

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – ICET
CURSO DE AGRONOMIA

ANNE GEIZA TAMER TEIXEIRA

CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE
DESENVOLVIMENTO NO AMAZONAS

ITACOATIARA - AM
2020

ANNE GEIZA TAMER TEIXEIRA

CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE
DESENVOLVIMENTO NO AMAZONAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia, do Instituto de Ciências Exatas e Tecnológica–ICET, da Universidade Federal do Amazonas–UFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Gerlândio Suassuna Gonçalves

ITACOATIARA - AM
2020

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T266c Teixeira, Anne Geiza Tamer
Controle de Vassourinha-de-botão em diferentes estágios de desenvolvimento no Amazonas / Anne Geiza Tamer Teixeira . 2020
30 f.: 31 cm.

Orientador: Gerlândio Suassuna Gonçalves
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Plantas daninhas. 2. Áreas de pastagens. 3. Spermatozocite verticillata (Vassourinha-de-botão). 4. Controle químico. I. Gonçalves, Gerlândio Suassuna. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

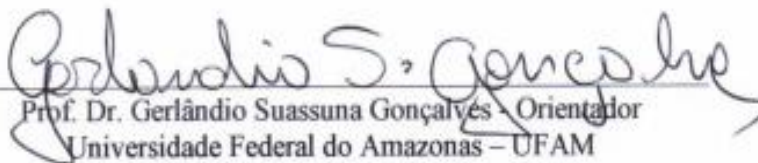
ANNE GEIZA TAMER TEIXEIRA


CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE
DESENVOLVIMENTO NO AMAZONAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia, do Instituto de Ciências
Exatas e Tecnológica–ICET, da Universidade
Federal do Amazonas–UFAM, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

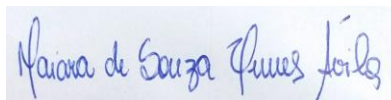
Aprovado em 09 de dezembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Gerlândio Suassuna Gonçalves - Orientador
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

Prof. Arthur Antunes de Souza Cardoso
SIAPE 2341240

Prof. Dr. Arthur Antunes de Souza Cardoso - Membro
Universidade Federal do Amazonas – UFAM



Prof.^a Dra. Maiara de Souza Nunes Ávila - Membro
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Dedico este trabalho a Deus, pelo dom da vida,
à minha mãe Zilma Ribeiro Tamer, pelo apoio
constante em minhas decisões e durante todos
os momentos em que precisei.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por vezes, senti meu corpo fraquejar, e tu me deste coragem para prosseguir;

As minhas mães Zilma Ribeiro Tamer e Zeane Ribeiro Tamer, e ao meu pai, Jonadab Bacry Tamer, *In memoriam*, pela educação que me foi dada, pelo amor incondicional, pelo carinho, pelos conselhos e ensinamentos, pela compreensão, pelos inúmeros momentos felizes, que me fizeram ser uma pessoa honesta e capaz de tomar decisões sérias. Ainda agradeço pelo esforço sobre-humano que realizaram durante o desenrolar do curso, em que as dificuldades foram inúmeras, mas com pulso firme foram contornadas e possibilitaram a realização de mais um sonho;

Ao meu irmão Rafael Tamer e toda minha família por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e entendendo meus momentos de ausência e pelo amor e carinho;

À Universidade Federal do Amazonas e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo apoio financeiro concedido à realização desta pesquisa;

Ao meu orientador Prof. Dr. Gerlândio Suassuna Gonçalves pelos ensinamentos, dedicação, confiança, pela oportunidade oferecida e principalmente pela paciência;

Aos meus amigos Diego Nunes, Khalled Eufrázio, Bruna Oliveira, Felipe Dias, Max Ryan e Ítalo Sampaio por todo apoio durante esta etapa concluída, pela imensa ajuda na condução deste trabalho em campo, pela troca de experiências vividas, encorajamento e pela amizade, os meus amigos de jornada que sempre me apoiaram com conselhos e palavras sinceras ao longo de toda a minha vida; muito obrigada!

À turma de agronomia 2013 pela amizade, por todos os momentos vividos;

Aos professores que foram ferramenta chave para a formação, envolvendo a turma com entusiasmo;

A todos que de alguma forma colaboraram ou torceram para que esse projeto pudesse ser desenvolvido, meus sinceros agradecimentos a todos.

*“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que
renunciar para conseguir.”*

Dalai Lama

RESUMO

TEIXEIRA, Anne Geiza Tamer. Controle de vassourinha-de-botão em diferentes estágios de desenvolvimento no Amazonas. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET, da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Itacoatiara-AM, 2020.

No estado do Amazonas, uma das espécies de plantas daninhas dominantes em áreas de pastagens nativas é *Spermacoce verticillata* L., conhecida na região como vassourinha-de-botão. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do glyphosate no controle de plantas de vassourinha-de-botão, em diferentes estágios de crescimento. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia–ICET. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 4 (cinco doses crescentes do herbicida glyphosate, a saber: 0; 960, 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a.; e quatro estágios de crescimento das plantas: 60, 90, 120 e 150 dias após a emergência), com 10 repetições, em que cada repetição foi representada por uma planta. As avaliações de fitotoxicidade foram feitas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida, por meio do modelo adaptado da Escala Conceitual *European Weed Research Community* (EWRC). Aos 42 dias após aplicação (DAE) do herbicida, na ocasião do descarte do experimento, as plantas foram cortadas rente ao solo, para medição da altura e determinação da matéria seca da parte aérea. A secagem ocorreu em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60°C até as plantas atingirem peso constante. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com os resultados obtidos, as plantas de *S. verticillata* estão mais susceptíveis à ação do herbicida de 60 a 90 DAE. As doses de 960, 1.920 e 2.880 g ha⁻¹ de e.a de glyphosate aplicadas em plantas com 60 a 90 DAE controlaram 100% das plantas. Para uma maior eficiência na aplicação do herbicida, e considerando um menor gasto no controle das plantas daninhas e menor prejuízo ao meio ambiente, recomenda-se adoção 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, áreas de pastagens, *Spermacoce verticillata* L., controle químico

ABSTRACT

TEIXEIRA, Anne Geiza Tamer. Button broom control at different stages of development in the Amazon. Course Completion Work (CBT). Institute of Exact Sciences and Technology - ICET, Federal University of Amazonas - UFAM, Itacoatiara-AM, 2020.

