

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

AGRONOMIA

**MANEJO DE *Tithonia diversifolia* POR HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ E PÓS-
EMERGÊNCIA**

ELORA JÚLIA ROCHA SANTOS

Elora Júlia Rocha Santos

**MANEJO DE *Tithonia diversifolia* POR HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ E
PÓS-EMERGÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias
da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi
Santos

MONTES CLAROS - MG

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

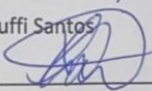
ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos sete dias do mês de dezembro de 2023, às 08 h, a estudante Elora Júlia Rocha Santos, matrícula 2018064767, defendeu o Trabalho intitulado "Manejo de *Tithonia diversifolia* por herbicidas aplicados em pré e pós-emergência" tendo obtido a média ()

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

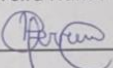
Nota 90 (noventa pontos)

Orientador: Leonardo David Tuffi Santos

Assinatura: 

Nota 90 (noventa pontos)

Examinadora: Claudineia Ferreira Nunes

Assinatura: 

Nota 90 (noventa pontos)

Examinador: Luan Mateus Silva Donato

Assinatura: Luan Mateus Silva Donato

Nota 90 (Noventa pontos)

Examinador: Nicolle de Oliveira Soares

Assinatura: Nicolle de Oliveira Soares

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador(a) e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

Dedicatória

Dedico aos meus pais, Karine e Robson (*in memoriam*) e a minha irmã Helena.

Agradecimentos

A Deus, por ser minha força e sempre me amparar, principalmente, nesta jornada em que as ‘lutas’ foram muitas e as perdas foram enormes. Obrigada, meu Jesus, por estar ao meu lado e não me deixar desistir.

Ao meu pai, Robson Antônio (*in memoriam*), sem você esse título nunca seria possível. Obrigada por sempre ter me apoiado em vida, por ter sido presente em todos os aspectos, por ter me acompanhado nos experimentos e nas idas ao ICA, por ter me proporcionado bons estudos e, sobretudo, pelo amor.

A minha mãe Karine e a minha irmã Helena, pelo apoio, presença, zelo e amor que dedicam a mim diariamente.

Aos meus tios Daniel, Karol e Alex e a minha prima Alexia por vibrarem cada conquista minha e sempre cuidarem de mim e minha família.

Ao Quemuel, que com todo seu amor e companheirismo, me motiva diariamente a ser alguém melhor.

Ao meu orientador Leonardo pela paciência, direção e apoio.

A Nicolle, pelo auxílio na condução deste trabalho.

Aos meus amigos do Laboratório de Plantas Daninhas, em especial, o Luan. Obrigada por me acompanharem nessa trajetória e deixarem a vida e o trabalho mais leve.

Aos amigos que a UFMG me apresentou, sobretudo os da Turma XX da Agronomia e da Diretoria da Atlético Coronel. Vocês tornaram essa jornada incrível!

Ao CNPq pelo financiamento da pesquisa e da bolsa de iniciação científica, que possibilitaram a realização do presente trabalho.

Ao corpo docente, técnico e aos colaboradores do Instituto de Ciências Agrárias. Vocês foram essenciais para minha formação profissional.

Muito obrigada!

Epígrafe

“Seja forte e corajoso.”

(Josué 1:9)

Resumo

A *Tithonia diversifolia* é considerada uma planta invasora em diversos países, o que gera preocupação a nível mundial para os ecossistemas e na proteção de cultivos, uma vez que é considerada agressiva, possui porte arbustivo e grande densidade populacional. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do uso de herbicidas no manejo da *T. diversifolia* em pré e pós-emergência. Foram realizados dois experimentos no manejo da *T. diversifolia* com aplicações de herbicidas. No experimento 1 os tratamentos foram representados pelos herbicidas aplicados em pós-emergência, em três doses crescentes, sendo Glyphosate (0,48, 1,32 e 2,16 Kg e. a. ha⁻¹), Glufosinato de Amônio (0,30, 0,55 e 0,80 Kg e. a. ha⁻¹), 2,4-D (0,36, 0,84 e 1,34 Kg e. a. ha⁻¹) e Picloram (0,48, 0,72 e 0,96 Kg e. a. ha⁻¹). No segundo experimento foram testadas a aplicação dos herbicidas em pré e pós-emergência inicial, com os seguintes tratamentos Atrazina (2, 2,25 e 2,50 Kg e. a. ha⁻¹), Oxyfluorfen (0,24, 0,84 e 1,44 Kg e. a. ha⁻¹), Fomesafen (0,23, 0,30 e 0,38 Kg e. a. ha⁻¹) e Nicossulfuron (0,05, 0,06 e 0,06 Kg e. a. ha⁻¹). Para fins de comparação foi mantida uma testemunha sem aplicação de herbicida nos dois experimentos. As avaliações de controle foram realizadas aos 15, 30 e 45 dias após a aplicação dos herbicidas (DAH) para pós-emergência e 15 e 30 DAH em pré e pós-emergência inicial, por meio de escala de notas de 0 a 100%, sendo 0 a ausência de intoxicação e plena emergência das plantas e 100 a morte da planta ou a ausência de emergência. A aplicação em pós-emergência de Picloram, independente da dose usada, levou ao controle excelente (> 99%) da *T. diversifolia* aos 30 e 45 DAH. Nas plantas jovens em pós-inicial, observou-se controle superior a 90% com a aplicação de Atrazina, independente da dose testada, e nas duas maiores doses de Oxyfluorfen e Fomesafen. A aplicação em pré-emergência de Oxyfluorfen, independente da dose usada, e Fomesafen, em suas duas maiores doses, levou ao controle excelente da *T. diversifolia* (>96%) aos 15 e 30 DAH. Já o Atrazine, em suas três doses, alcançou controle efetivo (>90%), apenas aos 30 DAH. Recomenda-se para plantas adultas uso de 0,72 Kg i. a. ha⁻¹ do herbicida Picloram. Para plantas jovens, a aplicação, em pós-inicial, das seguintes doses/herbicidas: 2,0 Kg ha⁻¹ de Atrazina, 0,30 Kg ha⁻¹ de Fomesafen ou 0,84 Kg ha⁻¹ de Oxyfluorfen.

Palavras-chave: planta invasora, titônia, controle químico, picloram, atrazine, oxyfluorfen, fomesafen.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Esquema da disposição de sementes e plantas no vaso, representando os experimentos de pré e pós-emergência inicial, respectivamente.	20
Figura 2 – Sintomas de ação de herbicidas sobre plantas de <i>Tithonia diversifolia</i> . A e B – Testemunha; C e D – glyphosate; E e F – glufosinato de amônio; G e H – 2,4-D; I e J – picloram.	23
Figura 3 – Redução de biomassa remanescente em plantas de <i>Tithonia diversifolia</i> aos 45 dias após a aplicação de herbicidas.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Herbicidas e doses testadas para o controle de <i>Tithonia diversifolia</i> em pós-emergência.	Pág. 18
Tabela 2 – Herbicidas e doses testadas para o controle de <i>Tithonia diversifolia</i> em pós-emergência inicial e pré-emergência.	20
Tabela 3 – Controle de <i>Tithonia diversifolia</i> após a aplicação de diferentes herbicidas em pós emergência.	24
Tabela 4 - Controle de <i>Tithonia diversifolia</i> após a aplicação de diferentes herbicidas em pós-emergência inicial.	26
Tabela 5 - Controle de <i>Tithonia diversifolia</i> após a aplicação de diferentes herbicidas em pré-emergência	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al – Alumínio

