



GUILHERME ANTONIO VIEIRA DE ANDRADE

**SELETIVIDADE E FITOTOXIDADE DE HERBICIDAS NA
CULTURA DA PITAIA**

**LAVRAS-MG
2022**

GUILHERME ANTONIO VIEIRA DE ANDRADE

SELETIVIDADE E FITOTOXIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA PITAIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

**LAVRAS-MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Repositório
Insitucional da Biblioteca Universitária da UFLA**

Andrade, Guilherme Antônio Vieira de.
Seletividade e fitotoxicidade de herbicidas na cultura da pitais /
Guilherme Antônio Vieira de Andrade. - 2022.
53 p. : il.

Orientador(a): Leila Aparecida Salles Pio.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.
Bibliografia.

1. Plantas daninhas. 2. Controle. 3. Pós-emergentes. I. Pio, Leila
Aparecida Salles. II. Título.

GUILHERME ANTONIO VIEIRA DE ANDRADE

SELETIVIDADE E FITOTOXIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA PITAIA

SELECTIVITY AND PHYTOTOXICITY OF HERBICIDES IN THE PITAIA CROP

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em: 08 de fevereiro de 2022.

Dra. Leila Aparecida Salles Pio UFLA

Dra. Marcia Alessandra Brito de Aviz UFRA

Dr. Adenilson Henrique Gonçalves UFLA



Prof. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

À minha família, aos meus amigos, e a todos que sempre torceram por mim, e que foram fundamentais para eu chegar até aqui.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida e por estar sempre me guiando e abençoando minha trajetória, me permitindo concluir mais essa etapa com sucesso.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado, e por fornecerem todo o suporte necessário.

À professora e orientadora Leila Aparecida Salles Pio, pelas orientações e ensinamentos compartilhados, além de todo o apoio e dedicação.

Aos graduandos e pós-graduandos que auxiliaram no desenvolvimento das atividades durante a evolução do projeto, em especial ao pós-doutorando Pedro Maranha Pecche, pelas orientações e ensinamentos.

Ao professor Adenilson Henrique Gonçalves, do Departamento de Agricultura, pelo auxílio na elaboração do projeto e condução dos experimentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pelos conhecimentos compartilhados durante as disciplinas do curso.

Ao técnico do setor, Evaldo Melo, pela ajuda desde a implantação do experimento e manutenção das condições do pomar para a realização.

Aos meus pais Anir e Edna e à minha irmã, que sempre me incentivaram e me apoiaram em todas as minhas decisões e caminhos trilhados!

À Mannon, que me incentivou, apoiou e auxiliou em tudo que foi necessário do início ao fim dessa jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Muito obrigado!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

A produção de pitaia vem crescendo em várias regiões do Brasil, com destaque para o estado de São Paulo, que possui a maior produção da fruta no país. Para obter boa produtividade na cultura, o controle de plantas daninhas é fundamental, porém, o uso pode possibilitar fitotoxicidade e perda no desenvolvimento das plantas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes herbicidas na pitaia de polpa vermelha e polpa branca no crescimento inicial e os efeitos de fitotoxidez no desenvolvimento das mudas. O experimento foi conduzido a campo, na estação experimental do setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, entre os meses de agosto de 2020 a maio de 2021. Foram realizados dois experimentos: o primeiro utilizando pitaia da polpa vermelha, com mudas de alta taxa de crescimento e vários brotos novos e, o segundo, com mudas de pitaia da polpa branca com apenas cladódios maduros e baixa taxa de crescimento. O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições para pitaia vermelha e três para pitaia branca, sendo três plantas por parcela em ambos os experimentos. Os tratamentos foram constituídos por testemunha, fomesafem, glufosinato de amônio, glifosato, cletodim, carfentrazone-etílica, imazetapir e clorimurrom. Foram avaliados sintomas visuais de fitointoxicação aos 7, 14, 21, e 28 dias após aplicação dos herbicidas. Aos 30 e 60 dias após aplicação, avaliou-se a porcentagem de necrose, crescimento dos cladódios e número de brotos novos. Para a pitaia de polpa vermelha o herbicida cletodim durante todos os períodos de avaliação não apresentou sintomas visuais de fitotoxicidade e necrose nas mudas, e os maiores crescimentos dos cladódios e números de brotos foram nos tratamentos com cletodim, imazetapir e a testemunha. Para a pitaia de polpa branca os herbicidas cletodim, imazetapir, clorimurrom apresentaram menor fitotoxidez nas mudas. Os maiores crescimentos dos cladódios foram nos tratamentos com cletodim e a testemunha aos 60 dias após aplicação, e não houve crescimento de brotos novos. Para as pitaias de polpa vermelha e branca o herbicida cletodim se torna uma alternativa para uso no controle de planta daninhas de folha estreita sem provocar danos visuais severos às mudas.

Palavras-chave: Plantas daninhas. Controle. Pós-emergentes.

ABSTRACT

In Brazil, pitaya production has been growing in several regions of Brazil, especially in the state of São Paulo, which has the largest production of the fruit in the country. To obtain good productivity in the culture, the control of weeds is fundamental, however the use can allow phytotoxicity and loss in the development of the plants. Thus, the present work aimed to evaluate the effect of the application of different herbicides on red and white pulp pitaya on initial growth and the effects of phytotoxicity on seedling development. The experiment was conducted in the field, at the experimental station of the fruit growing sector of the Federal University of Lavras between the months of August 2020 to May 2021. Two experiments were carried out: the first using pitaya of red pulp, with seedlings of high rate of growth and several new shoots and the second with pitaya seedlings with white pulp with only mature cladodes and low growth rate. The experiment was arranged in a randomized block design, with four replications for red pitaya and three for white pitaya, with three plants per plot in both experiments. The treatments consisted of control, fomesafem, glufosinate ammonium, glyphosate, clethodim, carfentrazone-ethyl, imazethapyr and chlorimuron. Visual symptoms of phytotoxicity were evaluated at 7, 14, 21, and 28 days after herbicide application. At 30 and 60 days after application, the percentage of necrosis, cladode growth and number of new shoots were evaluated. For the red-fleshed dragon fruit, the herbicide cletodim during all evaluation periods did not present visual symptoms of phytotoxicity and necrosis in the seedlings and the highest growth of cladodes and number of shoots were in the treatments with cletodim, imazethapyr and the control. For the white-fleshed dragon fruit, the herbicides cletodim, imazethapyr, clorimuron showed lower phytotoxicity in the seedlings. The highest growth of cladodes was in the treatments with cletodim and the control at 60 days after application, and there was no growth of new shoots. For pitayas with red and white pulp, the herbicide cletodim becomes an alternative for use in controlling narrow-leaf weeds without causing severe visual damage to the seedlings.

Key words: Weeds. Control. Emerging post.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 - Percentagem de necrose em mudas de pitaia de polpa vermelha aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....42
- Figura 2 - Percentagem de necrose em mudas de pitaia de polpa branca aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....43
- Figura 3 - Crescimento de cladódios das mudas de pitaia de polpa vermelha aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....45
- Figura 4 - Crescimento de cladódios das mudas de pitaia de polpa branca aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....46
- Figura 5 - Número de brotos novos em mudas de pitaia de polpa vermelha aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara época de avaliação dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em cada época de avaliação) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.47

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, mecanismo de ação e dose utilizada nos tratamentos....	35
Tabela 2 - Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação.	36
Tabela 3 - Notas médias de fitotoxicidade dos tratamentos por meio da escala EWRC (1964), aplicados em mudas de pitaia de polpa vermelha obtida pela média das parcelas.	12
Tabela 4 - Notas médias de fitotoxicidade dos tratamentos por meio da escala EWRC (1964), aplicados em cladódios de pitaia de polpa branca obtida pela média das parcelas.	39

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Origem e classificação botânica	14
2.2 Importância econômica	16
2.3 Fisiologia e exigências edafoclimáticas.....	17
2.4 Manejo de plantas daninhas.....	19
2.5 Manejo químico de plantas daninhas.....	20
2.6 Fitotoxicidade de herbicidas	21
REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO 2 SELETIVIDADE E FITOTOXIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA PITAIA	30
1 INTRODUÇÃO	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 Local e implantação	34
2.2 Caracterização do substrato e condução.....	34
2.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	34
2.4 Aplicação dos herbicidas	35
2.5 Parâmetros avaliados.....	35
2.5.1 Avaliação visual de fitotoxicidade	35
2.5.2 Avaliação de crescimento dos cladódios e número de brotos	36
2.6 Análise de dados	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, sendo superado apenas pela China e Índia (MAPA, 2018; FAOSTAT, 2019). Dentre as espécies de frutíferas com potencial econômico destaca-se a pitiaia, por sua adaptação e rusticidade, apresentando alta produtividade, mesmo em condições adversas de ambiente, como déficit hídrico e extremos de temperaturas (WANG *et al.*, 2019). É originária do continente americano como a maioria das espécies nativas da América do Sul, apesar das regiões específicas ainda não serem bem definidas (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

Os frutos apresentam alto valor nutricional e atividade antioxidante na polpa e na casca (SANTOS *et al.*, 2016; PANGESTY *et al.*, 2018), contendo fibras com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico (MADANE *et al.*, 2020). É rica em compostos bioativos (antioxidantes) e nutrientes, principalmente K, Ca, Fe e Zn (PANGESTY *et al.*, 2018; RAHMAN *et al.*, 2020). A fruta é muito procurada, não só por sua aparência exótica, como também por suas características organolépticas (MOREIRA *et al.*, 2011).

Com rápido retorno econômico, a pitiaia pode iniciar a produção logo no primeiro ano após o plantio, com produtividade média variável, de acordo com as condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo e idade do pomar, podendo variar de 10 a 30 t ha⁻¹ (LE BELLEC *et al.*, 2006). Nos últimos anos, no Brasil, a produção de pitiaia vem crescendo e se difundindo para todas as regiões do país, com destaque para o estado de São Paulo, que possui a maior produção da fruta no país (WATANABE; OLIVEIRA 2014).

A pitiaia pertence à família das Cactaceae no qual tem um metabolismo ácido crassuláceo ou fotossíntese CAM (ORTIZ-HERNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012) com um sistema eficiente de retenção de água, controlando a abertura e o fechamento dos estômatos durante o dia. Essa frutífera possui grande potencial econômico e agrônômico, podendo ser cultivada em solos arenosos, pedregosos e maciços rochosos, em função de sua pouca exigência nutricional e resistência à baixa disponibilidade de água, bem como seu manejo simples e de baixo custo (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

A presença de plantas daninhas na cultura de interesse econômico pode causar perdas na produtividade. Tendo em vista que estas espécies frequentemente levam vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas e possuem características como: rápido crescimento, grande capacidade reprodutiva e elevada capacidade de exploração de nutrientes do solo e da

luminosidade, assegurando a permanência em locais de alta competição (BRAZ *et al.*, 2016). A realização do controle com aplicação de herbicidas de diferentes mecanismos de ação é necessária, e, em alguns casos, é até de interesse que apresentem efeito residual prolongado no solo, para evitar a reinfestação de algumas espécies de plantas daninhas (GALON *et al.*, 2017). A utilização do controle químico com o uso de herbicidas é o método mais utilizado na área agrícola, devido a sua eficiência e praticidade (HAMUDA *et al.*, 2016).

A eficácia dos herbicidas pode ser influenciada por diversos fatores, como as características físico-químicas do herbicida, dose do herbicida, a espécie a ser controlada, o estágio de desenvolvimento, a biologia da planta daninha, as técnicas de aplicação e os fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas (CIESLIK *et al.*, 2017).