In the state of Amazonas, one of the dominant weed species in native grassland areas is *Spermacoce verticillata* L., known in the region as button broom. This study aimed to evaluate the efficiency of glyphosate in the control of button broom plants, in different stages of growth. The experiment was conducted in the experimental area of the Institute of Exact Sciences and Technology-ICET. The experimental design used was the entirely randomized, 5 x 4 factor arrangement (five growing doses of the herbicide glyphosate, namely: 0; 960, 1.920, 2.880 and 3.840 g ha⁻¹ of e.a.; and four stages of plant growth: 60, 90, 120 and 150 days after emergence), with 10 repetitions, in which each repetition was represented by a plant. The phytotoxicity assessments were made at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after the application of the herbicide, through the adapted model of the *European Weed Research Community* (EWRC) Conceptual Scale. At 42 days after application (DAE) of the herbicide, at the time of discarding the experiment, the plants were cut close to the ground, to measure the height and determine the dry matter of the aerial part. The drying took place in a forced air circulation oven at a temperature of 60°C until the plants reached constant weight. The data collected were submitted to analysis of variance by the F test, and their means compared by the Tukey test at 5% probability. According to the results obtained, the plants of *S. verticillata* are more susceptible to the action of the herbicide from 60 to 90 DAE. The doses of 960, 1,920 and 2,880 g ha⁻¹ of e.a of glyphosate applied to plants with 60 to 90 DAE controlled 100% of the plants. For a greater efficiency in the application of the herbicide, and considering a lower cost in the control of the weeds and less damage to the environment, it is recommended to adopt the dose 960 g ha⁻¹ of glyphosate e.a., applied within 90 days after the emergence of *S. verticillata*.

Keywords: Weeds, pasture areas, *Spermacoce verticillata* L., chemical control

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Condições ambientais verificadas durante a aplicação do herbicida, Itacoatiara-AM,2020..... 19
- Tabela 2** - Escala de notas de fitotoxicidade proposta pela EWRC (1964) 19
- Tabela 3** - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de controle observada em plantas de vassourinha-de-botão com 60 dias de idade. Itacoatiara-AM, 2020..... 21
- Tabela 4** - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de controle observada em plantas de vassourinha-de-botão com 90 dias de idade. Itacoatiara-AM, 2020..... 21
- Tabela 5** - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de controle observada em plantas de vassourinha-de-botão com 120 dias de idade. Itacoatiara-AM, 2020..... 22
- Tabela 6** - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de controle observada em plantas de vassourinha-de-botão com 150 dias de idade. Itacoatiara-AM, 2020..... 22
- Tabela 7** - Resumo da análise de variância (ANOVA) referente à altura das plantas e à matéria seca da parte aérea de vassourinha-de-botão. Itacoatiara-AM, 2020..... 24
- Tabela 8** - Altura e matéria seca da parte aérea de plantas de *S. verticillata* em diferentes estágios de crescimento (60, 90, 120 e 150 dias após a emergência, DAE) em relação às doses de aplicação de glyphosate. Itacoatiara-AM, 2020..... 24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Caracterização da espécie <i>Spermacoce verticillata</i> L.	14
3.2	Manejo de plantas daninhas.....	15
3.3	Controle químico de <i>Spermacoce verticillata</i> L.	16
3.4	Herbicida glyphosate.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6	CONCLUSÕES	24
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

O declínio da produtividade da pastagem está associado ao superpastoreio, à baixa fertilidade do solo, às queimadas indiscriminadas, ao manejo inadequado, e principalmente, à elevada infestação de plantas daninhas herbáceas, arbustivas, anuais ou perenes. Como consequência deste cenário cita-se a alta incidência de pastagens degradadas no país, bem como o rótulo que a pecuária desenvolvida a pasto é improdutiva e danosa ao meio ambiente (DIAS FILHO, 2016).

De acordo com Lorenzi (2008), uma planta só pode ser considerada daninha se estiver, direta ou indiretamente, prejudicando determinada atividade humana. Para Shaw (1956), daninha é qualquer planta que ocorre onde não é desejada. Para Fischer (1973), plantas daninhas são plantas cujas vantagens ainda não foram descobertas, ou plantas que interferem com o objetivo do homem em determinada situação.

Em 2016, as plantas daninhas causaram prejuízos da ordem de 28 bilhões de dólares nos Estados Unidos. No Brasil o custo médio para o controle de daninhas varia entre R\$ 120 a 236,00 por hectare (FAUDIN, 2017).

Entre as espécies de plantas daninhas de difícil controle, destaca-se *Spermacoce verticillata* L., muito conhecida pelo nome de vassourinha-de-botão (LORENZI, 2008). Esta espécie é nativa da América Tropical, e foi introduzida em outras regiões do mundo, como Europa, Estados Unidos e África (AKOBUNDU, 2002; CHIQUIERI *et al.*, 2004). É considerada uma planta rústica, pois se desenvolve mesmo em solos ácidos e pobres. Apresenta ciclo perene, reprodução exclusiva por sementes, porte herbáceo, caule ramificado e sistema radicular do tipo pivotante que pode alcançar grande profundidade no solo. Seu crescimento é semiprostrado ou ereto, podendo atingir até 120 cm de altura (KISSMANN; GROTH, 2000).

Na Amazônia, *S. verticillata* L., é considerada uma das espécies daninhas mais comum em áreas de pastagem nativa ou cultivada em terra firme, sobretudo em áreas degradadas ou em fase de degradação (CAMARÃO *et al.*, 1990; DUTRA *et al.*, 2004; FONTES *et al.*, 2011). Esta espécie também já foi relatada na literatura como causadora de prejuízos na cultura do feijão, cana-de-açúcar, mandioca, pastagens e milho (HAMMERTON, 1991; HOLM, 1997; JOHNSON, 1997; MARQUES *et al.*, 2011; DIAS FILHO, 2015). Os prejuízos às culturas são causados devido à competição por fatores de crescimento como água, nutrientes, espaço e luz.

