphosate	2,16	1,44	10,5 a A	76,2 a B
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12		
3. Glyphosate	1,44	1,44	16,2 a A	82,5 a B
Clethodim	0,108	0,108		
4. Glyphosate	2,16	1,44	21,2 a A	77,5 a B
Clethodim	0,108	0,108		
5. Testemunha infestada	-	-	55,0 b A	78,8 a B
6. Testemunha capinada	-	-	11,2 a A	78,2 a B
Tratamento com herbicida/testemunha			5,9 **	
F Sobressemeadura c/ <i>U. ruziziensis</i>			322,8 **	
Trat. herb./test. x sobressemeadura			5,8 **	
CV1 (%)			22,7	
CV2 (%)			22,1	
DMS (na linha)			15,7	
DMS (na coluna)			23,4	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas de letra minúscula, nas colunas, comparam os tratamentos de herbicida/testemunhas dentro de sobressemeadura (com ou sem) e, letras maiúsculas, nas linhas, comparam a realização ou não de sobressemeadura dentro de cada tratamento de herbicida/testemunhas.

Ao desdobrar a interação, nos dois experimentos, constatou-se que, com a prática de sobressemeadura, os tratamentos químicos e a testemunha capinada resultaram em menor infestação (de 8% a 21%) de *D. insularis* na entressafra, diferindo da testemunha infestada. No entanto, sem o estabelecimento de *U. ruziziensis* no período de outono - inverno, não houve diferença significativa entre os tratamentos com herbicidas e testemunhas, com infestação de 65% a 88%.

Tabela 10. Porcentagem de infestação de *Digitaria insularis*, aos 210 dias após a colheita da soja, em função da aplicação de herbicidas/testemunha para o controle dessa planta daninha e da sobressemeadura com *Urochloa ruziziensis* no estágio R₆ da soja - 2º experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Sobressemeadura	
	Primeira	Segunda	Com	Sem
	Infestação (%)			
1. Glyphosate	1,44	1,44	18,8 a A ⁽¹⁾	65,0 a B
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12		
2. Glyphosate	2,16	1,44	8,2 a A	87,5 a B
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12		
3. Glyphosate	1,44	1,44	16,2 a A	81,5 a B
Clethodim	0,108	0,108		
4. Glyphosate	2,16	1,44	16,2 a A	71,2 a B
Clethodim	0,108	0,108		
5. Testemunha infestada	-	-	47,5 b A	72,5 a B
6. Testemunha capinada	-	-	15,0 a A	82,5 a B
Tratamento com herbicida/testemunha			2,8 *	
F Sobressemeadura c/ <i>U. ruziziensis</i>			212,0 **	
Trat. herb./test. x sobressemeadura			6,3 **	
CV1 (%)			27,6	
CV2 (%)			22,1	
DMS (na linha)			15,5	
DMS (na coluna)			23,1	

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade, médias seguidas de letra minúscula, nas colunas, comparam os tratamentos de herbicida/testemunhas dentro de sobressemeadura (com ou sem) e, letras maiúsculas, nas linhas, comparam a realização ou não de sobressemeadura dentro de cada tratamento de herbicida/testemunhas.

Mesmo com ótimo manejo de *D. insularis* durante o ciclo da soja, para manutenção dos níveis de controle na entressafra foi necessário o cultivo de uma espécie de cobertura. Sementes do banco de sementes do solo ou disseminadas de parcelas vizinhas, germinaram e reinfestaram as subparcelas na entressafra. Porém, essa reinfestação foi mais pronunciada nas subparcelas sem cobertura verde com *U. ruziziensis*. A presença da forrageira na área prejudicou o estabelecimento da planta daninha, seja pela morte ou inibição do crescimento das plantas. O crescimento rápido e vigoroso da forrageira favoreceu a sua competição com as plantas de *D. insularis*.

