

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SUL DE MINAS GERAIS – CÂMPUS MACHADO**

Iago Gonçalves Paes

**Problemática do capim-amargoso (*Digitaria insularis*)
resistente ao herbicida glyphosate**

**MACHADO
2018**

Iago Gonçalves Paes

**Problemática do capim-amargoso (*Digitaria insularis*)
resistente ao herbicida glyphosate**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Saul Jorge Pinto de Carvalho

**MACHADO
2018**

P126p

Paes, Iago Gonçalves

Problemática do capim-amargoso (*Digitaria Insularis*) resistente ao herbicida glyphosate / Iago Gonçalves Paes. -- Machado: [s.n.], 2018.

30 p.

Orientador: Prof. Dr. Saul Jorge Pinto de Carvalho.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado.

Inclui bibliografia

1. Controle Químico. 2. Plantas Daninhas. 3. Resistência múltipla I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado. II. Título.

CDD: 632.9

Iago Gonçalves Paes

**Problemática do capim-amargoso (*Digitaria insularis*)
resistente ao herbicida glyphosate**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: _____

Saul Jorge Pinto de Carvalho

Membros: _____

Vanderson Rabelo de Paula

Wellington Marota Barbosa

**MACHADO
2018**

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista a minha mãe Ana Cristina e ao meu pai Alfredo. Obrigado aos familiares e amigos que me apoiaram durante o período de graduação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Saul Jorge Pinto de Carvalho que sempre esteve presente no desenvolvimento deste trabalho e na minha formação acadêmica.

Aos demais colegas de curso e professores do IFSULDEMINAS – Câmpus Machado, pelo constante companheirismo em nossas aulas.

RESUMO

O capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) é uma planta daninha altamente disseminada no Brasil. Trata-se de uma planta da família Poaceae, perene, que possui alta capacidade de infestação por possuir pequenas sementes com grande viabilidade de germinação e de fácil dispersão. Uma vez perenizada, essa planta daninha forma touceiras e pode propagar-se por meio de seus rizomas, caracterizando este estágio fenológico como de difícil controle. Com o surgimento de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate, essa espécie tem-se tornado um grande problema para a agricultura, uma vez que os mecanismos de resistência dessas plantas daninhas ainda são pouco esclarecidos e os inibidores da EPSPs são os únicos herbicidas capazes de controlar essas espécies independentemente do estágio fenológico da daninha. De maneira geral, por meio de pesquisas, tem-se buscado controle químico alternativo, sobretudo que seja capaz de controlar a espécie após a perenização na área. Nesse sentido, na literatura foram descritos adequados níveis de controle de biótipos resistentes com o uso de glyphosate associado a inibidores da ACCase. Porém, biótipos de *D. insularis* resistentes aos inibidores da ACCase também já foram relatados no Brasil. O grande temor da comunidade científica é a possibilidade do surgimento de biótipos com resistência múltipla, ao glyphosate e aos inibidores da ACCase, simultaneamente. Trata-se de uma fronteira do conhecimento, exigindo pesquisas e resultados a fim de evitar biótipos com múltiplas resistências e preservar os diferentes mecanismos de ação dos herbicidas.

Palavras-Chave: Controle químico, plantas daninhas, resistência múltipla.

ABSTRACT

Sourgrass (*Digitaria insularis*) is a highly disseminated weed in Brazil. This species is classified in Poaceae family, perennial plant that has high capacity of infestation due to own small seeds with great viability of germination and of easy dispersion. Once perennial, this weed forms clumps and can reproduce through its rhizomes, characterizing this phenological stage as high difficult to control. With the identification of biotypes resistant to the herbicide glyphosate, this species has become a great problem for agriculture, since the mechanisms of resistance of these weeds are still unknown and the EPSPS inhibitors are the only herbicides capable of controlling these species regardless of the weed's phenological stage. In general, research has been seeking alternative chemical control capable of controlling this species after the became perennial in a agricultural area. In this sense, good levels of control of resistant biotypes with the use of glyphosate associated with ACCase inhibitors have been described in the literature, but biotypes of *D. insularis* resistant to ACCase inhibitor herbicides have also been reported in Brazil. The great worry of scientific community is the possibility of identification of multiple resistance biotypes, including resistance to glyphosate and ACCase inhibitors simultaneously. It is a frontier of knowledge, requiring research and results in order to avoid multi-resistance biotypes and to preserve the different mechanisms of action of herbicides.

Key words: Chemical control, weeds, multiple resistance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. BIOLOGIA DA ESPÉCIE.....	10
3. RESISTÊNCIA AO HERBICIDA GLYPHOSATE.....	14
4. MECANISMOS DE RESISTÊNCIA.....	16
5. CONTROLE ALTERNATIVO.....	18
6. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	21
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas que convivem com as culturas agrícolas podem competir diretamente por recursos limitados do meio, como água, luz, nutrientes e espaço (BLEASDALE, 1960; BLANCO, 1972; PITELLI, 1985; RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997; ZIMDAHL, 2004).