A interferência das plantas daninhas é um dos principais fatores que influenciam o crescimento, desenvolvimento e produtividade das pastagens, podendo comprometer o estabelecimento da mesma e os ganhos de rendimento do rebanho, mesmo com adoção de espécies forrageiras adaptadas aos solos ácidos e de baixa fertilidade natural da região. A intensidade de competição entre as plantas cultivadas e as daninhas depende da disponibilidade de água e de nutrientes e das características das espécies, sobretudo da capacidade de desenvolvimento de um sistema extenso de raízes e com grande superfície de absorção (FONTES; TONATO, 2016).

Um dos métodos mais eficientes no controle de plantas daninhas é o químico, com utilização de herbicidas. Porém, o estágio de desenvolvimento da planta pode alterar a eficácia destes produtos (HETHERINGTON *et al.*, 1998; JOHNSON; HOVERSTAD, 2002; SILVA *et al.*, 2002). Em geral, aplicações realizadas em estágios iniciais de desenvolvimento resultam em maior eficácia de controle (MARQUES *et al.*, 2012). Plantas em estágio de desenvolvimento mais avançado são menos susceptíveis à ação dos herbicidas, reduzindo a eficiência destes produtos.

No Amazonas, pesquisas acerca de controle químico de vassourinha-de-botão, levando-se em conta o estágio de crescimento das plantas, são escassos. Porém, alguns estudos sugerem a utilização de 2,4-D + picloram ou paraquat; paraquat + diuron para plantas em estágio vegetativo pleno com plantas adultas pré-florescimento (FONTES, 2007; CALDEIRA *et al.*, 2014). Aliado a isso, apenas 4 herbicidas são registrados para o controle da espécie, sendo eles glufosinato de amônio, imazapir, picloram e diuron + hexazinona, o que restringe a possibilidade de controle da espécie em diferentes culturas (RODRIGUES, 2011).

O glyphosate é um herbicida foliar aplicado na pós-emergência de plantas daninhas, de ação sistêmica e não seletivo. O processo de transporte deste herbicida ocorre por difusão através da cutícula e por gradiente de concentração entre a região de deposição do produto e o interior da planta. Na planta o glyphosate é translocado predominantemente via floema, onde é altamente móvel (KRUSE *et al.*, 2000). O movimento do glyphosate pelo floema segue a mesma rota dos produtos da fotossíntese (açúcares), ocorrendo das folhas fotossinteticamente ativas, em direção às partes das plantas que utilizam esses açúcares para crescimento, manutenção e metabolismo, ou armazenamento para uso futuro (DELLACIOPPA *et al.*, 1986).

O Brasil possui 162,5 milhões de hectares com pastagens, correspondendo a 19% do território. Desse total, em torno de 53,1 milhões de hectares encontram-se em degradação, incluídas as pastagens com baixa produtividade, as improdutivas e as abandonadas que estão infestadas de plantas daninhas. Segundo o censo Agropecuários realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE no ano de 2017, o Amazonas possui 1.768.392 ha de áreas de pastagens, em torno de 439.050 ha com indícios de degradação (ABIEC, 2020).

Na região de Itacoatiara, *S. verticillata* vem sendo relatada por produtores locais, como uma espécie problema em grandes áreas de pastagens mal manejadas, localizadas em áreas de terra firme. Há relatos de que esta espécie não vem respondendo de forma esperada às aplicações de herbicidas, pois, alguns dias após a aplicação, as plantas conseguem rebrotar e se estabelecer novamente nas áreas. As causas da ineficiência podem estar relacionadas ou à dose de aplicação ou ao estágio de crescimento das plantas. Assim, a identificação da dose ideal e do estágio de crescimento da planta, mais susceptível à aplicação, pode ajudar os produtores a controlar a infestação das plantas de vassourinha-de-botão nas áreas de pastagens da região.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência do glyphosate no controle da vassourinha-de-botão (*S. verticillata* L.) em diferentes estágios de crescimento, buscando identificar o estágio de crescimento mais susceptível ao herbicida.

2.2 Objetivos específicos

Identificar o estágio de crescimento de *S. verticillata* L. mais susceptível à aplicação do glyphosate;

Indicar a dose de aplicação ideal para o controle eficiente de *S. verticillata* L.;

Contribuir para o manejo desta espécie em áreas de pastagens, no estado do Amazonas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Caracterização da espécie *Spermacoce verticillata* L.

Spermacoce verticillata L. (família Rubiaceae), conhecida pelo nome de vassourinha-de-botão, é considerada uma espécie rústica, pois pode se desenvolver em diferentes condições,

como beiras de estradas, pastagens e cultivos agrícolas, devido à sua adaptação aos diferentes tipos de solos (alcalinos, ácidos e pobres em nutrientes) e ambientes (KISSMANN; GROTH, 2000). Sua reprodução ocorre exclusivamente por sementes, a via fotossintética provável é a do tipo C4, que forma rapidamente seu sistema radicular, passando a interferir em culturas agrícolas e pastagens de maneira significativa. O ciclo de vida é classificado como perene simples (CERQUEIRA *et al.*, 2013).

As sementes de *S. verticillata* são pequenas (1,0 a 4,0 mm). São classificadas como sementes ortodoxas, ou seja, tolerantes à dessecação, e são do tipo fotoblásticas neutra, capacidade de germinar na presença e ausência de luz, as temperaturas que promovem maior germinação estão entre 20 e 35°C. A dinâmica populacional da espécie é influenciada por elevadas temperaturas (acima de 25°C) e condições de luminosidade de 12 horas diárias. As estruturas reprodutivas são produzidas em grande quantidade sendo de fácil dispersão (MARTINS, 2008).

