

EFICIÊNCIA DE GLYPHOSATE NO CONTROLE DE *Spermacoce verticillata* L. EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO¹

Anne Geiza Tamer Teixeira²
João Cleber Cavalcante Ferreira
Felipe Fernandes Dias
Diego Monteiro Nunes
Gerlândio Suassuna Gonçalves

RESUMO

Spermacoce verticillata L., conhecida regionalmente como vassourinha-de-botão, é uma espécie daninha que vem acarretando sérios prejuízos às pastagens de terra firme no Amazonas. É possível verificar, na região, áreas enormes de pastagens quase que totalmente dominadas por *S. verticillata*, que suprime o crescimento de pastagens plantadas e de outras espécies nativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes doses de glyphosate no controle de *S. verticillata* em diferentes estágios de crescimento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 4 (cinco doses crescentes do herbicida glyphosate: 0; 960, 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. (equivalente ácido), e quatro estágios de crescimento de vassourinha-de-botão: 60, 90, 120 e 150 dias após a emergência (DAE), com 10 repetições. As características avaliadas foram: altura da planta (cm), matéria seca da parte aérea (g) e porcentagem de mortalidade (%). Todas as doses a partir de 960 g ha⁻¹ de e.a. de glyphosate mostraram-se eficientes no controle de *S. verticillata*. Plantas com idade entre 60 e 90 dias mostraram-se mais susceptíveis às doses do herbicida. Recomenda-se a utilização da dose 960 g ha⁻¹ de e.a de glyphosate, aplicada em até 90 dias após a emergência de *S. verticillata*.

Palavras-chave: Plantas daninhas. Vassourinha-de-botão. Áreas de pastagens.

EFFICIENCY OF GLYPHOSATE IN THE CONTROL OF *Spermacoce verticillata* L. IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES

ABSTRACT

Spermacoce verticillata L., known regionally as vassourinha-de-botão, it is a weed species that has been causing serious damage to upland pastures in the Amazon. It is possible to verify in the region huge areas of pastures almost totally dominated by *S. verticillata*, which suppresses the growth of planted pastures and other native species. The objective of this work was to evaluate the efficiency of different doses of glyphosate in controlling *S. verticillata* at different growth stages. The experimental design used was completely randomized, in a 5 x 4 factorial arrangement (five increasing doses of the herbicide glyphosate: 0; 960, 1.920, 2.880 and 3.840 g ha⁻¹ of area (acid equivalent), and four stages of broom growth -de-button: 60, 90,

¹ **Como citar este trabalho:** TEIXEIRA, A. G. T. *et al.* Eficiência de Glyphosate no controle de *Spermacoce verticillata* L. em diferentes estágios de desenvolvimento. **ForScience**, Formiga, v. 10, n. 2, e01144, jul./dez. 2022. DOI: [10.29069/forscience.2022v10n2.e1144](https://doi.org/10.29069/forscience.2022v10n2.e1144).

² **Autor correspondente:** Anne Geiza Tamer Teixeira e-mail: anny_tamer@hotmail.com.

120 and 150 days after emergence), with 10 repetitions. The characteristics evaluated were: plant height (cm), shoot dry matter (g) and mortality percentage (%). All doses from 960 g ha⁻¹ of glyphosate a.e. were efficient in the control of *S. verticillata*. Plants aged between 60 and 90 days were more susceptible to herbicide doses. It is recommended to use a dose of 960 g ha⁻¹ of glyphosate a.e., applied within 90 days after the emergence of *S. verticillata*.

Keywords: Weeds. Vassourinha-de-botão. Pasture áreas.

1 INTRODUÇÃO

As pastagens representam a principal fonte de alimento para os rebanhos bovinos e bubalinos no Brasil. A área de pastagens natural e plantada em 2017 chegou a 160 milhões de hectares (IBGE, 2017). Pesquisas indicam que somente na Amazônia existem 61 milhões de hectares de pastagens naturais e cultivadas e cerca de 50 % deste total estão degradadas ou em processo de degradação. Uma das principais causas da degradação das áreas de pastagens é a ocorrência de plantas daninhas, que infestam as áreas de produção e reduzem sua capacidade produtiva e de suporte dos rebanhos (FERREIRA *et al.*, 2019).