ALAM – Asociación Latinoamericana de Malezas

°C – graus celsius

Ca – Cálcio

cmolc – centimol de carga

dag – decagrama

DAH – dias após a aplicação de herbicidas

dm³ – decímetro cúbico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

H – Hidrogênio

ha – hectare

e.a. – equivalente ácido

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

K – Potássio

kg – quilograma

kPa – quilopascal

L - litro

m – metro

m² – metros quadrados

mg – miligrama

Mg – Magnésio

N – Nitrogênio

P – Potássio

SB – soma de bases trocáveis

t – capacidade de troca catiônica

T – capacidade de troca catiônica a pH 7

V – saturação de base (%)

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Plantas Daninhas	14
2.2 A <i>Tithonia diversifolia</i> como planta invasora	15
2.3 Uso do Controle Químico no manejo de plantas invasoras	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Experimento 1: Controle químico de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pós-emergência.....	18
3.2 Experimento 2: Controle químico de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pós-emergência inicial e em pré-emergência	19
3.3 Análise de dados	21
4. RESULTADOS.....	22
4.1 Sintomas da ação herbicida aplicados em pós-emergência em plantas adultas de <i>T. diversifolia</i>	22
4.2 Controle de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pós-emergência	23
4.3 Redução de biomassa remanescente em plantas de <i>Tithonia diversifolia</i>	24
4.4 Controle de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pós-emergência inicial	25
4.5 Controle de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pré-emergência.....	26
5. DISCUSSÃO	28
5.1 Controle químico de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pós-emergência	28
5.2 Controle químico de <i>T. diversifolia</i> com herbicidas aplicados em pós-emergência inicial e em pré-emergência.....	29
6. CONCLUSÕES	30
7. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Tithonia diversifolia (Hemsl.) A Gray é uma planta nativa da América Central. Conhecida popularmente como titônia, girassol-mexicano, botão-de-ouro, mão-de-Deus, margaridão e flor-do-mel, é pertencente à Classe: Dicotyledoneae, Subclasse: Metaclamídeas, Ordem: Campanuladas, Família: Asteraceae, Gênero: *Tithonia* (PÉREZ *et al.*, 2009).

T. diversifolia é também uma planta invasora, considerada agressiva e de preocupação a nível mundial (LI; ZANGH; LI, 2023; RAI *et al.*, 2023; BORAL; SILVA *et al.*, 2021), uma vez que possui porte arbustivo e grande densidade populacional, podendo levar à dominação parcial ou completa de diversos tipos de locais, como áreas agrícolas, áreas de proteção ambiental e margem de estradas. A espécie se reproduz por sementes e por partes vegetativas, sendo que seus caules têm fácil brotação quando em contato com o solo ou enterrados, dificultando práticas mecânicas de manejo. Em países como a Tailândia e Nigéria, a *T. diversifolia* foi tida como dominante em áreas montanhosas, apresentando alta capacidade competitiva com diversos tipos de plantas, incluindo as plantas daninhas e espécies agrícolas (TONGMA *et al.*, 1998; TAIWO; MAKINDE, 2005; OKI *et al.*, 2008).

Existem na literatura poucos relatos sobre os impactos negativos dessa planta, apesar da agressividade já conhecida (ADOYO; MUKALAMA; ENYOLA, 1997). Consequentemente, pouco se sabe sobre os métodos de manejo mais eficazes. O controle químico, ainda que pouco estudado para o controle de *T. diversifolia*, apresenta-se como uma estratégia promissora se utilizada de forma correta.

O controle químico de plantas daninhas apresenta rendimento operacional elevado, além de demandar pequena quantidade de mão-de-obra quando comparado a outros métodos de controle (OLIVEIRA, 2011). O uso de herbicidas também proporciona economia de trabalho e energia pela redução do tempo da atividade de controlar a espécie indesejada. Essa estratégia tem seu sucesso proveniente também do saber sobre herbicidas, doses e épocas de aplicação, buscando maximizar a seletividade e o controle, além de advir do conhecimento prévio sobre a planta e sua identificação precoce. Além das questões relacionadas à eficiência dos herbicidas, o conhecimento dos impactos negativos ao ambiente e aos organismos não alvo devem ser levados em consideração na escolha de produtos e sua dose.

Os ambientes e circunstâncias em que se encontram a *T. diversifolia* definem também as épocas e a forma de aplicação dos herbicidas. Os herbicidas classificados como de aplicação em pré-emergência são usados antes da emergência das plantas daninhas na área. Já os produtos aplicados na pós-emergência são aqueles usados/recomendados após a

emergência da planta daninha, tendo como alvo as partes aéreas das infestantes, principalmente as folhas.

O desenvolvimento de práticas de manejo e controle efetivo da *T. diversifolia* no Brasil torna-se necessário, pois a espécie está distribuída em diferentes biomas, sendo frequentemente encontrada nas margens de estradas, terrenos baldios, campos de cultivo e propriedades rurais e nos limites de áreas de preservação. Dado aos múltiplos usos da espécie e sua domesticação, tais como planta forrageira, ornamental, adubo verde, melífera e medicinal, sua distribuição em países tropicais tem aumentado, o que potencializa os riscos de invasão biológica.

O controle químico consciente pode ser uma ferramenta efetiva para o manejo da *T. diversifolia*. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi verificar a eficácia de herbicidas pós-emergentes e pré-emergentes no manejo da *T. diversifolia*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas Daninhas

De acordo com Lorenzi (1991), um conceito amplo de planta daninha a enquadra como toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada. Para Silva & Silva (2007), uma planta pode ser daninha em determinado momento se estiver interferindo negativamente nos objetivos do homem, porém esta mesma planta pode ser útil em outra situação. Adicionalmente, segundo Fischer (1973), plantas daninhas são plantas que interferem com os objetivos do homem em determinada situação e plantas cujas vantagens ainda não foram descobertas.

Ao contrário das plantas cultivadas, as daninhas estão adaptadas aos mais variados ambientes (FONTES; SHIRATSUCHI, 2003), característica decorrente, por exemplo, de variações genéticas. A divisão das plantas daninhas pode ocorrer então em comuns e verdadeiras, as primeiras sendo aquelas que não dotam da capacidade de sobreviver em condições desfavoráveis, e as segundas aquelas que possuem características que permitem a sobrevivência em condições adversas, como a dormência de sementes (SILVA; SILVA, 2007).

As plantas daninhas são comumente chamadas de mato, plantas infestantes, ervas daninhas e plantas invasoras. Todas essas designações relacionam-se com a indesejabilidade das plantas em relação a algumas atividades humana ou ambiente, entretanto usar estes termos sem a correta distinção deve ser evitado, pois nem sempre abrangem de forma ampla o que são as plantas daninhas (OLIVEIRA, 2011). Lorenzi (1991) afirma que o termo erva daninha engloba aquelas espécies que são plantas herbáceas e, pelo menos 20% das plantas daninhas não são desta categoria e sim arbustivas ou até arbóreas.

Outra expressão bastante utilizada de forma errônea para designar plantas daninhas é o termo “plantas invasoras”, cujas características são parecidas com as das daninhas. São definidas então, como espécies exóticas, ou seja, provenientes de outro local, mas com a capacidade de modificar o ecossistema de onde se instalam (CRONK; FULLER, 1995). As plantas invasoras ainda podem ser designadas como aquelas que desenvolvem a habilidade de crescer, reproduzir e dispersar de forma intensa (RICHARDSON *et al.*, 2000).