Durante seu crescimento, *S. verticillata* assume estrutura subarborescente, de *habitat* terrestre. A altura oscila entre 30-120 cm, com flores com lobos do cálice linear-espatulados, cápsulas de até 2,5 mm de comprimento e glabras. Exibe de 1 a 3 glomérulos por ramos (NEPOMUCENO *et al.*, 2018).

3.2 Manejo de plantas daninhas

Um dos grandes limitantes do manejo adequado de plantas daninhas é a falta de conhecimento das espécies que se deseja controlar. As plantas daninhas competem com pastagens pelos recursos e essa competição é importante, porque pode afetar os fatores que influenciam o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das pastagens, podendo comprometer o estabelecimento da mesma e os ganhos de rendimentos (SILVA; SILVA, 2007). A competição com a forrageira pode ser direta, por água, luz e nutrientes, e indireta, quando reduz qualitativamente e quantitativamente o rendimento forrageiro, causando custos e danos e podendo, dependendo das espécies daninhas, provocar ferimentos nos animais (PITELLI, 1985).

O manejo das plantas daninhas consiste em suprimir o crescimento ou a densidade de indivíduos até níveis aceitáveis, não ocasionando prejuízos para a cultura principal. Existem diferentes métodos para controle de plantas daninhas, sendo o controle químico o mais utilizado (CARVALHO, *et al.* 2002).

3.3 Controle químico de *Spermacoce verticillata* L.

Spermacoce verticillata L., conhecida como vassourinha-de-botão, possui ampla distribuição no Brasil, infestando áreas de cultivo, pastagens e áreas desocupadas. A preocupação dos agricultores se deve pela dificuldade do controle da mesma com herbicidas (MCT, 2002; TONI; MARIATH, 2004). Esta falha de controle reduz significativamente o desenvolvimento das pastagens, devido a competição pelos fatores de produção (CERQUEIRA *et al.*, 2013).

Entre as táticas de manejo de plantas daninhas, predomina o controle químico como o método de maior sucesso em sistemas de produção de pastagens em todo o mundo. Segundo Caldeira *et al.* (2014), a melhor opção de controle se dá pelo uso de 2,4-D + picloram. Fontes (2007), ao estudar manejo de plantas daninhas em seringais de cultivo na Amazônia, obteve excelentes resultados com a aplicação de paraquat e paraquat + diuron em plantas com pleno estágio vegetativo, em alternativa ao herbicida glyphosate.

Fadin (2017) obteve bons resultados no controle de *S. verticillata* utilizando paraquat, 2,4-D, glyphosate, flumioxazin, cloransulam-methyl e saflufenacil, bem como a mistura de glyphosate com 2,4-D, saflufenacil e flumioxazin em três estágios fenológicos distintos: 2-4 folhas, 4-6 folhas e florescimento. Já, Lourenço (2018) resultados satisfatórios relacionados ao controle desta espécie foram obtidos com a utilização das combinações dos herbicidas Glyphosate + Carfentrazone + Saflufenacil, Glyphosate + Carfentrazone + Flumioxazin, Glyphosate + Saflufenacil + Flumioxazin. Este autor observou ainda que, em plantas mais velhas, o glyphosate foi eficiente com doses iguais ou superior a 2.880 g ha⁻¹ e.a.

Existem fatores relacionados ao escape de plantas daninhas ao controle de herbicidas, entre eles pode estar ligado a fatores humanos, ambientais ou do próprio vegetal. A penetração da molécula do herbicida ocorre pelos tecidos aéreos (folhas, caules, flores e frutos), e por órgãos subterrâneos (raízes, rizomas e tubérculos) sendo a folha a principal via de entrada do herbicida na planta em aplicações em pós-emergência (SILVA *et al.*, 2007).

Estudos relativos à penetração e absorção dos herbicidas pelos tecidos vegetais são fundamentais para o sucesso do controle químico de plantas daninhas (FERREIRA *et al.*, 2006). Sendo assim, a morfologia das plantas, principalmente das folhas, influencia a quantidade do herbicida interceptado e retido, ao passo que sua anatomia determina a facilidade com que esses

produtos serão absorvidos. Basicamente, a eficácia de controle dos herbicidas aplicados em pós-emergência, relaciona-se diretamente com a morfologia da folha (PROCÓPIO *et al.*, 2003).

3.4 Herbicida glyphosate

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 defesa da planta a patógenos e insetos e produção de hormônios que são produzidos a partir do corismato (SHANER; BRIDGES, 2003). O glyphosate pode ainda afetar diretamente a fotossíntese da planta, reduzindo a atividade da ribulosebifosfatocarboxilase/oxigenase (RUBISCO), diminuindo a síntese de clorofila e interferindo na organização do aparelho fotossintético. Como resultado, tem-se um declínio no total de proteínas, cofatores enzimáticos, metabólitos secundários e fotossíntese, resultando na morte da planta (DUKE; POWLES, 2008).

O glyphosate consiste-se no herbicida de mais ampla utilização em todo o mundo, devido à crescente adoção de culturas transgênicas tolerantes ao herbicida e à facilidade do seu uso, pois este apresenta baixa toxicidade, baixo custo, amplo espectro de controle e rápida adsorção no solo (VELINI *et al.*, 2009).

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).

O glyphosate é absorvido basicamente pelas regiões clorofiladas das plantas (folhas e tecidos verdes) e translocado, preferencialmente, pelo floema para os tecidos meristemáticos (GALLI; MONTEZUMA, 2005). A aplicação desse herbicida tem efeito rápido, paralisando o crescimento da planta, sendo os principais sintomas, clorose de pontos de crescimento e de folhas jovens. Leva-se de duas a três semanas para as plantas tornarem-se totalmente necrosadas (FONTES, 2003).