O uso de herbicidas no controle das plantas daninhas, possui a desvantagem de poder possibilitar fitotoxicidade nas culturas que pode surgir por consequência de diversos fatores como a sensibilidade (natural ou intrínseca) da cultura ao herbicida (MAGALHÃES *et al.*, 2012). A inexistência de herbicidas seletivos registrados para a cultura da pitaiá, torna explícita a necessidade de pesquisas visando o preenchimento dessa lacuna. O uso indiscriminado de herbicidas nesta cultura pode provocar a redução de produtividade por danos causados pela fitotoxicidade, além de elevar o nível de seleção de espécies de plantas daninhas resistentes aos produtos comumente usados.

Diante disso objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes herbicidas na pitaiá de polpa vermelha e polpa branca no crescimento inicial e efeitos de fitotoxicidade no desenvolvimento de mudas de pitaiá.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e classificação botânica

A palavra pitaia, cujo significado é ‘fruta escamosa’, é de origem Taíno, ou seja, língua falada na região das Ilhas Antilhas, na época da conquista espanhola, no século XV (NUNES *et al.*, 2014). A pitaia é originária do continente americano, com a maioria das espécies nativas da América do Sul, apesar das regiões específicas ainda não serem bem definidas (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

A família Cactaceae compreende entre 120 a 200 gêneros e consiste em 1500 a 2000 espécies encontradas especialmente em regiões semidesérticas, nas regiões quentes da América Latina, sendo agrupados vários gêneros, sendo o mais cultivado o *Selenicereus*. As espécies mais conhecidas e cultivadas são a pitaya amarela (*Selenicereus megalanthus*), que tem casca amarela e polpa branca, pitaya de casca vermelha com a polpa branca (*Selenicereus undatus*), e a pitaya de casca vermelha e polpa vermelha (*Selenicereus costaricensis*) dependendo da variedade (LE BELLEC *et al.*, 2006).

As plantas das espécies *Selenicereus undatus* e *S. costaricensis* possuem hábito trepador, sendo considerado o mais vigoroso do gênero. Possuem ramos esbranquiçados com flores grandes, perianto externo segmentado e estigma com lóbulos amarelados. Frutos vermelhos, de formato ovóide, com diâmetro de 10 a 15 centímetros e peso de 250 a 600 gramas, coberto por escamas foliáceas que variam de tamanho e polpa vermelha e brancas (VAILLANT *et al.*, 2005). Essas espécies de pitaia eram anteriormente denominadas como do gênero *Hylocereus*, mas como é de fácil cruzamento entre as variedades e espécies decidiu-se pela adoção do mesmo gênero. A espécie *Selenicereus megalanthus* conhecida também como ‘pitaia amarela’ ou ‘pitaia colombiana’ apresenta polpa esbranquiçada e frutos com casca amarela. Crescem sobre árvores, formando ramos triangulares pendentes, com diâmetro em torno de 1,5 centímetros (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

A planta da pitaia é um cacto com hábito de cultivo perene e características de uma planta trepadeira, com presença de raízes aéreas (KISHORE, 2016), sendo todas as suas espécies epífitas, que necessitam de outras plantas ou estruturas para se manterem eretas (DONADIO, 2009). A planta possui características que permitem adaptações a condições ambientais adversas como ausência de folhas, presença de cladódios, que são caules modificados para a realização de fotossíntese e armazenamento de água, e metabolismo do tipo CAM (WANG *et al.*, 2019).

O sistema radicular é fasciculado, com cerca de 15 cm de profundidade e assimila baixos teores nutricionais do solo (LE BELLEC, 2006). O caule da pitáia é classificado morfológicamente como cladódio (segmentos de caules), suculentos e presença de espinhos de 2 a 4 mm de comprimento (TAO *et al.*, 2014).

Possuem floração lateral branca, abrindo ao anoitecer e exalando um perfume adocicado, que atrai as mariposas, seus polinizadores (DONADIO, 2009). A flor é hermafrodita de cor branca e aromática, o pólen é abundante e de cor amarela. Os botões florais são formados pouco antes da antese, apresentando rápido desenvolvimento, com pico de florada no verão. A antese ocorre à noite, iniciando no fim da tarde, e as flores só abrem uma vez. O fechamento ocorre na manhã seguinte, sendo que em dias nublados leva-se mais tempo para que ocorra seu fechamento. A coloração das sépalas é variável com a espécie, podendo ser totalmente esverdeadas ou apresentar os ápices avermelhados. A polpa é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca do receptáculo que circunda o ovário (ALMEIDA *et al.*, 2018).

O período necessário para o desenvolvimento completo do botão floral varia de 19 a 21 dias, e seus frutos podem ser colhidos no período de 30 a 40 dias após a polinização (MARQUES *et al.*, 2011). O fruto pode ser globoso ou subgloboso, variando o tamanho (10-20 cm de diâmetro), sendo sua coloração amarela ou vermelha, coberto por brácteas (BINSFELD *et al.*, 2019). Possuem algumas características marcantes como a presença de espinhos ou brácteas, a coloração da casca variando entre vermelho e amarelo, e a coloração da polpa com diferentes tons de vermelho, roxo ou branco (ESQUIVEL *et al.*, 2007; TAO *et al.*, 2014; PANGESTY *et al.*, 2018). Com massa variando de 200 g até 1 kg, sua polpa é constituída entre 60-80% do fruto (LE BELLEC *et al.*, 2006).

Os frutos são ricos em vitaminas B1, B2, B3, E e C, além de betacarotenos, licopenos, carboidratos, sais (potássio e magnésio) e polifenóis (ABREU *et al.*, 2012), fibras com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico (MADANE *et al.*, 2020). É uma fonte rica em compostos bioativos (antioxidantes) e nutrientes, principalmente K, Ca, Fe e Zn (PANGESTY *et al.*, 2018; RAHMAN *et al.*, 2020). Além da polpa, a casca pode ser utilizada na indústria alimentícia, de forma isolada ou em mistura com outros alimentos, para fornecimento de fibras e antioxidantes, melhorando a qualidade e conservação dos produtos (MADANE *et al.*, 2020; MUHIALDIN *et al.*, 2020).

As sementes são pequenas e numerosas, de colorações escuras, obovadas de 2 a 3 cm de largura dispostas na polpa da fruta, podendo esta ser rosa ou branca de acordo com a espécie,

de sabor agradável e levemente adocicado (ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000; BINSFELD *et al.*, 2019).

2.2 Importância econômica

A pitiaia é uma cultura em expansão, devido ao aumento significativo da demanda nos últimos anos, o aumento no consumo está relacionado ao seu alto valor nutricional e sabor agradável (CORDEIRO *et al.*, 2015). O consumo da pitiaia auxilia no tratamento e prevenção de doenças como o câncer, diabetes e na redução do colesterol, devido ao alto teor de compostos antioxidantes e oligossacarídeos (JERONIMO *et al.*, 2017; DIVAKARAN *et al.*, 2019; PANSAI *et al.*, 2020). A casca da pitiaia pode ser aproveitada na fabricação de geleias e iogurtes, resultando em produtos funcionais, com altos teores de flavonoides e baixos teores de lipídios (MARDIANA; PUTRININGTYAS, 2020). Nas sementes, são encontrados cerca de 50% de ácidos graxos essenciais, sendo 48% de ácido linoleico e 1,5% de ácido linolênico (ABREU *et al.*, 2012).

A indústria também pode utilizar a casca para extração de antioxidantes, como as betalaínas (THIRUGNANASAMBANDHAM; SIVAKUMAR, 2017). Além disso, a fruta pode ser utilizada na indústria farmacêutica como tônico cardíaco devido a presença da substância captina disponível no fruto, que auxilia na regulação da pressão arterial, combate as doenças relacionadas ao sistema respiratório como bronquite, possui propriedades curativas e protege contra úlceras, gastrites e tem função antidiabética e anti-inflamatória (RUTHS *et al.*, 2019).

Embora a produção de pitiaia tenha aumentado em muitos países devido ao seu potencial econômico e benefício nutricional (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO SALAZAR, 2012). A quantidade ofertada é muito aquém para suprir a demanda atual, tornando o preço elevado nas gôndolas dos supermercados, devido à lei da oferta e demanda (NORONHA; GASQUES; AMARO, 2019).

A Colômbia e o México são os maiores produtores de pitiaia, porém, devido às suas propriedades terapêuticas e nutricionais, agregam valor ao produto e vêm despertando o interesse de outros países. Essa espécie tem sido tradicionalmente consumida pelos países do México, Vietnã, da Colômbia e Nicarágua (CAVALCANTE *et al.*, 2011; MOREIRA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011). No Brasil, a comercialização de frutos de pitiaia é uma atividade recente, cerca de 10 anos. Os primeiros dados disponíveis são de 2005, no qual foi comercializada na CEASA (Central de Abastecimento S. A.) do Rio de Janeiro (Unidade

Grande Rio) a quantidade de 0,054 toneladas da fruta, proveniente do estado de São Paulo (PROHORT, 2016). As áreas de cultivo no Brasil são pequenas e localizadas principalmente no estado de São Paulo (JERONIMO *et al.*, 2017). Com produtividade média que varia de 10 a 30 t. ha⁻¹, dependendo das condições climáticas, tipo de solo, tratos culturais e idade do pomar (GALVÃO *et al.*, 2016). A região Sudeste corresponde a 95,9% da produção nacional, seguida das regiões Sul e Nordeste que representam aproximadamente produção de 2,38 e 1,05%, respectivamente (RUTHS *et al.*, 2019). Os dados obtidos no Censo Agropecuário de 2017 apontaram que o Brasil produziu cerca de 1.493,19 toneladas de pitaita, em 3.086 estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2017), evidenciando a crescente demanda e produção da fruta no território nacional.

Nos últimos anos no Brasil a produção de pitaita vem crescendo e se difundindo para todas as regiões do Brasil, com destaque para o estado de São Paulo, que possui a maior produção da fruta no país (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). Os meses de maior comercialização da fruta no Brasil ocorre entre dezembro a abril, devido à alta sazonalidade da produção, principalmente nas regiões Sul e Sudeste (WATANABE; OLIVEIRA 2014; CEAGESP, 2015). A concentração da produção em uma determinada época do ano está relacionada com as condições ambientais dos locais de cultivo, como fotoperíodo e temperatura (JIANG *et al.*, 2012; KISHORE, 2016).

Seu cultivo vem se intensificando nos últimos anos em função dos preços obtidos pelos frutos, nos mercados regionais, nacionais e internacionais. Em países produtores como México, Nicarágua, Malásia, Vietnã, Israel e mesmo no Brasil, a produção de pitaita ocorre, predominantemente, em pequenos cultivos, com comercialização restrita a mercados com maior poder aquisitivo (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

2.3 Fisiologia e exigências edafoclimáticas

A família Cactaceae tem um metabolismo ácido crassuláceo ou fotossíntese CAM (ORTIZ-HERNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012) por terem um sistema eficiente de retenção de água, controlando a abertura e o fechamento dos estômatos durante o dia. As plantas com este metabolismo têm capacidade de manter estômatos aberto durante a noite e acumular CO₂ na forma de malato, sem realizar a fotossíntese. Durante o dia os estômatos se encontram fechado, libera-se CO₂ armazenado no malato e, conseqüentemente, ocorre a fotossíntese (BIANCHI *et al.*, 2016). Essas plantas apresentam modificação do caule para armazenamento de água, redução ou ausência de folhas, superfícies revestidas com ceras naturais e estômatos

noturnos abrindo para absorver dióxido de carbono que permite que as plantas tolerem condições ambientais adversas (MARENCO; LOPES, 2013).