A plantas daninhas causam às espécies cultivadas efeitos negativos em relação ao crescimento e desenvolvimento das mesmas, e o conjunto de fatores responsáveis por desencadear tais efeitos são denominados “interferência” (SILVA; SILVA, 2007). Um destes fatores é a competição, tratando-se de uma interação biológica entre plantas, caracterizada

pela disputa de recursos necessários ao crescimento e desenvolvimento das mesmas (RADOSEVICH *et al.*, 1997). A alelopatia é outro fenômeno de interferência que as plantas daninhas causam em culturas. Os efeitos das substâncias alelopáticas, que são compostos metabólicos liberados pelas plantas, podem prejudicar o desenvolvimento de plantas de interesse de áreas agricultáveis, impedindo a germinação e crescimento de plântulas, por exemplo (SILVA; SILVA, 2007).

2.2 A *Tithonia diversifolia* como planta invasora

A *Tithonia diversifolia* é uma planta arbustiva encontrada em regiões tropicais e subtropicais (SILVA *et al.*, 2021) que foi introduzida como planta ornamental em muitos países e tornou-se uma planta invasora de rápida proliferação com intensas mudanças na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos locais (DAI *et al.*, 2021, OBIAKARA e FOURCADE, 2018).

Em contrapartida, a *T. diversifolia* pode ser usada para diversos fins, incluindo funções farmacológicas antibacterianas, antivirais, anti-inflamatórias, anticancerígenas e antioxidantes (DLAMINI *et al.*, 2020, FARIAS *et al.*, 2019), uso como adubo verde e melhoria da fertilidade do solo devido ao seu alto teor de NPK e sua rápida taxa de decomposição (ABOYEJI *et al.*, 2019, PARTEY *et al.*, 2011), entre outros diferentes fins.

As principais características que explicam sua rápida expansão no globo terrestre estão relacionadas ao seu rápido crescimento (WITT *et al.*, 2019, REIS *et al.*, 2018), estratégias reprodutivas distintas, permitindo que se adapte a diferentes condições ambientais (SANTOS-GALLY *et al.*, 2020), e potencial alelopático, com efeitos inibidores de crescimento em uma ampla gama de culturas essenciais, formando grandes populações monoespecíficas e impenetráveis (KATO, 2020).

A *T. diversifolia* é propagada de forma sexuada, por sementes pequenas, leves e de fácil dispersão e que apresentam um período de dormência como estratégia de sobrevivência (MUOGHALU; CHUBA, 2005). A espécie também possui propagação assexuada por fragmentos do seu caule, com elevada taxa de sobrevivência e com alta capacidade de rebrota (LOURENÇO *et al.*, 2015).

A *T. diversifolia* possui ciclo perene, rápido crescimento e fácil estabelecimento, com grande quantidade de raízes o que favorece a absorção de nutrientes (CRESCO *et al.*, 2011). Além disso, segundo Ruíz *et al.* (2014), a *T. diversifolia* é uma espécie multifuncional adaptada a diversos solos, incluindo aqueles de baixa fertilidade, solos ácidos, com altos níveis de alumínio e baixos níveis de fósforo, o que também contribui para sua expansão em

vários lugares do globo. A espécie também tolera condições de baixa pluviosidade sendo encontrada em condições áridas e semiáridas em diferentes altitudes (SILVA *et al.*, 2018).

A *T. diversifolia* é reconhecida como uma das plantas invasoras de maior preocupação em nível mundial (GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2021), sendo frequentemente registrada como uma planta invasora prejudicial que desarmoniza as populações de plantas nativas (OBIAKARA; FOURCADE, 2018). No Brasil tem sido encontrada em áreas cultivadas e de preservação ambiental em diferentes biomas. Silva (2020) em sua pesquisa, identificou 148 ocorrências de invasão pela *T. diversifolia*, 26,35% no Sudeste do país, 22,30% estão no Nordeste, 21,62% no Centro Oeste, 18,24% no Sul e 11,49% no Norte do país.

As características de crescimento, multiplicação e adaptação edafoclimática de *T. diversifolia* levam a preocupação com a espécie quanto ao seu potencial problema como planta invasora de biomas naturais e de áreas cultivadas, o que merece atenção e estudo para o seu devido manejo.

2.3 Uso do Controle Químico no manejo de plantas invasoras

O controle químico de plantas daninhas é baseado na utilização de produtos chamados herbicidas, formulado com substâncias químicas capazes de interferir nas atividades metabólicas das plantas, suprimindo seu crescimento, desenvolvimento ou ocasionando sua morte (BARROSO *et al.*, 2022). A utilização desse método de manejo, além de proporcionar rendimento operacional, pois é rápido, prático e eficiente, reduz mão de obra, pode ser utilizado em diferentes condições climáticas e em plantio direto (CARVALHO, 2013).

O método químico é o mais utilizado mundialmente (FOLONI *et al.*, 2006) e deve ser utilizado em conjunto com outros métodos de controle, uma vez que seu uso indiscriminado pode causar um desequilíbrio no ambiente. É uma ferramenta importante para o manejo de plantas daninhas desde que usadas na forma e momento correto. Por isto, a identificação da espécie, o entendimento sobre a fisiologia da planta, grupos de herbicidas e tecnologia de aplicação são de fundamental importância para o êxito do método (SILVA; SILVA, 2007).

O controle químico pode ser realizado em diferentes épocas, com aplicações em pré e pós-emergência. O manejo pré-emergente é estratégia essencial na gestão de plantas daninhas, pois além de impedir o desenvolvimento de plantas indesejadas antes mesmo de sua germinação, preserva a produtividade agrícola e a manutenção da qualidade dos cultivos. Os herbicidas pré-emergentes têm ganhado força e espaço entre os produtores em virtude da

perda de eficiência dos herbicidas pós-emergentes, principalmente pela evolução nos casos de resistência (BECKIE *et al.*, 2019).

Uma exigência fundamental para se ter bom resultado em aplicações realizadas na pré-emergência da cultura é a necessidade de umidade no solo, o que favorece a distribuição em uma fina camada superficial protegida contra fatores adversos do ambiente (BELTRÃO; AZEVÊDO, 1994).

O uso de herbicidas em pré-emergência tem a finalidade de controlar a emergência das plantas daninhas, evitando que a mesma cause prejuízo à cultura de interesse (LIMA, 2023), em razão do efeito residual que pode ser prolongado no solo (PATEL, 2018). Segundo Albrecht (2019), essa classe de químicos perdura no solo, em tempo e concentrações necessárias, antes das plantas invasoras estabelecer um processo competitivo com a cultura e resultar em prejuízos econômicos e operacionais. Além disso, ajudam a reduzir o banco de sementes das plantas daninhas e permite que a reentrada com aplicações em pós-emergência sejam menores e quando associados aos demais métodos de controle, diminui a pressão de seleção de biótipos resistentes (ALBRECHT, 2019).

Herbicidas também podem ser aplicados em pós-emergência das plantas, e nesta época de aplicação diferem-se quanto à seletividade, em seletivos e não seletivos. Os herbicidas pós-emergentes não seletivos são aplicados diretamente sobre as plantas daninhas, evitando atingir a cultura de interesse já que as moléculas do produto agem sobre ambas as espécies (ROCHA, P. P. P.; BARRETO, G. F. e AUGUSTI, M. L., 2022)

A idade das plantas daninhas é um aspecto importante na aplicação em pós-emergência pois está relacionada diretamente com as doses dos herbicidas e com a eficácia deste tipo de aplicação, ou seja, a eficiência dos herbicidas aplicados precocemente é maior que quando aplicados de forma tardia (OLIVEIRA, 2011), visto que as plantas serão dotadas de menos reservas energéticas. Oliveira (2011), ainda cita a existência da aplicação em pós-inicial, feita quando as plantas daninhas ainda estão em fases primárias de desenvolvimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi composto de dois experimentos, sendo o primeiro para avaliação da eficiência de controle de herbicidas aplicados em pós-emergência em condições de campo e o segundo para avaliação da eficiência de produtos usados em pré-emergência e pós-inicial em condições de vasos, no controle de *T. diversifolia*.