Entretanto, o glyphosate, quando aplicado, é moderadamente absorvido pela cutícula e necessita, em média, de seis horas sem chuvas após a aplicação para haver controle adequado de plantas sensíveis (MONQUERO; SILVA, 2007). De acordo com Martini *et al.* (2003), o

glyphosate possui características hidrofílicas em sua molécula. Sua absorção se torna lenta devido à presença de uma cutícula que recobre a superfície dos vegetais. Essa cutícula possui propriedades apolares e se torna uma barreira à penetração do herbicida. Desta forma, necessita de maiores períodos a fim de que quantidades letais possam penetrar, translocar e agir na planta.

Uma característica importante do glyphosate é sua capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo e permanecer inativo até sua completa degradação. O glyphosate é rapidamente degradado por microrganismos do solo, sendo que sua meia-vida é de 32 dias (GIESY *et al.*, 2000).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi instalado e conduzido na área experimental do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia–ICET, da Universidade Federal do Amazonas–UFAM, Itacoatiara–AM (3°08'32"S, 58°25'56"W). O clima da região, segundo a classificação climatológica de Köppen é do tipo Ami, com a temperatura média anual em torno de 30°C, a umidade relativa sempre superior a 80% e a precipitação média anual está em torno de 2.500 mm (ALVARES *et al.*, 2013).

S. verticillata foi identificada em áreas de pastagens degradadas localizadas em propriedades rurais do município de Itacoatiara-AM, com grande ocorrência da espécie. A identificação foi por meio de verificação das plantas em visita *in loco*, e por meio de coleta de partes das plantas para comparação com material de herbário devidamente identificado, chave de identificação e literatura específica.

Foram coletados glomérulos de vassourinha-de-botão, contendo frutos que foram limpos manualmente, e de onde foram retiradas as sementes maduras. Estas sementes foram beneficiadas e postas para germinar em bandejas plásticas brancas de polietileno, a 1 cm de profundidade, dispostas em bancadas na casa de vegetação do ICET. O substrato utilizado para a germinação foi areia lavada, esterilizada em autoclave a 120°C por uma hora, a fim de eliminação de sementes de outras espécies de plantas. Foram oferecidas às sementes condições ideais de germinação. Depois de emergidas, as plântulas de *S. verticillata* foram tratadas com a solução nutritiva Planta 100[®] até atingir o tamanho de aproximadamente 5 cm. Em seguida, estas foram transplantadas para sacos plásticos pretos com capacidade de 2 kg, dispostos a céu aberto. O substrato utilizado para o crescimento das plantas de vassourinha-de-botão foi o solo coletado, a uma profundidade de até 20 cm, de 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, com nomenclatura comercial de Roundup Original: 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, em que cada repetição foi representada por uma planta. O herbicida foi aplicado utilizando um pulverizador costal, regulado e calibrado no momento da aplicação, observando-se as condições ambientais ideais de aplicação, como temperatura, velocidade do vento e umidade relativa (Tabela 1).

Tabela 1 - Condições ambientais verificadas durante a aplicação do herbicida, Itacoatiara-AM, 2020

Aplicação	Data	Horário (h)	Vento (Km/h)	U.R (%)	Temperatura média do ar (°C)
1	14/01/2020	16:00	4,3	84	27,6
2	13/02/2020	17:00	4,1	77	28,5
3	14/03/2020	16:30	3,8	82	27,0
4	13/04/2020	08:00	4,1	93	24,0

A velocidade do vento foi medida com utilização de anemômetro digital, e a umidade relativa do ar (U.R) e temperatura, por meio de termohigrômetro digital.

Buscou-se manter durante a aplicação, uma mesma altura da ponta de pulverização (0,5 m acima da borda superior dos sacos plásticos), mesma velocidade de caminamento 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 e de 3 a 6 nós; no segundo estágio, aos 90 dias, as plantas apresentavam altura média de 16,9 cm e de 6 a 8 nós; 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 2). Estas avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida (DAA).

Tabela 2 - 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

Aos 42 DAA, 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: porcentagem de mortalidade (%), altura da planta (cm) e matéria seca da parte aérea (g).

Os dados de altura de plantas e matéria seca da parte aérea foram digitados em planilha eletrônica e transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$, para fins de análise de variância (ANOVA). Os resultados significativos tiveram as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o programa SISVAR 5.6 - Programa de Análises Estatísticas e Planejamento de Experimentos da Universidade de Lavras (FERREIRA, 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de fitotoxicidade feita aos 7 dias após aplicação do herbicida, em plantas com 60 dias de idade, observou-se que as doses 960, 1.920 e 2.880 g ha⁻¹ de e.a. provocaram necrose em cerca de 80% das folhas. Aos 14 dias, todas as doses provocaram danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes nas folhas. Aos 21 dias, todas as doses do herbicida causaram morte de todas as plantas submetidas aos tratamentos, obtendo 100% de controle. Na última avaliação, realizada aos 42 dias após aplicação do herbicida, não foi observado qualquer sinal de rebrota das plantas de vassourinha-de-botão (Tabela 3).

Tabela 3 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade observada em plantas de vassourinha-de-botão com 60 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	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	4	8	9	9	9	9	100

Plantas tratadas com glyphosate morrem lentamente, em poucos dias ou semanas, e devido ao transporte por todo o sistema, nenhuma parte da planta sobrevive (COUTINHO; MAZO, 2005). Os primeiros sintomas que ocorrem nas plantas incluem inibição do crescimento, amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens que progride para necrose generalizada. Outros sintomas foliares são: enrugamento ou malformações (especialmente nas áreas de rebrotamento) e necrose do meristema. As folhas das plantas ficam estriadas e/ou avermelhadas e apresentam um alongamento do limbo foliar. O período da aplicação até a morte da planta é de 4 a 19 dias (VARGAS, 2003), período este corroborado pelos resultados desta pesquisa.

Em relação à aplicação realizada aos 90 dias após a emergência das plantas daninhas, observou-se na primeira avaliação, feita aos 7 dias após aplicação, que as doses 960 e 1.920 g ha⁻¹ de e.a. provocaram descoloração em algumas folhas. Estas alterações ficaram mais evidentes aos 14 dias, evoluindo para necrose de cerca de 80% das folhas, e morte de todas as plantas aos 35 dias da aplicação do herbicida. Aos 21 dias, as doses 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. causaram morte de todas as plantas, com 100% de controle (Tabela 4).