Diversos fatores bióticos e abióticos interferem no crescimento e na fisiologia reprodutiva da pitiaia, afetando a sua frutificação (KISHORE, 2016). Estresses fisiológicos, acometidos pelas condições de cultivo, são responsáveis pelo decréscimo nas produtividades em frutíferas, por desviar os metabolitos produzidos para rotas de defesas, além de comprometer a fotossíntese (MULLER *et al.*, 2011). Apesar da pitiaia ser uma planta que realiza o metabolismo ácido das crassuláceas (ou seja, é uma planta CAM), considerada resistente a condições extremas, o estresse hídrico é responsável pela redução nos teores de clorofila e na atividade de enzimas fotossintéticas, afetando diretamente o crescimento das plantas (BEN-ASHER *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2019).

Essa frutífera possui grande potencial econômico e agrônômico, podendo ser cultivada em solos arenosos, pedregosos e maciços rochosos, em função de sua pouca exigência nutricional e a resistência à baixa disponibilidade de água (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

A propagação desta espécie pode ser por sementes ou de forma vegetativa (estaquia), sendo esta última, a mais atrativa, por possibilitar a uniformização do plantel e por produzir frutos precocemente (RODRIGUES *et al.*, 2021). A propagação via sementes constitui importante forma de propagação, por permitir a variabilidade genética, tornando possível a seleção de características desejáveis em programas de melhoramento (ANDRADE *et al.*, 2008; RUTHS *et al.*, 2019).

Essa cultura pode se adaptar a diversos climas e regiões, porém, o ideal são temperaturas variando entre 18 e 26 °C, com altitude de 0 até 1.850 m acima do nível do mar, pluviosidade entre 1.200 e 1.500 mm anuais (DONADIO, 2009). Podendo sobreviver e se desenvolver em clima tropical seco e pode suportar temperaturas de até 40° C (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012). Para a produção regular de frutos durante o ano, é importante o conhecimento das relações entre florescimento e condições ambientais (RAVEH *et al.*, 1998), tendo em vista que a espécie é dependente de fotoperíodo, caracterizando-se como de dias longos. Nas condições ambientais de Lavras-MG, o florescimento da pitiaia ocorre de novembro a março, sendo registrados de 3 a 5 picos de florada (MARQUES *et al.*, 2011).

Quanto as condições do solo, para a cultura, o pH entre 5,5 e 6,5, bem drenados e de textura arenosa são os recomendados (REZENDE *et al.*, 2017). A adubação rica deve ser com matéria orgânica e nutrientes, tais como nitrogênio, potássio e fósforo (ORTIZ-HERNANDEZ, 2000). O nitrogênio possui grande demanda na fase de crescimento vegetativo, requerendo adubações durante o crescimento vegetativo até o pré florescimento, estimulando a emissão de

raízes e brotações (LIMA *et al.*, 2019), o potássio está relacionado à translocação de carboidratos e regulação da abertura e fechamento dos estômatos e o fósforo é necessário para a formação do fruto (MARENCO; LOPES, 2013).

2.4 Manejo de plantas daninhas

As plantas daninhas, como não passaram pelo processo de melhoramento genético e foram evoluindo como espécies invasoras, possuem alta capacidade de se desenvolverem em ambientes adversos, alta rusticidade, adaptações que lhes asseguram melhor dispersão, grande número de sementes viáveis além de variadas formas de multiplicação (IQBAL *et al.*, 2019). Estas espécies frequentemente levam vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas de interesse econômico e possuem características como: rápido crescimento, grande capacidade reprodutiva e elevada capacidade de exploração de nutrientes do solo e da luminosidade, assegurando a permanência em locais perturbados (BRAZ *et al.*, 2016).

Para alcançar altas produtividade os tratamentos culturais utilizados como manejo da irrigação, fertilização, poda, controle de pragas, doenças e o controle de plantas daninhas da área, principalmente entre linhas de plantio, é de extrema importância para o sucesso do pomar (HAMMERMEISTER, 2016). Tendo em vista que as plantas daninhas podem ser hospedeiras de pragas e doenças, bem como exercer efeitos alelopáticos que afetam o desenvolvimento da cultura (VASCONCELOS *et al.*, 2012).

Para obter sucesso no manejo de plantas daninhas é fundamental conhecer as características biológicas destas plantas e também da cultura, bem como a capacidade de interferência da comunidade infestante e os diferentes métodos de controle que podem ser empregados (MOROTA *et al.*, 2020). Os danos causados pelas plantas daninhas na fruticultura são decorrentes de efeitos diretos e indiretos as plantas. Os danos diretos nas culturas são aqueles que causam a perda de algum componente produtivo decorrente da disputa de recursos limitados do meio com as plantas daninhas, fenômeno este denominado competição (CARVALHO, 2013). Os danos indiretos não estão relacionados com a competição pelos recursos do meio, mas principalmente pelo fato da planta daninha tornar-se hospedeira alternativa de insetos pragas e também de doenças que causam danos às culturas (ROCHA *et al.*, 2021).

A competição das plantas daninhas com outras plantas ocorre principalmente devido a sua agressividade e grande produção de sementes com alta capacidade de disseminação e longevidade. Além disso, a competição das plantas daninhas por nutrientes inorgânicos é um

dos principais fatores limitantes na redução do crescimento e produção das culturas agrícolas (CARVALHO *et al.*, 2014; RAMOS *et al.*, 2019).

As perdas de produtividade podem ocorrer à medida que as plantas daninhas competem por água, luz e nutrientes, comprometendo a qualidade final do produto, ou indiretamente como hospedeiras de pragas e doenças comprometendo as práticas culturais e a colheita (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Estudos realizados com plantas daninhas constataram seus efeitos negativos no crescimento, desenvolvimento e produtividade na cultura do guaraná (SOARES *et al.*, 2019); berinjela (MARQUES *et al.*, 2017); na soja (ZANDONÁ *et al.*, 2018); no milho (GALON *et al.*, 2018), entre outras.

2.5 Manejo químico de plantas daninhas

As plantas daninhas são uma das principais restrições à produção de alimentos em sistemas agrícolas, tendo como principal impacto a redução dos rendimentos das culturas através da competição pela água, luz, espaço e nutrientes (RENTON; CHAUHAN, 2017). O manejo eficiente é crucial na agricultura, tendo em vista que as plantas daninhas competem com a cultura principal proporcionando impacto negativo sobre os rendimentos. A utilização do controle químico, devido à sua eficiência e praticidade, é o método mais utilizado nas áreas agrícolas (HAMUDA *et al.*, 2016).

O manejo de plantas daninhas com aplicação de herbicidas constitui uma boa opção a curto prazo, mas a dependência desta tecnologia como ferramenta única gera o risco de seleção de populações resistentes as plantas daninhas (PAZUCH *et al.*, 2017). O manejo químico é importante pois é de fácil utilização, com alta eficiência e estável controle de plantas daninhas (USUI, 2010).

Os herbicidas seletivos são usados para controlar as plantas daninhas devido aos seus efeitos não fitotóxicos nas plantas (ZHANG *et al.*, 2019), e os não seletivos são aqueles que afetam tanto as plantas daninhas quanto as plantas cultivadas (NAKKA *et al.*, 2019). A eficácia dos herbicidas pode ser influenciada por diversos fatores, como as características físico-químicas e dose do herbicida, a espécie a ser controlada (características estruturais próprias), o estágio de desenvolvimento e a biologia da planta daninha, as técnicas de aplicação e os fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas (CIESLIK *et al.*, 2017).

Mesmo quando aplicados na dose recomendada, os herbicidas podem ser considerados como pouco seletivos às culturas nos primeiros dias após a aplicação, essa característica é relativa e depende de vários fatores relacionados a natureza do produto (época, forma de

aplicação e mecanismo de ação), das particularidades morfofisiológicas e do estágio de desenvolvimento das plantas cultivadas e das plantas daninhas e das características do ambiente manejado (NAHHAL; HAMDONA, 2017; AZANIA, 2014).

No controle de plantas daninhas através do método químico, a principal dificuldade se deve ao aparecimento de populações de biótipos resistentes aos herbicidas empregados, havendo assim, a necessidade da utilização de um manejo integrado que consiste na combinação de múltiplas práticas de controle associadas, como aumento da intensidade de manejo do solo, uso rotineiro da rotação de culturas, adoção de técnicas culturais apropriadas e também a seleção de novos tipos de agentes de controle mais seletivos e menos agressivos ao homem e ao ambiente (RASSAEIFAR *et al.*, 2013). Para que este controle seja eficiente é preciso conhecer a sua seletividade, porque os danos acarretados às culturas podem ser maiores do que os proporcionados pela competição ocasionada pela convivência com as plantas daninhas (BRAZ *et al.*, 2016).

2.6 Fitotoxicidade de herbicidas

O uso de herbicidas no controle das plantas daninhas possui a desvantagem de poder possibilitar fitotoxicidade nas culturas que pode surgir por consequência de diversos fatores como a sensibilidade (natural ou intrínseca) da cultura ao herbicida, misturas de produtos, uso de adjuvantes, rotação de cultura, condições ambientais adversas, manejo incorreto durante a aplicação inadequação das doses, volume de calda, nutrição da planta, cultivar, clima e pela inadequada tecnologia de aplicação (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

A aplicação de herbicidas pode ocasionar efeitos fitotóxicos sobre a fisiologia da planta, porém variam em função da quantidade de herbicida que chega ao local de ação, podendo ser o suficiente ou não para que a fitointoxicação se manifeste. Plantas tolerantes a herbicidas possuem rotas metabólicas específicas que previnem possíveis danos causados por esses produtos químicos (YUAN *et al.*, 2006).

A ação fitotóxica de um herbicida pode ser separada em duas fases: modo de ação e mecanismo de ação. O mecanismo de ação pode ser entendido como o primeiro processo bioquímico ou biofísico que é inibido pelo herbicida em nível celular e pode ser suficiente para matar as plantas sensíveis. Modo de ação são todos os processos metabólicos que ocorrem em decorrência da ação do herbicida, isso inclui os sintomas visíveis nas estruturas das plantas e todas reações químicas (DAYAN, 2019).

