

ESTÁGIOS FENOLÓGICOS ASSOCIADOS AO CONTROLE QUÍMICO NO MANEJO DE *SPERMACOCEA DENSIFLORA* ORIGINADA DE SEMENTES E REBROTA

PHENOLOGICAL STAGES ASSOCIATED WITH CHEMICAL CONTROL IN THE MANAGEMENT OF *SPERMACOCEA DENSIFLORA* ORIGINATED FROM SEEDS AND SPROUTS

Cauê Costa Lima^a, Rafael Pires da Silva^a, Ana Victoria Jerônimo^a, Andreia Cristina Silva Hirata^b, Patrícia Andrea Monquero^{a*}

^aCentro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil. ^bPólo da Alta Sorocabana, Agência Paulista de Agronegócios, São Paulo, Brasil.

*Autor correspondente: pamonque@hotmail.com.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido: 26 Agosto 2019.

Aceito: 13 Março 2020.

Publicado: 20 Março 2020.

Palavras-chave/Keywords:

Tolerância/ Tolerance.

Herbicidas alternativos/ Alternative herbicides.

Desenvolvimento/ Development.

Financiamento:

CNPq - Bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

Direito Autoral: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons , que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.

Citação deste artigo:

LIMA, C. C.; SILVA, R. P.; JERONIMO, A. V.; HIRATA, A. C. S.; MONQUERO, P. A. Estágios fenológicos associados ao controle químico no manejo de *spermacocea densiflora* originada de sementes e rebrota. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 3. 2019.

RESUMO

A seleção da espécie *Spermacoceae densiflora* tem sido verificada em áreas com o uso contínuo do herbicida glifosato. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de herbicidas isolados ou associados ao glifosato aplicados em pós-emergência no controle de *S. densiflora* em plantas oriundas de sementes e de rebrota, em diferentes estádios fenológicos. Em ambos os casos, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 repetições, em esquema fatorial 2 x 17 + 1, sendo dois estádios fenológicos da planta daninha (4 e 8 folhas totalmente expandidas) e 16 tipos de controle químico mais a testemunha sem herbicida. Os tratamentos químicos foram: glifosato (1.440 g i.a ha⁻¹), glufosinato de amônio (500 g i.a ha⁻¹), 2,4-D (1.000 g i.a ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹), carfentrazone-ethyl (920 g i.a ha⁻¹), flumioxazin (50 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), imazethapyr (100 g i.a ha⁻¹), saflufenacil (50 g i.a ha⁻¹) e a associação de glifosato com estes herbicidas, exceto com glufosinato. No segundo ensaio, plantas de *S. densiflora* foram cortadas rante ao solo e as plantas oriundas dos rebrotos com diferentes estádios fenológicos (4 e 8 folhas) foram submetidos aos respectivos tratamentos químicos do ensaio 1. No estádio inicial de aplicação destacaram-se os tratamentos glufosinato de amônio, flumioxazin, glifosato + chlorimuron, glifosato + flumioxazin e glifosato + saflufenacil, com controle acima de 96,00%. Para as aplicações mais tardias, os respectivos tratamentos mantiveram elevado controle (acima de 88,00%) excetuando-se glifosato + chlorimuron com 48% de controle. Para plantas oriundas de rebrote todos os tratamentos avaliados não foram eficazes no controle da espécie.

ABSTRACT

The selection of *Spermacoceae densiflora* specie has been verified in areas with the continuous use of glyphosate herbicide. The objective of this work was to evaluate the effect of glyphosate-isolated or associated with herbicides applied in post-emergence of *S. densiflora* in seed and sprouting plants at different phenological stages. In both cases, a completely randomized design with 5 replications in a 2 x 17 + 1 factorial scheme was used, being two weed phenological stages (4 and 8 fully expanded leaves) and 16 types of chemical control plus witness without herbicide. The chemical treatments were: glyphosate (1,440 g ai ha⁻¹), ammonium glufosinate (500 g ai ha⁻¹), 2,4-D (1,000 g ai ha⁻¹), chlorimuron -ethyl (20 g ia ha⁻¹), carfentrazone-ethyl (920 g ai ha⁻¹), flumioxazin (50 g ai ha⁻¹), s-metolachlor (960 g ai ha⁻¹), imazethapyr (100 g ai ha⁻¹), saflufenacil (50 gai ha⁻¹) and the association of glyphosate with these herbicides, except with glufosinate. In the second test, plants of *S. densiflora* were cut close to the ground and plants from regrowth with different phenological stages (4 and 8 leaves) were submitted to the respective chemical treatments of test 1. In the initial stage of application the best treatments were the use of ammonium glufosinate, flumioxazin, glyphosate + chlorimuron, glyphosate + flumioxazin and glyphosate + saflufenacil, with control above 96.00%. For later applications, the respective treatments maintained high control (above 88.00%), except for glyphosate + chlorimuron, with 48.00% control. For regrowth plants all treatments evaluated were not effective in controlling the species.

