

Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha¹

Strategies to control of sourgrass (*Digitaria insularis*) glyphosate resistant in the out-of-season corn crop

Alexandre Gemelli²; Rubem Silvério de Oliveira Jr.³; Jamil Constantin³; Guilherme Braga Pereira Braz⁴; Talita Mayara de Campos Jumes⁵; Eliezer Antonio Antonio Gheno⁴; Fabiano Aparecido Rios⁴; Luiz Henrique Morais Franchini⁴

Resumo - As características de agressividade do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e a existência de biótipos resistentes ao glyphosate colocam esta planta daninha em evidência no cenário agrícola brasileiro. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo a avaliação de estratégias para o manejo de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura do milho safrinha. A utilização de paraquat na dessecação pré-colheita da soja seguida da aplicação de clethodim dois dias após a colheita da proporcionou a maior flexibilidade para a escolha dos herbicidas utilizados em pós-emergência do milho.

Palavras-chaves: controle químico, inibidores da ACCase, mistura em tanque

Abstract - The sourgrass (*Digitaria insularis*) characteristics of aggressiveness and the existence of glyphosate resistant biotypes puts this weed in evidence in the Brazilian agricultural scenario. In this regard, the present study aimed at the development and evaluation of strategies for the management of sourgrass (*Digitaria insularis*) resistant to glyphosate in out-of-season corn crop. The use of paraquat in pre-harvest burn-down of soybean followed by the application of clethodim two days after harvesting soybeans provided flexibility to choose the herbicide used as post-emergent in corn.

Keywords: chemical control, ACCase inhibitors, tank mixture

¹ Recebido para publicação em 08/01/2013 e aceito em 01/04/2013.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil. Email: <alexandregemelli@gmail.com>. (Autor para correspondência).

³ Professores do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

⁴ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

⁵ Acadêmica do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Introdução

O gênero *Digitaria* sp. compreende cerca de 300 espécies de plantas distribuídas em diferentes regiões do mundo, tanto de clima tropical quanto subtropical (Canto-Dorow, 2001). O capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) é uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais da América, frequentemente encontrado em pastagens, cafezais, pomares e áreas ruderais, como beira de estradas e terrenos baldios (Machado et al., 2008).

Após o advento do sistema de plantio direto, esta espécie vem crescendo sua importância na agricultura brasileira, devido suas características de agressividade. Entre elas, destaca-se a capacidade de formação de rizomas, touceiras e capacidade de disseminação de propágulos (sementes) praticamente durante todo o verão (Lorenzi, 2000; Kissmann & Groth, 1997). As sementes desta espécie são revestidas por muitos pelos, os quais auxiliam sua dispersão a longas distâncias, que aliado ao elevado percentual germinativo, permite sua disseminação com grande facilidade (Kissmann & Groth, 1997).

Recentemente foi evidenciada a existência de biótipos de *D. insularis* resistentes ao glyphosate (Carvalho et al., 2011). Os mecanismos que conferem resistência dessa espécie estão relacionados a menor velocidade de absorção do glyphosate por biótipos resistentes, e a maior rapidez na metabolização do glyphosate em AMPA, glioxilato e sarcosina. Além disso, a translocação também é muito menor em biótipos resistentes em relação aos susceptíveis, mesmo em plantas com 3 a 4 folhas (Carvalho, 2011).

O ponto chave no incremento da ocorrência de *D. insularis* é que, uma vez que a planta esteja estabelecida com o início da formação dos rizomas e posterior formação de grandes touceiras, ela se torna de difícil controle. 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). Nesse contexto, devido ao diminuto tamanho de suas sementes e à dispersão ser realizada principalmente pelo vento, os fluxos de emergência dessa espécie são dependentes da profundidade em que as sementes se encontram e também da umidade do solo (Pyon et al., 1977).