O genótipo e as condições climáticas podem influenciar as respostas à aplicação de diferentes herbicidas e misturas para controle de plantas daninhas. Segundo Vennila, Durai e Palaniswami (2021), Fornazza *et al.* (2018) e Queiroz *et al.* (2017), trabalhando respectivamente com as culturas de cana-de-açúcar, soja e aveia, observaram que as plantas daninhas demonstraram diferentes respostas à aplicação de herbicidas, com problemas frequentes de fitotoxicidade e, às vezes, a perda de produção agrícola ou comprometimento da qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. D.; LOPES, C. D. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M. D.; BARCELO, M. D. F. P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [s.l.], v. 71, n. 4, p. 656-61, 2012.
- ALMEIDA, O. J. G.; DE SOUZA, L. A.; PAOLI, A. A. S.; DAVIS, A. R.; COTA-SÁNCHEZ, J. H. Pericarp development in fruit of epiphytic cacti: implications for fruit classification and macro-morphology in the Cactaceae. **Botany**, [s.l.], v. 96, n. 9, p. 621-635, 2018.
- ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, [s.l.], v. 21, n. 1, p. 71-75, 2008.
- AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de Herbicidas. In: MONQUERO, P. A. (Org). **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: RiMa, 2014. p. 217-233.
- BEN-ASHER, J.; NOBEL, P. S.; YOSSOV, E.; MIZRAHI, Y. Net CO₂ uptake rates for *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus* under field conditions: drought influence and a novel method for analyzing temperature dependence. **Photosynthetica**, [s.l.], v. 44, n. 2, p. 181-186, 2006.
- BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, [s.l.], v. 5, n. 4, p. 15-32, 2016.
- BINSFELD, M. C.; SCHWAB, N. T.; BOTH, V.; BUFFON, P. A.; FUHR, A.; RAMPAZZO, J. C.; PICIO, M. D. Enraizadores alternativos na propagação vegetativa de pitaya. **Magistra**, [s.l.], v. 30, p. 251-258, 2019.
- BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, J.; RAIMONDI, R.T.; RIBEIRO, L. M.; GEMELLI, A.; TAKANO, H. K. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 42, p. 233-238, 2016.
- CARVALHO, J. E. B. Manejo e controle de plantas infestantes em fruteiras tropicais. In: COSTA, A. G. F.; FREITAS, F. C. L.; SOFIATI, V.; ROCHA, P. R. R. (Eds). **Desafios, avanços e soluções no manejo de plantas daninhas**. Brasília: Embrapa, 2013, p. 125-148.
- CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; BLANCO, M. S. Comparative study of dry mass and macronutrients accumulation by *Zea mays* and *Ipomoea hederifolia* plants. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 99-107, 2014.
- CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. G.; SILVA JÚNIOR, G. B.; ROCHA, L. F.; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, L. F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da pitaya em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 33, n. 3, p. 970-9, 2011.

CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (São Paulo). **Sazonalidade dos produtos comercializados no ETSP**. Disponível em: http://www.ceagesp.gov.br/wpcontent/uploads/2015/01/sazonalidade_de_produtos.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.

CIESLIK, L. F.; VIDAL, R. A.; MACHADO, A. B.; TREZZI, M. M. Fluazifop-p-butyl efficacy as a function of application time and herbicide dose. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 35, p. e017167349, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. PROHORT. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro**. Disponível em: <http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>. Acesso em: 02 mar. 2021

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H. & MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015.

DAYAN, F. E. Current status and future prospects in herbicide discovery. **Plants**, [s.l.], v. 8, n. 9, p. 341, 2019.

DIVAKARAN, D.; LAKKAKULA, J. R.; THAKUR, M.; KUMAWAT, M. K. & SRIVASTAVA, R. Dragon fruit extract capped gold nanoparticles: Synthesis and their differential cytotoxicity effect on breast cancer cells. **Materials Letters**, [s.l.], v. 236, p. 498-502, 2019.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 31, n. 3, p. 637- 929, 2009.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, [s.l.], v. 81, n. 1, p. 7-14, 2007.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. **Division: Production Indices**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>. Acesso em: 17 jun. 2021.

FORNAZZA, F. G. F.; CONSTANTIN, J.; MACHADO, F. G.; OLIVEIRA JR., R. S.; SILVA, G. D.; RIOS, F. A. Selectivity of pre-and post-emergence herbicides to very-early maturing soybean cultivars. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v. 9, n. 4, p. 649-658, 2018.

GALON, L.; DAVID, F. A.; FORTE, C. T.; REICHERT JR., F. W.; RADUNZ, A. L.; KUJAWINSKI, R. Chemical management of s in corn hybrids. **Weed Biology and Management**, [s.l.], v. 18, n. 1, p. 26-40, 2018.

GALON, L.; NONEMACHER, F.; AGAZZI, L. R.; FIABANE, R. C.; FORTE, C. T.; FRANCESCHETTI, M. B.; PERIN, G. F. Fitorremediação de solo contaminado com herbicidas inibidores de FSII e de ALS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v. 16, n. 4, p. 307-324, 2017.

GALVÃO, E. C.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; MIRANDA, J. M. S. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 63, n. 6, p. 860-867, 2016.

HAMMERMEISTER, A. M. Organic weed management in perennial fruits. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 208, p. 28-42, 2016.

HAMUDA, E.; GLAVIN, M.; JONES, E. A. survey of image processing techniques for plant extraction and segmentation in the field. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s.l.], v. 125, p. 184e199, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados do Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 27 jun. 2021.

IQBAL, N.; BAJWA, A. A.; MANALIL, S.; KHAN, A. M.; KEBASO, L.; FRIMPONG, D.; ALI, H. H.; JHA P.; CHAUHAN, B. S. Biology and management of two *Hordeum* weedy species: A review. **Crop Protection**, [s.l.], v. 125, 104908, 2019.

JERONIMO, M. C.; ORSINE, J. V. C.; NOVAES, M. R. C. G. Nutritional pharmacological and toxicological characteristics of pitaya (*Hylocereus undatus*): a review of the literature. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, [s.l.], v. 11, n. 27, p. 300-304, 2017.

JIANG, Y. L.; LIAO, Y. Y.; LIN, T. S.; LEE, C. L.; YEN, C. R.; YANG, W. J. The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). **HortScience**, [s.l.], v. 47, n. 8, p. 1063-1067, 2012.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaia do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002.

KISHORE, K. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 213, p. 294-302, 2016.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, [s.l.], v. 61, n. 1, p. 237-250, 2006.

LIMA, D. D. C.; MENDES, N. V. B.; CORRÊA, M. C. D. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; QUEIROZ, R. F.; NATALE, W. Growth and nutrient accumulation in the aerial part of red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 41, 2019.

MADANE, P.; DAS, A. K.; NANDA, P. K.; BANDYOPADHYAY, S.; JAGTAP, P.; SHEWALKAR, A.; MAITY, B. Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) peel as antioxidant dietary fibre on quality and lipid oxidation of chicken nuggets. **Journal of Food Science and Technology**, [s.l.], v. 57, n. 4, p. 1449-1461, 2020.

MAGALHÃES, C. E. O.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; ARAÚJO, F. C.; ALMEIDA, W. L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Notícias:** MAPA vai lançar plano para aumentar exportações de frutas (2018). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-vai-lancar-plano-para-aumentar-exportacoes-de-frutas>. Acesso em: 28 jun. 2021.

MARDIANA, B.; PUTRININGTYAS, N. D. Comparison of organoleptic, protein, lipid and flavonoid content of commercial starter and isolated culture red dragon fruit peel yogurt. **Food Research**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 920-925, 2020.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. 486 p.

MARQUES, L. J. P.; BIANCO, S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BIANCO, M. S.; LOPES, G. D. S. Weed Interference in Eggplant Crops. **Revista Caatinga**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 866-875, 2017.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A. D.; SILVA, F. O. D. R. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 41, n. 6, p. 984-987, 2011.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N. A.; MELO, P. C. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 41, n. 5, p. 785-788, 2011.

MOROTA, F. K.; MENDES, R. R.; MATTIUSZI, M. D.; BIFFE, D. F.; RAIMONDI, R. T.; PADOVESE, L. M.; MARTONETO, J. V. S. Manejo de plantas daninhas em frutíferas tropicais: abacaxizeiro, bananeira, coqueiro, mamoeiro e maracujazeiro. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v. 19, n. 1, p.1-11, 2020.

MUHIALDIN, B. J.; KADUM, H.; ZAREI, M.; HUSSIN, A. S. M. Effects of metabolite changes during lacto-fermentation on the biological activity and consumer acceptability for dragon fruit juice. **LWT**, [s.l.], v. 121, p. 108992, 2020.

MULLER, B.; PANTIN, F.; GÉNARD, M.; TURC, O.; FREIXES, S.; PIQUES, M. & GIBON, Y. Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs. **Journal of Experimental Botany**, [s.l.], v. 62, n. 6, p. 1715-1729, 2011.

NAHHAL, Y.; HAMDONA, N. Adsorption, leaching and phytotoxicity of some herbicides as single and mixtures to some crops. **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 17-25, 2017.

NAKKA, S.; JUGULAM, M.; PETERSON, D.; ASIF, M. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems. **The Crop Journal**, [s.l.], n. 7, v. 6, p. 750-760, 2019.

NORONHA, J. F.; GASQUES, J. G.; AMARO, A. A. Análise econométrica da oferta e demanda de laranja no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 79-96, 2019.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Revista Gaia Scientia**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 90-98, 2014.

ORTIZ-HERNANDEZ, Y. D. **Hacia el conocimiento y conservación de la Pitahaya (*Hylocereus* sp.)**. Oaxaca, México: IPN-SIBEJ-Conacyt- FMCN, 2000. p. 124.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

PANGESTY, D. R. H.; ANDARWULAN, N.; ADAWIYAH, D. R. Identification of pigment and its antioxidant activity of several species of Indonesian dragon fruit. **Asian Journal of Chemistry**, [s.l.], v. 30, n. 9, p. 1983-1988, 2018.

PANSAL, N.; CHAKREE, K.; YUPANQUI, C. T.; RAUNGRUT, P.; YANYIAM, N. & WICHENCHOT, S. Gut microbiota modulation and immune boosting properties of prebiotic dragon fruit oligosaccharides. **International Journal of Food Science & Technology**, [s.l.], v. 55, n. 1, p. 55-64, 2020.

PAZUCH, D.; TREZZI, M. M.; GUIMARÃES, A. C. D.; BARANCELLI, M. V. J.; PASINI, R.; VIDAL, R. A. Evolution of natural resistance to glyphosate in morning glory populations. **Planta Daninha**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 35, 2017.

QUEIROZ, A.; VIDAL, R.; NAVA, I.; PACHECO, M.; FEDERIZZI, L.; Xavier, E. Selectivity of iodosulfuron-methyl to oat cultivars. **Planta Daninha**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 35, 2017.

RAHMAN, M.; ISLAM, M. A.; ZAVED, M. M. Assessment of essential and potentially toxic elements and possible health risks in *Hylocereus undatus* and punica granatum. **Biological Trace Element Research**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 1-7, 2020.

RAMOS, R. F.; KASPARY, T. E.; BALARDIN, R. R.; DALLA, D. N.; ANTONIOLI, Z. I.; BELLÉ, C. Plantas daninhas como hospedeiras dos nematoides-das-galhas. **Revista Agronomia Brasileira**, [s.l.], v. 3, n.1, p.1-3, 2019.

RASSAEIFAR, M.; HOSSEINI, N.; ASL, N. H. H.; ZANDI, P.; AGHDAM, A. M. Allelopathic effect of eucalyptus globulus' essential oil on seed germination and seedling establishment of *Amaranthus blitoides* and *Cyndon dactylon*. **Trakia Journal of Sciences**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 73-81, 2013.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemi epiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 73, p. 151-164, 1998.

RENTON, M.; CHAUHAN, B.S. Modelling crop-weed competition: Why, what, how and what lies ahead? **Crop Protection**, [s.l.], v. 95, p. 101-108, 2017.

REZENDE, I. F.; SOUSA, A. C. G.; SUAREZ, N. F.; ROCHA, C. C.; RUFINI, J. C. M. **Boletim de Extensão: O cultivo da Pitaya**. Boletim de Extensão. Universidade Federal de São João Del Rei, 2017. 18 p.