1. Introdução

A família Rubiaceae está entre as principais famílias das plantas daninhas presentes no Brasil. O gênero *Spermacoce* (Rubiaceae: Tribo Spermacoceae) pertencente a esta família tem composição estimada entre 250 a 300 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (GROENINCKX et al., 2009).

As espécies do gênero *Spermacoce* possuem ciclo de vida perene, com reprodução exclusiva por sementes, porte herbáceo, caule ramificado e raiz pivotante que pode alcançar grandes profundidades do solo. São consideradas espécies rústicas, pois apresentam crescimento satisfatório em ampla gama de ambientes, tais como beiras de estradas, pastagens e cultivos agrícolas, com adaptação a diferentes tipos de solos (alcalinos, ácidos e pobres em nutrientes) e ambientes (KISSMANN; GROTH, 2000). Plantas desse gênero já foram relatadas na literatura como causadoras de prejuízos em culturas como feijão, cana-de-açúcar, mandioca, pastagens e milho (DIAS-FILHO, 2015; MARQUES et al., 2010; JOHNSON, 1997; FOURNET; HAMMERTON, 1991). Esses prejuízos decorrem devido a competição entre plantas por fatores como água, nutrientes, espaço e luz (ANDRADE et al., 2012).

O controle da espécie é realizado na maioria das vezes pela aplicação de herbicidas, isolados ou em mistura. A associação de produtos apresenta vantagens, tais como a redução de doses, aumento da eficácia de controle e prevenção da seleção de populações resistentes de plantas daninhas à determinado herbicida (GAZZIERO, 2015; LAGATOR et al., 2013).

No Brasil, poucos são os trabalhos que estudam o controle de *Spermacoceae densiflora* (vassourinha-de-botão), principalmente em relação ao estádio de aplicação. Segundo relatos esse controle pode ser obtido pelo uso de 2,4-D + picloram ou paraquat/paraquat + diuron para plantas em estágio vegetativo pleno com plantas adultas pré-florescimento (CALDEIRA et al., 2014; FONTES, 2007). Aliado a isso, apenas quatro herbicidas (glufosinato de amônio, imazapir, picloram e diuron + hexazinona) são registrados para o controle da espécie o que restringe a possibilidade de controle da espécie em diferentes culturas (MAPA, 2017).

Devido à grande diversidade de espécies de plantas daninhas na região sob vegetação de cerrado, onde *S. densiflora* tem sido um problema de manejo, a combinação

de glifosato com outros herbicidas tem sido utilizada para maximizar seu controle e aumentar o número de espécies de plantas daninhas controladas. É importante reconhecer que o glifosato pode ser combinado não somente com alguns herbicidas pós-emergentes, mas também com alguns herbicidas que possuem atividade pré-emergência (MARTINS; CHRISTOFFOLETTI, 2014).

O controle de espécies do gênero *Spermacoce* em campos de soja transgênica resistentes ao glifosato é ineficaz devido à baixa eficácia do herbicida nessas espécies (FADIN et al., 2018). Na maioria dos casos, misturas com outros herbicidas são necessárias, para um controle satisfatório (EUBANK et al., 2008; GALON et al., 2009). Procópio et al. (2007) relataram que sucessivas aplicações do glifosato podem selecionar essa espécie daninha no campo. Fontes e Tonato (2016) afirmaram que a vassourinha de botão é uma espécie capaz de formar grandes infestações e interferir negativamente em culturas agrícolas e pastagens por meio da competição por nutrientes.

Entretanto, na mistura do glifosato com outros herbicidas, é importante avaliar o estádio fenológico das plantas daninhas no momento da aplicação, para evitar controle ineficaz e consequente aumento nos custos de produção (GALON, 2013). O controle eficiente de plantas daninhas com o uso de herbicidas em pós-emergência depende, sobretudo, do estádio de desenvolvimento das plantas-alvo (ASKEW; SHAW, 2000; JOHNSON; HOVERSTAD, 2002; FLECK et al., 2008). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes herbicidas isolados ou associados ao glifosato, aplicados em pós-emergência, no controle de *S. densiflora* em plantas oriundas de sementes ou rebrota em diferentes estádios fenológicos.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de setembro de 2018 a janeiro de 2019. As sementes da planta daninha *Spermacoce densiflora* foram adquiridas na empresa Agrocosmos, que é especializada em produção de sementes de plantas daninhas. A unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade volumétrica de 5 L, preenchidos com amostras de solo proveniente de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, cujas análises químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo utilizado no experimento.