Analisando a problemática do capim-amargoso resistente ao glyphosate, verifica-se que na cultura do milho são reduzidas as informações sobre estratégias de manejo que podem ser empregadas no controle de *D. insularis*. Esta deficiência permanece apesar do crescente avanço da biologia molecular e da transgenia, a qual permitiu a utilização dos herbicidas inibidores da EPSPS e da GS-GOGAT em pós-emergência da cultura do milho. No entanto, para o controle de capim-amargoso em pós-emergência o principal grupo de herbicidas poderia ser o representado pelos inibidores de ACCase. Porém, seu uso no manejo de *D. insularis* não é recomendado, pois não são seletivos a cultura e não possuem registro para uso na dessecação que antecede a semeadura da cultura.

O glyphosate é o único herbicida que não apresenta restrição de uso em função do estágio dessa planta daninha, apesar de não ter atuação marcante no controle de biótipos resistentes. Portanto, é necessário ampliar o conhecimento da ação dos herbicidas disponíveis para a cultura do milho, para utilização com eficiência no manejo de *D. insularis*, principalmente devido a evidência de áreas agrícolas com elevada densidade de plantas perenizadas.

O trabalho teve como objetivo a avaliação de estratégias para o manejo de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura do milho safrinha.

Material e Métodos

O ensaio foi instalado em área comercial de cultivo de soja na safra de verão e

de milho na segunda safra (safrinha) localizada no município de Maringá-PR, no período de 03/03/2012 a 23/08/2012. Este experimento foi instalado nas coordenadas latitude de 23°28'15.60"S e longitude de 52° 0'4.41"O, à 552 metros de altitude. Essa área possui um longo histórico de uso de glyphosate, sendo constatado reduzido nível de controle e o escape de plantas de *D. insularis*, mesmo com a aplicação de altas doses, como de 1980 g e.a. ha⁻¹. Na área experimental, ao final do ciclo da cultura da soja (safra 11/12) foi constatado infestação de aproximadamente 10 plantas de *D. insularis* por metro quadrado.

O solo da área experimental apresentava pH em água de 5,50; 3,8 cmol_c de H⁺+Al³⁺ dm⁻³ de solo; 4,0 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,2 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,28 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 27,0 mg dm⁻³ de P; 22,0 g dm⁻³ de C; 11,4% de areia grossa; 3,7% de areia fina; 17,3% de silte e 67,3% de argila.

Para todas as aplicações de herbicidas foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, equipado com barra com quatro pontas tipo leque XR-110.02, sob pressão de 2,0 kgf cm⁻². Estas condições de aplicação proporcionaram o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda.

Os tratamentos avaliados para o desenvolvimento de uma estratégia de manejo químico, visando o controle de plantas de *D. insularis* resistente ao glyphosate foram compostos por herbicidas, ou por associações de herbicidas, aplicados em quatro épocas ou modalidades. Os tratamentos completos estão descritos na Tabela 1 e as épocas de aplicação a seguir:

Aplicação A: Realizada aos 7 DAC (Dias Antes da Colheita), ou seja, na mesma época da dessecação de pré-colheita da soja. Esta aplicação foi realizada em 03/03/12, sob condições de 29°C, 68% de umidade relativa e ventos com velocidade entre 1,2 e 2,7 km h⁻¹.

Aplicação B: Realizada 1 DAC em 09/03/12, com condições de 28,2°C de temperatura do ar, umidade relativa próxima à 65% e ventos com velocidade entre 0,7 e 2,4 km h⁻¹. Assim, tanto a colheita da soja quanto a semeadura do milho ocorreram no dia 10/03/12.

Aplicação C: Realizada aos 2 dias após a colheita da cultura da soja (DAPC), ou seja, em 12/03/12. Esta aplicação ocorreu sob condições de 23,0°C de temperatura, 71% de umidade relativa do ar e velocidade dos ventos entre 0,9 e 2,9 km h⁻¹.

Aplicação D: Referente à aplicação em pós-emergência da cultura do milho. As aplicações foram realizadas em datas diferentes para dois grupos de tratamentos, devido à diferença na quantidade de rebrota das plantas de *D. insularis*.