- ROCHA, L. F.; GAGE, K. L.; PIMENTEL, M. F.; BOND, J. P.; FAKHOURY, A. M. Weeds hosting the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe): management implications in agroecological systems. **Agronomy**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 146, 2021.
- RODRIGUES, M. G. F.; FERREIRA, A. F. A.; MALAGUTTI, E. D. S.; PINTO, M. D. S.; MONTEIRO, L. N. H.; SÁ, M. E. D. Cladode size and collection time for pitahaya propagation. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 45, 2021.
- RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 194-201, 2019.
- SANTOS, M. R. P. V.; CASTRO, J. C.; MARDIGAN, L. P.; WATANABE, R.; CLEMENTE, E. Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos de pitaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.2081-2095, 2016.
- SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 33, n.4, p.1162-1168, 2011.
- SOARES, D. O. P.; ALBERTINO, S. M. F.; SOUZA, F. C. P.; SANTOS, A. F.; SILVA, J. F. Period of weed interference in guarana crop. **Planta Daninha**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 37, 2019.
- TAO, J.; QIAO, G.; WEN, X. P.; GAO, G. L.; LIU, T.; PENG, Z. J.; CAI, Y. Q.; CHEN, N.; YAN F. X. & ZHANG, B. X. Characterization of genetic relationship of dragon fruit accessions (*Hylocereus* spp.) by morphological traits and ISSR markers. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 170, p. 82-88, 2014.
- TEIXEIRA, M. F. F.; BIESDORF, E. M.; PINHEIRO, D. T.; BARROS, T. T. V.; IGLESIAS, E. Interferência de Plantas Daninhas na Qualidade e Produtividade do Grão-De-Bico. **Journal of Neotropical Agriculture**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 69-75, 2018.
- THIRUGNANASAMBANDHAM, K.; SIVAKUMAR, V. Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 41-48, 2017.
- USUI, K. **Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants**. *Weed Biol. Manag.* 1, 2010. p. 137–146.
- VAILLANT, F.; PEREZ, A.; DAVILA, I.; DORNIER, M.; REYNES, M. Colorant and antioxidant properties of red pitahaya (*Hylocereus* sp.). **Fruits**, [s.l.], v. 60, n. 1, p. 1-7, 2005.
- VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, [s.l.], v. 8, n.1, p.01-06, 2012.

VENNILA, A.; DURAI, A. A.; PALANISWAMI, C. Herbicide Tolerance of Sugarcane Genotypes to Post-emergence Application of Halosulfuron Methyl and Metribuzin: An Inadvertent Preliminary Assessment. **Sugar Tech**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 1-11, 2021.

WANG, L.; ZHANG, X.; MA, Y.; QING, Y.; WANG, H.; HUANG, X. The highly drought-tolerant pitaya (*Hylocereus undatus*) is a non-facultative CAM plant under both well-watered and drought conditions. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, [s.l.], v. 94, n. 5, p. 643-652, 2019.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. D. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 23-38, 2014.

YUAN, J. S.; TRANEL, P. J.; STEWART JR., C. N. Non-target-site herbicide resistance: a family business. **Trends Plant Science**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 6-13, 2006.

ZANDONÁ, R. R.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, B. M.; RUCHEL, Q.; FRAGA, D. S. INTERFERENCE Periods in Soybean Crop as Affected by Emergence Times of Weeds. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 36, p. 1-11, 2018.

ZHANG, F. W.; BAI, S.; WANG, H. Z.; LIU, W. T.; WANG, J. X. Greenhouse and field evaluation of a novel HPPD-inhibiting herbicide, QYM201, for weed control in wheat. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 9, n.1, p. 1-9, 2019.

CAPÍTULO 2 SELETIVIDADE E FITOTOXIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA PITAIA

RESUMO

No Brasil, a produção de pitiaia vem crescendo em várias regiões, com destaque para o estado de São Paulo, que possui a maior produção da fruta no país. Para obter boa produtividade na cultura o controle de plantas daninhas é fundamental, porém, o uso de herbicidas pode provocar fitotoxicidade e perda no desenvolvimento das plantas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes herbicidas na pitiaia de polpa vermelha e polpa branca no crescimento inicial e os efeitos de fitotoxidez no desenvolvimento das mudas. O experimento foi conduzido a campo, na estação experimental do setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, entre os meses de agosto de 2020 a maio de 2021. Foram realizados dois experimentos: o primeiro utilizando pitiaia da polpa vermelha, com mudas de alta taxa de crescimento e vários brotos novos e, o segundo, com mudas de pitiaia da polpa branca com apenas cladódios maduros e baixa taxa de crescimento. O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições para pitiaia vermelha e três para pitiaia branca, sendo três plantas por parcela em ambos os experimentos. Os tratamentos foram constituídos por testemunha, fomesafem, glufosinato de amônio, glifosato, cletodim, carfentrazone-etílica, imazetapir e clorimurrom. Foram avaliados sintomas visuais de fitointoxicação aos 7, 14, 21, e 28 dias após aplicação dos herbicidas. Aos 30 e 60 dias após aplicação, avaliou-se a porcentagem de necrose, crescimento dos cladódios e número de brotos novos. Para a pitiaia de polpa vermelha o herbicida cletodim, durante todos os períodos de avaliação, não apresentou sintomas visuais de fitotoxicidade e necrose nas mudas, e os maiores crescimentos dos cladódios e números de brotos foram nos tratamentos com cletodim, imazetapir e a testemunha. Para a pitiaia de polpa branca os herbicidas cletodim, imazetapir, clorimurrom apresentaram menor fitotoxidez nas mudas. Os maiores crescimentos dos cladódios foram nos tratamentos com cletodim e a testemunha aos 60 dias após aplicação, e não houve crescimento de brotos novos. Para as pitaias de polpa vermelha e branca o herbicida cletodim se torna uma alternativa para uso no controle de planta daninhas de folha estreita sem provocar danos visuais severos as mudas.

Palavras-chave: Plantas daninhas. Controle. Pós-emergentes.

ABSTRACT

In Brazil, pitaya production has been growing in several regions of Brazil, especially in the state of São Paulo, which has the largest production of the fruit in the country. To obtain good productivity in the culture, the control of weeds is fundamental, however the use can allow phytotoxicity and loss in the development of the plants. Thus, the present work aimed to evaluate the effect of the application of different herbicides on red and white pulp pitaya on initial growth and the effects of phytotoxicity on seedling development. The experiment was conducted in the field, at the experimental station of the fruit growing sector of the Federal University of Lavras between the months of August 2020 to May 2021. Two experiments were carried out: the first using pitaya of red pulp, with seedlings of high rate of growth and several new shoots and the second with pitaya seedlings with white pulp with only mature cladodes and low growth rate. The experiment was arranged in a randomized block design, with four replications for red pitaya and three for white pitaya, with three plants per plot in both experiments. The treatments consisted of control, fomesafem, glufosinate ammonium, glyphosate, clethodim, carfentrazone-ethyl, imazethapyr and chlorimuron. Visual symptoms of phytotoxicity were evaluated at 7, 14, 21, and 28 days after herbicide application. At 30 and 60 days after application, the percentage of necrosis, cladode growth and number of new shoots were evaluated. For the red-fleshed dragon fruit, the herbicide cletodim during all evaluation periods did not present visual symptoms of phytotoxicity and necrosis in the seedlings and the highest growth of cladodes and number of shoots were in the treatments with cletodim, imazethapyr and the control. For the white-fleshed dragon fruit, the herbicides cletodim, imazethapyr, chlorimuron showed lower phytotoxicity in the seedlings. The highest growth of cladodes was in the treatments with cletodim and the control at 60 days after application, and there was no growth of new shoots. For pitayas with red and white pulp, the herbicide cletodim becomes an alternative for use in controlling narrow-leaf weeds without causing severe visual damage to the seedlings.

Key words: Weeds. Control. Emerging post.

1 INTRODUÇÃO

A pitaita é originária das Américas e encontra-se distribuída em diversos países do continente. Apresenta potencial agrônomo e econômico, devido a sua rusticidade (ORTIZ-HERNANDEZ *et al.*, 1999). Os frutos são muito procurados, devido a sua aparência exótica, e também por suas características organolépticas (MOREIRA *et al.*, 2011), como sabor agradável e adocicado, além do seu aspecto visual bastante diferente, que é muito atrativo para o consumo (ARANHA, 2013).

O consumo da pitaita auxilia no tratamento e prevenção de doenças como o câncer, diabetes e na redução do colesterol, devido ao alto teor de compostos antioxidantes e oligossacarídeos (JERONIMO *et al.*, 2017; DIVAKARAN *et al.*, 2019; PANSAI *et al.*, 2020). As espécies mais cultivadas pertencem ao gênero *Selenicereus undatus*, e são distinguidas principalmente com base na sua morfologia de frutos, cor da polpa, características das aréolas e número e forma dos espinhos (ORTIZ-HARNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

O Vietnã é o maior produtor mundial de pitaita, com uma produção anual de 602.608 toneladas. O Brasil ocupa a nona posição com produção anual de 1.493 toneladas (IBGE, 2017). Nos últimos anos no Brasil a produção de pitaita vem crescendo e se difundindo para várias regiões do Brasil, com destaque para o estado de São Paulo, que possui a maior produção da fruta no país (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). Com produtividade média no Brasil que varia de 10 a 30 ton ha⁻¹, dependendo das condições climáticas, tipo de solo, tratamentos culturais e a idade do pomar (GALVÃO *et al.*, 2016). A região Sudeste corresponde a 95,9% da produção nacional, seguida das regiões Sul e Nordeste que representam aproximadamente produção de 2,38 e 1,05%, respectivamente (RUTHS *et al.*, 2019).

Para obter boa produtividade na cultura de interesse econômico, o controle de plantas daninhas é fundamental. Tendo em vista que estas espécies frequentemente levam vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas e possuem características como: rápido crescimento, grande capacidade reprodutiva e elevada capacidade de exploração de nutrientes do solo e da luminosidade, assegurando a permanência em locais de alta competição (BRAZ *et al.*, 2016).

O uso de herbicidas no controle das plantas daninhas sempre deve ser utilizado por profissionais de forma cuidadosa, pois, em muitas situações, podem causar fitotoxicidade nas culturas. Tal fitotoxicidade pode ocorrer devido a diversos fatores como: seletividade do herbicida, momento de aplicação que está atrelado às condições climáticas, sensibilidade da cultura em relação ao herbicida misturas de produtos, uso de adjuvantes, rotação de cultura, condições ambientais adversas, manejo incorreto durante a aplicação inadequação das doses,

volume de calda, nutrição da planta, cultivar, clima e pela inadequada tecnologia de aplicação e mal uso da tecnologia de aplicação (MAGALHÃES *et al.*, 2012). Dada a escassez de herbicidas seletivos registrados para a cultura da pitiaia no Brasil, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes herbicidas na pitiaia de polpa vermelha e polpa branca no crescimento inicial e efeitos de fitotoxidez no desenvolvimento das mudas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e implantação

O experimento foi conduzido a campo, no Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, entre os meses de agosto de 2020 a maio de 2021. Localizado à 21°13' de latitude sul, 44°58' de longitude oeste e 893 metros de altitude, sendo o clima da região Cwa (DANTAS *et al.*, 2007; DUBREUIL *et al.*, 2018). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (CURI *et al.*, 2017).

2.2 Caracterização do substrato e condução

O substrato utilizado foi composto por uma mistura de 50% de solo argiloso, 25% de areia e 25% de esterco bovino adicionados em saco de polietileno com 3 dm³ de capacidade. Para a obtenção das mudas foram utilizadas estacas com 25 cm de comprimentos. As estacas de pitaia da polpa vermelha foram plantadas dia 15 de agosto de 2020 e as da pitaia de polpa branca no dia 10 de janeiro de 2020. Foram realizadas irrigações diárias de acordo com o monitoramento da umidade do solo, procurando manter sempre próxima à capacidade de campo.

2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram realizados dois experimentos: um com pitaia da polpa vermelha (*Selenicereus costaricensis*) com mudas com alta taxa de crescimento e com vários brotos novos e o segundo com mudas de pitaia da polpa branca (*Selenicereus undatus*) com mudas com apenas cladódios maduros e com baixa taxa de crescimento. O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições para a pitaia vermelha e três para pitaia branca, sendo três plantas por parcela.