| Latossolo Vermelho-Escuro | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----|----|------|-----|------|------|----|--------|-------|--------------------|
| P | M.O. | pH | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | CTC | V | Argila | Areia | Silte |
| mg/dm ³ | g/dm ³ | CaCl ₂ | mmol./dm ³ | | | | % | | | % | | | g kg ⁻¹ |
| 17 | 25 | 5,7 | 2,2 | 46 | 12 | 15 | 0,4 | 60,2 | 75,2 | 80 | 660 | 150 | 190 |

A densidade de semeadura foi estabelecida de acordo com a porcentagem de germinação do lote de sementes, de forma a obter estande de 5 plantas por vaso. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação com irrigação automática, sendo mantidos na capacidade de campo. A semeadura de *S. densiflora* foi realizada com intervalo de 14 dias para o estabelecimento dos diferentes estádios fenológicos. Os

herbicidas e suas combinações foram aplicados quando as plantas apresentaram 4 e 8 folhas totalmente expandidas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 17 x 2, sendo 16 tratamentos com herbicidas e suas associações, mais uma testemunha sem aplicação de herbicida, e dois estádios de desenvolvimento de *S. densiflora* (Tabela 2).

Tabela 2. Herbicidas e doses aplicadas em pós-emergência de *Spermacoce densiflora*.

| Nome | Dose g ha ⁻¹ | |
|------------------------------------|-------------------------|------------|
| Comum | i.a. ¹ | |
| Glifosato | Roundup | 1440 |
| Glufosinato de amônio ¹ | Finale | 500 |
| 2,4-D | DMA 806 | 1000 |
| Chlorimuron-ethyl-ethyl | Classic | 20 |
| Carfentrazone-ethyl | Aurora | 20 |
| Flumioxazin | Flumioxazin | 50 |
| S-metolachlor | Dual Gold | 960 |
| Cloransulam-methyl | Pacto | 40 |
| Saflufenacil ¹ | Heat | 30 |
| Glifosato + 2,4-D | Roundup + DMA 806 | 1440 +1000 |
| Glifosato + chlorimuron ethyl | Roundup + Classic | 1440 +20 |
| Glifosato + carfentrazone ethyl | Roundup + Aurora | 1440 + 20 |
| Glifosato + flumioxazin | Roundup + Flumioxazin | 1440 +50 |
| Glifosato + s-metolachlor | Roundup + Dual gold | 1440 +960 |
| Glifosato + cloransulam - methyl | Roundup + Pacto | 1440 +40 |
| Glifosato + saflufenacil | Roundup + Heat | 1400 + 30 |
| Testemunha | - | - |

¹adição de adjuvantes 0,5% v/v.

No segundo ensaio, a semeadura da planta daninha foi realizada da forma descrita no primeiro ensaio. No momento que as plantas atingiram 10 cm de altura foram cortadas rente ao solo, abaixo da folha cotiledonar, e quando chegaram novamente ao estádio de 4 e 8 folhas totalmente expandidas foram submetidas aos mesmos tratamentos descritos na tabela 2.

Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador costal mantido a pressão constante utilizando-se CO₂ munido com barra de pulverização de quatro bicos, espaçados em 0,5 m. Os bicos foram do tipo leque jato plano, modelo TeeJet 11002 e posicionados a 0,50 m do alvo. O volume de calda foi de 200 L ha⁻¹ e pressão de 40 Psi. A umidade relativa e temperatura do ar durante a aplicação foram de 60,4 e 28,8 °C, no primeiro ensaio e 70% e 25 °C no segundo ensaio, respectivamente. Após 24 horas da aplicação dos herbicidas, as plantas foram realocadas à casa de vegetação, sendo irrigadas duas vezes ao dia.

As avaliações de porcentagem de controle visual foram realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), utilizando-se escala de 0-100%, sendo 0% a ausência de sintomas visíveis e 100% a morte das plantas (ALAM, 1974). Aos 35 DAA, as plantas vivas foram cortadas rente ao solo e a biomassa submetida a secagem em estufa de circulação forçada de ar por 60 °C até atingir peso da biomassa seca constante.

Os dados de eficácia de controle e biomassa seca foram submetidos ao teste de normalidade. Após a verificação da normalidade, os dados foram analisados pelo teste F e quando significativo, as médias dos tratamentos

foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. Resultados e Discussão

Na avaliação realizada aos 7 DAT o glifosato aplicado isoladamente apresentou baixo controle da espécie, o qual se manteve insatisfatório nas demais avaliações. Não existe recomendação de bula do glifosato para a espécie em questão. De acordo com Fadin et al. (2018), a aplicação de 1.400 g e.a ha⁻¹ de glifosato não apresentou controle satisfatório desta espécie, porém a aplicação de 2.400 g e.a ha⁻¹ foi suficiente para controlar as plantas. Todavia, é importante ressaltar que o uso de 2.400 g e.a ha⁻¹ está acima do máximo recomendado na bula para o herbicida aplicado.