Tabela 4 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade observada em plantas de vassourinha-de-botão com 90 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	8	9	9	100
1.920	2	4	7	8	9	9	100
2.880	7	7	9	9	9	9	100
3.840	7	7	9	9	9	9	100

Na avaliação realizada aos 7 dias, em plantas com 120 dias de idade, observou-se que as doses 960, 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. causaram pequenas alterações cloróticas

visíveis algumas plantas. Estas alterações ficaram mais evidentes e intensas aos 14 dias. Aos 35 após aplicação, todas as doses avaliadas apresentaram danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas. Aos 42 dias, as doses 960, 1.920 g ha⁻¹ de e.a. provocaram danos extremamente graves nas plantas, sem, contudo, causar a morte destas plantas. Estas doses provocaram mortalidade em cerca de 75% das plantas. As doses 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. controlaram 100% das plantas de vassourinha-de-botão (Tabela 5).

Tabela 5 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade observada em plantas de vassourinha-de-botão com 120 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	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

Nas plantas com 150 dias de idade, observou-se na avaliação de fitotoxicidade feita aos 7 dias, que as doses 960, 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. provocaram pequenas alterações cloróticas visíveis em algumas plantas. Aos 14 e 21 dias, além da clorose, observou-se encarquilhamento das folhas. Aos 28 dias, todas as doses causaram necrose e destruição de cerca de 80% das folhas. Aos 42 DAA as doses 960, 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a. provocaram danos extremamente graves em algumas plantas, restando apenas algumas áreas verdes nas folhas, e morte de 50%, 70%, 60% e 80%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 - Notas de fitotoxicidade observadas por meio da escala adaptada EWRC (1964) aos 7, 14, 21 e 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate e porcentagem de mortalidade observada em plantas de vassourinha-de-botão com 150 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	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 mais velhas apresentam, geralmente, maior tolerância à aplicação de herbicidas. O controle proporcionado pelo glyphosate é influenciado pela absorção inicial e consequente pela translocação de quantidades suficientes para atingir o sítio de ação e a enzima-alvo. A absorção de herbicidas pela planta inicia-se com a penetração desse pela cutícula da folha,

epiderme, parênquima, até atingir os vasos condutores, onde serão translocados (SILVA *et al.*, 2007; SATICHIVI *et al.*, 2000). Algumas variações influenciam essa absorção, entre elas a idade da planta no momento da aplicação.

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 conseqüentemente maiores translocações (PASSOS; MENDONÇA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2013). A translocação varia entre espécies e plantas devido às diferenças em seu metabolismo, causadas por mudanças fisiológicas ou anatômicas.

Segundo Roman *et al.* (2005), os herbicidas pós-emergentes, aplicados nos 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. 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).

Em *Spermacoce densiflora*, planta da mesma família da vassourinha-de-botão, a aplicação de herbicida em pós emergência deve ser feita no início de desenvolvimento da planta, pois plantas mais velhas produzem mais folhas e brotos laterais, tornando seu controle mais difícil (FADIN *et al.*, 2018).

Oliveira Júnior (2011) observou que *S. verticillata* apresenta em sua morfologia grande quantidade de folhas sobrepostas. Logo, a falta de deposição de gotas do produto por toda a superfície foliar das plantas pode influenciar a distribuição do produto e, conseqüentemente, interferir na ação do glyphosate. A baixa deposição de gotas, ocasionada por excesso de área foliar e/ou folhas sobrepostas, pode ser denominada efeito guarda-chuva, promovendo menor superfície de molhamento e menor contato do produto com as plantas (SOUZA *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2011).

Fadin *et al.* (2018) observaram que as estruturas das folhas de *S. verticillata* podem influenciar na deposição, retenção, absorção e translocação de soluções aplicadas sobre as folhas, funcionando como barreiras e assim associando-se a maior ou menor suscetibilidade das plantas aos herbicidas.

De acordo com os resultados estatísticos deste estudo, obtidos pela análise de variância, as doses do glyphosate e os estágios de crescimento influenciaram significativamente a altura e a matéria seca das plantas de vassourinha-de-botão. Também se observou interação significativa, a nível de 5% de probabilidade, entre os fatores doses do herbicida *versus* estágio de crescimento (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância (ANOVA) referente à altura das plantas e à matéria seca da parte aérea de vassourinha-de-botão. Itacoatiara-AM, 2020

Fontes de variação	Graus de Liberdade	Altura de plantas	Matéria seca da parte aérea
		-----Valores de F _{cal} -----	
Doses	4	704,4*	828,2*
Estágios de crescimento	3	7.911,6*	1.930,9*
Doses x Estágio	12	100,7*	18,98*
CV (%)		3,45	6,87

*significativo a 5% de probabilidade

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a altura e a matéria seca da parte aérea de vassourinha-de-botão foram significativamente reduzidas em comparação com a testemunha em todos os estágios de crescimentos avaliados (Tabela 8).

Tabela 8: Altura e matéria seca da parte aérea de plantas de *S. verticillata* em diferentes estágios de crescimento (60, 90, 120 e 150 dias após a emergência, DAE) em relação às doses de aplicação de glyphosate. Itacoatiara-AM, 2020

Doses g ha ⁻¹ de e.a.	60 DAE		90 DAE		120 DAE		150 DAE	
	Altura (cm)	Matéria seca (g)	Altura (cm)	Matéria seca (g)	Altura (cm)	Matéria seca (g)	Altura (cm)	Matéria seca (g)
0	42,5 aC	2,31 aC	45,4 aC	2,42 aC	76,5 aB	7,03 aB	94,97 aA	10,47 aA
960	8,80 bD	0,09 bC	17,2 bC	0,29 bC	47,6 bB	1,32 bB	93,14 bA	5,36 bA
1.920	7,53 bD	0,07 bC	16,1 bC	0,31 bC	48,1 bB	1,31 bB	91,41 bA	3,48 cA
2.880	8,14 bD	0,08 bC	16,5 bC	0,34 bC	49,1 bB	1,15 bB	93,01 bA	3,28 cA
3.840	8,39 bD	0,08 bC	17,3 bC	0,39 bC	47,9 bB	1,33 bB	93,52 bA	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 Tukey a 5% de probabilidade.