Os tratamentos foram constituídos por: uma testemunha sem aplicação de herbicidas, fomesafem, glufosinato de amônio, glifosato, cletodim, carfentrazona-etílica, imazetapir, clorimurom (TABELA 1) e adicionados 5ml L⁻¹ de óleo vegetal para ajudar no espalhamento e penetração dos herbicidas na superfície dos cladódios.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, mecanismo de ação e dose utilizada nos tratamentos.

Tratamentos	Mecanismo de ação	Dose
Fomesafem	Inibidor da PROTOX	1,25 g i.a./L
Glufosinato de amônio	Inibidor do FSI	2 g i.a./L
Glifosato	Inibidor da EPSPs	4,8 g i.a./L
Cletodim	Inibidor da ACCase	0,48 g i.a./L
Carfentrazona-etílica	Inibidor da PROTOX	0,1 g i.a./L
Imazetapir	Inibidor da ALS	0,5 g i.a./L
Clorimurom	Inibidor da ALS	0,75 g i.a./L

Fonte: Do autor (2022).

2.4 Aplicação dos herbicidas

As pulverizações dos tratamentos foram realizadas dia 18 de novembro de 2020, utilizando um pulverizador manual costal com capacidade de 5 L, equipado com bicos contendo ponta tipo leque modelo TT-11002, trabalhando a uma altura de 40 cm do alvo com velocidade de 5 km h⁻¹, com uma vazão de 13,83 mL s⁻¹ equivalente a 200 L ha⁻¹ considerando 50 cm de largura do jato de aplicação.

2.5 Parâmetros avaliados

2.5.1 Avaliação visual de fitotoxicidade

Para as avaliações visuais de fitointoxicação das plantas, foram atribuídas notas por meio da escala EWRC (EWRC, 1964), com valores de 1 a 9, em que 1 significa ausência de sintomas e 9 a morte das plantas (TABELA 2). As avaliações foram feitas aos 7, 14, 21, e 28 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas.

Tabela 2 - Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação.

Índice de avaliação	Descrição da fitointoxicação
1	Sem dano
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 das 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 da planta

Fonte: EWRC (1964).

2.5.2 Avaliação de crescimento dos cladódios e número de brotos

A avaliações de número de brotos e crescimento dos cladódios foram realizadas aos 30 e 60 após a aplicação dos herbicidas. Para a pitaia de polpa branca as mudas não apresentaram brotos novos durante a avaliação do experimento.

2.6 Análise de dados

Para as análises estatísticas dos dados, utilizou-se o programa estatístico SISVAR. As médias entre os tratamentos foram submetidas à análise de variância, pelo teste F, e comparadas pelo Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a pitaiia de polpa vermelha o tratamento com aplicação de fomesafem foi o que apresentou maior nota de fitotoxicidade com sintomas de forte descoloração e razoável deformação, sem ocorrer necrose de algumas folhas 7 DAA. A partir dos 14 dias até aos 28 DAA período final das avaliações observou necrose, acompanhada de deformação em folhas e brotos das mudas (TABELA 3).

O aumento da fitotoxicidade visual das mudas para o tratamento citado, pode ser explicado pelo mecanismo de ação dos herbicidas que inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), que irá inibir a enzima precursora da clorofila causando rápido branqueamento, dessecação e necrose dos tecidos das mudas (OLIVEIRA JR., 2011). Uma das principais características dos herbicidas pertencentes a este mecanismo é o longo efeito residual no solo, podendo permanecer até a próxima estação de cultivo em concentrações capazes de causar danos as culturas semeadas em sucessão (SANTOS *et al.*, 2013).

Tabela 3 - Notas médias de fitotoxicidade dos tratamentos por meio da escala EWRC (1964), aplicados em mudas de pitaia de polpa vermelha obtida pela média das parcelas.

Tratamento	Avaliações (DAA)			
	7	14	21	28
Fomesafem	4 Ab	5 Aa	5 Aa	5 Aa
Glufosinato de Amônio	2 Cc	3 Cb	4 Ba	4 Ba
Glifosato	1 Dd	3 Cc	3 Bb	4 Ba
Cletodim	1 Da	1 Da	1Da	1 Ea
Carfentrazone-eflúica	3 Bb	3 Ba	3 Ba	4 Ca
Imazetapir	1 Cb	3 Ca	3 Ca	3 Da
Clorimurom	1 Db	4 Ba	4 Ba	4 Ca
Testemunha	1 Da	1 Da	1 Da	1 Ea

Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Fonte: Do autor (2022).

Aos 7 DAA os tratamentos com os herbicidas glifosato, imazetapir e clorimurrom não causaram danos as mudas, sendo semelhante a testemunha. Porém, ao longo dos dias após a aplicação dos herbicidas a fitotoxicidade, aumentou, e aos 28 DAA as mudas apresentaram uma forte descoloração e razoável deformação, mas sem ocorrer necrose. Possivelmente o aparecimento desses sintomas de fitointoxicação estejam relacionados ao mecanismo de ação dos herbicidas. Os resultados corroboram com o trabalho de Vargas *et al.* (2016), que ao avaliarem sintomas de fitotoxicidade em plantas de café (*coffea arábica* L.) com a aplicação de clorimurrom-etílico constataram maiores sintomas com uso desse herbicida. Os autores explicam que tais sintomas estão relacionados ao seu mecanismo de ação, que consiste na inibição da síntese de aminoácidos alifáticos de cadeia lateral: valina, leucina e isoleucina.

O tratamento com aplicação de cletodim durante todos os períodos de avaliação não apresentou danos as mudas (TABELA 3), provavelmente o herbicida é seletivo à cultura da pitaia.

A sensibilidade das mudas da pitaia de polpa branca aos diferentes tratamentos está apresentada na Tabela 4. Pode-se observar uma sensibilidade aos herbicidas fomesafem (inibidor de Protox) durante todos os períodos de avaliação e glifosato (EPSPs) a partir dos 21 DAA. Os herbicidas inibidores da PROTOX têm como características alterar a fisiologia das plantas e conseqüentemente a capacidade fotossintética, a transpiração, a eficiência de carboxilação e o uso de água (alterando os mecanismos de fechamento estomático) ocasionando peroxidação de membranas celulares parâmetros (VARGAS *et al.*, 2014; TAIZ *et al.*, 2017), o que ocasiona uma desregulação da porfirina nas plantas devido ao seu acúmulo anormal nas células, podendo levar a morte (KIM *et al.*, 2014), fato que provavelmente tenha ocorrido nas mudas de pitaia.

O tratamento com o herbicida glifosato, inibidor da enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato-sintase) ao longo do período de avaliação provocou aumento nos sintomas visuais de fitotoxicidade, com forte descoloração e razoável deformação, porém não ocorreu necrose nas mudas. Os sintomas de fitotoxicidade do glifosato ocorre de forma prolongada devido ser um herbicida sistêmico, podendo causar a morte das mudas após vários dias ou semanas após a pulverização, devido à lenta absorção e sua ação nos meristemas (YAMADA *et al.*, 2007).

Tabela 4 - Notas médias de fitotoxicidade dos tratamentos por meio da escala EWRC (1964), aplicados em cladódios de pitaita de polpa branca obtida pela média das parcelas.

Tratamento	Avaliações (DAA)			
	7	14	21	28
Fomesafem	3 Ab	3 Ab	3 Ab	4 Aa
Glufosinato de Amônio	2 Bb	2 Cb	2 Bb	3 Ba
Glifosato	1 Cd	2 Bc	3 Ab	4 Aa
Cletodim	1 Ca	1 Da	1 Ca	1 Da
Carfentrazone-etílica	2 Ba	2 Ca	2 Ba	2 Ca
Imazetapir	1 Cb	1 Db	1 Cb	2 Ca
Clorimurom	1 Cb	1 Db	1 Cb	2 Ca
Testemunha	1 Ca	1 Da	1 Ca	1 Da

Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Fonte: Do autor (2022).

Aos 7, 14 e 21 DAA todos os tratamentos não ocasionaram danos tão severos as plantas, porém o tratamento com fomesafem foi o que apresentou maior fitotoxidez as mudas, provocando algumas alterações visíveis como clorose durante esse período, resultado semelhante ao apresentado na Tabela 3 para a pitiaia de polpa vermelha.

Os herbicidas glufosinato de amônio e carfentrazone-etílica durante os períodos de avaliação do experimento, não apresentaram alterações nas notas médias de fitotoxicidade, permanecendo com pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas mudas. Provavelmente por serem herbicidas que têm a forma de ação por contato, ou seja, não se translocam ou se translocam de forma limitada nas plantas (LINS *et al.*, 2018), permanecendo na superfície externa da planta (MIYAMOTO *et al.*, 2010).

A utilização do herbicida cletodim, durante todo o período de avaliação não apresentou danos visuais de fitotoxicidade as mudas, resultado semelhante ao tratamento testemunha e com os obtidos para a pitiaia de polpa vermelha. As plantas contêm um grande número de genes que codificam enzimas que realizam reações bioquímicas para a síntese de metabólitos secundários e para desintoxicar compostos xenobióticos, como por exemplo os herbicidas (YUAN *et al.*, 2007). E os inibidores de ALS e ACCase são exemplos de herbicidas seletivos devido à desintoxicação diferencial entre culturas e ervas daninhas (GAINES *et al.*, 2020).

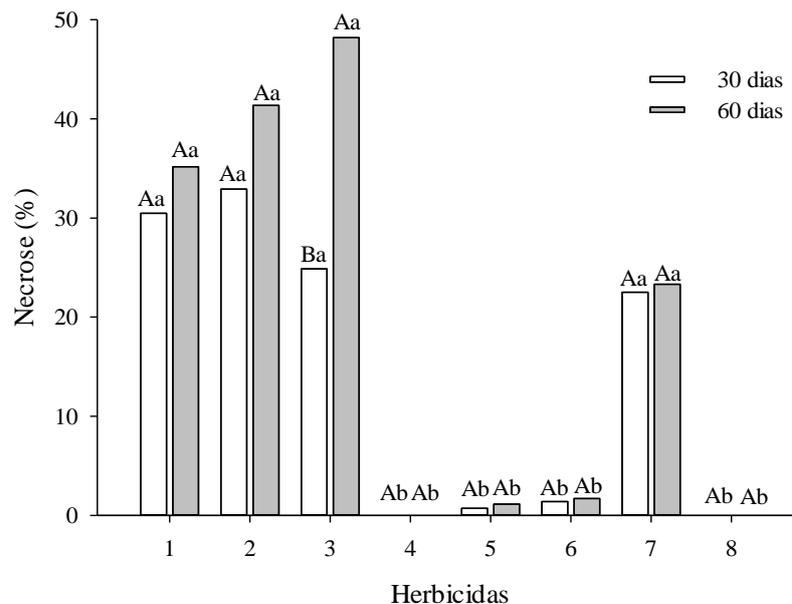
A ação seletiva de muitos herbicidas, frequentemente depende do metabolismo relativamente rápido dos ingredientes ativos em produtos de degradação inofensivos nas lavouras, em comparação com as das plantas daninhas (GAINES *et al.*, 2020). Assim, a avaliação de seletividade dos herbicidas é analisada por meio dos índices de fitotoxicidade, quanto menor o índice mais seletivo é o herbicida (CARVALHO; BATISTA, 2018). De acordo com os resultados obtidos provavelmente o cletodim quando aplicado em jato dirigido pode ser uma alternativa para o controle das plantas daninhas na pitiaia de polpa branca.