Os tratamentos chlorimuron-ethyl (6%) e glifosato + chlorimuron ethyl (67,00%) também apresentaram baixo controle aos 7 DAT. O chlorimuron ethyl isolado ou em associação com o glifosato obtiveram melhor efeito quando aplicados mais precocemente (34,00% e 83,20% de controle, respectivamente) (Tabela 3). Os demais tratamentos apresentaram controle da espécie acima de 70,00%, independentemente do estádio de aplicação, com exceção do flumioxazin, o qual apresentou melhor controle com a aplicação no estádio de 4 folhas (98,00%) comparado a 8 folhas (74,00%). Aos 14 DAT houve expressiva redução de controle da espécie pelos herbicidas carfentrazone, s-metolachlor e saflufenacil, os quais apresentaram controle de 50,00%, 15,00% e 44,00%, respectivamente, no estádio de 8 folhas.

Tabela 3. Controle aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAT e biomassa seca da parte aérea de *Spermacoce densiflora* pelos herbicidas aplicados em dois estádios de desenvolvimento.

| Tratamentos | 7 DAT | | 14 DAT | | 21 DAT | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------|-----------|
| | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas |
| Glifosato | 52,00 cdA | 42,00 cA | 44,00 cA | 37,00 deA | 52,00 bcA | 46,00 bcA |
| Glufosinato de amônio | 98,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA |
| 2,4-D | 70,00 bcA | 65,00 bcA | 76,00 bA | 67,00 abcA | 60,00 abA | 56,00 bcB |
| Chlorimuron-ethyl-ethyl | 34,00 dA | 6,00 dB | 6,00 dA | 3,00 eA | 16,00 cA | 22,00 cdA |
| Carfentrazone | 95,00 aA | 91,00 abA | 60,00 bcA | 50,00 bcA | 40,00 bcA | 32,00 cdA |
| Flumioxazin | 98,00 aA | 74,00 bB | 96,00 aA | 77,00 abB | 100,00 aA | 86,00 abB |
| S-metolachlor | 72,00 bcA | 72,00 bA | 26,00 cdA | 15,00 deA | 20,00 bcA | 22,00 cdA |
| Saflufenacil | 72,00 bcA | 73,25 bA | 64,00 cA | 44,00 bcB | 60,00 abA | 27,50 cdB |
| Gly+2,4-D | 84,00 abA | 88,00 abA | 64,00 cA | 71,00 abA | 60,00 abA | 76,00 abA |
| Gly+Chlorimuron-ethyl | 83,25 abA | 67,00 bcB | 87,00 abA | 67,00 abcB | 100,00 aA | 72,00 abB |
| Gly+Carfentrazone | 95,00 aA | 94,00 aA | 84,00 abA | 95,00 aA | 40,00 bcA | 52,00 bcA |
| Gly+Flumioxazin | 100,00 aA | 96,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA |
| Gly+S-metolachlor | 84,00 abA | 83,00 abA | 85,00 abA | 81,00 abA | 68,00 abA | 64,00 bA |
| Gly+saflufenacil | 99,00 aA | 96,00 aA | 100,00 aA | 97,00 aA | 100,00 aA | 98,00 aA |
| Testemunha | 0,00 eA | 0,00 dA | 0,00 dA | 0,00 eA | 0,00 cA | 0,00 dA |
| CV % (a) | 22,28 | | 38,59 | | 41,04 | |
| CV % (b) | 13,13 | | 16,48 | | 25,79 | |
| Tratamentos | 28 DAT | | 35 DAT | | Biomassa (g) | |
| | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas |
| Glifosato | 60,00 bcB | 42,00 deA | 60,00 bB | 42,00 cdA | 0,32 abA | 0,24 abcA |
| Glufosinato de amônio | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 0,00 cA | 0,00 cA |
| 2,4-D | 40,00 bcA | 38,00 deA | 20,00 bcA | 10,00 dA | 0,23 abcA | 0,18 abcA |
| Chlorimuron-ethyl-ethyl | 2,00 cA | 4,00 ghA | 0,00 cA | 0,00 dA | 0,24 abcB | 0,39 aA |
| Carfentrazone | 40,00 bcA | 35,00 deA | 30,00 bcA | 20,00 dB | 0,21 abcA | 0,17 abcA |
| Flumioxazin | 100,00 aA | 92,00 abA | 100,00 aA | 88,00 abA | 0,00 cA | 0,04 cA |
| S-metolachlor | 10,00 cA | 10,00 fgA | 0,00 cA | 0,00 dA | 0,33 abA | 0,34 abA |
| Saflufenacil | 58,00 abA | 13,00 efB | 40,00 bcA | 5,00 dB | 0,21 bcA | 0,19 abcA |
| Gly+2,4-D | 60,00 abB | 72,00 bcA | 44,00 bB | 60,00 bA | 0,17 bcA | 0,12 bcA |
| Gly+Chlorimuron-ethyl | 100,00 aA | 49,00 cdB | 100,00 aA | 48,00 bcB | 0,00 cA | 0,10 bcA |
| Gly+Carfentrazone | 28,00 bcB | 60,00 cdA | 26,00 bcA | 48,00 bcA | 0,31 abA | 0,10 bcB |
| Gly+Flumioxazin | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 100,00 aA | 0,00 cA | 0,00 cA |
| Gly+S-metolachlor | 40,00 bcB | 50,00 cdA | 36,00 bcB | 52,00 bcA | 0,46 aA | 0,12 bcB |
| Gly+saflufenacil | 100,00 aA | 99,00 aA | 96,00 aA | 99,00 aA | 0,01 cA | 0,00 cA |
| Testemunha | 0,00 cA | 0,00 hA | 0,00 cA | 0,00 dA | 0,27 abA | 0,40 aA |
| CV % (a) | 51,48 | | 44,05 | | 65,61 | |
| CV % (b) | 31,54 | | 37,43 | | 65,51 | |

Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. Minúsculas na vertical, maiúsculas na horizontal.

Na avaliação aos 21 DAT houve elevada recuperação das plantas submetidas ao tratamento glifosato + carfentrazone e glifosato + metolachlor, com controle de apenas 40,00% e 68,00% no estádio de 4 folhas. O 2,4-D também apresentou redução do controle, o qual foi acentuado nas demais épocas de avaliação.

Aos 28 e 35 DAT os tratamentos que mantiveram controle satisfatório da espécie foram glufosinato de amônio, flumioxazin, glifosato + flumioxazin e glifosato + saflufenacil, independente do estádio fenológico. A associação glifosato + chlorimuron-ethyl foi eficaz apenas para as plantas mais jovens. Em maior estádio de desenvolvimento, em geral, as plantas apresentam maior tolerância a herbicidas aplicados em pós-emergência (MARTINS; CHRISTOFFOLETI, 2014). Takano et al.

(2013) também relatam a importância do estádio de desenvolvimento da planta daninha para o controle com alguns herbicidas. Todavia, embora com valores baixos de controle, a associação de glifosato + s-metolachlor apresentou melhor efeito de controle com a aplicação no estádio de 8 folhas (52,00% - 8 folhas e 36,00% - 4 folhas). Os dados de controle refletem na produção de biomassa das plantas daninhas, os melhores tratamentos provocaram os menores acúmulos de biomassa da parte aérea (Tabela 3).

Em condições de campo são relatados resultados satisfatórios no controle de *Spermacoce* sp. com aplicações de herbicidas que atuam na enzima PROTOX, a exemplo do flumioxazin, saflufenacil e carfentrazone-ethyl. A mistura de herbicidas que atuam na enzima PROTOX combinados com o glifosato que age na EPSPS têm apresentado elevado

controle da espécie.

O efeito supressor da espécie pela mistura de glifosato + saflufenacil é explicado, segundo Dalazen et al. (2015) pelas propriedades do saflufenacil que permitem mobilidade via floema e sua combinação com glifosato, promove sinergismo entre os herbicidas para controle de buva (*Conyza bonariensis*) e ainda previne rebrote das plantas.

Agostineto et al. (2016) constataram ação parecida de carfentrazone e saflufenacil devido à similaridade no mecanismo de ação e demonstraram que a mistura desses herbicidas com glifosato proporciona aumento na eficácia de controle de *Ipomoea hederifolia*. Todavia, no presente estudo, estes autores verificaram que *I. hederifolia* com 15-20 folhas, submetidas à aplicação dos herbicidas em diferentes doses e das misturas de herbicidas, apresentaram 55,90% da massa seca acumulada em relação à testemunha, enquanto as plantas com 6-8 folhas, apresentaram massa seca acumulada de 33,90%.

Martins e Christoffoletti (2014) verificaram que o uso dos herbicidas aplicados em pré-emergência diclosulam, s-metolachlor, metribuzin, pendimethalin, imazaquim e sulfentrazone foram efetivos no controle de *Borreria densiflora* – mesma espécie utilizada neste experimento (*S. densiflora*). Para controle pós-emergente satisfatório, plantas dessa espécie devem ser tratadas no estádio fenológico de até três pares de folhas. Os melhores tratamentos para o controle da planta daninha em pós-emergência foram glifosato + 2,4-D, imazethapyr + lactofen, carfentrazone-ethyl + glifosato, imazethapyr + chlorimuron ethyl e imazethapyr + chlorimuron-ethyl + lactofen, com valores acima de 95,00% de controle. Os resultados não estão de acordo com o deste trabalho, onde glifosato + 2,4-D e

carfentrazone-ethyl + glifosato não apresentaram controle satisfatório da espécie, o que pode ser explicado pelo diferente estádio de desenvolvimento.