A presença de plantas daninhas em áreas de pastagens sempre foi uma preocupação dos pecuaristas da região Norte, por reduzir o potencial produtivo das pastagens devido aos efeitos negativos da competição por nutrientes, radiação solar e água. A interferência negativa das plantas daninhas atrasa o desenvolvimento, reduz o crescimento do pasto e afeta qualitativamente e quantitativamente o rendimento das forrageiras, o que acaba onerando os custos de produção (PEREIRA *et al.*, 2019).

Dentre as espécies de plantas daninhas que apresentam grande potencial de causar prejuízos às pastagens destaca-se *Spermacoce verticillata* L., conhecida regionalmente como vassourinha-de-botão. Essa espécie é reconhecida por sua rusticidade e facilidade de adaptação a solos ácidos e pobres em nutrientes como os da Amazônia (FADIN; MONQUERO, 2019). Além disso, *S. verticillata* produz grande quantidade de propágulos muito pequenos que germinam em abundância após sua dispersão.

Na Amazônia brasileira, *S. verticillata* tem sido problema recorrente em áreas de terra firme devido à capacidade de formar grandes infestações e interferir negativamente em culturas agrícolas e pastagens por meio da competição por nutrientes (FONTES; TONATO, 2016). No estado do Amazonas, em quase todas as áreas de terra firme, ocupadas por pastagens, é possível observar a presença maciça de *S. verticillata*, que ocorre com grande frequência e suprime o crescimento de outras espécies forrageiras.

O sucesso no controle das plantas daninhas, com utilização de herbicidas, pode estar relacionado ou à dose de aplicação ou ao estágio de crescimento das plantas. Segundo Fleck *et al.* (2008) e Machineski *et al.* (2019), o estágio de crescimento das plantas pode alterar a eficácia dos herbicidas. Para Marques, Rodella e Martins (2012), aplicações de herbicidas realizadas em estágios iniciais de desenvolvimento resultam em maior eficácia de controle, porém plantas que se encontram em estágios de desenvolvimento mais avançado são menos susceptíveis à ação dos herbicidas, reduzindo a eficiência desses produtos.

No entanto, poucos são os estudos acerca de controle químico de *S. verticillata*, levando-se em conta o estágio de crescimento das plantas. A utilização do glyphosate surge como uma alternativa de herbicidas para o controle de vassourinha-de-botão. O glyphosate é o herbicida mais utilizado em todo mundo, devido à sua eficiência no controle de plantas daninhas quando aplicado em pós-emergência e ao seu baixo custo de aquisição. É um herbicida de ação sistêmica e não seletivo e, sua absorção é basicamente foliar (BENBROOK, 2016; MACHINESKI *et al.*, 2019).

O herbicida glyphosate é um herbicida não seletivo, aplicado na pós-emergência de plantas daninhas. O seu mecanismo de ação se dá pela inibição da enolpiruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPs), enzima responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos triptofano, fenilalanina e tirosina, essa inibição leva a não produção de aminoácidos aromáticos, que são essenciais para a produção da parede celular do qual é a defesa da planta a patógenos e insetos e produção de hormônios que são produzidos a partir do corismato (SHANER; BRIDGES, 2003).

Sua absorção é um processo bifásico que envolve rápida penetração pela cutícula, seguida de absorção simplástica lenta, que é influenciada por fatores como a idade da planta, condições ambientais, surfactantes e concentração do herbicida na calda (MONQUERO *et al.*, 2004).

Dessa maneira, a identificação da dose ideal e do estágio de crescimento da planta mais susceptível à aplicação podem ajudar os produtores a controlar a infestação de plantas daninhas nas áreas de pastagens da região. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de diferentes doses de glyphosate no controle de *S. verticillata* em diferentes estágios de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em Itacoatiara/AM, em 2020. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af (ALVARES *et al.*, 2013), tropical chuvoso (úmido), com uma temperatura e precipitação média anual em torno de 30 °C e 2.500 mm respectivamente, e umidade relativa superior a 80 %.

Foram coletados glomérulos de vassourinha-de-botão, no mês de setembro de 2019, pelo período da manhã, em área de pastagens com grande quantidade incidência, contendo frutos que foram limpos manualmente e, de onde foram retiradas as sementes maduras. Essas sementes foram beneficiadas e postas para germinar em bandejas plásticas brancas de polietileno, a um cm de profundidade, em areia lavada, esterilizada em autoclave a 120 °C por uma hora, a fim de eliminar sementes de outras espécies vegetais.