Para os tratamentos que não receberam herbicidas nas aplicações B e C, a aplicação D teve de ser realizada devido a intensa rebrota do capim-amargoso. Assim, para os tratamentos 1, 2, 3, 4, 11, 12, 13 e 14 as aplicações em pós-emergência ocorreram no dia 29/03/12, aos 19 dias após a semeadura do milho, quando a cultura estava no estágio de V2-V3. Na ocasião da aplicação, a temperatura do ar encontrava-se em 28,8°C, a umidade relativa próximo à 55% e os ventos com velocidade entre 1,2 a 3,0 km h⁻¹.

Por outro lado, os tratamentos que receberam herbicida nas aplicações B e C (5, 6, 7, 8, 9 e 10) proporcionaram maior supressão da rebrota do capim-amargoso, adiando a aplicação D em uma semana, e permitir que os rebrotes do capim-amargoso atingissem desenvolvimento semelhante ao primeiro grupo aplicado. Assim, a aplicação D do segundo grupo foi realizada em 05/04/2012, 26 dias após a semeadura do milho, nas condições de 27 °C de temperatura, umidade relativa próxima à 65% e ventos de 1,4 a 3,1 km h⁻¹.

Tabela 1. Tratamentos e respectivas doses utilizadas no experimento realizado visando desenvolver de estratégias para o manejo de amargoso resistente ao glyphosate na cultura do milho safrinha. Maringá (PR), 2012.

	Aplicação A (7 DAC ^{1/2})	Dose g ha ⁻¹	Aplicação B (1 DAC)	Dose g ha ⁻¹	Aplicação C (2 DAPC ^{2/3})	Dose g ha ⁻¹	Aplicação D (Pós-emergência da cultura ^{2/3})	Dose g ha ⁻¹
1	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	-	-	Glyphosate + Atrazine ^{4/5}	960 + 1500
2	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	-	-	Glufosinato + Atrazine ^{4/5}	600 + 1500
3	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	-	-	Tembotrione + Atrazine ^{4/5}	101 + 1500
4	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	-	-	Nicosulfuron + Atrazine ^{4/5}	40 + 1500
5	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	Clethodim ^{4/5}	108	Glyphosate + Atrazine ^{4/5}	960 + 1500
6	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	Clethodim ^{4/5}	108	Glufosinato + Atrazine ^{4/5}	600 + 1500
7	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	Clethodim ^{4/5}	108	Tembotrione + Atrazine ^{4/5}	101 + 1500
8	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	Clethodim ^{4/5}	108	Nicosulfuron + Atrazine ^{4/5}	40 + 1500
9	Paraquat ^{4/5}	400	-	-	Clethodim + S-metolachlor ^{4/5}	108 + 720	Tembotrione + Atrazine ^{4/5}	101 + 1500
10	Paraquat ^{4/5}	400	Clethodim ^{4/5}	108	-	-	Tembotrione + Atrazine ^{4/5}	101 + 1500
11	Paraquat + Clethodim ^{4/5}	400 + 108	-	-	-	-	Glyphosate + Atrazine ^{4/5}	960 + 1500
12	Paraquat + Clethodim ^{4/5}	400 + 108	-	-	-	-	Glufosinato + Atrazine ^{4/5}	600 + 1500
13	Paraquat + Clethodim ^{4/5}	400 + 108	-	-	-	-	Tembotrione + Atrazine	101 + 1500
14	Paraquat + Clethodim ^{4/5}	400 + 108	-	-	-	-	Nicosulfuron + Atrazine ^{4/5}	40 + 1500
15	Sem herbicida	-	Sem herbicida	-	Sem herbicida	-	Testemunha	-
16	Paraquat ^{4/5}	-	Capinada	-	Capinada	-	Testemunha capinada	-

^{1/2}Dias antes da colheita da soja (safra verão 2011/2012); ^{2/3}Dias após a colheita da soja (safra verão 2011/2012); ^{3/4}Para os tratamentos 1, 2, 3, 4, 11, 12, 13 e 14 a aplicação de pós-emergência ocorreu aos 19 dias após a semeadura (DAS) e para os tratamentos 5, 6, 7, 8, 9 e 10 foi realizada aos 36 DAS, em função da menor quantidade de touceiras de capim-amargoso rebrotadas; ^{4/5}Tratamento aplicado em conjunto com Assist 0,5% v/v; ^{5/6}Tratamento aplicado em conjunto com Aureo 0,5% v/v.