Todavia, os resultados são apoiados por Fadin et al. (2018), os quais observaram que os herbicidas chlorimuron-ethyl-ethyl, s-metolachlor, carfentrazone-ethyl e a mistura glifosato + carfentrazone-ethyl não foram eficazes para plantas de vassourinha de botão. Dentro do manejo químico de *S. densiflora* em pós-emergência, a aplicação de herbicida deve ser feita no início de desenvolvimento da planta, pois uma vez que a planta produz mais folhas e brotos laterais, seu controle torna-se difícil.

O herbicida chlorimuron-ethyl é um inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS) e sua recomendação para dessecções pode atingir até os 80 g.e.a.ha⁻¹ (RODRIGUES, 2011). O controle ineficaz verificado no presente ensaio pode ser atribuído a baixa dose utilizada (20 g.e.a.ha⁻¹). Quanto ao baixo controle do herbicida s-metolachlor pode estar relacionado ao seu mecanismo de ação mais eficaz no controle de gramíneas na pré-emergência (RODRIGUES, 2011).

Para as plantas oriundas de rebrote nenhum tratamento, independentemente da época de avaliação, e do estádio fenológico foi satisfatório para o controle da espécie (Tabela 4). Aos 35 DAT os melhores tratamentos nas plantas com 4 folhas foi glifosato + saflufenacil e glifosato + s-metolachlor com 72,50% e 60,50% de controle, respectivamente e com as plantas com 8 folhas, glifosato+saflufenacil e glifosato + 2,4-D com 52,00 e 50,00% de controle. Todavia, em ambos os casos, a porcentagem é considerada insuficiente para garantir o desenvolvimento da cultura sem a interferência da planta daninha.

Tabela 4. Controle aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAT e biomassa seca da parte aérea de *Spermacoce densiflora* pelos herbicidas aplicados em dois estádios de desenvolvimento após a rebrota.

| Tratamentos | 7 DAT | | 14 DAT | | 21 DAT | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|------------|
| | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas |
| Glifosato | 25,00 defA | 22,50 cdefA | 35,00 cdeA | 30,00 cdeA | 15,00 dA | 12,50 deA |
| Glufosinato de amônio | 5,00 fA | 7,50 efgA | 2,50 fA | 8,75 eA | 2,50 dA | 12,50 deA |
| 2,4-D | 25,00 cdefA | 15,00 defgA | 25,00 cdefA | 13,75 deA | 22,50 dA | 18,75 deA |
| Chlorimuron-ethyl-ethyl | 65,00 abB | 70,00 aA | 57,50 bA | 67,50 abA | 62,50 bA | 63,75 aA |
| Carfentrazone | 12,50 fA | 11,25 efgA | 12,50 efA | 12,50 deA | 10,00 dA | 10,00 deA |
| Flumioxazin | 20,00 defA | 16,25 efgA | 20,00 efA | 21,25cdeA | 17,50 dA | 13,75 cdeA |
| S-metolachlor | 60,00 bcA | 52,00 bcA | 55,00 bcA | 50,00 abcA | 27,50 cdA | 20,00 cdeA |
| Saflufenacil | 15,00 efA | 6,25 fgA | 15,00 efA | 5,00 eA | 15,00 dA | 20,00 deA |
| Gly+2,4-D | 15,00 efb | 40,00 bcA | 17,50 efb | 40,00 bcAA | 35,00 cA | 40,00 bcA |
| Gly+Chlorimuron-ethyl | 25,00 cdefA | 22,50 defgA | 22,50 defA | 12,50 deA | 22,50 dA | 20,00 deA |
| Gly+Carfentrazone | 57,50 bA | 70,00 aA | 50,00 cdB | 70,00 abA | 27,50 cdA | 37,50 cdA |
| Gly+Flumioxazin | 8,75 fA | 0,00 gA | 3,75 fA | 0,00 eA | 15,00 dA | 10,00 deA |
| Gly+S-metolachlor | 75,00 aA | 37,50 bcdB | 77,50 aA | 27,50 cdeB | 72,50 aA | 17,50 deB |
| Gly+saflufenacil | 47,50 bcdB | 65,00 abA | 56,25 bB | 75,00 aA | 72,50 aA | 52,50 bb |
| Testemunha | 0,00 fA | 0,00 gA | 0,00 fA | 0,00 eA | 0,00 dA | 0,00 eA |
| CV % (a) | 46,43 | | 41,13 | | 46,07 | |
| CV % (b) | 34,86 | | 39,62 | | 41,65 | |

Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. Minúsculas na vertical, maiúsculas na horizontal.