Dentre os fatores que afetam o grau de interferência, um dos mais importantes é a densidade de ocorrência das plantas daninhas (JOLLIFFE; MINJAS; RUNECKLES, 1984; COUSENS, 1991; RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997; ZIMDAHL, 2004; RONCHI; SILVA, 2006; SILVA et al., 2009). A densidade de infestação pode definir o crescimento de uma comunidade infestante, ou seja, o acúmulo de biomassa da comunidade está estreitamente ligado a densidade de plantas daninhas. Atingindo a densidade crítica, o acúmulo de biomassa da comunidade infestante é limitado e, com isso, pode limitar também sua capacidade competitiva em decorrência de uma maior interferência entre os indivíduos da comunidade (CARVALHO, 2011).

Dentre as plantas daninhas comumente encontradas em áreas agrícolas brasileiras, destaca-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*). No Brasil, o capim-amargoso é facilmente encontrado como infestante em pastagens, cafezais, pomares, beira de estradas e terrenos baldios; interferindo diretamente na produtividade agrícola e eficiência das operações.

A presença de duas plantas de capim-amargoso por parcela foi suficiente para interferir no crescimento do cafeeiro, bem como no acúmulo de macronutrientes (CARVALHO; ALVES; BIANCO, 2013). Ainda, em áreas de plantio direto, esta espécie tem se caracterizado como planta daninha de grande importância, formando touceiras e florescendo durante todo o ano (LORENZI, 2000; MACHADO et al., 2008).

Há alguns anos, tratava-se de uma espécie com importância reduzida, porém que passou a ganhar destaque depois que populações desenvolveram resistência ao herbicida glyphosate, dificultando sobremaneira seu controle (MELO, 2011; CARVALHO et al., 2011; HEAP, 2015). Anos atrás, Lacerda e Victoria Filho (2004) observaram que apenas 128,5 g ha⁻¹ de glyphosate eram suficientes para obter 50% de controle da espécie (DL_{50}). Atualmente, com frequência, são

necessárias doses de glyphosate superiores a 2.880 g ha^{-1} para obtenção dos mesmos 50% de controle (ADEGAS et al., 2010a; CORREIA; LEITE; GARCIA, 2010; NICOLAI et al., 2010).

Plantas jovens, provenientes de sementes, são mais facilmente controladas com o uso de herbicidas. Porém, plantas adultas com touceiras perenizadas e presença de rizomas, tem seu controle dificultado (MACHADO et al., 2006; TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2006; GEMELLI et al., 2012). Plantas oriundas de rizomas possuem maior índice estomático, maior espessura na epiderme foliar, bem como maior espessura da lâmina foliar, quando comparadas às plantas oriundas de sementes (MACHADO et al., 2008). Segundo Machado et al. (2008), a reserva de amido acumulada nos rizomas pode ser responsável pela maior dificuldade em controlar touceiras com o herbicida glyphosate, por dificultar a translocação da molécula e permitir rápida rebrota da parte aérea após aplicação do herbicida.

Tendo em vista a crescente importância do capim-amargoso para a agricultura brasileira, esta revisão bibliográfica foi desenvolvida com o objetivo de atualizar o estado de arte dos casos de resistência desta espécie ao herbicida glyphosate, avaliar a elucidação dos mecanismos de resistência, verificar alternativas de controle e prever perspectivas futuras de manejo.

2. BIOLOGIA DA ESPÉCIE

Nome científico: *Digitaria insularis* (L.) Fedde

Sinonímias: *Andropogon insularis* L.

Panicum lanatum Rottb.

Panicum saccharoides A.Rich.

Trichacne insularis (L.) Ness

Tricholaena insularis Griseb.

Nome comum: capim-amargoso, capim-açu, capim-pororó, milheto-gigante, capim-flecha, vassourinha.

Nativa das regiões tropicais e subtropicais do Continente Americano, é uma espécie encontrada desde o sul dos Estados Unidos até o norte das planícies dos Pampas, na Argentina. No Brasil, ocorre com grande intensidade nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (KISSMANN, 1997; MACHADO et al., 2008).

Planta da família Poaceae, possui porte herbáceo e ereto, perene, densamente entouceirada, rizomatosa, com colmos estriados, entre 50 – 100 cm de altura (LORENZI, 2000). Os colmos são cilíndricos e canaliculados, com entrenós longos, pouco ou nada ramificados, com até 1 cm de espessura na base. As folhas possuem bainhas longas e abertas, que envolvem quase todo o entrenó, com lígula membranácea. Lâmina linear lanceolada, anfiestomática, com até 40 cm de comprimento e 1 cm de largura, com esparsos pelos e margens finamente serrilhadas (KISSMANN, 1997; MACHADO et al., 2008; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).

A inflorescência é do tipo panícula ramificada e terminal. As panículas são grandes (15 - 30 cm), alocadas sobre longas hastes. Cada panícula é constituída por numerosas espigas (20-50), comprimidas quando jovens e pendentes quando adultas (normalmente para o mesmo lado). As espigas possuem coloração branco-prateada, e são constituídas por numerosas espiguetas pareadas (uma pedicelada e

outra subséssil), rodeadas por pelos sedosos (Figura 1; KISSMANN, 1997; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).



Figura 1. Detalhe da espiguetta de *Digitaria insularis* ampliada 40 vezes por lupa. Foto: Saul Jorge Pinto de Carvalho. Machado - MG, 2016

A identificação da espécie em campo é feita facilmente reconhecendo as panículas pendentes e de coloração branco-prateada. O fruto do tipo cariopse é a principal unidade de dispersão, sendo facilmente carregado pelo vento a longas distâncias, possuindo elevado poder germinativo. Os rizomas são outra importante forma de dispersão, sobretudo quando fragmentados; estes são curtos e ramificados, com gemas tuberculadas e presença de grande quantidade de amido (KISSMANN, 1997; MACHADO et al., 2008; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).