Nas duas ocasiões dos grupos de aplicação em pós-emergência tomou-se como padrão para a decisão de aplicação a ausência de sintomas nos novos perfilhos e o tamanho dos mesmos serem de 20 cm de altura. Além disso, em todos os tratamentos realizados em pós-emergência foi adicionado atrazine, não por sua eficácia sobre o capim-amargoso, mas para o controle de outras plantas daninhas presentes na área.

A semeadura da cultura do milho foi realizada em 10/03/12 com o híbrido Agromen 30A86HR (resistente ao glyphosate e ao glufosinate). As sementes foram previamente tratadas como o inseticida Cropstar[®] (imidacloprido + tiodicarbe) na dose de 350 mL por 60.000 sementes. A adubação foi realizada no sulco de plantio com 300 kg ha⁻¹ do formulado 10-20-20. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,8 m e a distribuição foi de 6 sementes por metro. Após a emergência da cultura (6 dias após a semeadura), verificou-se que a densidade de plantas foi 5,2 plantas por metro.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e quatro repetições, sendo as parcelas compostas por cinco linhas de plantio, em espaçamento de 0,8 m, com comprimento de 5,0 m (20,0 m²). Considerou-se como área útil para as avaliações apenas as três linhas centrais de cada parcela, exceto 0,5 m de cada extremidade (9,6 m²).

Para as avaliações de controle, utilizou-se como referência a infestação da área com base nas amostragens de plantas daninhas existentes na testemunha sem herbicida (tratamento 15). As avaliações de controle seguiram o critério da escala visual, onde 0% significa ausência de sintomas e 100% necrose de todos os tecidos da parte aérea. No entanto, por se tratar de uma planta perene, essa escala classificou apenas os sintomas da área foliar naquele momento, visto que não era possível prever a rebrota posteriormente. Neste sentido, ressaltamos como exemplo, que quando a nota de controle foi de 50%, significou que na metade da área foliar (incluindo colmo) foi

constatado necrose dos tecidos, e não que na metade das plantas presentes na parcela haviam morrido.

Ao final do ciclo da cultura foram colhidos manualmente 3,5 m nas 3 linhas centrais de cada parcela, totalizando 10,5 metros lineares ou 8,4 m² de área útil. A umidade dos grãos foi aferida com o auxílio de um Mini GAC Dickey-John e as massas de grãos foram convertidas para 14% base úmida. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias agrupadas segundo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Tratando-se de um ensaio para a avaliação de estratégias de manejo de *D. insularis* resistente ao glyphosate, cada tratamento foi composto por uma combinação de aplicações (A, B, C, D) realizadas desde a dessecação pré-colheita da soja até a aplicação de pós-emergência da cultura do milho. Assim, inicialmente após a aplicação A só existia dois grupos de tratamentos, os quais podem ser visualizados na Tabela 2, especificamente na avaliação de 7 DAA-A.

Nesta ocasião, foi observado altos níveis de controle com a associação de clethodim e paraquat, em relação ao paraquat isolado. Essa associação teve êxito, pois proporcionou controle acima de 80% do capim-amargoso, o qual era a espécie predominante na área e se encontrava no estágio de pleno crescimento vegetativo (70 cm de altura). Enquanto que, a aplicação isolada de paraquat resultou em controle do capim-amargoso próximo a 50%, patamar próximo ao observado por Procópio et al. (2006) utilizando [paraquat + diuron], porém, houve rebrota das plantas nas duas situações.