Tabela 4. Continuação.

| Tratamentos | 28 DAT | | 35 DAT | | Biomassa (g) | |
|-------------------------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|----------|
| | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas | 4 folhas | 8 folhas |
| Glifosato | 8,75 deA | 13,75 dA | 8,00 deA | 15,00 dA | 0,98 aA | 0,57 abB |
| Glufosinato de amônio | 0,00 eB | 10,50 cdA | 0,00 eB | 10,00 cdA | 0,75 abA | 0,49 abA |
| 2,4-D | 16,25 deA | 17,50 cdA | 16,50 deA | 17,50 cdA | 0,55 bcdA | 0,38 abA |
| Chlorimuron-ethyl-ethyl | 45,00 bcA | 42,50 bcA | 45,00 bcA | 42,00 bcA | 0,34 cdeA | 0,29 abA |
| Carfentrazone | 0,00 eA | 12,50 dA | 0,00 eA | 12,50 dA | 0,77 abA | 0,47 abA |
| Flumioxazin | 15,00 deA | 16,25 dA | 15,50 deA | 16,50 dA | 0,91 aA | 0,29 abb |
| S-metolachlor | 25,00 cdeA | 12,50 dA | 20,00 cdeA | 12,50 dA | 0,61 bcA | 0,59 aa |
| Saflufenacil | 7,50 deA | 13,75 dA | 7,50 deA | 13,75 dA | 0,35 cdeA | 0,42 abA |
| Gly+2,4-D | 42,50 cdA | 50,00 ba | 42,00 cdA | 50,00 aA | 0,44 cdeA | 0,28 abA |
| Gly+Chlorimuron-ethyl | 20,00 cdeA | 13,75 dA | 20,00 cdeA | 13,75 dA | 0,48 cdeA | 0,45 aa |
| Gly+Carfentrazone | 30,00 cdA | 45,00 bcA | 30,00 cdA | 45,00 bcA | 0,36 deA | 0,19 bA |
| Gly+Flumioxazin | 7,50 deA | 20,00 cdA | 7,50 deA | 20,00 cdA | 0,47 cdeA | 0,27 abA |
| Gly+S-metolachlor | 77,50 aA | 12,50 dB | 60,50 abA | 12,00 dB | 0,22 eB | 0,41 abA |
| Gly+saflufenacil | 72,50 aA | 52,50 bb | 72,50 aA | 52,00 ab | 0,18 eA | 0,34 abA |
| Testemunha | 0,00 eA | 0,00 dA | 0,00 eA | 0,00 dA | 0,73 abA | 0,39 abB |
| CV % (a) | 42,23 | | 42,22 | | 44,43 | |
| CV % (b) | 48,37 | | 48,47 | | 47,88 | |

Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. Minúsculas na vertical, maiúsculas na horizontal.

Mager et al. (2006) verificaram que a eficácia de herbicidas foliares (lactofen e glifosato) aplicados a plantas daninhas que exibem crescimento compensatório (cortadas com 15 cm acima do nó cotiledonar, com rebrota até 15 cm) pode ser diferente de plantas daninhas sob crescimento normal. *Ambrosia trifida* rebrotada foi menos suscetível a estes herbicidas comparado a plantas intactas. Todavia, *Ipomoea hederacea* rebrotada foi 1,5 vezes mais suscetível ao glifosato que plantas intactas, ocorrendo o inverso para o lactofen para esta espécie.

Galon (2019) verificou que diferentes tratamentos, associados ao glifosato ou em aplicações sequenciais, foram eficazes em controlar as plantas de *B. latifolia* e *R. brasiliensis*, pertencentes à família Rubiaceae, em estádio de desenvolvimento avançado. Em pós-emergência inicial o flumioxazin controlou as plantas das três espécies estudadas, o que contribui com os resultados do presente trabalho.

4. Conclusões

Os resultados do presente estudo permitem concluir que na aplicação em estádio inicial (4 folhas) os tratamentos glufosinato de amônio, flumioxazin, glifosato + chlorimuron, glifosato + flumioxazin e glifosato + saflufenacil apresentam controle satisfatório (acima de 96,00%) de *Spermacoce densiflora*. Para as aplicações mais tardias (estádio de 8 folhas), os respectivos tratamentos mantiveram elevado controle (acima de 88,00%), com exceção do glifosato + chlorimuron que apresentou apenas 48,00% de controle. Para as plantas oriundas de rebrote os tratamentos herbicidas avaliados não são eficazes no controle de *Spermacoce densiflora*.