Quanto à germinação do capim-amargoso, nota-se nítida preferência da espécie pela condição de alternância de temperatura (noite-dia), com temperatura ótima da ordem de 35°C. A ausência de luz não é um fator limitante à germinação, sobretudo quando em maiores temperaturas. Por outro lado, o percentual de

germinação, bem como o índice de velocidade de germinação (IVG) são reduzidos em condição de escuro e temperatura constante (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Digitaria insularis* expostas a diferentes condições de temperatura e luz, aos 21 dias após instalação (MONDO et al., 2010). Piracicaba, 2008

Temperaturas (°C)	Germinação (%) ¹		IVG ¹	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro
25	67 Ba	33 Cb	13,18 Ba	8,01 Cb
20-30	96 Aa	64 Bb	23,60 Aa	13,78 Bb
20-35	97 Aa	97 Aa	23,45 Aa	23,53 Aa
15-35	94 Aa	95 Aa	21,25 Aa	22,98 Aa
	CV (%) = 9,06	F _(T x Luz) = 9,89*	CV (%) = 7,16	F _(T x Luz) = 30,67*
	DMS _(linha) = 8,82	DMS _(coluna) = 11,78	DMS _(linha) = 1,96	DMS _(coluna) = 2,61

*Valor de F significativo ao nível de 5% de probabilidade; ¹ Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si segundo teste de Tukey, com 5% de significância.

Temperaturas extremas, próximas de 45°C, inibem completamente a germinação da espécie (PYON; WHITNEY; NISHIMOTO, 1977; MONDO et al., 2010; MENDONÇA et al., 2014). Por consequência, a germinação das sementes é mais intensa no período de primavera e verão. Ainda, as sementes do capim-amargoso têm maior facilidade de germinação e emergência quando posicionadas na camada superficial do solo, em até 3 cm de profundidade (PYON; WHITNEY; NISHIMOTO, 1977).

O capim-amargoso realiza fotossíntese pelo ciclo C4, com estrutura de Kranz e bainha simples, o que é extremamente favorável ao seu desenvolvimento em ambientes quentes e/ou com menor disponibilidade hídrica. Quanto ao crescimento da espécie, há significativo conflito nos resultados experimentais, evidenciando a influência da temperatura e fotoperíodo sobre a biologia da espécie (MACHADO et al., 2006; MELO, 2011; CARVALHO; BIANCO; BIANCO, 2013; MARQUES et al., 2014).

Em geral, o capim-amargoso possui crescimento inicial lento até os 50 dias após emergência (DAE), porém com grande potencial em formar densas touceiras

que, sob condições favoráveis, podem acumular grande quantidade de matéria seca. Por outro lado, possui ecofisiologia típica de plantas tropicais, influenciada pelas estações do ano e condições de fotoperíodo. Quando germinadas na primavera, com fotoperíodo crescente, possui longo ciclo vegetativo, desenvolvimento lento e florescimento tardio (80-100 DAE), com grande acúmulo de matéria seca. Quando germinadas no final do verão, em condição de fotoperíodo decrescente, têm redução no ciclo vegetativo, menor acúmulo de massa seca e florescimento precoce. Notadamente, há preferência da espécie por florescer entre novembro e dezembro, porém, comumente há florescimento visível durante todo o ano.

3. RESISTÊNCIA AO HERBICIDA GLYPHOSATE

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos normais (suscetíveis) da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2004). O primeiro caso de capim-amargoso resistente a glyphosate foi relatado em 2008, sendo identificados biótipos de capim-amargoso resistentes ao glyphosate no sul do Brasil e no Paraguai (HEAP, 2018).

A agricultura moderna está estruturada em sistemas conservacionistas de manejo do solo (plantio direto e cultivo mínimo), bem como em culturas resistentes a herbicidas, de modo que o uso do glyphosate é imperativo, o que torna os casos de resistência a este produto ainda mais problemáticos. Neste sentido, populações de capim-amargoso resistentes ao herbicida glyphosate tem sido relatadas em diversos estados do país, com significativo impacto nas lavouras, exigindo mudanças nos sistemas de manejo e recomendação de herbicidas.

Em observações a campo, em áreas onde há uso contínuo de glyphosate, tem-se constatado que plantas originárias de sementes, quando jovens, são controladas pelo herbicida; contudo, quando elas se desenvolvem e formam rizomas, seu controle é ineficiente (FINOTO; SOARES, 2017).

Após a realização de testes e monitoramento de possíveis casos de resistência de *D. insularis* no Estado de São Paulo, foram encontrados dois biótipos, oriundos da mesma localidade, comprovadamente resistentes ao herbicida glyphosate. Adegas et al. (2010a), ao estudarem vários biótipos de capim-amargoso, constataram que a aplicação de glyphosate na dose recomendada para o controle da espécie (1.080 kg ha^{-1}) não proporcionou a morte dos biótipos com suspeita de resistência aos 14 dias após a aplicação, da mesma forma que o aumento da dose (até 8.640 kg ha^{-1}) não resultou em controle eficiente dessas plantas. Diversos autores relataram casos de resistência de *D. insularis* ao herbicida glyphosate no Brasil (POWLES; YU, 2010; MELO, 2011; CARVALHO et al., 2011; MELO et al., 2012; REINERT; PRADO; CHRISTOFFOLETI, 2013).