3.1 Experimento 1: Controle químico de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pós-emergência

As plantas de *T. diversifolia*, em população monoespecífica, localizadas na longitude 43°50'18.29" Oeste e latitude 16°40'59.29" Sul, área de pesquisa do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, foram inicialmente roçadas para uniformização das brotações, seguida de adubação em cobertura com 100 Kg ha⁻¹ de N, com aplicação de ureia (46% de N).

O experimento foi alocado em blocos ao acaso, com 3 repetições, em parcelas contendo cinco plantas separadas conforme seu tamanho. Os tratamentos foram representados pelos herbicidas em diferentes doses, conforme descrito na tabela 1. Para fins de comparação, foi mantido um tratamento como testemunha sem aplicação de herbicida. A aplicação dos herbicidas ocorreu aos 30 dias após a roçada de uniformização, diretamente sobre as brotações, em todas as faces das touceiras das plantas, que apresentavam altura média de 107 cm.

Tabela 1: Herbicidas e doses testadas para o controle de *T. diversifolia* em pós-emergência

Herbicida	Dose do produto comercial	Dose do princípio ativo
Glyphosate Roundup Original Mais [®] (480 g e.a. L ⁻¹)	1,0 L ha ⁻¹	0,48 kg ha ⁻¹
	2,75 L ha ⁻¹	1,32 kg ha ⁻¹
	4,5 L ha ⁻¹	2,16 kg ha ⁻¹
Glufosinato de amônio Finale [®] (200 g i.a L ⁻¹)	1,5 L ha ⁻¹	0,3 kg ha ⁻¹
	2,75 L ha ⁻¹	0,55 kg ha ⁻¹
	4,0 L ha ⁻¹	0,8 kg ha ⁻¹
2,4-D Aminol [®] (670 g e.a L ⁻¹)	0,5 L ha ⁻¹	0,36 kg ha ⁻¹
	1,25 L ha ⁻¹	0,84 kg ha ⁻¹
	2,0 L ha ⁻¹	1,34 kg ha ⁻¹
Picloram Padron [®] (240 g e.a. L ⁻¹)	2,0 L ha ⁻¹	0,48 kg ha ⁻¹
	3,0 L ha ⁻¹	0,72 kg ha ⁻¹
	4,0 L ha ⁻¹	0,96 kg ha ⁻¹
Testemunha sem aplicação de herbicida		

A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal, com pressão constante a 300 kPa, equipado com barra simples contendo uma ponta modelo LD11002 (Jacto, Pompéia, Brazil). No momento da aplicação o local apresentava 26°C de temperatura média, 57% de umidade relativa e 3,6 Km h⁻¹ de velocidade do vento (INMET).

As avaliações de controle foram realizadas aos 15, 30 e 45 DAH, por meio de observações visuais, em que se adotou uma escala de 0 a 100%, sendo 0, ausência de intoxicação causada pelo herbicida e 100 a morte da planta (ALAM, 1974). Três avaliadores atribuíram notas de controle pela observação visual das plantas e os valores por parcela foram determinados pela média aritmética das três observações/avaliador.

Aos 45 DAH a vegetação viva remanescente nas plantas de *T. diversifolia* foram coletadas para determinação da massa seca de parte aérea. Estes foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C e posteriormente foram pesados em balança.

3.2 Experimento 2: Controle químico de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pós-emergência inicial e em pré-emergência

Sementes de *T. diversifolia* foram dispostas em vasos de 6 L de volume, contendo solo argiloso, classificado como Cambissolo Háplico Eutrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com as seguintes características físico-químicas: pH em água: 6,1; areia: 63,2 dag kg⁻¹; silte: 12,8 dag kg⁻¹; argila: 24 dag kg⁻¹; teor de matéria orgânica: 3,26 dag kg⁻¹; P Mehlich: 8,1 mg dm⁻³; P remanescente: 21,6 mg L⁻¹; K: 214,5 mg dm⁻³; Ca: 10,45 cmolc dm⁻³; Mg: 0,87 cmolc dm⁻³; Al: 0,0 cmolc dm⁻³; H + Al: 1,27 cmolc dm⁻³; SB: 11,87 cmolc dm⁻³; t : 11,87 cmolc dm⁻³; m: 0,0 %; T: 13,14 cmolc dm⁻³; V: 90,31 % e Carbono Org.: 1,89 dag kg⁻¹.

No semeio inicial foram dispostas em fileira no vaso dez sementes de *T. diversifolia*. Após a sua germinação, e quando as plantas apresentavam um par de folhas definitivas, foi semeada a segunda fileira de sementes, com o mesmo quantitativo. Dessa forma, no mesmo vaso, no momento da aplicação dos herbicidas, havia plantas de *T. diversifolia* para avaliação dos produtos em pós-emergência inicial e em pré-emergência, conforme Figura 1.



Figura 1: Esquema da disposição de sementes e plantas no vaso, representando os experimentos de pré e pós-emergência inicial, respectivamente. Fonte: Autora, 2023.

O experimento foi disposto em blocos ao acaso, com 6 repetições, sendo cada vaso considerado uma parcela. Os tratamentos foram representados pelos herbicidas em diferentes doses conforme descrito na tabela 2. Para fins de comparação, foi mantido um tratamento como testemunha sem aplicação de herbicida.

Tabela 2: Herbicidas e doses testadas para o controle de *T. diversifolia* em pós-emergência inicial e pré-emergência.

Herbicida	Dose do produto comercial	Dose do princípio ativo
Atrazine Herbitrin 500 BR [®] (500 g e. a. L ⁻¹)	4,0 L ha ⁻¹	2,0 kg ha ⁻¹
	4,5 L ha ⁻¹	2,25 kg ha ⁻¹
	5,0 L ha ⁻¹	2,50 kg ha ⁻¹
Oxyfluorfen Goal BR [®] (240 g e. a. L ⁻¹)	1,0 L ha ⁻¹	0,24 kg ha ⁻¹
	3,5 L ha ⁻¹	0,84 kg ha ⁻¹
	6,0 L ha ⁻¹	1,44 kg ha ⁻¹
Fomesafen Flex [®] (2500 g e. a. L ⁻¹)	0,9 L ha ⁻¹	0,23 kg ha ⁻¹
	1,2 L ha ⁻¹	0,30 kg ha ⁻¹
	1,5 L ha ⁻¹	0,38 kg ha ⁻¹
Nicossulfuron Grifo [®] (40 g e. a. L ⁻¹)	1,25 L ha ⁻¹	0,05 kg ha ⁻¹
	1,38 L ha ⁻¹	0,06 kg ha ⁻¹
	1,5 L ha ⁻¹	0,06 kg ha ⁻¹
Testemunha sem aplicação de herbicida		

A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal, mantido a pressão constante com 300 kPa com uso de válvula reguladora TTI11002 (Teejet, Wheaton, Illinois, USA) acoplada a barra simples contendo uma ponta modelo LD11002 (Jacto, Pompéia, Brazil).

As avaliações de controle foram realizadas aos 15 e 30 dias após a aplicação dos herbicidas (DAH), por meio de observações visuais, em que se adotou escala de 0 a 100%, sendo 0, ausência de intoxicação e plena emergência das plantas e 100 a morte da planta ou a ausência de emergência (ALAM, 1974). As avaliações de controle foram realizadas por três avaliadores treinados, sendo os valores por parcela determinados pela média aritmética das notas dos três avaliadores.