Referências

- Agostinetto, M. C.; De Carvalho, L. B.; Ansolin, H. H.; De Andrade, T. C. G. R.; Schmit, R. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda-de-viola. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 15, n. 1, p. 8-15, 2016
- Andrade, C. M. S.; Fontes, J. R. A.; Oliveira, T. K.; Farinatti, L. H. E. **Reforma de pastagem com alta infestação de capim navalha.** Circular Técnica 64, Embrapa-Acre, 14 p. 2012.
- Askew, S. D.; Shaw, D. R.; Street, J. E. Graminicide application timing influences red rice (*Oryza sativa*) control and seed head reduction in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, v. 14, n. 1, p. 176-181, 2000.
- Association Latino Americana de Malezas. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas.** Bogotá, ALAM, 1974. v. 1, p. 35-38.
- Caldeira, D. S. A. Amaral; V. N.; Casadei, R. A.; Barros, L. V.; Figueiredo, Z. N. Controle de plantas daninhas em pastagem usando doses e misturas de herbicidas. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, p. 1.052-1.060, 2014.
- Dalazen, G.; Kruse, N. D.; Machado, S. L. O.; Balbinot, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2015.
- Dias-Filho, M. B. **Controle de capim-capeta (*Sporobolus***

indica (L.) R. Br.) em pastagens no estado do Pará.
Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 7 p.

Eubank, T. W.; Poston, D. H.; Nandula, V. K.; Koger, C. H. Glifosato-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) control using glifosato, paraquat, and glufosinate-based herbicide programs. **Weed Technology**, v. 22, n. 1, p. 16-21, 2008.

Fadin D. A. et al. Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. **Weed Research**, v. 58, p. 12329, 2018.

Fontes, J. R. A.; Tonato, F. **Acúmulo de Nutrientes por Vassourinha-de-Botão (*Spermacoce verticillata*)**, Planta Daninha de Pastagens na Amazônia. (Circular Técnica n. 54). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2016.

Fontes, J. R. A. **Manejo de plantas daninhas em seringais de cultivo na Amazônia**. Manaus: Embrapa-CPAA, 2007. 6 p. (Embrapa- CPAA. Circular Técnica, 6).

Fournet, J.; Hammerton, J. L. **Weeds of the Lesser Antilles**. Paris, France: Department d'Economie et Sociologie Rurales, Institut National de la Recherché Agronomique, 1991.

Fleck, N. G. et al. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008.

Galon, L. Glifosato translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 193-201, 2013.

Galon, L. et al. Tolerância de culturas e plantas daninhas a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Org.). **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier, 2009. p. 37-74.

Gallon, M.; Trezzi, M. M.; Pagnoncelli, J. R.; Pasini, R.; Viecelli, M.; Cavalheiro, B. M. Manejo Químico de Erva-Quente e Poaia-Branca em Diferentes Modalidades de Aplicação. **Planta daninha** [online]. 2019, v. 37, e019185625, 2019.

Gazziero, D. L. P. Mixtures of pesticides in tank, in Brazilian farms. **Planta Daninha**, v. 33, p. 83-92, 2015.

Groeninckx, I.; De Block, P.; Rakotonasolo, F.; Smets, E. & Dessein, S. Rediscovery of Malagasy *Lathraeo carpa* allows determination of its taxonomic position within Rubiaceae. **Taxon**, v. 58, p. 209-226, 2009.

Johnson, D. E. **Weeds of rice in West Africa**. West Africa Rice Development Association (WARDA), 1997, 312 pp.

Johnson, G. A.; Hoverstad, T. R. Effect of row spacing and herbicide application timing on weed control and grain yield in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 16, n. 3, p. 548-553, 2002.

Kissmann, K. G.; Groth, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 3. ed. São Paulo: BASF, Tomo III, 2000. 689 p.

Lagator, M.; Vogwill, T.; Mead, A.; Colegrave, N.; Neve, P. Herbicide mixtures at high doses slow the evolution of resistance in experimentally evolving populations of *Chlamydomonas reinhardtii*. **New Phytologist**, v. 198, p. 938-945, 2013.

Mager, H. J.; Young, B. G.; Preece, J. E. Efficacy of post herbicides on weeds during compensatory growth. **Weed Science**, v. 54, n. 2, p. 321-325, 2006.

Marques, L. J. P., Silva, M. R. M., Araújo, M. S., Lopes, G. S., Corrêa, M. J. P., Freitas, A. C. R., & Muniz, F. H. Floristic composition of weeds in the cowpea (*Vigna unguiculata*) culture under the chopped secondary forest system. **Planta Daninha**, v. 28, n. SPE, p. 939-951, 2010.

Martins, B. A. B.; Christoffoleti, P. J. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 817-825, 2014.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Agrofit**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 26 de abril de 2017.

Procópio, S. O.; Menezes, C. C. E.; Betta, L. & Betta, M. Utilização de chlorimuron-ethyl-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2007.

Rodrigues, B. N. **Guia de Herbicidas**. 6 ed. Londrina, 2011, 697.

Takano, H. K.; Oliveira Jr., R. S.; Constantin, C.; Biffe, D. F.; Franchini, L. H. M.; Braz, G. B. P.; Rios, F. A.; Gheno, E. A.; Gemelli, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **R. Bras. Herbi.**, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2013.