A herança da resistência de *D. insularis* ao herbicida glyphosate ainda é desconhecida, mas a hipótese de Melo (2015) ao estudar a herança genética da

resistência de *D. insularis*, é que a resistência a este herbicida pode ser poligênica pois não houve alteração na resposta ao glyphosate após o cruzamento dos biótipos suscetível e resistente na progênie F1. A diversidade genética das populações de *D. insularis* também deve ser levada em consideração. A variabilidade genética das populações de plantas daninhas é afetada por inúmeros fatores evolutivos, como o sistema de produção, a interação da cultura com a planta daninha (fluxo gênico através da dispersão do pólen e da semente), a distribuição geográfica e a seleção natural (HUANGFU; SONG; QIANG, 2009).

Apesar de ser uma planta autógama, biótipos de capim-amargoso resistente e suscetível ao herbicida glyphosate possuem diferenças em seu DNA em torno de 56,6%, caracterizando alta variação na sequência enzimática desta espécie (MARTINS, 2013), que pode ser explicada pelo fato do capim-amargoso ter também taxa de fecundação cruzada (FRAGA et al., 2016). Essa variabilidade genética pode implicar em diferenças morfológicas, fisiológicas e genéticas, podendo alterar significativamente sua capacidade de resistir a ação dos herbicidas.

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). 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).

4. MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

A molécula do glyphosate atua na rota do ácido shiquímico, competindo pelo mesmo sítio de ação da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPs), promovendo deste modo diminuição na síntese de 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato (Figura 2). A enzima EPSPs é codificada no núcleo e desempenha sua ação catalítica no cloroplasto, sendo fortemente inibida pelo glyphosate. O ciclo do ácido shiquímico só ocorre em plantas, fungos e bactérias, e caracteriza-se por ser responsável pela produção de aminoácidos aromáticos e compostos fenólicos (PADGETTE; KOLACZ; DELANNAY, 1995).

Como consequência desta inibição, não ocorre a síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano; além de compostos secundários, como alcalóides, coumarinas e flavonóides, compostos estes essenciais para o desenvolvimento das plantas, não apenas na síntese de proteínas mas também na formação de paredes celulares, na defesa da planta contra patógenos e insetos, produção de hormônios e produção de compostos que transmitem energia, como a plastoquinona no fotossistema I (DUKE, 1988).

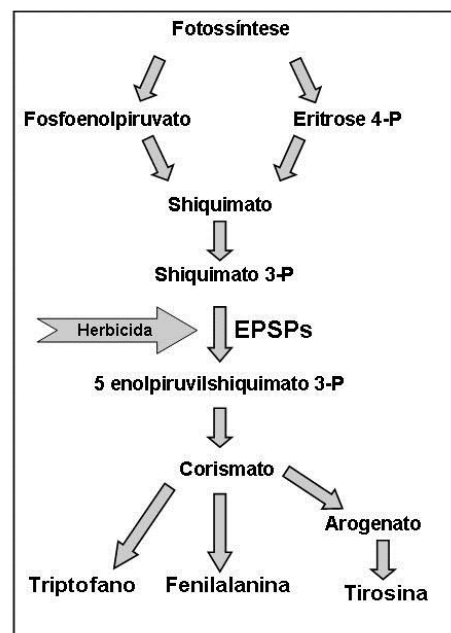


Figura 2. Mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da EPSPs (MOREIRA; CHRISTOFFOLETI, 2008).

No caso do capim-amargoso, até o momento, não há consenso da comunidade científica sobre o(s) mecanismo(s) de resistência presente(s) nas populações sabidamente resistentes ao herbicida glyphosate.

Carvalho et al. (2012) observaram absorção inicial de glyphosate mais rápida no biótipo suscetível. Também detectaram translocação diferencial de glyphosate entre os biótipos resistente e suscetível de capim-amargoso, em que o biótipo resistente reteve 70% do glyphosate nas folhas tratadas, minimizando a translocação para as raízes e demais estruturas da planta. Ainda, detectaram metabolismo diferencial entre os biótipos, em que o biótipo resistente foi capaz de converter o glyphosate em ácido amino-metil-fosfônico (AMPA), glioxilato e sarcosina.

Por outro lado, Melo et al. (2012) também observaram absorção inicial de glyphosate mais lenta no biótipo resistente, porém sem alterações quanto à translocação da molécula. Ainda, levantou-se a possibilidade de alterações enzimáticas na EPSPs presente nos biótipos resistentes, com destaque para os aminoácidos das posições 182 e 310, devido à substituição de prolina por treonina e tirosina por cisteína, respectivamente (CARVALHO et al., 2012). Tais alterações enzimáticas reduziriam a afinidade da EPSPs pelo herbicida, prejudicando a atividade do produto. Esta possibilidade também foi confirmada por Barroso et al. (2014), porém rejeitada por Melo et al. (2014), que não encontraram alterações enzimáticas entre os biótipos resistente e suscetível.

5. CONTROLE ALTERNATIVO

Quando a resistência se instala em uma área ou região, o estudo sobre as alternativas de controle torna-se vital para a garantia do sucesso no controle de plantas daninhas (CARVALHO et al., 2009). Devido a *D. insularis* ser uma espécie naturalmente de difícil controle, aliado ao fato de atualmente já existirem biótipos resistentes ao glyphosate, torna-se importante a realização de estudos sobre alternativas de controle químico para essa planta daninha.