Em ambos experimentos, os tratamentos com herbicidas/testemunhas afetaram significativamente o número de plantas emergidas de *U. ruziziensis*, a

porcentagem de cobertura do terreno pela forrageira e a matéria seca da parte aérea (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11. Número de plantas de *Urochloa ruziziensis* por m⁻², aos 30 dias após a colheita (DAC) da soja, cobertura (%) do terreno e matéria seca (t ha⁻¹) da parte aérea forrageira aos 210 DAC, em função da aplicação de herbicidas/testemunha na cultura da soja e da sobressemeadura com a forrageira no estágio R₆ da soja - 1^o experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Nº de pls. m ⁻²	Cobertura (%)	Matéria seca (t ha ⁻¹)
	Primeira	Segunda			
1. Glyphosate	1,44	1,44	2,9 ab ⁽¹⁾	93,8 a	28,4 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
2. Glyphosate	2,16	1,44	3,4 a	92,0 a	28,8 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
3. Glyphosate	1,44	1,44	1,8 bc	75,0 a	21,7 ab
Clethodim	0,108	0,108			
4. Glyphosate	2,16	1,44	2,6 ab	77,5 a	21,6 ab
Clethodim	0,108	0,108			
5. Testemunha infestada	-	-	0,7 c	28,8 b	6,7 b
6. Testemunha capinada	-	-	3,5 a	87,5 a	31,3 a
F			12,3 **	7,2 **	11,5 **
CV (%)			24,1	29,0	18,9
DMS			1,4	11,1	32,2

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No primeiro experimento, nas parcelas da testemunha capinada e de glyphosate mais quizalofop (2,16 + 0,12... 1,44 + 0,12 kg ha⁻¹) houve maior emergência de *U. ruziziensis*, diferindo da testemunha infestada e de glyphosate mais clethodim (1,44 + 0,12... 1,44 + 0,12 kg ha⁻¹). No segundo, os tratamentos químicos e a testemunha capinada não diferiram entre si, com densidade média de 3,1 plantas por m², mas diferiram da testemunha infestada, com apenas 0,3 planta por m².

Para espécies de braquiária, Kluthcouski e Aidar (2003) recomendam pelo menos 6,0 plantas por m², para o estabelecimento de plantas de cobertura na região do cerrado.

Nos dois experimentos, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos com herbicidas e a testemunha capinada para porcentagem de

cobertura do terreno pelas plantas de *U. ruziziensis*, com valor médio de 85%. Além disso, a produção de matéria seca pela forrageira foi muito alta (de 20,7 t ha⁻¹ a 31,3 t ha⁻¹) nas parcelas tratadas com herbicidas e testemunha capinada; contrário à testemunha infestada, que teve as menores médias (10,1 t ha⁻¹).

Tabela 12. Número de plantas de *Urochloa ruziziensis* por m⁻², aos 30 dias após a colheita (DAC) da soja, cobertura (%) do terreno e matéria seca (t ha⁻¹) da parte aérea da forrageira aos 210 DAC, em função da aplicação de herbicidas/testemunha na cultura da soja e da sobressemeadura com a forrageira no estágio R₆ da soja - 2^o experimento. Jaboticabal, SP. 2014/2015.

Herbicidas/ Testemunhas	Dosagens e.a./i.a. (kg ha ⁻¹)		Nº de pls. m ⁻²	Cobertura (%)	Matéria seca (t ha ⁻¹)
	Primeira	Segunda			
1. Glyphosate	1,44	1,44	3,3 a	84,0 a	27,4 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
2. Glyphosate	2,16	1,44	3,1 a	93,3 a	28,5 a
Quizalofop-p-tefuryl	0,12	0,12			
3. Glyphosate	1,44	1,44	3,1 a	88,8 a	24,9 ab
Clethodim	0,108	0,108			
4. Glyphosate	2,16	1,44	2,2 a	75,0 a	20,7 ab
Clethodim	0,108	0,108			
5. Testemunha infestada	-	-	0,3 b	31,2 b	13,6 b
6. Testemunha capinada	-	-	3,9 a	82,5 a	26,8 a
F			10,5 **	9,4 **	3,8 *
CV (%)			29,9	19,4	24,3
DMS			1,8	33,2	13,0