Na avaliação realizada aos 15 DAA-C (Tabela 2), as aplicações B e C já haviam sido realizadas. Foi possível verificar que, seja um dia antes da colheita (aplicação B) ou dois dias após (aplicação C), a aplicação de clethodim

promoveu o melhor controle (superior a 67,5%) do que os tratamentos que não receberam herbicida nas aplicações B e C. O decréscimo visível no controle do capim-amargoso em relação à avaliação de 7 DAA-A, ocorreu principalmente devido a rebrota intensa das touceiras. Na avaliação de 15 DAA-C, ocorrida 24 dias após a aplicação A, observou-se que o resultado da associação de clethodim ao paraquat na aplicação A apresentou pequena diferença de controle em relação ao uso de paraquat isolado nesta mesma aplicação. O nível de controle da associação nesta ocasião foi aproximadamente de 30%, e as plantas de capim amargoso apresentavam elevado número de novos perfilhos provenientes de seus curtos rizomas. Desta forma, constatou-se que a associação de clethodim e paraquat foi mais efetiva que paraquat isolado por um curto prazo de tempo, sendo necessária outra ação de manejo em ambas as situações.

Na Tabela 3 encontram-se as avaliações realizadas após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência da cultura do milho (aplicação D). A partir deste momento foi possível avaliar o desempenho de cada estratégia de controle isoladamente. Para facilitar o entendimento, os tratamentos foram agrupados e as comparações baseadas nos herbicidas aplicados em pós-emergência.

Não foram verificadas diferenças significativas entre as estratégias avaliadas com relação à produtividade, porém, todos os tratamentos foram significativamente superiores à testemunha sem aplicação de herbicidas, a qual apresentou produtividade média 32% menor. Contudo as estratégias de manejo podem ser diferenciadas pela intensidade de supressão do desenvolvimento do capim-amargoso durante o início do desenvolvimento da cultura (avaliações realizadas até os 60 DAA) e no momento da colheita (avaliação pré-colheita).

Em todos os tratamentos que receberam glyphosate em pós-emergência da cultura os

níveis de controle foram insatisfatórios até 60 DAA (Tabela 3). Apesar disso, quando se observa a evolução do controle no tratamento 5, o qual foi utilizado clethodim na aplicação C, constata-se que mesmo tendo sido baixo o nível de controle ($\approx 50\%$), este permitiu que a cultura se desenvolvesse melhor e exercesse supressão sobre o capim-amargoso, assemelhando-se aos melhores tratamentos na avaliação de pré-colheita. Esta supressão foi verificada pela menor espessura e maior comprimento de seus colmos (dados não publicados).

Este fato demonstra a capacidade competitiva do milho em relação ao capim-amargoso, porém esta estratégia não foi eficaz, pois apesar de ter proporcionado nível de controle superior a 80%, a massa vegetal remanescente na ocasião da colheita ainda era grande, sendo encontradas várias plantas em pleno florescimento.

A utilização de glufosinato em pós-emergência do milho pode representar um avanço no manejo de resistência de plantas daninhas a herbicidas, devido ao reduzido tempo de uso deste mecanismo de ação até o presente momento. Assim, em algumas situações sua utilização pode contribuir para o manejo da resistência de plantas daninhas. Os resultados proporcionados pela utilização de glufosinato em pós-emergência da cultura foram semelhantes ao final do ciclo da cultura, independentemente dos tratamentos aplicados antes da emergência da cultura (Tabela 3). Os tratamentos com glufosinato acarretaram redução do desenvolvimento das plantas de capim-amargoso em torno de 88% no momento da colheita, o que deve ser considerado satisfatório devido à densidade de plantas adultas presentes na área experimental.

Tabela 2. Resultados das avaliações de controle referentes aos tratamentos aplicados até a emergência da cultura do milho, visando o controle de *Digitaria insularis*.