Quando se trata do controle de *D. insularis* em pré-emergência, não são relatados problemas na literatura, pois existem vários mecanismos de ação que possuem eficácia sobre capim-amargoso nessa modalidade, tais como: inibidores de divisão celular, inibidores do fotossistema II, inibidores da síntese de carotenoides, inibidores da acetolactato sintase (ALS), inibidores da protoporfirinogênio oxidase (protox). Aliado a isso, ressalta-se que o capim-amargoso possui desenvolvimento inicial lento, sendo suprimido pela cultura ou mesmo por outras plantas daninhas (PYON; WHITNEY; NISHIMOTO, 1977).

Drehmer et al. (2015) avaliaram a eficiência de herbicidas aplicados em pré emergência para o controle de *D. insularis* na cultura do feijoeiro. Os herbicidas que proporcionaram maior controle da *D. insularis* aos 15, 30, 45, 60 dias após aplicação e em pré-colheita foram o s-metolachlor e imazethapyr + flumioxazin (Tabela 2). Os herbicidas imazethapyr, clomazone e flumioxazin, promoveram controle entre 60 e 90% de *D. insularis* aos 15 dias após aplicação, reduzindo para 18 a 50% de eficácia de controle na pré-colheita. Resultados semelhantes foram observados por Jaremtchuk et al. (2009) no controle de *D. insularis* por flumioxazin.

O ponto chave no manejo de *D. insularis* é que, uma vez estabelecida, a planta se torna muito rústica devido à formação de inúmeros rizomas e, com o conjunto destes, a formação de grandes touceiras. Uma vez ocorrido o processo de perenização, esta planta pode florescer e disseminar sementes com baixos níveis de dormência durante o ano todo (GEMELLI et al., 2012).

Tabela 2. Porcentagem de controle de *D. insularis* após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes na cultura do feijoeiro em função das épocas de avaliação. Ponta Grossa – PR, 2012/13 (DREHMER et al., 2015).

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	96 DAA
Testemunha capinada	-	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Testemunha sem capina	-	0 e	0 d	0 e	0 e	0 e
S-metolachlor	1440	98 a	98 a	95 b	93 b	65 b
Clomazone	648	73 c	55 c	40 d	35 d	20 d
Imazethapyr	106	90 b	85 b	80 c	75 c	50 c
Flumioxazin	50	60 d	55 c	40 d	34 d	18 d
Imazethapyr+ Flumioxazin ¹	106 + 50	98 a	98 a	95 b	95 b	67 b
C.V.		7,73	6,97	5,08	6,75	11,88

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott (p<5%); C.V.= coeficiente de variação; DAA: dias após aplicação.

No início do desenvolvimento, as plantas de *D. insularis* são mais facilmente controladas. Dornelles et al. (2004) verificaram níveis de controle acima de 85% com a utilização de atrazine, mesotrione e nicosulfuron quando as plantas se encontravam no estágio de 3 a 4 folhas. Já Adegas et al. (2010b) demonstraram que empregando clethodim, fluazifop-p-buthyl, fenoxaprop-pethyl, tepraloxymidim, [clethodim + fenoxaprop-pethyl], paraquat, haloxyzafop-methyl e imazapyr em plantas de capim-amargoso com até dois perfilhos é possível obter níveis de controle superiores a 90%.

Quando se tratam de plantas em estágio avançado de desenvolvimento (florescidas), observam-se níveis de controle próximos a 50% com a utilização de [paraquat + diuron], porém com elevada ocorrência de rebrota (PROCÓPIO et al., 2006). Situação semelhante foi demonstrada com o uso de mesotrione aplicado em pós-emergência da cultura do milho para o controle da rebrota de plantas de capim amargoso. Nessa situação, este herbicida proporcionou controle próximo a 70% aos 30 dias após a aplicação, contudo não impediu a formação de grande massa vegetal de capim-amargoso ao final do ciclo da cultura do milho (TIMOSSI, 2009).

No entanto, quando são utilizados somente herbicidas de ação de contato, como [paraquat+diuron] e amônio-glufosinato, em plantas de capim-amargoso, é comum que ocorra a diminuição dos níveis de controle com o passar do tempo (MELO et al., 2010). Isso ocorre porque estes herbicidas não são capazes de atuar

nos órgãos de reserva e assim, mesmo que as plantas ainda se encontrem com poucos perfilhos, é possível que estas já tenham iniciado a formação de seus rizomas e, portanto, já possuam a capacidade de emitir novos perfilhos utilizando as reservas armazenadas nos rizomas (GEMELLI et al., 2012).

Segundo Gemelli et al. (2012), os dois mecanismos de ação que possuem a capacidade de se translocar até os rizomas são os inibidores da EPSPs e os inibidores da acetil CoA carboxilase (ACCase), porém, já foram selecionadas populações de capim-amargoso resistentes ao primeiro mecanismo e os herbicidas pertencentes ao segundo não conseguem destruir a parte aérea dessas plantas por completo, apesar de atuarem fortemente nas regiões meristemáticas. Deste modo, fica claro que as alternativas para o controle de plantas adultas de *D. insularis* deverão estar baseadas no uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e estratégias de uso (translocação até os rizomas e destruição da área foliar).