Depois de emergidas, as plântulas de *S. verticillata* foram tratadas com o fertilizante mineral complexo fluido, planta 100, até atingir o tamanho de aproximadamente cinco centímetros, quando foram transplantadas para sacos plásticos pretos com capacidade de dois kg, dispostos a céu aberto, com o objetivo que se imitasse o ambiente natural da mesma. O substrato utilizado para o crescimento das plantas de vassourinha-de-botão foi o solo coletado, a uma profundidade de até 20 cm, das áreas de coleta das sementes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 4 (cinco doses crescentes do herbicida glyphosate: 0; 960, 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. (equivalente ácido) e, quatro estágios de crescimento de vassourinha-de-botão: 60, 90, 120 e 150 dias após a emergência), com 10 repetições e, em que cada repetição foi representada por uma planta. O herbicida foi aplicado, nos quatro estágios de crescimento, utilizando um pulverizador costal, regulado e calibrado no momento da aplicação, observando-se as condições ambientais ideias de aplicação, como temperatura inferior a 30 °C, velocidade do vento entre três e dez km h⁻¹ e umidade relativa do ar mínima de 50 %.

Buscou-se manter, durante a aplicação, uma mesma altura da ponta de pulverização (cerca 30 cm acima das plantas), mesma velocidade de caminhamento e pressão constante. O volume de aplicação da calda utilizado foi de aproximadamente 160 L ha⁻¹. No primeiro estágio de crescimento, com aplicação do herbicida aos 60 dias, as plantas apresentavam altura média de 8,5 cm; no segundo estágio, aos 90 dias, as plantas apresentavam altura média de 16,9 cm; no terceiro, aos 120 dias, a altura média era 55 cm; e no quarto estágio, aos 150 dias, a altura média era 90 cm.

As avaliações de fitotoxicidade foram feitas por meio do modelo adaptado da Escala Conceitual da *European Weed Research Community* (EWRC, 1964), definida em observações

visuais de injúrias, em que se considera nota 1 para as plantas que não apresentam sintomas fitotóxicos e 9 para as plantas com severos sintomas e morte das plantas (Tabela 1). Estas avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida.

Tabela 1 - Escala de notas de fitotoxicidade proposta pela EWRC (1964)

Notas	Sintomas observados nas plantas
1	Ausência de sintomas de fitotoxicidade
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte de plantas, encarquilhamento e necrose das folhas
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Morte das plantas

Fonte: Autores (2020).

Aos 42 dias após aplicação do herbicida, as plantas tiveram sua altura medida, com auxílio de régua graduada em cm, cortadas rente ao solo, colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60 °C, até atingir peso constante, para determinação da matéria seca da parte aérea. A pesagem foi feita em balança de precisão de 0,001 g. As características avaliadas foram: altura da planta (cm), matéria seca da parte aérea (g) e porcentagem de mortalidade (%).

Os dados de altura de plantas e matéria seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade e os resultados, quando significativos, foram comparados pelo teste de Scott-Knott. Para efeito de análise de variância, os dados foram transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software estatístico R v. 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses do herbicida e o estágio de crescimento causaram decréscimo significativo na altura e na matéria seca da parte aérea de *S. verticillata*. Também foi observada interação significativa entre os fatores “doses do herbicida” e “estágio de crescimento”, o que evidencia uma dependência entre os fatores avaliados, e que a resposta das plantas a um fator depende da presença ou da ausência do outro (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância referente à altura das plantas e à matéria seca da parte aérea de *S. verticillata*. Itacoatiara/AM, 2020

Fontes de variação	Graus de Liberdade	Altura de plantas	Matéria seca da parte aérea
		-----Valores de F-----	
Doses	4	490,8*	674,6*
Estágios de crescimento	3	7.428,7*	1.267,8*
Doses x Estágio	12	55,0*	62,23*
CV (%)		6,33	19,48

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV= coeficiente de variação
Fonte: Autores (2020).