Após os 30 DAH os resquícios de vegetação viva remanescente nas plantas de *T. diversifolia* foram coletados para determinação da massa seca de parte aérea para a condição de aplicação em pós-inicial e para a pré-emergência. Estes foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada de ar a 65°C e posteriormente pesados em balança.

3.3 Análise de dados

Para ambos os experimentos o efeito dos herbicidas sobre a *T. diversifolia* foi descrito para cada produto e situação de aplicação. Os dados de controle foram apresentados de forma descritiva com o erro padrão da média.

Para o ensaio com aplicação pós-emergente, foi estabelecido um percentual de redução de biomassa verde remanescente em relação à testemunha após 45 DAH.

4. RESULTADOS

4.1 Sintomas da ação herbicida aplicados em pós-emergência em plantas adultas de *T. diversifolia*

Plantas de *T. diversifolia* tratadas com glyphosate apresentaram amarelecimento na parte apical dos ramos, sintoma característico da molécula (Figura 2 - C e D), seguido de murcha e necroses foliares. As plantas que receberam aplicação do glufosinato de amônio apresentaram intensas necroses foliares (Figura 2 - E e F) sintoma que, em seguida, espalhou-se para o caule. Plantas de *T. diversifolia* que receberam a aplicação de 2,4-D apresentaram início de clorose, murcha, caules tortos, início de necrose (Figura 2 - G e H) e, além disso, superbrotações. Plantas de *T. diversifolia* tratadas com picloram apresentaram amarelecimento foliar, murcha acentuada, intensa epinastia de pecíolos, necrose nas folhas (Figura 2 - I e J) e também nos caules.

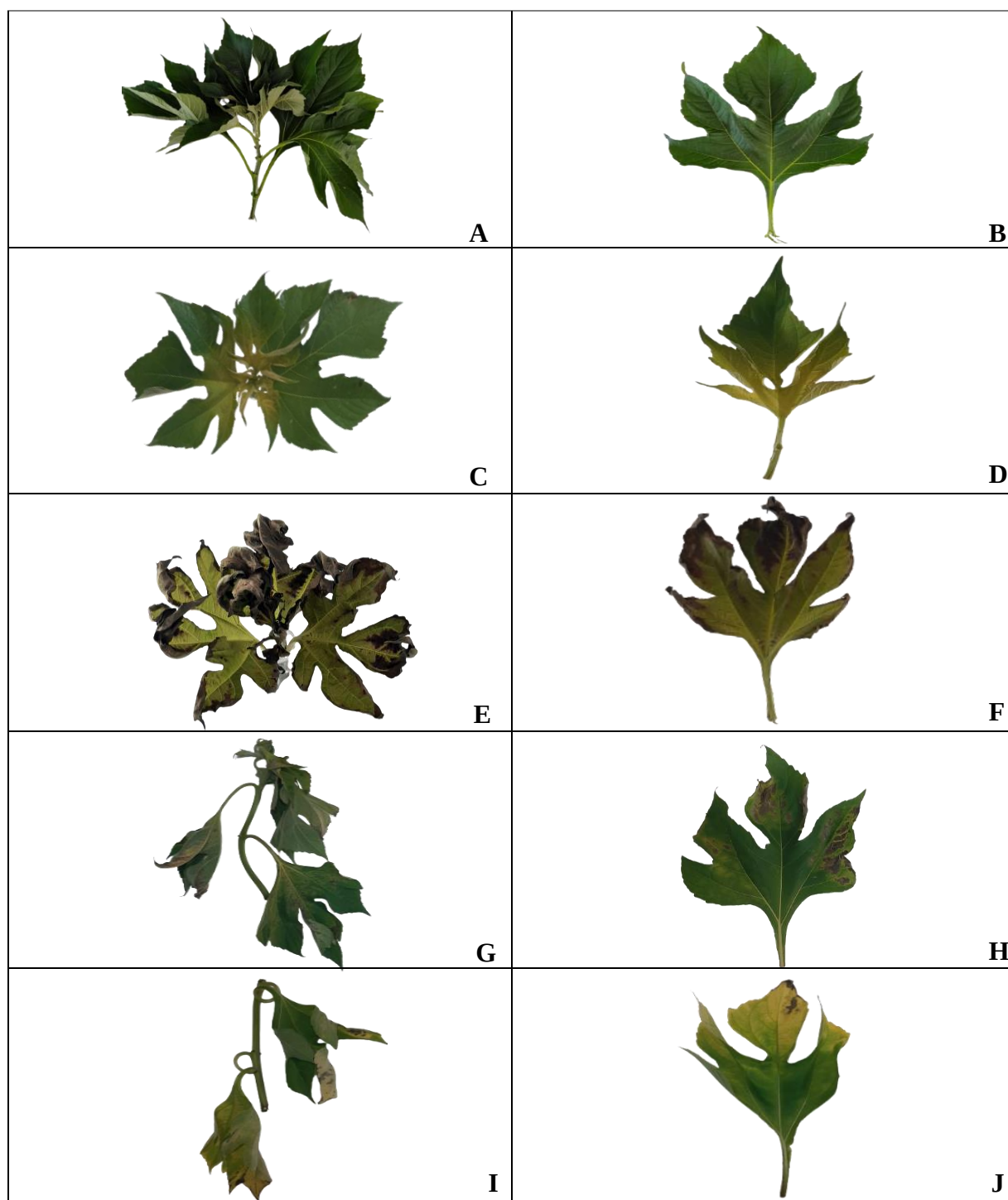


Figura 2: Sintomas da ação de herbicidas sobre plantas de *T. diversifolia*. A e B – Testemunha; C e D – glyphosate; E e F - glufosiate de amônio; G e H – 2,4-D; I e J – picloram. Fonte: Autora, 2022.

4.2 Controle de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pós-emergência

As plantas de *T. diversifolia* apresentaram maior sensibilidade ao picloram, em todas suas doses testadas, dentre os herbicidas aplicados em pós-emergência. A menor dose de picloram utilizada foi eficiente no controle das plantas aos 30 e 45 DAH. Nenhuma das doses

de glyphosate, glufosinato de amônio e 2,4-D testadas foram eficientes para obter controle satisfatório de *T. diversifolia* (Tabela 3). Plantas tratadas com glufosinato de amônio apresentaram controle maior aos 15 DAH, com recuperação das plantas nas avaliações aos 30 e 45 DAH (Tabela 3), em virtude do surgimento de novas brotações.

Tabela 3 – Controle de *Tithonia diversifolia* após a aplicação de diferentes herbicidas em pós-emergência.

Tratamento	Dose do princípio ativo (Kg ha ⁻¹)	Média de Controle/tratamento		
		15 dias	30 dias	45 dias
Testemunha	0,0	0,0	0,0	0,0
Glyphosate	0,48	17,1 ± 1,3*	16,1 ± 2,8	17,3 ± 3,3
	1,32	26,3 ± 3,0	34,1 ± 1,7	37,8 ± 4,6
	2,16	48,0 ± 4,0	65,6 ± 5,7	60,6 ± 6,4
Glufosinato de Amônio	0,3	38,0 ± 1,2	14,4 ± 2,6	14,8 ± 1,8
	0,55	48,5 ± 1,8	15,4 ± 2,9	15,4 ± 2,6
	0,8	47,9 ± 7,7	27,9 ± 10,6	29,2 ± 7,7
2,4-D	0,36	37,5 ± 0,5	25,2 ± 3,4	26,3 ± 2,1
	0,84	44,5 ± 1,3	49,9 ± 3,3	51,9 ± 3,7
	1,34	49,7 ± 1,2	75,0 ± 3,3	77,3 ± 0,9
Picloram	0,48	86,7 ± 2,4	99,7 ± 0,1	99,7 ± 0,1
	0,72	89,0 ± 0,6	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
	0,96	90,5 ± 1,8	99,3 ± 0,5	99,3 ± 0,5