Ainda são poucos os trabalhos que buscaram encontrar e definir estratégias de controle para essa planta daninha. Porém, com as informações disponíveis, fica evidente que a utilização pontual de herbicidas inibidores da ACCase em pós-emergência poderá não ser a solução para o problema em todos os estádios de desenvolvimento de *D. insularis* (CORREIA; DURIGAN, 2009; PARREIRA et al., 2010). Além disso, a dependência do uso de um único mecanismo de ação para o controle de *D. insularis*, especialmente em áreas de resistência ao glyphosate, pode constituir-se numa fonte de pressão de seleção para resistência também a estes herbicidas.

Para o controle de capim-amargoso resistente ao glyphosate, Melo (2011) concluiu que herbicidas alternativas de controle viáveis são associações do herbicida glyphosate (1440 g ha^{-1}) com inibidores da ACCase, tais como o sethoxydim (230 g ha^{-1}), haloxyfop-methyl (60 g ha^{-1}), fluazifop-p-butyl (125 g ha^{-1}), fenoxaprop + clethodim ($50 + 50 \text{ g ha}^{-1}$) e tepraloxymid (100 g ha^{-1}).

Ainda segundo Melo (2011), o uso do glyphosate a 1140 g ha^{-1} associado a clethodim (108 g ha^{-1}) também consiste em alternativa viável, contudo a complementação deste tratamento herbicida pela aplicação sequencial de paraquat + diuron ($400 + 200 \text{ g ha}^{-1}$) ou amônio-glufofosinato (600 g ha^{-1}), 7 dias após, representa a melhor alternativa de controle avaliada.

Em síntese, os melhores resultados de controle em pós-emergência têm sido obtidos com a associação de glyphosate e herbicidas inibidores da ACCase.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

Os herbicidas do grupo A/1 são conhecidos como inibidores da ACCase. No Brasil, no ano de 2016, populações de capim-amargoso manifestaram resistência aos herbicidas desse grupo, em infestações na cultura da soja. Estes biótipos particulares são resistentes ao fenoxaprop-P-etil e haloxyfop-P-methyl e podem ser resistentes a outros herbicidas do grupo A / 1 (HEAP, 2018).

Segundo Devine (1997), os biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da ACCase podem surgir após 6 a 10 anos de pressão de seleção, principalmente nos sistemas onde a aplicação desse grupo de herbicidas é utilizada como a única ferramenta de manejo das gramíneas, sendo que este fato está relacionado com a elevada frequência inicial (10^{-6} plantas) que possui o biótipo resistente na natureza (VIDAL; FLECK, 1997).

Os herbicidas inibidores da ACCase foram introduzidos na agricultura a partir de 1978 (POWLES; YU, 2010). Esses herbicidas bloqueiam a biossíntese de ácidos graxos, impossibilitando a formação de lipídeos e metabólitos secundários nas plantas suscetíveis. Como resultado, a integridade da membrana celular é afetada, acarretando no extravasamento de metabólitos intracelulares, e morte celular (DÉLYE, 2005; KAUNDUN, 2014). Esse processo se inicia quando os herbicidas são absorvidos pelas folhas e translocados para os pontos de crescimento (tecidos meristemáticos) através do floema, onde exercem sua função inibindo a atividade meristemática e restringindo o crescimento de novas folhas (KUKORELLI; REISINGER; PINKE, 2013). Sintomas necróticos aparecem nos pontos de crescimento depois de alguns dias, com descoloração inicial e posterior desintegração das folhas (OLIVEIRA, 2011). A maior umidade relativa do ar está positivamente correlacionada à eficácia destes herbicidas, por favorecer a absorção e translocação do produto pela planta (CIESLIK; VIDAL; TREZZI, 2013).

Quanto aos mecanismos de resistência das plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ACCase, esses mecanismos podem ser metabólico ou diretamente ligados ao alvo (ACCase), causada por mutações ou pelo aumento dos níveis de expressão das mesmas. Segundo Heap (2018) o mecanismo de resistência de *D. insularis* encontradas no Brasil ainda é desconhecido.

Conforme mencionado anteriormente, em casos de resistência de capim-amargoso ao glyphosate, o controle químico alternativo para essas plantas perenizadas tem sido fundamentado na associação de glyphosate e herbicidas inibidores da ACCase. Porém com surgimento de plantas da espécie resistentes aos herbicidas inibidores da ACCase, há um temor de que ocorram manifestações de plantas com resistência múltipla, ou seja, resistentes simultaneamente ao glyphosate e aos herbicidas inibidores da ACCase.

O glyphosate e os herbicidas inibidores da ACCase são os principais herbicidas usados como gramínicidas pós-emergentes, é normal que, após a ocorrência de um biótipo resistente à um dos mecanismos, o uso do outro aumente intensamente e, com isso, também a pressão de seleção (GAZOLA et al., 2016).

Com o possível surgimento de *D. insularis* com a resistência múltipla anteriormente citada, serão necessárias pesquisas para novas alternativas de controle químico pós-emergente, sobretudo após a perenização dessa daninha. Caso contrário, esta será controlada apenas em seu estágio inicial (antes do florescimento) ou com pré emergentes.