Doses do herbicida iguais ou acima de 960 g ha⁻¹ de e.a. interferiram negativamente na altura das plantas em todos os estágios de crescimento, com exceção das plantas com 150 dias após a emergência, cuja altura não diferiu significativamente dos outros tratamentos com herbicida. O crescimento em altura variou de acordo com a idade da *S. verticillata*, em que os maiores valores foram observados em plantas com estágio de crescimento mais avançado, aos 150 dias (Tabela 3).

Tabela 3: Altura de plantas de *S. verticillata*, em diferentes estágios de crescimento. Itacoatiara/AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e.a.	Estágios de crescimento (dias após a emergência)			
	60	90	120	150
	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)
0	42,6 aC	45,4 aC	77,2 aB	93,58 aA
960	8,80 bD	17,2 bC	47,6 bB	93,14 aA
1.920	7,53 bD	16,1 bC	48,1 bB	91,41 aA
2.880	8,14 bD	16,5 bC	49,1 bB	93,84 aA
3.840	8,39 bD	17,4 bC	47,9 bB	93,52 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e maiúsculas nas linhas, para a mesma característica, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade
Fonte: Autores (2020).

A redução do crescimento ocorre porque o glyphosate é um inibidor da enzima 5-enolpiruvato-chiquimato 3-fosfato sintase (EPSPS), que interfere na síntese do ácido

indolacético (AIA), um dos hormônios responsáveis pelo crescimento (ALARCÓN-REVERTE *et al.*, 2015). Resultados semelhantes foram observados por Andrade Junior (2020), utilizando a dose de 1440 g ha⁻¹ e.a. de glyphosate em estágios de desenvolvimento iniciais de vassourinha-de-botão. De acordo com Martins e Christoffoleti (2014), plantas mais velhas, em geral, apresentam maior tolerância a herbicidas aplicados em pós-emergência. Takano *et al.* (2013), trabalhando com o efeito da adição de 2,4-D ao glyphosate no controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle, relataram a importância do conhecimento estágio de desenvolvimento das plantas a serem controladas. Lacerda e Victoria Filho (2004) conseguiram redução expressiva no crescimento de *Digitaria insularis* (L.) Fedde e *Spermacoce latifolia*, utilizando o glyphosate na dose 1.440 g ha⁻¹ do e.a. quando as plantas estavam no estágio de desenvolvimento de dois a três pares de folhas definitivas.

O glyphosate também provocou decréscimos significativos na matéria seca da parte aérea das plantas, em todos os estágios de crescimento. Porém, não foi observada diferença significativa entre as doses aplicadas, com exceção das plantas com 150 dias de idade. Os menores valores de matéria seca foram obtidos em plantas com idade entre 60 e 90 dias, e os maiores valores, em plantas com 150 dias (Tabela 4).

Tabela 4 - Matéria seca da parte aérea de plantas de *Spermacoce verticillata* L. em diferentes estágios de crescimento. Itacoatiara/AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e.a.	Estágios de crescimento (dias após a emergência)			
	60	90	120	150
	Matéria seca (g)	Matéria seca (g)	Matéria seca (g)	Matéria seca (g)
0	2,31 aC	2,42 aC	6,85 aB	10,47 aA
960	0,09 bC	0,29 bC	1,32 bB	5,36 bA
1.920	0,07 bC	0,31 bC	1,32 bB	3,48 cA
2.880	0,38 bC	0,34 bC	1,15 bB	3,28 cA
3.840	0,07 bC	0,39 bC	1,33 bB	4,07 cA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e maiúsculas nas linhas, para a mesma característica, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Autores (2020).

Fadin (2017) observou que as doses 1.440 g ha⁻¹ e 2.400 g ha⁻¹ de e.a. reduziram significativamente a matéria seca de plantas de *S. verticillata* com até 6 folhas. Lourenço (2018), Andrade Junior (2020) e Carneiro *et al.* (2020) verificaram que a utilização dos herbicidas glyphosate e mistura glufosinato-sal de amônia + glyphosate promoveu decréscimos significativos na matéria seca da parte aérea de *S. verticillata* em estágios de

iniciais de crescimento. As conclusões destes trabalhos corroboram os resultados encontrados nesta pesquisa, que demonstrou que plantas mais velhas são menos sensíveis à ação do herbicida glyphosate.