* ± significa o erro padrão da média

4.3 Redução de biomassa remanescente em plantas de *Tithonia diversifolia*

Plantas de *T. diversifolia* que não receberam a aplicação de herbicidas apresentaram acúmulo de biomassa de 2,9 Kg de matéria seca por planta. Nas plantas tratadas com herbicidas a menor eficiência da ação herbicida na redução da biomassa remanescente por planta foi encontrada na aplicação de 0,5 L ha⁻¹ de 2,4-D (42%) (Figura 3). A aplicação de glyphosate reduziu a biomassa da planta para 815, 1137 e 368 g/planta de matéria seca para as doses de 0,48, 1,32 e 2,16 Kg e. a. ha⁻¹, respectivamente. Para o herbicida com base de glufosinato de amônio a redução de biomassa de *T. diversifolia* foi superior a 80% a partir da dose intermediária. O herbicida 2,4-D reduziu a biomassa remanescente das plantas para 634 e 539

g/planta de matéria seca para as doses de 0,84 e 1,34 Kg e. a. ha⁻¹ L ha⁻¹, respectivamente. As plantas de *T. diversifolia* foram controladas 100% em todas as doses de picloram, o que representou 100% na redução da biomassa viva das plantas aos 45 DAH (Figura 3).

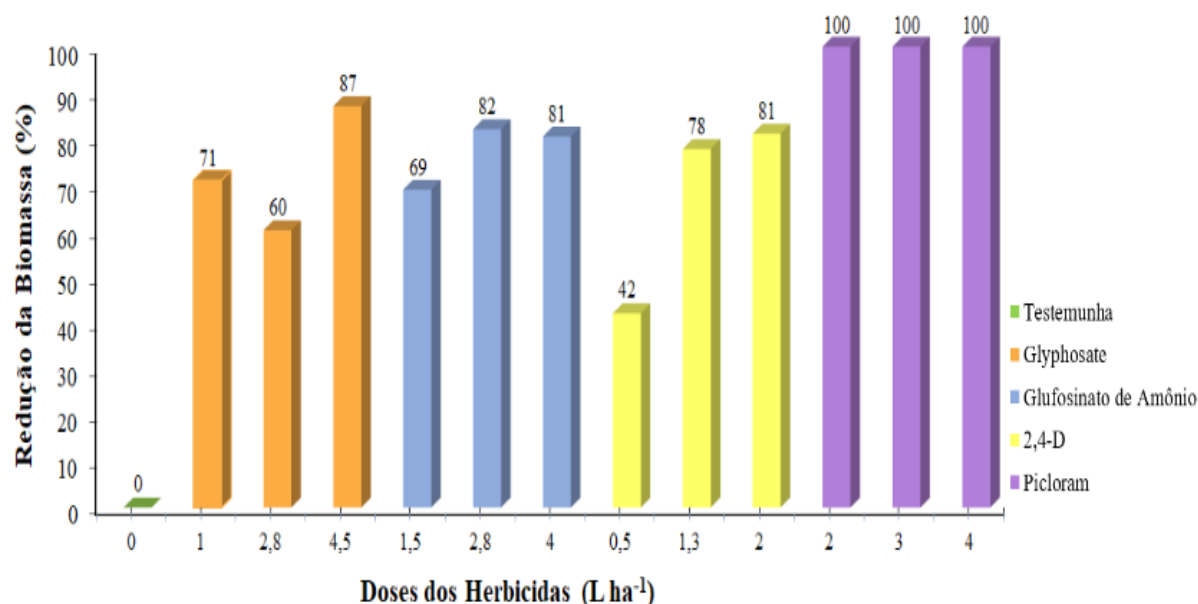


Figura 3: Redução de biomassa remanescente em plantas de *Tithonia diversifolia* aos 45 dias após a aplicação de herbicidas. Fonte: Autora, 2023.

4.4 Controle de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pós-emergência inicial

Na aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial as plantas de *T. diversifolia* apresentaram maior sensibilidade ao atrazine em todas as doses aplicadas em comparação aos demais produtos, apresentando controle excelente (acima de 91%), nos 15 e 30 DAH, sendo que nesta última data houve uma pequena recuperação das plantas. A dose de 0,24 e 0,84 Kg e. a. ha⁻¹ aos 30 DAH e a dose de 1,44 Kg e. a. ha⁻¹ aos 15 DAH de oxyfluorfen, mostraram controle satisfatório de *T. diversifolia*. As plantas manejadas com o fomesafen tiveram controle eficaz, aos 15 e 30 DAH, com as doses de 0,30 e 0,38 Kg e. a. ha⁻¹. As plantas tratadas com nicossulfuron não apresentaram controle em nenhuma das doses aplicadas em pós-emergência inicial (Tabela 4).

Tabela 4 – Controle de *Tithonia diversifolia* após a aplicação de diferentes herbicidas em pós-emergência inicial.

Tratamentos	Dose do princípio ativo (Kg ha ⁻¹)	Média de Controle/tratamento	
		15 dias	30 dias
Testemunha	0,0	0,0	0,0
Atrazine	2,00	100,0 ± 0,0*	99,6 ± 0,4
	2,25	100,0 ± 0,0	91,7 ± 5,3
	2,50	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Oxifluorfen	0,24	78,5 ± 1,4	99,2 ± 0,8
	0,84	87,7 ± 1,6	96,1 ± 0,9
	1,44	95,2 ± 2,8	87,1 ± 2,7
Fomesafen	0,23	70,6 ± 11,6	77,6 ± 12,9
	0,3	99,4 ± 0,6	99,8 ± 0,2
	0,38	99,8 ± 0,2	100,0 ± 0,0
Nicossulfuron	0,05	5,0 ± 1,8	0,6 ± 0,6
	0,06	2,1 ± 0,4	0,0 ± 0,0
	0,06	5,2 ± 1,6	0,4 ± 0,3

* ± significa o erro padrão da média

4.5 Controle de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pré-emergência

As três doses de atrazine e de oxyfluorfen aplicadas em pré-emergência foram eficientes no controle de plantas de *T. diversifolia* aos 30 DAH, atingindo excelente controle (>91%). As doses de 0,30 e 0,38 Kg e. a. ha⁻¹ de fomesafen foram eficazes para o controle de *T. diversifolia* aos 15 e 30 DAH. As plantas tratadas com nicossulfuron não apresentaram controle em nenhuma das doses aplicadas em pré-emergência (Tabela 5).

Tabela 5 – Controle de *Tithonia diversifolia* após a aplicação de diferentes herbicidas em pré-emergência.

Tratamentos	Dose do princípio ativo (Kg ha ⁻¹)	Média de Controle/tratamento	
		15 dias	30 dias
Testemunha	0,0	0,0	0,0
Atrazine	2,0	45,6 ± 11,6*	99,4 ± 0,4
	2,25	89,6 ± 6,2	90,8 ± 5,0
	2,5	87,3 ± 3,0	100,0 ± 0,0
Oxifluorfem	0,24	97,5 ± 1,1	96,5 ± 2,4
	0,84	96,5 ± 1,5	98,5 ± 0,8
	1,44	97,5 ± 0,9	95,0 ± 2,0
Fomesafen	0,23	43,3 ± 16,6	68,5 ± 13,0
	0,30	98,1 ± 1,0	100,0 ± 0,0
	0,38	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Nicossulfuron	0,05	1,04 ± 0,4	1,3 ± 0,6
	0,06	4,8 ± 3,6	1,7 ± 0,8
	0,06	2,5 ± 0,5	0,3 ± 0,2

* ± significa o erro padrão da média

5. DISCUSSÃO

5.1 Controle químico de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pós-emergência

As plantas de *T. diversifolia* estabelecidas em campo apresentavam caules lignificados, porte alto e robusto e folhas amplamente desenvolvidas, e mostraram maior sensibilidade à ação do picloram. Este é um herbicida mimetizador de auxinas, que tem ação sistêmica sobre a planta, ou seja, sua translocação é via floema e xilema, e apesar do seu efeito lento, é extremamente persistente, o que leva a severos sintomas de intoxicação e posteriormente, morte da planta (SILVA; SILVA, 2007). Também é caracterizado por controlar plantas daninhas de folhas largas, arbustos e árvores (SILVA; SILVA, 2007), o que explica a suscetibilidade da *T. diversifolia* nas três doses testadas do produto, o que também interferiu na produção de matéria verde remanescente.