Aplicação A (7DAC ¹)	Dose g ha ⁻¹	Avaliação 7 DAA-A	Aplicação B (1 DAC)	Dose g ha ⁻¹	Aplicação C (2 DAPC ²)	Dose g ha ⁻¹	Avaliação 15 DAA-C
1	Paraquat ³	400	-	-	-	-	17,5 d
2	Paraquat ³	400	-	-	-	-	13,3 d
3	Paraquat ³	400	-	-	-	-	21,8 c
4	Paraquat ³	400	-	-	-	-	13,8 d
5	Paraquat ³	400	-	-	Clethodim ³	108	76,0 b
6	Paraquat ³	400	-	-	Clethodim ³	108	76,0 b
7	Paraquat ³	400	-	-	Clethodim ³	108	84,5 b
8	Paraquat ³	400	-	-	Clethodim ³	108	77,8 b
9	Paraquat ³	400	-	-	Clethodim + S-metolachlor ³	108 + 720	81,5 b
10	Paraquat ³	400	Clethodim ⁴	108	-	-	67,5 b
11	Paraquat + Clethodim ³	400 + 108	-	-	-	-	27,5 c
12	Paraquat + Clethodim ³	400 + 108	-	-	-	-	28,8 c
13	Paraquat + Clethodim ³	400 + 108	-	-	-	-	37,0 c
14	Paraquat + Clethodim ³	400 + 108	-	-	-	-	25,0 c
15	Testemunha	-	Testemunha	-	Testemunha	-	0,0 e
16	Paraquat ³	-	Capinada	-	Capinada	-	100,0 a
C.V.%		7,76		C.V.%		20,77	

^{1/}Dias antes da colheita da soja (safra verão 2011/2012); ^{2/}Dias após a colheita da soja (safra verão 2011/2012); ^{3/}Tratamento aplicado em conjunto com Assist 0,5% v/v. Médias seguidas pela mesma letra minúscula pertencem ao mesmo grupo segundo o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A utilização de tembotrione apresentou resultado semelhante ao uso de glufosinato (Tabela 3). Entretanto, não se observou incremento nos níveis de controle quando foi

utilizado S-metolachlor em associação com clethodim na aplicação C em relação à aplicação de clethodim isolado (tratamento 7 vs 9). Isso pode ter sido atribuído ao curto

período de tempo entre a aplicação C e D, pois o crescimento inicial das plantas de *D. insularis* é lento (Machado et al., 2006). Portanto, no momento da aplicação em pós-emergência, as poucas plantas nascidas após a aplicação C eram muito pequenas e foram facilmente controladas pelo tembotrione. Assim o efeito residual promovido pelo S-metolachlor não foi significativo na condição estudada.

Tabela 3. Avaliações de controle realizadas após a aplicação dos tratamentos em pós-emergência (aplicação D) visando o controle de *Digitaria insularis* e de produtividade da cultura.

Aplicação A	Aplicação B	Aplicação C	Aplicação D	15 DAA-D	30 DAA-D	45 DAA-D	60 DAA-D	Pré-colheita	Produtividade (sc ha ⁻¹)
1	Paraquat ^d	-	Glyphosate + Atrazine ^d	31,8 d	12,5 e	6,3 e	10,0 d	47,5 c	68,3 a
2	Paraquat ^d	-	Glufosinato + Atrazine ^d	93,5 a	60,0 c	72,8 b	70,8 b	83,0 a	76,3 a
3	Paraquat ^d	-	Tembotrione + Atrazine ^d	58,8 b	40,0 d	33,8 d	42,5 c	85,0 a	75,7 a
4	Paraquat ^d	-	Nicosulfuron + Atrazine ^d	50,8 c	25,0 d	26,3 d	26,3 d	65,0 b	71,9 a
5	Paraquat ^d	Clethodim ^d	Glyphosate + Atrazine ^d	41,3 d	30,8 d	50,5 c	52,0 c	86,5 a	75,8 a
6	Paraquat ^d	Clethodim ^d	Glufosinato + Atrazine ^d	66,8 b	60,3 c	80,3 b	76,8 b	89,3 a	73,9 a
7	Paraquat ^d	Clethodim ^d	Tembotrione + Atrazine ^d	71,5 b	59,5 c	81,0 b	83,8 b	94,0 a	77,9 a
8	Paraquat ^d	Clethodim ^d	Nicosulfuron + Atrazine ^d	78,8 b	77,8 b	95,5 a	94,5 a	98,3 a	71,1 a
9	Paraquat ^d	Clethodim + S-metolachlor ^d	Tembotrione + Atrazine ^d	72,0 b	42,5 d	79,3 b	81,3 b	92,8 a	77,1 a
10	Paraquat ^d	Clethodim ^d	Tembotrione + Atrazine ^d	60,0 b	57,0 c	69,8 b	75,3 b	92,8 a	75,9 a
11	Paraquat + Clethodim ^d	-	Glyphosate + Atrazine ^d	48,8 c	21,3 e	22,5 d	19,5 d	60,0 b	66,6 a
12	Paraquat + Clethodim ^d	-	Glufosinato + Atrazine ^d	94,3 a	74,0 b	76,5 b	82,8 b	93,8 a	70,2 a
13	Paraquat + Clethodim ^d	-	Tembotrione + Atrazine	84,5 a	52,0 c	56,0 b	65,8 b	94,3 a	72,9 a
14	Paraquat + Clethodim ^d	-	Nicosulfuron + Atrazine ^d	70,0 b	38,8 d	43,8 c	50,0 c	77,5 b	74,1 a
15	Testemunha	Testemunha	Testemunha	0,0 e	0,0 e	0,0 e	0,0 d	0,0 e	50,5 b
16	Paraquat ^d	Capinada	Capinada	100,0 a	78,7 a				
C.V. %				15,62	26,05	20,04	23,7	13,31	13,73