As doses do herbicida acima de 0 (zero) g ha⁻¹ de e.a. não interferiram significativamente na altura das plantas, em nenhum estágio de crescimento (60, 90, 120 e 150 dias de idade). Isto também foi verificado para matéria seca da parte aérea, com exceção das plantas com 150 dias, em que a matéria seca das plantas que receberam a dose 960 g ha⁻¹ de e.a. foi maior do que a matéria seca das plantas que receberam as doses 1.920, 2.880 e 3.840 g ha⁻¹ de e.a.

Em relação ao estágio de crescimento, plantas mais velhas foram significativamente menos afetadas pelo herbicida do que plantas mais jovens. A altura e a matéria seca da parte

aérea das plantas com 60 dias de idade foram mais afetadas negativamente em comparação as plantas com idade de 150 dias, que sofreram os menores danos.

Segundo Gitti *et al.* (2011), a redução do crescimento ocorre porque o glyphosate é um inibidor da enzima EPSPs (enolpiruvilshiquimato3-fosfato sintase), presente na rota do ácido chiquímico e responsável pela biossíntese de compostos fenólicos nas plantas, dentre eles, o triptofano, precursor da síntese do ácido indolacético (AIA), um dos hormônios responsáveis pelo crescimento.

Segundo Takano *et al.* (2013), o grau de dificuldade de controle de plantas daninhas com herbicidas aumenta com o desenvolvimento da planta. Fadin *et al.* (2018) observaram que os herbicidas chlorimuron-ethyl, s-metolachlor, carfentrazone-ethyl e a mistura glifosato + carfentrazone-ethyl foram eficientes no controle de plantas de de varourinha-de-botão com até 6 nós. Estes autores destacaram que o manejo de *S. verticillata* com herbicida deve ser feito no início de desenvolvimento da planta, uma vez que as plantas se apresentam menos ramificadas, e com menos brotações.

Lourenço (2018), ao estudar o efeito de doses de glyphosate no controle de vassourinha-de-botão, não obteve controle das plantas com a dose 920 g ha⁻¹ e.a. Com aplicação da dose 1920 g ha⁻¹ e.a. o controle da planta daninha não ultrapassa 20%. Somente a partir da dose 2.880 g ha⁻¹ e.a. estes autores conseguiram 100% de mortalidade. Os resultados obtidos por Lourenço (2018) diferem dos resultados desta pesquisa, que obteve controle satisfatório com a dose 960 g ha⁻¹ de e.a de glyphosate.

6 CONCLUSÕES

O controle satisfatório foi conseguido com aplicação do herbicida glyphosate em plantas com idade de 60 e 90 dias, em detrimento daquelas em estágio mais avançado de desenvolvimento.

Todas as doses a partir de 960 g ha⁻¹ de e.a. de glyphosate se mostraram eficientes no controle de *S. verticillata*;

Nas condições em que este estudo foi realizado, e considerando um menor gasto no controle e menor prejuízo ao meio ambiente, recomenda-se adoção da dose 960 g ha⁻¹ de e.a de glyphosate, aplicadas em até 90 dias após a emergência de *S. verticillata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes – ABIEC, 2020. Perfil da pecuária no Brasil. Disponível em: https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/05/SUM%c3%81RIO-BEEF-REPORT-2020_NET.pdf. Acessado em 12/11/2020.

AKOBUNDU, O. Weed seedbank characteristics of arable fields under different fallow management systems in the humid tropical zone of southeastern Nigeria. **Agroforestry Systems**. 2002.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711728, 2013.

CALDEIRA, D. S. A.; AMARAL, V. N. do.; CASEDEI, R. A.; BARROS, L. V de. Controle de plantas daninhas em pastagem usando doses e misturas de herbicidas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1.052-1.060, 2014.

CAMARÃO, A. P.; SIMÃO NETO, M.; SERRÃO, E. A. S.; RODRIGUES, I. A.; LASCANO, C. **Identificação e composição química de espécies invasoras consumidas por bovinos em pastagens cultivadas em Paragominas, Pará**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 62 p., 1990. (Embrapa CPATU. Boletim de pesquisa, 104)

CARVALHO, F. T.; PEREIRA, F. A. R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R. R. B. Manejo Químico das Plantas Daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em Sistema de Plantio Direto da Cultura da Soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 145-150, 2002.

CERQUEIRA, F. B.; ERASMO, E. A. L.; SILVA, J. I. C.; NUNES, T. V.; CARVALHO, G. T. Competição inicial entre cultivares de arroz de terras altas tolerantes à seca e plantas daninhas sob condições de estresse hídrico. **Planta Daninha**, v. 31, p. 291-302, 2013.

CHIQUIERI, A.; DI MAIO, F. R.; PEIXOTO, A. L. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. Na Flora Brasiliensis de Martius. **Rodriguésia**. 2004.

COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H. **Complexos metálicos com o herbicida glifosato: Revisão**. Quim. Nova, Vol. 28, Nº6, 1038-1045, 2005

DELLACIOPPA, G.; BAUER, C.; KLEIN, B. K.; SHAH, D. M.; FRALEY, R. T.; Translocation of the precursor of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase into chloroplasts of higher plants in vitro. **Proc. National Acad. Sci. USA**, v. 83, p. 6973-6877, 1986.

DIAS-FILHO, M. B. **Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 41p.

DIAS-FILHO, M. B. **Controle de capim-capeta (*Sporobolus indicus* (L.)) em pastagens no estado do Pará**, Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 7p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 268)

DUTRA, S.; SOUZA FILHO, A. P.; MASCARENHAS, R. E. B.; GONÇALVES, C. A.; Controle integrado de plantas invasoras em pastagens cultivadas no município de Terra Alta, Nordeste Paraense. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**, (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento), 2004. 30 p.