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F da análise de variância.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A quantidade de palha depositada nas parcelas da testemunha infestada foi muito expressiva, considerando a região e a época do ano do cultivo da forrageira. Porém, a distribuição dos resíduos vegetais na área foi muito irregular, concentrado a apenas 30% do terreno, em virtude da baixa densidade de plantas nas subparcelas.

A menor infestação de *D. insularis* no momento da sobressemeadura da soja com *U. ruziziensis* proporcionou maior emergência e crescimento da forrageira. Assim como, o maior número de plantas emergidas da forrageira promoveu maior

porcentagem de cobertura e produção de matéria seca pelas plantas aos 210 DAC da soja.

De maneira geral, o controle químico antes da semeadura da soja e na pós-emergência da cultura, resultou em ótimo controle (de 85,0% a 98,1%) das plantas adultas de *D. insularis* até a colheita dos grãos. Contudo, foram observados novos fluxos de emergência dessa espécie na área após a colheita, principalmente, nas subparcelas sem cobertura verde na entressafra. A sobressemeadura da soja com *U. ruziziensis* permitiu o estabelecimento da forrageira no local, a qual interferiu diretamente no crescimento de *D. insularis* ou ocasionou a morte das plantas.

4. CONCLUSÕES

A combinação da aplicação de herbicidas antes da semeadura da soja com a aplicação sequencial na pós-emergência da cultura foi eficaz no controle de plantas adultas de *D. insularis*. Além disso, a cobertura do solo com *U. ruziziensis* após a colheita da soja, na entressafra, reduziu o potencial de reinfestação da área pela planta daninha.

5. REFERÊNCIAS

ASSIST. Bula. Disponível em <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/assist_2014.pdf>. Acesso em: 22 maio 2016.

CEPAGRI. Clima dos municípios paulistas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em: 22 abr. 2016.

CORREIA, N. M.; ACRA, L. T.; BALIEIRO, G. Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resitant 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 chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuryl em área de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.3, p.689-697, 2009.

CORREIA, N. M.; GOMES, L. J. P. Sobressemeadura de soja com *U. ruziziensis* e a cultura do milho em rotação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.50, n.11, p.1017-1026, 2015.

GEMELLI, A.; JUNIOR OLIVEIRA de, R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; JUMES, T. M. C.; NETO OLIVEIRA de, A. M.; DAN, H. M.; BIFFE, D. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v.11, n.2, p.231-240, 2012.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-442.

MELO, M. S. C.; ROSA, L. E.; BRUNHARO, C. A. C. G.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, v.11, n.2, p.195-203, 2012.

PACHECO, L. P.; MONTEIRO, M. M. de S.; SILVA, R. F. da; SOARES, L. dos S.; FONSECA, W. L.; NÓBREGA, J. C. A.; PETTER, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F. de; OSAJIMA, J. A. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no Cerrado piauiense. *Bragantia*, Campinas, v.72, n. 3, p.237-246, 2013.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L. de; CARMO, M. L. do; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.7, p.815-823, 2008.

PANTHER. Bula. Disponível em:
<<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Fungicidas/panther120ec.pdf>> Acesso em: 18 maio 2016.

POQUER. Bula. Disponível em:
<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/poquer_.pdf> Acesso em: 18 maio 2016.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F.L.S. Guia de herbicidas. 6.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011. 697 p.

ROUNDUP TRANSORB. Bula. Disponível em:
<<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/ROUNDUPTRANSORB.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2016.

TIMOSSI, P. C., Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. Planta Daninha, Viçosa, MG, v.27, n.1, p.175-179, 2009.

VARGAS, L; ROMAN, E. S. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 23 p.