A produção de biomassa em plantas de *T. diversifolia* após aplicação de herbicidas está relacionada com a capacidade de interação das moléculas desses produtos com a espécie, ou seja, a partir do controle, estima-se o material remanescente. A obtenção de estimativas precisas de produtividade em formações vegetais tropicais é um pré-requisito importante no estabelecimento de ações de manejo (REIS *et al.*, 1998). Esses dados são essenciais para uma gestão eficaz de áreas e ecossistemas, pois essas informações são a base para tomadas de decisões, sobretudo com a busca de manejos sustentáveis.

A redução da biomassa verde remanescente (Figura 3) quando comparada com a testemunha foi destacada quando o picloram foi utilizado. Na sua menor dose de aplicação, este herbicida promoveu uma ação mais eficaz sobre a planta, que na literatura é caracterizada pelo crescimento desordenado das células vegetais e impedimento do movimento dos fotoassimilados das folhas para o sistema radicular (SILVA; SILVA, 2007) motivos que levaram à morte da planta.

O herbicida 2,4-D, embora também pertença à classe dos herbicidas mimetizadores de auxinas, assim como o Picloram, seus efeitos sobre as plantas de *T. diversifolia* não foram significativos para recomendação, pois esta molécula age de forma eficiente, principalmente, em plantas herbáceas de porte pequeno, característica esta que não é encontrada em plantas adultas da *T. diversifolia*, que apresentam caules longos e rígidos. Os herbicidas glyphosate e glufosinato de amônio, igualmente ao 2,4-D, não levaram ao controle satisfatório da *T. diversifolia* após aplicação em pós-emergência.

No presente estudo a não eficácia do 2,4-D, do glyphosate e do glufosinato de amônio pode ser atribuída a tolerância da espécie as doses dos produtos testados, o que precisa ser

estudado para identificação dos fatores envolvidos. A tolerância de plantas a herbicidas pode ser atribuída a fatores como diferentes formas de absorção, translocação e metabolização da molécula pela espécie (GALON *et al.*, 2009). Além disso, outros aspectos que proporcionam insensibilidade das plantas são o estágio de crescimento e condições de aplicação, que podem interferir diretamente na captação da molécula pela planta (GALON *et al.*, 2013).

5.2 Controle químico de *T. diversifolia* com herbicidas aplicados em pós-emergência inicial e em pré-emergência

Como evidenciado nos resultados, a atuação dos herbicidas testados alterou a medida que a época de aplicação foi modificada. Este resultado, certamente está relacionado ao modo de ação destas moléculas. Na aplicação em pós-emergência inicial, a inibição da taxa de transporte de elétrons no Fotossistema II, promovida pelo atrazine, resulta na redução dos eventos fotossintéticos e consequentemente, bloqueia o crescimento da planta jovem o que destacou o controle excelente (>91%) da espécie quando a mesma já apresentava o primeiro par de folhas cotiledonares (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Os herbicidas oxifluorfem e fomesafen são inibidores da PROTOX, enzima responsável pelo processo de oxidação de precursores da clorofila (SILVA; SILVA, 2007). No presente estudo esses produtos aplicados em pré-emergência impediram a germinação das plantas quando estas entraram em contato com a camada de solo tratada, mesmo aos 30 DAH e nas doses menores doses testadas. O oxifluorfem e fomesafen apresentam baixa lixiviação e ação eficiente no controle de plantas em processo de emergência (OLIVEIRA *et al.*, 2011), o que explica o controle satisfatório da *T. diversifolia* com uso desses produtos.

6. CONCLUSÕES

Tithonia diversifolia apresenta elevada sensibilidade ao picloram. Portanto, para plantas adultas é recomendado o uso de 0,72 Kg e. a. ha⁻¹ do herbicida picloram, aplicados com jato direcionado aos ramos da planta.

A aplicação, em pós-emergência inicial, das seguintes doses/herbicidas: 2,0 Kg ha⁻¹ de atrazine, 0,30 Kg ha⁻¹ de fomesafen ou 0,84 Kg e. a. ha⁻¹ de oxyfluorfem e em pré-emergência, recomenda-se a aplicação de 0,30 Kg e. a. ha⁻¹ de fomesafen.

7. REFERÊNCIAS

- ABOYEJI, C. M.; ADEKIYA, A. O.; DUNSIN, O.; AGBAJE, G. O.; OLUGBEMI, O.; OKOH, H. O.; OLOFINTOYE, T. A. J. Growth, yield and vitamin C content of radish (*Raphanus sativus* L.) as affected by green biomass of *Parkia biglobosa* and *Tithonia diversifolia*. **Agroforestry Systems**, v. 93, p. 803-812, 2019.
- ADOYO, F., MUKALAMA, J. B.; ENYOLA, M. Using Tithonia concoctions for termite control in Busia District, Kenya. **ILEIA Newsletter**, v. 13, n. 4, p. 24-25, 1997.
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; DANILUSSI, M. T. Y.; LORENZETTI, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal. Editora Fábrica da Palavra, p. 145-169, 2021.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- BARROSO, A. A. M.; RIBEIRO, R. S. de S.; MITROSZEWSKI, N. A.; DA SILVA, R. G.; LEINECKER, J. P. de B.; LUCIF, T. B. Métodos de Controle de Plantas Daninhas, In: ROCHA, P. R. R.; BARRETO, G. F.; AUGUSTI, M. L. Herbicidologia, In: ALMEIDA, E. I. B. & FERRÃO, G. da E. **Fundamentos em Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. São Luís: Edufma, 2022. p. 83-94.
- BECKIE, H. J.; BUSI, R.; BAGAVATHIANNAN, M. V.; MARTIN, S. L. Herbicide resistance gene flow in weeds: under-estimated and under-appreciated. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 283, p. 106566, 2019.
- BELTRÃO, N. E. M.; AZEVÊDO, D. M. P. Controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 154, 1994.
- BORAL, D.; MOKTAN, S. Mapping the spatial distribution of the invasive Mexican Sunflower *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) in South East Asia, **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, v. 15, p. 425-434, 2022.

CARVALHO, L. B. Manejo. In: CARVALHO, L. B. Plantas Daninhas. Lages: Edição do Autor, 2013. p. 70-77.

CRESPO, G; RUIZ, T. E.; ÁLVAREZ, J. Efeito do adubo verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) no estabelecimento e produção de forragem de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 e em algumas propriedades do solo. **Revista cubana de ciência agrícola**, v. 45, n. 1, p. 79-82, 2011.

CRONK, Q. C. B. & FULLER, J. L. **Plant invaders**: The Threat to Natural Ecosystems. London: Chapman & Hall. 1995.

DAI, G.; WANG, S.; GENG, Y.; DAWAZHAXI, X.; OU, X.; ZHANG, Z. Potential risks of *Tithonia diversifolia* in Yunnan Province under climate change. **Ecological Research**, v. 36, n. 1, p. 129-144, 2021.