Para os tratamentos com os herbicidas imazetapir e clorimurrom até os 21 DAA as mudas mantiveram-se com comportamento sem nenhum dano visual. Porém, aos 28 DAA apresentaram pequenas alterações (descoloração ou deformação) visíveis em algumas mudas Tabela 4, que se justifica pelo mecanismo de ação que inibe a enzima ALS, que inibe a síntese de aminoácidos importantes no metabolismo primário e secundário. Em trabalho utilizando o herbicida imazetapir em plantas jovens de café aos 7 DAA causou pequenas deformações em algumas plantas (RODRIGUES *et al.*, 2020).

O percentual de necrose proporcionado pela aplicação dos herbicidas em mudas de pitiaia de polpa vermelha estão apresentados na Figura 1. Observa-se que o tratamento com a aplicação do glifosato aos 30 DAA apresentaram 24,8% de sintomas de necrose as mudas. Para

os demais tratamentos não houve diferença estatística entre os dias após a aplicação do herbicida. Para os tratamentos com os herbicidas fomesafem, glufosinato de amônio, glifosato e clorimurrom os danos necróticos foram mais severos as mudas, resultados que corroboram com os apresentados na Tabela 3, de fitotoxicidade. A ação do glifosato nas plantas varia de acordo com a espécie e a dose utilizada, podendo agir como inibidor de crescimento e causar morte das plantas (PEREIRA *et al.*, 2015), para a pitiaia de polpa vermelha observa uma maior sensibilidade das mudas a esse herbicida.

Figura 1 - Percentagem de necrose em mudas de pitiaia de polpa vermelha aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazone etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.



Fonte: Do autor (2021).

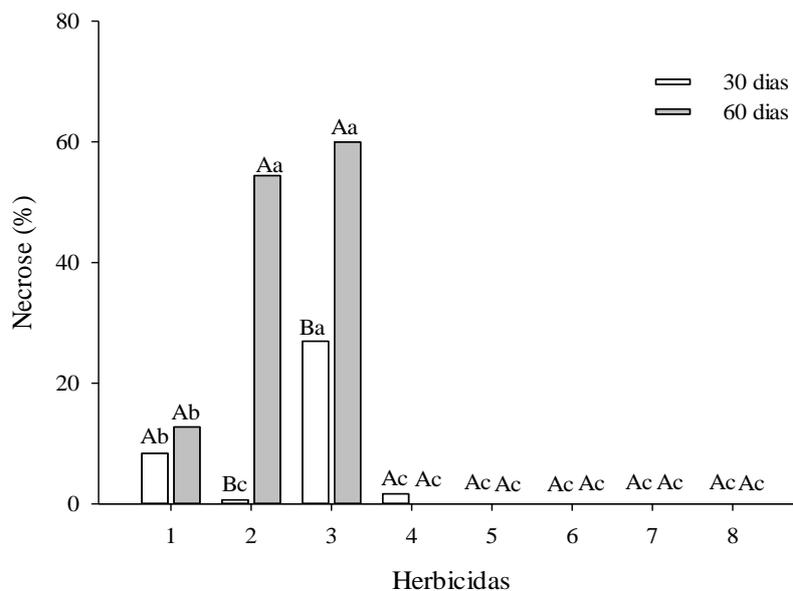
Para o efeito dos herbicidas nas mudas de pitiaia de polpa vermelha, percebe-se que cletodim, carfentrazone etílica e imazetapir apresentam pouco ou nenhum sintoma de necrose (FIGURA 1). A escolha da molécula para determinada cultura, a seletividade é uma das principais características observada, que controla as plantas daninhas de forma eficaz, sem que a cultura principal de interesse econômico sofra injúrias visíveis ou ‘invisíveis’, ou seja, que não implique na redução da produtividade, diz que essa molécula é seletiva à cultura (OLIVEIRA JR., 2011). De acordo com os dados da Tabela 3 de fitotoxicidade e da Figura 1,

esses herbicidas podem ser uma alternativa na utilização do controle de plantas daninhas para a pitiaia de polpa vermelha.

Para a pitiaia de polpa branca os herbicidas glufosinato de amônio e glifosato apresentaram menor percentagem de necrose nas mudas aos 30 DAA. Embora não tenha ocorrido diferença estatística aos 60 DAA, estes foram os que obtiveram maiores percentagem de necrose com 54,4 e 60%, respectivamente, seguido do fomesafem com 12,7% (FIGURA 2). Resultado que se explica pelas maiores notas obtidas na fitotoxicidade (TABELA 4) com o aumento dos dias após a aplicação dos herbicidas, embora estes herbicidas tenham diferentes mecanismo de ação na planta.

Para os herbicidas cletodim, carfentrazona etílica, imazetapir, clorimurrom e a testemunha não apresentaram sintomas de necrose, independente do período de avaliação (FIGURA 2), resultado que corroboram com os obtidos na Tabela 4 para as notas de fitotoxicidade.

Figura 2 - Percentagem de necrose em mudas de pitiaia de polpa branca aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.



Fonte: Do autor (2021).

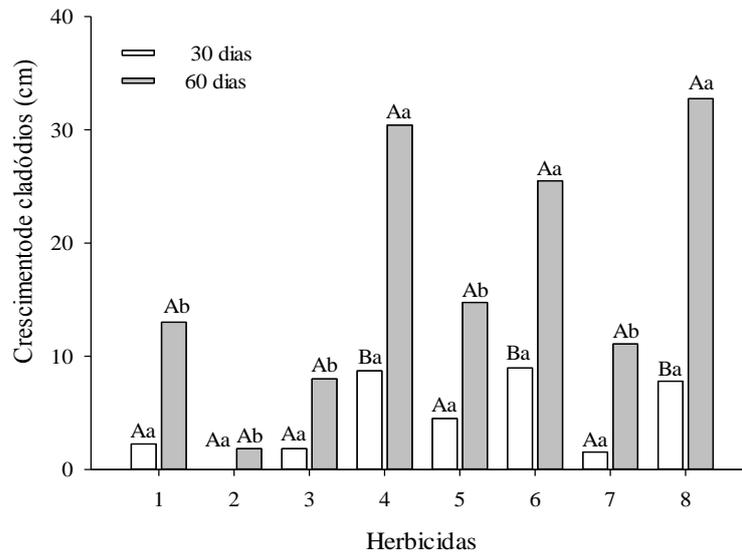
Como o glufosinato de amônio age por contato e por alteração do metabolismo amônico, primeiramente ele destrói os tecidos das folhas e em seguida inibe a enzima glutamina sintase (Gs) responsável pela reação da amônia (NH₃) formada na célula com ácido glutâmico para a

formação de glutamina, resultando no aumento de concentração da NH_3 na célula podendo causar a sua morte (DAYAN *et al.*, 2015). Ao danificar os tecidos foliares, também interfere no aparelho fotossintético da planta, prejudicando a absorção e translocação de herbicidas sistêmicos como o glifosato quando aplicado em conjunto (BETHKE *et al.*, 2013). As mudas de pitáia de polpa vermelha e branca apresentaram sensibilidade a aplicação de glifosato.

O maior crescimento de mudas de pitáia de polpa vermelha foram nos tratamentos com aplicação dos herbicidas cletodim, imazetapir e a testemunha aos 60 DAA (FIGURA 3). Resultados que são justificados pela Figura 1, no qual foram os que apresentaram menor percentagem de necrose nas mudas. Aos 30 dias após a aplicação não houve diferença significativa entre os herbicidas para o crescimento.

Os herbicidas inibidores de ACCase são absorvidos via foliar, translocados pelo floema e tem baixa persistência no solo (OLIVEIRA JR., 2011). Os inibidores da enzima ALS apresentam uma reduzida toxicidade em mamíferos, ampla seletividade e elevada eficácia em baixas doses (ENDO *et al.*, 2013). Na cultura da soja a utilização da mistura cletodim e imazetapir como método de controle de plantas daninhas após a emergência é bastante utilizada (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; AGROFIT, 2020). Na cultura da pitáia de polpa vermelha a utilização desses herbicidas podem ser uma alternativa, tendo em vista que causaram poucos sintomas de fitotoxicidade e necrose, e não interferiram no crescimento dos cladódios.

Figura 3 - Crescimento de cladódios das mudas de pitaia de polpa vermelha aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade



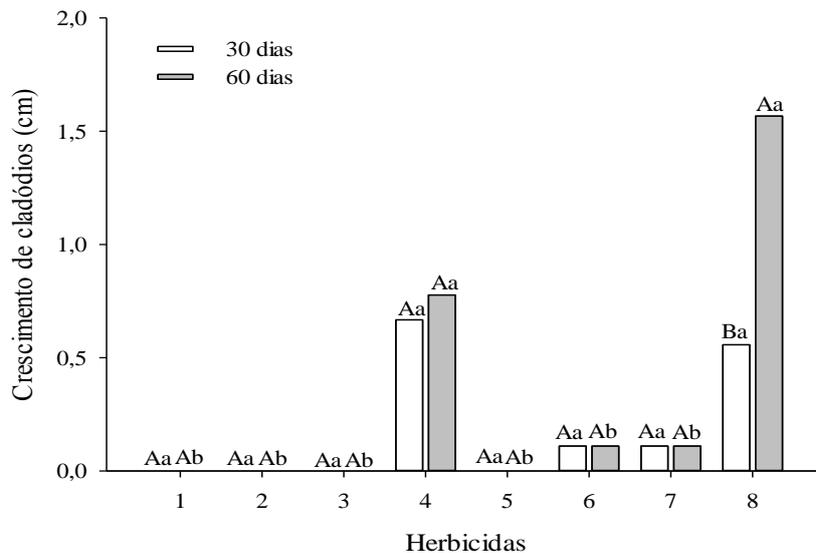
Fonte: Do autor (2021).

Os tratamentos com aplicação dos herbicidas fomesafem, glufusinato de amônio, glifosato e carfentrazona etílica não apresentaram crescimento dos cladódios das mudas de pitaia de polpa branca, possivelmente devido a maior porcentagem de necroses causadas por esses herbicidas. A enzima PROTOX é encontrada em células vegetais, particularmente nos cloroplastos e mitocôndrias e atua na rota de biossíntese das clorofilas afetando o crescimento (MATZENBACHER *et al.*, 2014). Ao aplicar herbicidas com mecanismo de ação da PROTOX Carneiro *et al.* (2019), observaram redução de 62,2% em comparação a testemunha para o crescimento inicial de plantas de abóbora japonesa.

Os maiores crescimentos dos cladódios foram nos tratamentos com cletodim e a testemunha aos 60 DAA. O herbicida cletodim tem mecanismo de ação inibidor da ACCase, que segundo Kukorelli *et al.* (2013) após penetrarem nas folhas, translocam-se para as regiões meristemáticas através do floema, onde a síntese de lipídeos para a formação de membranas é muito intensa, afetando a atividade meristemática e restringindo o crescimento em plantas suscetíveis. De acordo com os resultados obtidos a pitaia de polpa branca não seria uma espécie suscetível ao cletodim, pois, foi este herbicida que proporcionou menor nota de fitotoxicidade e porcentagem de necrose, que não interferiu no crescimento dos cladódios, e supostamente

seja uma espécie tolerante ao herbicida, tornando-o uma opção a inserção ao manejo das plantas daninhas de folha estreita.