Na avaliação de fitotoxicidade, realizada aos 7 e aos 14 dias após aplicação do herbicida, foi possível observar danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas expostas ao herbicida. Aos 21 dias, estas plantas apresentavam-se secas e aparentemente mortas, não apresentando vestígios de regeneração aos 42 dias, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada de EWRC (1964) aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade em plantas de *Spermacoce verticillata* L. com 60 dias de idade. Itacoatiara/AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e. a.	Notas de fitotoxicidade EWCR (1964)						Mortalidade (%) aos 42 DAA
	7	14	21	28	35	42	
0	1*	1	1	1	1	1	0
960	7	8	9	9	9	9**	100
1.920	8	8	9	9	9	9	100
2.880	8	8	9	9	9	9	100
3.840	8	8	9	9	9	9	100

*Plantas que não foram expostas à ação do herbicida; **plantas mortas

Fonte: Autores (2020).

Segundo Roman (2007), herbicidas pós-emergentes, aplicados em estádios iniciais de crescimento, cobrem melhor a parte aérea, sendo absorvidos com maior facilidade pelas plantas. Os herbicidas que apresentam maior translocação na planta, como o glyphosate, são absorvidos e translocados com maior eficiência por plantas em estádios iniciais de desenvolvimento. De acordo com Coutinho e Mazo (2005), plantas tratadas com glyphosate morrem lentamente, em poucos dias ou semanas e, devido à ação sistêmica desse herbicida, nenhuma parte da planta sobrevive. Os primeiros sintomas que ocorrem nas plantas incluem inibição do crescimento, amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens que progride para necrose generalizada. A morte das plantas, dependendo da espécie, pode ocorrer de 4 a 19 dias (VARGAS, 2003). Segundo Taiz e Zeiger (2013), plantas mais jovens são mais facilmente controladas em comparação aquelas em estágio de desenvolvimento mais avançado, uma vez que apresentam menor espessamento da cutícula, principal barreira à penetração de herbicidas, além de apresentarem maiores atividades fotossintéticas e consequentemente maior translocação.

Plantas com 90 dias de idade apresentaram, aos 7 dias após exposição ao herbicida, forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose murcha. Essas alterações ficaram mais evidentes aos 14 dias, evoluindo para necrose e morte de todas as plantas aos 35 dias após a exposição ao herbicida (Tabela 6).

Tabela 6 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada de EWRC (1964) aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade em plantas de *Spermacoce verticillata* L. com 90 dias de idade. Itacoatiara/AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e. a.	Notas de fitotoxicidade EWCR (1964)						Mortalidade (%) aos 42 DAA
	7	14	21	28	35	42	
0	1*	1	1	1	1	1	0
960	4	4	7	8	9	9**	100
1.920	4	4	7	8	9	9	100
2.880	4	7	9	9	9	9	100
3.840	4	7	9	9	9	9	100

*Plantas que não foram expostas à ação do herbicida; **plantas mortas

Fonte: Autores (2020).

Martins e Christoffoletti (2014) verificaram que o uso de glyphosate na dose de 1.080 g de e.a controlou cerca de 87,5 % de *Borreria densiflora* DC., planta daninha da família Rubiaceae. Esse resultado ficou abaixo do encontrado neste trabalho pois na aplicação do herbicida em plantas com 90 dias de idade, observou-se morte de 100 % das plantas aos 35 DAA com doses acima de 960 g ha⁻¹ de e.a. Segundo esses mesmos autores para controle pós-emergente satisfatório, plantas dessa espécie devem ser tratadas no estágio fenológico de até três pares de folhas.

Os herbicidas que apresentam maior translocação na planta, como o glyphosate, são absorvidos e translocados com maior eficiência por plantas em estádios iniciais de desenvolvimento, uma vez que o glyphosate penetra na planta através da cutícula e membrana plasmática dos tecidos fotossintetizantes, é necessário que ocorra a translocação simplástica, através de tecidos vasculares, para os sítios-alvo do herbicida (SATICHIVI *et al.*, 2000).

Plantas com 120 dias de idade apresentaram, aos 7 dias após aplicação do herbicida, pequenas alterações visíveis, como murcha e clorose em algumas folhas. Aos 14 dias, a clorose nas folhas ficou mais visível e aos 21 dias evoluiu para necrose, causando destruição de mais de 80 % das folhas e danos extremamente graves nas plantas. Aos 42 dias, as doses 960, 1.920 g ha⁻¹ de e.a. controlaram cerca de 75 % das plantas, e as doses 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. controlaram 100% das plantas de *S. verticillata* (Tabela 7).