^aMédias seguidas pela mesma letra minúscula pertencem ao mesmo grupo segundo o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação ao posicionamento da aplicação de clethodim antes da emergência da cultura (tratamento 7 vs 10), quando foi utilizado tembotrione na aplicação D, não se observou diferença significativa no resultado de ambas as estratégias. Isto significa que a área foliar remanescente após a colheita da soja não limitou a absorção do clethodim quando comparado com a planta antes da colheita.

A explicação para esta constatação é que, após a colheita da soja, havia sido observado a existência de novos perfilhos com até 15 cm de comprimento, isso ocorreu porque a barra de corte da colhedora passa entre 7 e 10 cm do solo, assim a operação de colheita não é capaz de cortar todos os novos perfilhos presentes nas touceiras do capim-amargoso na hora da colheita da soja.

De maneira geral, o uso de tembotrione em pós-emergência da cultura do milho suprimiu o desenvolvimento das plantas de *D. insularis* em torno de 90% ao final do ciclo do milho.

A aplicação de clethodim, principalmente na aplicação C, foi importante nos tratamentos com nicosulfuron em pós-emergência do milho. No tratamento 8, o qual a aplicação D foi adiada, houve a maior redução no desenvolvimento de *D. insularis* ao final do ciclo do milho, com controle próximo à 98% (Tabela 3). Em geral, os resultados de controle produzidos pela aplicação de nicosulfuron foram melhores quando os perfilhos eram pequenos. Neste caso, o tamanho reduzidos dos perfilhos no momento da aplicação D foi devido à ação do clethodim (presente na aplicação C). O efeito de

supressão da rebrota do capim-amargoso corrobora com os resultados de Timossi et al. (2009), ao utilizarem nicosulfuron aos 25 dias após a emergência do milho. Entre os tratamentos com nicosulfuron, o 4 e o 14 apresentaram controle de capim-amargoso inferior em relação ao tratamento 8, porém a produtividade do milho foi similar entre os três tratamentos.

O melhor efeito do nicosulfuron após a aplicação de clethodim pode estar relacionado ao seu mecanismo de ação, o qual inibe a síntese dos aminoácidos leucina, lisina e isoleucina, atuando nos tecidos em pleno crescimento, neste caso, novos perfilhos provenientes dos rizomas. Assim, quando aplicado em plantas que apresentam a maioria de sua área foliar composta por tecidos jovens, sua ação apresenta efeito mais pronunciado do que em aplicações tardias, quando a planta já apresenta tecidos mais lignificados e com maior quantidade de reserva.