Figura 4 - Crescimento de cladódios das mudas de pitaiá de polpa branca aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara DAA dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em DAA) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade

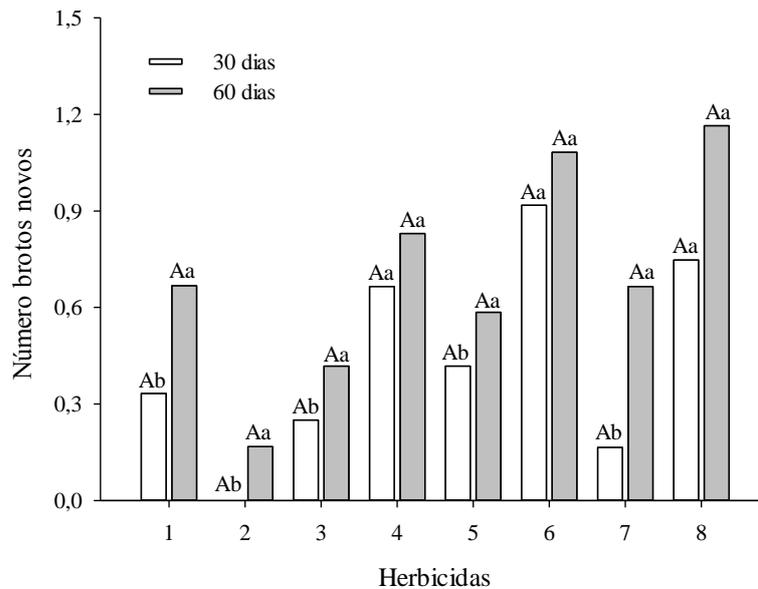


Fonte: Do autor (2022).

O número de brotos novos não apresentou diferença significativa entre as épocas de aplicação da aplicação dos herbicidas. Porém aos 30 DAA as mudas submetidas aos tratamentos com cletodim e imazetapir obtiveram maiores quantidades de brotos novos. Resultado que corroboram com os obtidos na Tabela 3 com menores sintomas visuais de fitotoxicidade e nas Figuras 1 e 3 com menor percentagem de necrose e maior crescimento de cladódios, respectivamente. Portanto as mudas dos respectivos tratamentos apresentaram menores danos nos tecidos foliares, não interferindo na taxa fotossintéticas das plantas resultando em maior número de botos (BETHKE *et al.*, 2013). Já aos 60 DAA não apresentaram diferenças entre os tratamentos avaliados.

O desenvolvimento de brotos novos está relacionado com a alta taxa de crescimento e com vários brotos novos das mudas utilizadas no experimento e como observado durante os resultados a aplicação dos herbicidas cletodim e imazetapir podem ser uma alternativa para o manejo de plantas daninhas da cultura.

Figura 5 - Número de brotos novos em mudas de pitaiá de polpa vermelha aos 30 e 60 dias após aplicação de herbicidas (DAA). 1- Fomesafem; 2- Glufosinato de amônio; 3- Glifosato; 4- Cletodim; 5- Carfentrazona etílica; 6- Imazetapir; 7- Clorimurrom; 8- Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (compara época de avaliação dentro de cada herbicida) ou minúscula (compara herbicida em cada época de avaliação) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.



Fonte: Do autor (2021).

4 CONCLUSÃO

O herbicida cletodim apresenta seletividade para mudas de pitaia de polpa vermelha, sem apresentar sintomas de fitotoxidez e necrose as mudas.

A pitaia de polpa branca apresenta alta seletividade aos herbicidas cletodim, imazetapir e carfentrazone etílica, sem apresentar sintomas iniciais de fitotoxidez e necrose as mudas.

A aplicação dos herbicidas cletodim e imazetapir não interfere no crescimento e número de brotos das mudas de pitaia de polpa vermelha.

A aplicação do herbicida cletodim não apresenta redução no crescimento de mudas de pitaia de polpa branca.

Para as pitaias de polpa vermelha e branca o herbicida cletodim torna-se uma alternativa para uso no controle de plantas daninhas de folha estreita sem provocar danos visuais no crescimento e desenvolvimento das plantas de pitaia.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 30 set. 2021.
- ARANHA, J. B. **Grupo de estudos em alimentos funcionais** – GEAF. Novembro de 2013. Disponível em: <http://grupoalimentosfuncionais.blogspot.com.br/2013/11/pitaia-fruta-do-dragao.html>. Acesso em: 18 jul. 2021.
- BETHKE, R. K.; MOLIN, W. T.; SPRAGUE, C.; PENNER, D. Evaluation of the interaction between glyphosate and glufosinate. **Weed Science**, [s.l.], v. 61, n. 1, p. 41-47, 2013.
- BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, J.; RAIMONDI, R.T.; RIBEIRO, L. M.; GEMELLI, A.; TAKANO, H. K. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 42, p. 233-238, 2016.
- CARNEIRO, G.; FONSECA, C. K. T.; SOUSA, G. F.; SILVA, M. T. B.; SILVA, T. S.; TEÓFILO, T. M. S.; COSTA, J. P. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-transplântio de abóbora japonesa. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v.18, n.4, p.665-1, 2019.
- CARVALHO, F. T.; BATISTA, C. E. Seletividade de herbicida sobre o crescimento inicial da cana-de-açúcar: I-metribuzin. **Revista Cultura Agronômica**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 228-235, 2018.
- CURI, N.; SILVA, S. H. G.; POGGERE, G. C.; MENEZES, M. D. **Mapeamento de Solos e Magnetismo no Campus da UFLA Como Traçadores Ambientais**. Lavras: UFLA, 2017.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DAYAN, F. E.; OWENS, D. K.; CORNIANI, N.; SILVA, F. M. L.; WATSON, S. B.; HOWELL, J. L.; SHANER, D. L. Biochemical markers and enzyme assays for herbicide mode of action and resistance studies. **Weed Science**, [s.l.], v. 63, n. 1, p. 23-63, 2015.
- DIVAKARAN, D.; LAKKAKULA, J. R.; THAKUR, M.; KUMAWAT, M. K.; SRIVASTAVA, R. Dragon fruit extract capped gold nanoparticles: Synthesis and their differential cytotoxicity effect on breast cancer cells. **Materials Letters**, [s.l.], v. 236, p. 498-502, 2019.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; NETO, J. L. S. A. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Revista Franco-Brasileira de Geografia**, [s.l.], v.37, n.37, p. 1-20, 2018.
- ENDO, M.; SHIMIZU, T.; FUJIMORI, T.; YANAGISAWA, S.; TOKI, S. Herbicide-resistant mutations in acetolactate synthase can reduce feedback inhibition and lead to accumulation of branched-chain amino acids. **Food Nutrition Sciences**, [s.l.], v. 4, n. 5, p. 522-528, 2013.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd and 4rd meetings of EWRC. Comittes of Methods in Weed Research. **Weedsearch**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

GAINES, T. A.; DUKE, S. O.; MORRAN, S.; RIGON, C. A.; TRANEL, P. J.; KÜPPER, A.; DAYAN, F. E. Mechanisms of evolved herbicide resistance. **Journal of Biological Chemistry**, [s.l.], v. 295, n. 30, p. 10307-10330, 2020.

GALON, L.; NONEMACHER, F.; AGAZZI, L. R.; FIABANE, R. C.; FORTE, C. T.; FRANCESCETTI, M. B.; PERIN, G. F. Fitorremediação de solo contaminado com herbicidas inibidores de FSII e de ALS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v.16, n.4, p. 307-324, 2017.

GALVÃO, E. C.; RAMOS, J. D; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; MIRANDA, J. M. S. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 63, n. 6, p. 860-867, 2016.

HAMUDA, E.; GLAVIN, M.; JONES, E. A. Survey of image processing techniques for plant extraction and segmentation in the field. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s.l.], v. 125, p. 184e199, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados do Censo Agropecuário, 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 06 set. 2021.

JERONIMO, M. C.; ORSINE, J. V. C.; NOVAES, M. R. C. G. Nutritional pharmacological and toxicological characteristics of pitaya (*Hylocereus undatus*): a review of the literature. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, [s.l.], v. 11, n. 27, p. 300-304, 2017.

KIM, J. G.; BACK, K.; LEE, H. Y.; LEE, H. J.; PHUNG, T. H.; GRIMM, B.; JUNG, S. Increased expression of Fe-chelatase leads to increased metabolic flux into heme and confers protection against photodynamically induced oxidative stress. **Plant molecular Biology**, [s.l.], v. 86, n. 3, p. 271-287, 2014.

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

LINS, H. A.; SILVA, T. S.; RIBEIRO, R. M. P.; SOUZA, M. F.; FREITAS, M. A. M.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; SILVA, D. V. Crescimento inicial do melão após aplicação de herbicidas em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v. 17, n. 3, p. e611, 2018.

MAGALHÃES, C. E. O.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; ARAÚJO, F. C.; ALMEIDA, W. L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.

MATZENBACHER, F. O.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, A.; TREZZI, M. M. Environmental and physiological factors that affect the efficacy of herbicides that inhibit the enzyme protoporphyrinogen oxidase: a literature review. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 32, n. 2, p. 457-463, 2014.

MIYAMOTO, T.; ISHII, H.; STAMMLER, G.; KOCH, A.; OGAWARA, T.; TOMITA, Y. Distribution and molecular characterization of *Corynespora cassicola* isolates resistant to boscalid. **Plant Pathology**, [s.l.], v. 59, n. 5, p. 873–881, 2010.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N. A. D.; & MELO, P. C. D. Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclastica. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 41, n.5, p.785-788, 2011.

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

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, H. Y. D.; LIVERA M. M.; COLINAS, L. M. T. B.; CARRILLO, S. J. A. Estrés hídrico e intercambio de CO₂ de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agrociência**, [s.l.], v. 33, n. 4 p. 397-405, 1999.

PANSAL, N.; CHAKREE, K.; YUPANQUI, C. T.; RAUNGRUT, P.; YANYIAM, N.; WICHENCHOT, S. Gut microbiota modulation and immune boosting properties of prebiotic dragon fruit oligosaccharides. **International Journal of Food Science & Technology**, [s.l.], v. 55, n. 1, p. 55-64, 2020.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; FONSECA, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, [s.l.], v. 31, n. 2, p. 326-332, 2015.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.

RODRIGUES, R. J. A.; GONÇALVES, A. H.; MENICUCCI NETTO, P.; CARNEIRO, A. H. C.; CASTANHEIRA, D. T.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, G. R. Fitotoxicidade e anatomia foliar de cafeeiros jovens submetidos a herbicidas exclusivamente e em associações. **Coffee Science**, [s.l.], v.15, p. e151750, 2020.

RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 194-201, 2019.

SANTOS, D. P.; BRAGA, R. R.; GUIMARÃES, F. A. R.; PASSOS, A. B. R. D. J.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. D.; NERY, M. C. Determinação de espécies bioindicadoras de resíduos de herbicidas auxínicos. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 60, n. 3, p. 354-62, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 88 p.

VARGAS, L.; SILVA, D. R. O.; AGOSTINETTO, D.; MATALLO, M. B.; SANTOS, F. M.; ALMEIDA, S. D. B.; SILVA, D. F. P. Glyphosate influence on the physiological parameters of *Conyza bonariensis* biotypes. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 32, p.151-159, 2014.

VARGAS, L.; ADEGAS, F.; GONÇALVES NETTO, A.; BORGATO, E. A.; NICOLAI, M.; CRISTOFFOLETTI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (grupo B). *In*: CRISTOFFOLETTI, P. J.; NICOLAI, M. (Eds.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas, 2016. p. 43-58.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. D. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 23-38, 2014.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **Informações Agronômicas**, [s.l.], v. 119, p. 1-32, 2007.