Tabela 7 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada de EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade em plantas de *Spermacoce verticillata* L. com 120 dias de idade. Itacoatiara/AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e. a.	Notas de fitotoxicidade EWRC (1964)						Mortalidade (%) aos 42 DAA
	7	14	21	28	35	42	
0	1*	1	1	1	1	1	0
960	2	4	7	7	8	8-9**	70
1.920	2	4	7	7	8	8-9	80
2.880	2	4	8	8	8	9	100
3.840	2	4	8	8	8	9	100

*Plantas que não foram expostas à ação do herbicida; **plantas mortas

Fonte: Autores (2020).

Em pleno florescimento, o glyphosate e as misturas glyphosate + 2,4-D, glyphosate + chlorimuron-ethyl e glyphosate + s-metolachlor foram ineficazes no controle de *S. verticillata* (FADIN, 2017). Porém, esses herbicidas foram eficazes no controle as plantas de *Borreria latifolia* (Aubl.) K.Schum. e *Richardia brasiliensis* Gomes, pertencentes à família Rubiaceae, em estágio de desenvolvimento avançado (GALLON *et al.*, 2019). Takano *et al.* (2013), controlaram cerca de 82 % de *Richardia brasiliensis* (família Rubiaceae), com utilização de glyphosate na dose de 720 g ha⁻¹ de e.a. Esses autores relataram a importância do estágio de crescimento para o controle de plantas daninhas com glyphosate.

Plantas com 150 dias de idade também apresentaram, aos 7 dias após aplicação do herbicida, pequenas alterações visíveis, como murcha e clorose em algumas folhas. Aos 14 e 21 dias estas alterações foram observadas em muitas plantas e, aos 28 e 35 dias cerca de 80 % das folhas se apresentavam totalmente secas, causando danos extremamente graves às plantas. Na última avaliação, realizada aos 42 dias após aplicação do herbicida, foi possível observar que, embora as plantas apresentassem danos extremamente graves, algumas não morreram, com presença de algumas brotações, principalmente aquelas submetidas à menor dose do herbicida, 960 g ha⁻¹ de e.a. Porém, a maioria das plantas expostas a dose 3.840 g ha⁻¹ de e.a. não resistiu à ação do herbicida e morreu (Tabela 8).

Tabela 8 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada de EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade em plantas de *Spermacoce verticillata* L. com 150 dias de idade. Itacoatiara/AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e. a.	Notas de fitotoxicidade EWRC (1964)						Mortalidade (%) aos 42 DAA
	7	14	21	28	35	42	
0	1*	1	1	1	1	1	0
960	2	3	3	7	8	8-9*	50
1.920	2	3	3	7	8	8-9	70
2.880	2	3	3	7	8	8-9	60
3.840	2	3	3	7	8	8-9	80

*Plantas que não foram expostas à ação do herbicida; **plantas mortas

Fonte: Autores (2020).

Segundo Oliveira Júnior (2011), plantas de *S. verticillata* adultas apresentam em sua morfologia grande quantidade de folhas sobrepostas, produzindo um efeito guarda-chuva e menor contato do produto com as plantas. Logo, a falta de deposição de gotas do produto na superfície foliar das plantas pode influenciar a distribuição do produto e, conseqüentemente, interferir na ação do glyphosate. Para Martins e Christoffoleti (2014), plantas mais velhas apresentam, geralmente, maior tolerância à aplicação de herbicidas aplicados em pós-emergência. Andrade Junior (2020) constatou que o glyphosate na dose 1440 g ha⁻¹ de e.a. foi eficiente no controle de *S. verticillata* com 2 a 4 folhas, porém, menos eficiente em plantas com 5 a 8 folhas e aquelas em florescimento. Fadin *et al.* (2018) e Lima *et al.* (2019) também constataram que a dose 1400 g ha⁻¹ de e.a. do glyphosate, é menos eficiente em plantas mais velhas. O glifosato é um herbicida sistêmico, que depende da retenção da molécula na superfície foliar, da penetração foliar, da translocação na planta até o sítio de ação e da inibição da enzima alvo (MONQUERO *et al.*, 2004).