DLAMINI, B.S.; CHEN, C. R.; SHYU, D. J.; CHANG, C. I. Flavonoids from *Tithonia diversifolia* and their antioxidant and antibacterial activity. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 56, p. 906-908, 2020.

FARIAS, A. L. F.; RODRIGUES, A. B. L.; MARTINS, R. L.; RABELO, E. de M.; FARIAS, C. W. F.; ALMEIDA, S. S. M. da S. Chemical characterization, antioxidant, cytotoxic and microbiological activities of the essential oil of leaf of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray (Asteraceae). **Pharmaceuticals**, v. 12, n. 1, p. 34, 2019.

FISHER, H. H. Conceito de erva daninha. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. **Controle de ervas daninhas**. Viçosa: UFV. p. 5-10, 1973.

FOLONI, L. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DE CARVALHO, S. J. P. Controle químico deve auxiliar o combate a plantas daninhas. **Visão Agrícola**, v. 3, n. 6, p. 64-67, 2006.

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S. **Manejo integrado de plantas invasoras na agricultura orgânica**. Planaltina: Embrapa Cerrados, (Embrapa Cerrados. Documentos, 106), p. 28, 2003.

GALON, L.; FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Tolerância de culturas e plantas daninhas a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier; 2009. p.37-74.

GALON, L.; FERREIRA, E.A.; ASPIAZÚ, I.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A. Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha**. p.193-201, 2013.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. **Species profile: *Tithonia diversifolia***. 2018. Disponível em: <<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Tithonia+diversifolia>>. Acesso em:11 nov. 2023.

KATO, N.; H. Involvement of Allelopathy in the Invasive Potential of *Tithonia diversifolia*. **Plants**, v. 9, n. 6, p. 766, 2020.

LI, J.; ZANGH, S.; LI, Y. Photosynthetic response dynamics in the invasive species *Tithonia diversifolia* and two co-occurring native shrub species under fluctuating light conditions, **Plant Diversity**, 2023.

LIMA, V. P. D.; Eficiência de herbicidas pré-emergentes no controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) em pré-semeadura da soja. **Locus UFV**. 2023.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais**. 2ª edição. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1991. p. 440.

LOURENCO, J. D. P.; MATOS, A. D. O.; MEIRELLES, A. C.; SILVA, R. L.; LOURENÇO, F. D. S. Estudos preliminares sobre a propagação vegetativa de *Tithonia diversifolia*. In: **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9, Belém, PA. Resumos: Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2015.

MUOGHALU, J. I.; CHUBA, D. K. Seed germination and reproductive strategies of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Tithonia rotundifolia* (P.M) Blake. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 3, n. 1, p. 39-46, 2005.

OBIAKARA, M. C.; FOURCADE, Y. Climatic niche and potential distribution of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in Africa. **Plos one**. p. 13, 2018.

OKI, Y.; HELENO, V. C. G.; CHAVES, J.S.; NASCIMENTO, P. G. B. D.; LICHSTON, J. E.; CONSTANTINO, M. G.; VARANDA, E. M.; DA COSTA, F. B. Constituents of glandular trichomes of *Tithonia diversifolia*: Relations to herbivory and antifeedant activity. **Phytochemistry**, v. 69, p. 2052–2060, 2008.

OLIVEIRA JR, RS de. Introdução ao controle químico. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, p. 125-140, 2011.

PARTEY, S. T.; QUASHIE-SAM, S. J., THEVATHASAN, N. V., GORDON, A. M. Decomposition and nutrient release patterns of the leaf biomass of the wild sunflower (*Tithonia diversifolia*): a comparative study with four leguminous agroforestry species. **Agroforestry systems**, v. 81, p. 123-134, 2011.

PATEL, F. **Eficiência agronômica e persistência de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PÉREZ, A.; MONTEJO, I.; IGLESIAS, J. M.; LÓPEZ, O.; MARTÍN, G. J.; GARCÍA, D. E.; MILIÁN, I.; HERNÁNDEZ, A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes, v. 32, n. 1, p. 1-15, 2009.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2. Ed. New York: John Wiley & Sons. p. 597, 1997.

RAI, P. K.; LEE, S. S.; BHARDWAJ, N.; KIM, K. The environmental, socio-economic, and health effects of invasive alien plants: Review on *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in Asteraceae, **South African Journal of Botany**, v. 162, p. 461-480, 2023.

REIS, A. E.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Modelos de razão para estimar a biomassa de árvores individuais da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia brasileira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.22, n.2, p.163-177, 1998.

REIS, M. M.; SANTOS, L. D. T.; PEGORARO, R. F.; SANTOS, M. V.; COLEN, F.; MONTES, W. G.; OLIVEIRA, F. G. Productive and nutritional aspects of *Tithonia diversifolia* fertilized with biofertilizer and irrigated. **Journal of Agricultural Science**, 2018.

RICHARSON, D. M., PYSEKY, P., REJMANEK, M., BARBOUR, M. G., PANETTA, D. & WEST, C. J. **Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions.** *Diversity and Distributions* v. 6, p. 93–107, 2000.

ROCHA, P. R. R.; BARRETO, G. F.; AUGUSTI, M. L. Herbicidologia, *In*: ALMEIDA, E. I. B. & FERRÃO, G. da E. **Fundamentos em Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.** São Luís: Edufma, 2022. p. 96-117.

RUIZ, T. E.; FEBLES; G., GALINDO, J.; SAVÓN, L.; CHONGO, B.; CINO, D. M.; ZANORA, A. *Tithonia diversifolia*, its possibilities in cattle rearing systems. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 48, n. 1, 2014.

SANTOS-GALLY, Rocio; MUÑOZ, Miriam; FRANCO, Giovana. Fruit heteromorphism and germination success in the perennial shrub *Tithonia diversifolia* (Asteraceae). **Flora**, v. 271, p. 151686, 2020.

SILVA, A. A.; FERREIRA, A. F.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de Plantas Daninhas. *In*: SILVA, A. A. & SILVA, J. F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas.** Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 1-37.

SILVA, A. C. N. da. Plantas ornamentais exóticas invasoras no paisagismo: características e áreas de ocorrência no Brasil. 2020. 131 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa. 2020.

SILVA, A. M. S., SILVA, L. D., CRUZ, P. J. R., SANTOS, M. V., SOUZA, C. M. P., FARNESI, M. M. M., GANDINI, E. M. M. Produção e valor nutritivo da *Tithonia diversifolia*

em período de estabelecimento. **Livestock Research for Rural Development**. v. 30, n. 9, 2018.

SILVA, A. S.; SANTOS, M.; SILVA, M. V.; SANTOS, J. B.; SILVA, L. D.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, L. D. T. Effects of irrigation and nitrogen fertilization rates on yield, agronomic efficiency and morphophysiology in *Tithonia diversifolia*. **Agricultural Water Management**, 2021.

TAIWO, L. B.; MAKINDE, J. O. Influence of water extract of Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*). *African Journal of Biotechnology*, v. 4, n. 4, p. 355-360, 2005.

TONGMA, S., KOYASHI, K.; USUI, K., 1998, ‘Allelopathic activity of Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) in soil’, *Weed Science* v. 46, p. 432–437, 1998.

WITT, A. B., SHACKLETON, R. T., BEALE, T., NUNDA, W., VAN WILGEN, B. W. Distribution of invasive alien *Tithonia* (Asteraceae) species in eastern and southern Africa and the socio-ecological impacts of *T. diversifolia* in Zambia. **Bothalia-African Biodiversity & Conservation**, v. 49, n. 1, p. 1-11, 2019.