DUKE, S. O.; POWLES, S. B. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. **Pest Management Science**, v. 64, p. 319–325, 2008.

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

FADIN D. A.; TORNISIELO, V. L.; BARROSO, A. A. M.; RAMOS, S.; REIS, F. C. dos.; MONQUEIRO, P. A. Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. **Weed Research**, v. 58, p. 12329, 2018.

FADIN D. A. Aspectos da biologia e do controle químico de *Spermacoce verticillata* L. 2017, 68 p., Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia/ Ambiente da UFSCar-CCA). Campus Araras, Universidade de São Carlos, Araras.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 5.6. Lavras: UFLA/DEX, 2015. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>. Acesso em: 21 de janeiro 2020.

FERREIRA, A. C. B.; BARROS, A. C. de.; LAMAS, F. M. **Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa, 2006. (Circular Técnica, 96)

FISCHER, H. H. **Conceito de ervas daninhas**. In: Rodrigues, J.J., WILLIAN, R.D. (Eds.) Curso Intensivo de controle químico de ervas daninhas. Viçosa, MG. UFV, 1973, p.1-74.

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

FONTES, J. R. A. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas**. Documentos 113. Planaltina. dez. 2003.

FONTES, J. R. A.; PERIN, R.; SOUZA, J. N.; MARTINS, G. C.; SANTOS, A. M. B. Manejo integrado de plantas daninhas em pastagens na integração lavoura-pecuária-floresta. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 10 p. (**Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 37**)

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, 2016. 6 p. (**Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 54**)

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glyphosate na agricultura**. São Paulo: Monsanto do Brasil; 60 p., 2005.

GIESY, J. P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K. R. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 167, p.35-120, 2000.

GITTI, D. C.; PERON, I. B. G.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C.; RODRIGUES, R. A. F. Glyphosate como regulador de crescimento em 65 arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011.

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

HETHERINGTON, P. R.; REYNOLDS, T. L.; MARSHALL, G.; KIRKWOOD, R. C. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, p. 1.567-1.576, 1998.

HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E.; JUAN, V. **World weeds: Natural histories and distribution**. Wiley-Blackwell, 1129 p., 1997.

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

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, p. 548-553, 2002.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas: Tomo III**. 2.ed. São Paulo: Basf. 722p., 2000.

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

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640p.

LOURENÇO, M. F de C. **Manejo químico de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) na cultura da soja**. 2018. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Programa em Proteção de Plantas). Instituto Federal Goiano, campus Urutaí, 2018.

Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT, 2002. **Recuperação de áreas de pastagens abandonadas e degradadas através de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental**. Disponível em: [https://qprocura.com.br/dp/15637/recuperacao-de-areas-depastagens-abandonadas-e-degradadas-atraves-de-sistemas-agroflorestais-na-Amazonia Ocidental](https://qprocura.com.br/dp/15637/recuperacao-de-areas-depastagens-abandonadas-e-degradadas-atraves-de-sistemas-agroflorestais-na-Amazonia-Ocidental). Acesso em: 20 ago. 2020.

MARQUES, L.J.P.; SILVA, M. R. M.; LOPES, G. S.; CORRÊA, M. J. P.; ARAUJO, M. S. Phytosociology of weeds in cowpea and cassava crops under the slash-and-burn with plow. **Planta Daninha**, v. 29, p. 981-989, 2011.

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**, v. 30, p. 809-816, 2012.

MARTINI, G.; PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; DURIGAN, J. C. Eficácia do herbicida glifosato-potássico submetido à chuva simulada após a aplicação. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.39-45, 2003.

MARTINS, B. A. B. **Biologia e manejo de planta daninha *Borreria densiflora* DC.** 2008. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v. 22, p. 445-451, 2004.

MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C. Efeito do período de chuva no controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea purpurea* pelos herbicidas glyphosate e sulfosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.399-404, 2007.

NEPOMUCENO, F. Á. A.; SOUZA, E. B. D.; NEPOMUCENO, I. V.; MIGUEL, L. M.; CABRAL, E. L.; LOIOLA, M. I. B. O gênero *Borreria* (*Spermacoceae*, Rubiaceae) no estado do Ceará, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 715-731, 2018.

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 Editora, p.141-192, 2011.

PASSOS, M. A. B.; MENDONÇA, M. S. Epiderme dos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em três fases de desenvolvimento. **Acta Amazônica**, v. 36, p. 431-436, 2006.

PITELLI, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. In: **simpósio sobre ecossistema de pastagens**, 1. 1989. Jaboticabal: FUNEP, p. 69-86, 1985.

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

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

RODRIGUES COSTA, A. C. P; MARTINS, D; COSTA, N. V. Uniformidade de deposição de gotas de pulverização em plantas de amendoim e *Brachiaria plantaginea*. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 939- 951, 2011.

ROMAN, E.S. *et al.* **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação.** Passo Fundo: Berthier, 2005. 158p.

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

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

SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed science**, 30(supl. 1): 2-12, 1956

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

SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A. A. (Orgs.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV. 2007. v. 1, p. 149-187.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. **Biologia e Controle de Plantas Daninhas**. Brasília: ABEAS, 2002. 189 p.

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALLADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. São Paulo: 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**. 2013; 12: 1-13.

TONI, K. L. G.; MARIATH, J. E. A. Desenvolvimento do rudimento seminal em *Borreria verticillata* (L). G. Mey. (Rubiaceae – Rubioideae – Spermacocaea). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 185-192, 2004.

VARGAS, L. **Sintomas e diagnose de toxicidade herbicida na cultura da maçã**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2003.

VELINI, E. D.; MENDONÇA, C. G.; MARTINS D. **Modo de ação do glyphosate**. In Glyphosate, E. D. VELINI. *et al.* Fundação de Estudos e Pesquisas Florestais. Botucatu-SP, Brasil. p. 113-133, 2009