Esse problema pode ser tão agravante que pode mudar todo um sistema de produção de grãos, extinguindo com o uso do plantio direto em áreas infestadas de *D. insularis*, uma vez que nem o glyphosate e nem mesmo os inibidores da ACCase controlarão o capim amargoso. Havendo então após a aplicação destes, rebrotos da comunidade infestante de *D. Insularis* perenizadas na área, além de possíveis emergências de novas plantas daninhas provenientes do banco de sementes, caso haja atraso na semeadura.

Assim, os agricultores e responsáveis técnicos deverão atentar-se à presença dessa espécie e definir novas estratégias de controle e produção, pois o descaso com a ocorrência dessa planta na lavoura poderá levar ao aumento na população de *D. insularis* resistente a esses mecanismos de controle e, conseqüentemente, a sérios prejuízos na produtividade e aumento nos custos de produção.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso contínuo da molécula do glyphosate para controlar comunidades infestantes de *D. insularis* na agricultura brasileira fez com que surgissem, por todo o Brasil, biótipos desta espécie resistentes ao glyphosate. Até o momento, não se tem segurança de qual é o mecanismo de resistência dessas plantas ao herbicida.

Em geral, não encontram-se problemas no controle dessa daninha quando em seu estágio inicial ou na pré-emergência, pois há vários mecanismos de ação eficientes durante esse período, como os inibidores de divisão celular, inibidores do fotossistema II, inibidores da síntese de carotenoides, inibidores da ALS e inibidores da protox.

O grande problema do capim-amargoso é após a perenização deste na área, que além de disseminar sementes durante o ano todo, a planta emite rizomas e acaba formando touceiras. Durante este estágio, o glyphosate é incapaz de controlar os biótipos resistentes, havendo rebrotes da espécie.

Atualmente, o controle de capim-amargoso vem sendo feito, de maneira geral, por meio de herbicidas inibidores da ACCase associados ao glyphosate, devido a ineficiência deste. Porém, já foram relatados também casos de biótipos de capim-amargoso resistentes aos herbicidas inibidores da ACCase.

O grande temor atual é que, por consequência da grande pressão de seleção e utilização frequente da associação de glyphosate com inibidores da ACCase, possam aparecer biótipos com resistência múltipla, resistentes ao glyphosate e aos inibidores de ACCase simultaneamente.

A maneira atual como é gerenciado o manejo de plantas daninhas nos campos não é sustentável, já que com frequência não há rotação de princípio ativo ou estratégias divergentes de controle, sendo o principal responsável pelo aparecimento de biótipos resistentes. Esses gerenciamentos de manejo precisam ser alterados, afim de prolongar a vida útil dos herbicidas.

8. REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; OSIPE, R. Diagnóstico da existência de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate no sul do Brasil. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010a. **Anais...** SBCPD: Ribeirão Preto, 2010. p.761-765.

ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E.; OSIPE, R. Alternativas de controle químico de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010b. p.756-760.

BARROSO, A.A.M.; GALEAN, E.; ALBRECHT, A.J.P.; REIS, F.C.; CARRER, H.; VICTORIA FILHO, R. EPSPs mutation and alleles presence in glyphosate resistant *Digitaria insularis*. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., Gramado, 2014. **Anais...** SBCPD: Gramado, 2014. CD-ROM.

BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **Biológico**, v.38, n.10, p.343-350, 1972.

BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Backwell Scientific Publication, 1960. p.133-142.

CARVALHO, L.B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 2011. 133f. Tese (Doutorado em produção vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal.

CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S.; BIANCO, S. Accumulation of dry mass and macronutrients by sourgrass plants. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.785-792, 2013a.

CARVALHO, L.B.; ALVES, P.L.C.A.; BIANCO, S. Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.109-115, 2013b.

CARVALHO, L.B.; ALVES, P.L.C.A.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; CRUZ-HIPÓLITO, H.E.; ROJANO-DELGADO, A.M.; PRADO, R.; GIL-HUMANES, J.; BARRO, F.; CASTRO, M.D.L. Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.2, p.615-622, 2012.

CARVALHO, L.B.; CRUZ-HIPOLITO, H.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; ALVES, P.L.C.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; PRADO, R. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science**, v.59, n.2, p.171-176, 2011.

CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R.R.; FIGUEIRA, A.V.O.; CHISTOFFOLETI, P.J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agricola**, v.66, n.1, p.136-142, 2009.

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

CIESLIK, L.F.; VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores de ACCase: Revisão. **Planta Daninha**, v. 31, n.2 , p. 483-489, 2013.

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

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

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.664-673, 1991.

DÉLYE, C. Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: an update. **Weed Science**, v. 53, n.5, p. 728-746, 2005.

DEVINE, M.D. Mechanisms of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. **Pesticide Science**, v.51, n.3, p.259-264, 1997.

DORNELLES, S.H.B.; SANCHOTENE, D. M.; BRONDANI, D.; DEBORTOLI, M.P. Controle de plantas daninhas do gênero *Digitaria* sp. com o herbicida mesotrione na cultura do milho (*Zea mays*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS

PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. p.107.

DREHMER, M.H.; ZAGONEL, J.; FERREIRA, C.; SENGER, M. Eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *Digitaria insularis* na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.2, p.148-154, 2015.

DUKE, S.O. Glyphosate. In: KEARNEY, P.C.; KAUFMAN, D.D. (Ed.). **Herbicides: chemistry, degradation and mode of action**. v.3. New York: CRC Press, 1988. p.1-70.