De acordo com Pier (2016), a capacidade de rebrota *S. verticillata* dificulta ainda mais o seu manejo. As plantas são rústicas e o seu sistema radicular pivotante, além de longo, tem grande capacidade de armazenamento de reservas, e pode ser a causa da diminuição da fitointoxicação com o passar dos dias.

4 CONCLUSÕES

Todas as doses de glyphosate trabalhadas nesta pesquisa mostraram-se eficientes no controle de *S. verticillata*;

Plantas de *S. verticillata* com até 90 dias de idade são mais susceptíveis ao herbicida glyphosate;

Recomenda-se a utilização da dose 960 g ha⁻¹ de e.a de glyphosate, aplicada em até 90 dias após a emergência de *S. verticillata*.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN-REVERTE, R. *et al.* Concerted action of target-site mutations and high EPSPS activity in glyphosate-resistant junglerice (*Echinochloa colona*) from California. **Pest Management Science**, Londres, v. 71, n. 7, p. 996-1007, 2015. DOI: <https://doi:10.1002/ps.3878>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25115401>. Acesso em: 08 fev. 2021.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Alemanha, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941->

[2948/2013/0507](#). Disponível em:

http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso em: 10 fev. 2021.

ANDRADE JUNIOR, E. J. **Controle químico de *Spermacoce verticillata* em pré-
semeadura de soja**. 2020. 29 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1445/3/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Mestrado%20Eder%20Jr..pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

BENBROOK, C. M. Tendências no uso do herbicida glifosato nos Estados Unidos e no mundo. **Environmental Sciences Europe**, Alemanha, v. 28, n. 1, p. 1-15, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>. Disponível em:

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-016-0070-0>. Acesso em: 10 fev. 2021.

CARNEIRO, G. D. O. P. *et al.* Eficácia de herbicidas no controle pós-emergência de corda-de-violão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 1-6. 2020. DOI:

<https://doi.org/10.7824/rbh.v19i2.666>. Disponível em:

<http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/666/pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H. Complexos metálicos com o herbicida glifosato:

Revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 1038-1045, 2005. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/yNyGrTWjHPzFMhRxSYFwtSz/?lang=pt>. Acesso em: 10 fev. 2021.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL (EWRC) Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, Oxford, v. 4, p. 88, 1964.

Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/European-Weed-Research-Council-EWRC-rating-scale-used-to-score-the-level-of-crop_tbl1_236263250. Acesso em: 10 fev. 2021.

FADIN, D. A. *et al.* Absorção e translocação de glyphosate em *Spermacoce verticillata* e controle alternativo de herbicidas. **Weed Research**, Oxford, v. 58, n. 5, p. 389-396, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12329>. Disponível em:

<https://repositorio.usp.br/item/002916866>. Acesso em: 10 mar. 2021.

FADIN, D. A. **Aspectos da biologia e do controle químico de *Spermacoce verticillata* L.**

2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2017. Disponível em:

https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/9485/FADIN_Dauri_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 10 mar. 2021.

FADIN, D. A.; MONQUERO, P. A. Caracterização foliar de *Spermacoce verticillata* em três estágios de desenvolvimento. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 13, n. 5, p. 792-797, 2019. DOI: <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.588025011782862>.

Disponível em: https://www.cropj.com/monquero_13_5_2019_792_797.pdf. Acesso em: 01 fev. 2020.

FERREIRA, A. S. **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. 1 ed. Brasília: Embrapa, Brasília, 2019. 443 p.

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**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/PQM4jZNryrt8kTWnVjjLYfx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 fev. 2020.

FONTES, J. R. A.; TONATO, F. Acúmulo de nutrientes por vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), planta daninha de pastagens na Amazônia. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica**, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143235/1/Circ-Tec-54-.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021

GALLON, M. *et al.* Manejo químico de erva-quente e poaia-branca em diferentes modalidades de aplicação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100098>. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582019000100295&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: Acesso em: 01 fev. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Utilização das terras**, 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em: 19 out. 2021.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p.73-79, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/rNR7zRMXqczcsWK6xDx33bv/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

LIMA, C. C. *et al.* Estágios fenológicos associados ao controle químico no manejo de *Spermacoce densiflora* originada de sementes e rebrota. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 18, n. 3. p. 686-1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v18i3.686>. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/686>. Acesso em: 21 out, 2021

LOURENÇO, M. F. de C. **Manejo químico de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) na cultura da soja**. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/304>. Acesso em: 19 out. 2021.