De maneira análoga, Lumet al. (2005) concluíram que o menor tamanho das plantas de *Imperata cylindrica*, uma gramínea perene e rizomatosa como o capim-amargoso, é decisivo para o sucesso de controle com o herbicida nicosulfuron. Além disso, para a *I. cylindrica* o nicosulfuron foi aplicado isoladamente, ou seja, sem a combinação com outro método de controle ou herbicida. Contudo, as doses foram superiores às utilizadas neste estudo, pois variaram de 50 a 200 g i.a. ha⁻¹, enquanto que dose padrão testada nesse ensaio foi de 40 g i.a. ha⁻¹. Esta informação implica no fato de que o nicosulfuron deve ser utilizado quando as plantas apresentarem pequeno porte e que talvez seja necessária uma reavaliação da dose necessária para o controle de *D. insularis*, quanto o nicosulfuron for utilizado isoladamente.

Em uma análise geral, quando foi utilizado somente o herbicida paraquat para controle de *D. insularis* na dessecação pré-colheita da soja, os melhores resultados, ao final do ciclo do milho, foram obtidos com

glufosinato e tembotrione em pós-emergência da cultura e do capim-amargoso resistente ao glyphosate.

Quando foi utilizada a mistura de paraquat + clethodim para o controle de *D. insularis* na dessecação pré-colheita da soja, os melhores resultados, ao final do ciclo do milho, foram obtidos com a utilização de glufosinato e tembotrione em pós-emergência da cultura do milho e capim-amargoso resistente ao glyphosate.

Já com a utilização de paraquat na dessecação pré-colheita da soja seguido de clethodim dois dias após a colheita, os melhores resultados de controle de *D. insularis*, ao final do ciclo do milho, foram obtidos com glufosinato, tembotrione e nicosulfuron em pós-emergência do milho e capim-amargoso resistente ao glyphosate.

Apesar de o principal mecanismo de ação de herbicidas utilizado para o controle em pós-emergência do capim-amargoso ser o dos inibidores de ACCase, a utilização desses herbicidas é limitada. Isso porque eles não são seletivos para a cultura do milho em pós-emergência da cultura e não possuem registro para uso antes na dessecação que antecede a semeadura do milho safrinha.

Conclusões

A utilização de paraquat na dessecação pré-colheita da soja seguida da aplicação de clethodim dois dias após a colheita da soja foi a estratégia que proporcionou a maior flexibilidade para a escolha dos herbicidas utilizados em pós-emergência do milho. Em segundo lugar constatou-se a mistura de paraquat + clethodim na dessecação pré-colheita da soja, seguida da aplicação de paraquat isolado na mesma ocasião.

O melhor tratamento para manejo do capim-amargoso resistente ao glyphosate foi a combinação de paraquat na dessecação pré-colheita da soja, seguida da aplicação de clethodim dois dias após a colheita, e posteriormente, o uso de nicosulfuron em pós-

emergência do milho, por demonstrar maior estabilidade dos resultados desde o início do desenvolvimento da cultura. Porém, é necessária a realização do registro do herbicida clethodim nas modalidades de aplicação relatadas neste trabalho.

Referências

- CANTO-DOROW, T.S. *Digitaria* Heisterex Haller. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M. (Ed.) Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 2001. p.143-150.
- CARVALHO, L.B. et al. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science**, v.59, n.2, p.171-176, 2011.
- CARVALHO, L.B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 2011. 119f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- 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.
- GEMELLI, A. et al. 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.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. Tomo I. 825 p.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 608, 2000.
- LUM, A.F. et al. Effect of nicosulfuron dosages and timing on the post emergence control of cogongrass (*Imperata cylindrica*) in corn. **Weed Technology**, v.19, n.1, p.122-127, 2005.
- MACHADO, A.F.L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis* (L.) Fedde **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.641-647, 2006.
- MACHADO, A.F.L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis* (L.) Fedde. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.
- PARREIRA, M.C. et al. Manejo químico de *Digitaria insularis* em área de plantio direto. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.13-17, 2010.
- PROCÓPIO, S.O. et al. Efeitos de desseccantes 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.
- TIMOSSI, P.C. Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* (L.) Fedde no plantio direto de milho. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.175-179, 2009.