FRAGA, D.; SILVA, A.F.; GAZZIERO, D.; AGOSTINETTO, D.; KARAM, D.; VARGAS, L. Biologia e genética das plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil. In: CHRISTOFFOLETI; NICOLAI (Coord.). **Aspectos da resistência de plantas daninhas a herbicida**. 4.ed. Piracicaba, HRAC-BR, 2016. p. 59-75.

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

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

HEAP, I.M. **International survey of herbicide-resistant weeds**. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 1 out. 2018.

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**, v. 56, n. 7, p. 913-924, 2009.

JAREMTCHUK, C.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; ALONSO, D.G.; ARANTES, J.G.Z.; BIFFE, D.F.; ROSO, A.C.; CAVALIERI, S.D. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.191-196, 2009.

JOLLIFFE, P.A.; MINJAS, A.N.; RUNECKLES, V.C. A reinterpretation of yield relationships in replacement series experiments. **Journal of Applied Ecology**, v.21, n.1, p.227-243, 1984.

KAUNDUN, S. Resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides. **Pest Management Science**, v. 70, n.9, p. 1405-1417, 2014.

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

KUKORELLI, G.; REISINGER, P.; PINKE, G. ACCase inhibitor herbicides – selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. **International Journal of Pest Management**, v. 59, n.3, p.165-173, 2013.

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

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**, 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**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.

MARQUES, B.S.; SILVA, A.P.P.; LIMA, R.S.O.; MACHADO, E.C.R.; GONÇALVES, M.F.; CARVALHO, S.J.P. Growth and development of sourgrass based on days or thermal units. **Planta Daninha**, v.32, n.3, p.483-490, 2014.

MARTINS, J. F. **Aspectos ecofisiológicos e genético de biótipos de *Digitaria insularis* resistente e suscetível ao glyphosate**. 2013, 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

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

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

MELO, M.S.C.; BRUNHARO, C.A.C.G.; GAINES, T.; NIESSEN, S.J.; SILVA, D. Investigação do mecanismo de resistência ao glyphosate na espécie *Digitaria insularis* através de possível mutação na EPSPs. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., Gramado, 2014. **Anais...** SBCPD: Gramado, 2014. CD-ROM.

MELO, M.S.C.; ELACHE, R.L.; GROSSI, B.C.A.C.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Alternativas de controle químico para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.195-203, 2012.

MELO, M.S.C.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; BANZATO, T.C.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Alternativas de controle para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27.,2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. CD-ROM.

MELO, M.S.C.; NICOLAI, M.; VASSIOS, J.D.; NISSEN, S.; OBARA, F.E.B.; BRUNHARO, C.A.C.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Absorção e translocação de glyphosate em biótipos de *Digitaria insularis* resistente e suscetível ao glyphosate. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., Campo Grande, 2012. **Ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia**. Campo Grande: SBCPD, 2012. CD-ROM.

MENDONÇA, G.S.; MARTINS, C.C.; MARTINS, D.; COSTA, N.V. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* ((L.) Fedde). **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p.823-832, 2014.

MONDO, V.H.V.; CARVALHO, S.J.P.; DIAS, A.C.R.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.131-137, 2010.

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

MOREIRA, M.S.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da EPSPs (Grupo G). In.: CHRISTOFFOLETI (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 77-97.

NICOLAI, M.; MELO, M.S.C.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Monitoramento de infestações de populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suspeitas de resistência ao glifosato. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010. **Anais...** SBCPD: Ribeirão Preto, 2010. p.943-946.

OLIVEIRA, R.S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J., INOUE, M.H. (Eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ompipax, 2011 p.141-192.

PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K.H.; DELANNAY, X. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. **Crop Science**, v.35, n.5, p.1451-1461, 1995.

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**, v.5, n.1, p.13-17, 2010.

PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.1, p.16-27, 1985.

POWLES, S.B.; YU, Q. Evolution in action: plants resistant to herbicides. **Annual Review of Plant Biology**, v.61, n.1, p.317-347, 2010.

PROCÓPIO, S.O.; PIRES, F.R.; MENEZES, C.C.E.; BARROSO, A.L.L.; MORAES, R.V.; SILVA, M.V.V.; QUEIROZ, R.G.; CARMO, M.L. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.193-197, 2006.

PYON, J.Y.; WHITNEY, A.S.; NISHIMOTO, R.K. Biology of sourgrass and its competition with buffelgrass and guineagrass. **Weed Science**, v.25, n.2, p.171-174, 1977.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implication for managements. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589p.

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

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**, v. 27, n. 3, p. 421-427, 2009.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.415-423, 2006.

SILVA, A.F.; CONCENCO, G.; ASPIAZU, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; COELHO, A.T.C.P.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.75-84, 2009.

SOARES, M.B.B.; FINOTO, E.L. Capim amargoso resistente a glifosato na região do centro norte de São Paulo já é uma realidade. **Apta Regional**, v.14, n.2, p.1-6, 2017.

TIMOSSI, P.C. Manejo de rebrotas de *Digitaria insularis* (L.) Fedde no plantio direto de milho. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.175-179, 2009.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.475-480, 2006.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Análise do risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p. 152-161, 1997.

ZIMDAHL, R.L. **Weed-crop competition: a review**. 2.ed. Oxford: Wiley Blackwell, 2004. 220p.