MACHINESKI, G. S. *et al.* Viabilidade técnica e econômica da adição de inibidores da accase e da als ao glyphosate no controle de plantas daninhas e no rendimento de grãos da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 674-1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v18i3.674>. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/674>. Acesso em: 20 out. 2021

MARQUES, R. P.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Características da anatomia foliar de espécies de braquiária e sua relação com a sensibilidade a herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, p. 809-816, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000400015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/57Dj7w5LhxZQnDNqWd6x4qb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 out. 2021

MARTINS, B. A. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Eficácia de herbicidas no controle de *Borreria densiflora* em condições de pré e pós-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 817-825, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000400017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/cYr7qJzVxJJgLmxY5P4dMvL/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 21 out. 2021.

MONQUERO, P. A. *et al.* Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000300015>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240767980_Absorcao_translocacao_e_metabolismo_do_glyphosate_por_plantas_tolerantes_e_suscetiveis_a_este_herbicida. Acesso em: 21 out. 2021

OLIVEIRA JÚNIOR R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 141-192. Disponível em: https://upherb.com.br/ebook/livro_Hrac.pdf. Acesso em: 20 out. 2021

PEREIRA, L. S. *et al.* Interferência de plantas daninhas em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. marandu. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 28, n. 1, p. 29-41, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n1p29-41>. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2019v28n1p29-41>. Acesso em: 22 out. 2021.

PIER. **Pacific Island Ecosystems at Risk**. Honolulu, USA: HEAR, University of Hawaii, 2016. Disponível em: <http://www.hear.org/pier.html>. Acesso em: 20 out. 2021

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation on Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 19 out. 2021

ROMAN, E. S. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007.

SATICHIVI, N. M. *et al.* Absorção e translocação de sais de glifosato isopropilamina e trimetilsulfônio em *Abutilon theophrasti* e *Setaria faberi*. **Weed Science**, v. 48, n. 6, p. 675-679, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2000\)048\[0675:AATOGI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0675:AATOGI]2.0.CO;2). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/d6T7Hhwc7MvNcDV3GfdQnFn/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2021

SHANER, D.; BRIDGES, D. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). In: *Herbicide action course*. West Lafayette: **Purdue University**, 2003. p. 514-529. Disponível

em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000088&pid=S0100-8358200800040001400016&lng=pt. Acesso em: 21 out. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TAKANO, H. K.; JUNIOR, R. S. O.; CONSTANTIN, J. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v12i1.207>. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/207>. Acesso em: 28 mar. 2020.

VARGAS, L. **Sintomas e diagnose de toxicidade herbicida na cultura da maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/541412/sintomas-e-diagnose-de-toxicidade-herbicida-na-cultura-da-maca>. Acesso em: 03 mar. 2020.

DADOS DOS AUTORES:

Nome: Anne Geiza Tamer Teixeira

E-mail: anny_tamer@hotmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8048526040888041>

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho na Faculdade Única de Ipatinga, FUNIP. Atualmente é professora do Magistério Superior (voluntário) na Universidade Federal do Amazonas, no curso de Agronomia.

Nome: João Cleber Cavalcante Ferreira

E-mail: joaoacleber1995@gmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4033135692787505>

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM, mestrado em Agricultura do Trópico Úmido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas - INPA e graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM.

Nome: Felipe Fernandes Dias

E-mail: fdias5746@gmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0818360002412289>

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Atualmente é docente do Curso Técnico em Fruticultura do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

Nome: Diego Monteiro Nunes

E-mail: dmn.diegonunes41@gmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4923935731760445>

Especialização em Topografia e Sensoriamento Remoto pela Faculdade Venda Nova do Imigrante e graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Atualmente é professor do Magistério Superior (voluntário) na Universidade Federal do Amazonas, no curso de Agronomia.

Nome: Gerlândio Suassuna Gonçalves

E-mail gsuassunag@hotmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2694467694951624>

Doutorado em Agronomia Tropical pela Universidade Federal do Amazonas, mestrado e graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba. Tem experiência na área de produção vegetal. Atualmente é professor da Universidade Federal do Amazonas.