



MOYSA SILVA DE ASSIS

**HERBICIDAS NO CONTROLE DA REBROTA DE TOUCEIRAS DE
BANANEIRA**

**LAVRAS-MG
2023**

MOYSA SILVA DE ASSIS

HERBICIDAS NO CONTROLE DA REBROTA DE TOUCEIRAS DE BANANEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof.a. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

MSc. Carlos Henrique Milagres Ribeiro
Coorientador

LAVRAS-MG
2023

MOYSA SILVA DE ASSIS

HERBICIDAS NO CONTROLE DA REBROTA DE TOUCEIRAS DE BANANEIRA

HERBICIDES TO CONTROL REGROWTH OF BANANA CLUMPS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em: ____/07/2023

Dra. Leila Aparecida Salles Pio	UFLA
MSc. Carlos Henrique Milagres Ribeiro	UFLA
Msc. Maíra Ferreira de Melo Rossi	UFLA
Msc. Mariana de Vasconcelos Dias	UFLA

Prof.a. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

MSc. Carlos Henrique Milagres Ribeiro
Coorientador

LAVRAS-MG
2023

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus e à Nossa Senhora de Fátima, pelas infinitas bênçãos e por me fortalecerem durante toda minha jornada até este momento.

À minha querida mãe, Dirce, pelo amor incondicional, ensinamentos preciosos e apoio constante. Amo-te infinitamente!

Aos meus irmãos, Moema e Marcelo, por todo amor, carinho e torcida por mim.

À professora e orientadora Leila Aparecida Salles Pio, por ter aceito o convite, pela confiança, ensinamentos, suporte e por dedicar seu tempo em benefício do meu aprendizado.

Ao doutorando e coorientador Carlos Henrique Milagres Ribeiro, pela amizade, por sua valiosa colaboração e apoio ao longo de todas as atividades realizadas no projeto.

Aos graduandos e pós-graduandos, pela contribuição nas atividades do experimento. Em especial aos doutorandos Denny e Maíra, pela disponibilidade e auxílio nas avaliações realizadas ao longo do trabalho.

Ao professor Adenilson Henrique Gonçalves, pela ajuda na elaboração e condução do experimento.

Ao técnico responsável pelo setor de Fruticultura, Wilker, pela disposição, prestatividade e excelência na manutenção do pomar.

À Universidade Federal de Lavras, por todos os aprendizados e oportunidades que me foram proporcionados.

À todas as pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que de alguma forma contribuíram para o meu aprendizado.

Muito obrigada!

RESUMO

O cultivo da bananicultura no Brasil, está distribuído em todo território nacional, a maioria de sua produção é destinada ao mercado interno. Porém, para ocorrer a produção de frutos de qualidade é necessário se atentar em todas as etapas de produção, desde o plantio, manejo das plantas e pós-colheita dos frutos. Entretanto, há um entrave no manejo cultural da planta com relação a sua alta capacidade de rebrota (formação de touceiras), dificultando a eliminação dessas touceiras no caso de erradicação do bananal. Diante desta problemática, torna-se necessário a eliminação de touceiras, por métodos mais eficiente e eficaz, como, por exemplo, aplicação de herbicidas, sendo eles muito utilizados na dessecação de plantas infestantes, mas estudos que utilizem eles para eliminação de touceiras na cultura da bananeira são incipientes. Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de diferentes herbicidas em touceiras na cultura da bananeira (*Musa sp.*), e constatar qual (is) herbicida (s) mais eficiente (s) no controle de rebrota da cultura. O experimento foi conduzido a campo, no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, utilizando touceiras (rebrote das plantas) de bananeira. O trabalho foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, e os tratamentos empregados foram os herbicidas 2,4-D, Glufosinato de amônio e Glifosato, aplicados em uma única dose. Foram avaliados sintomas visuais de fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas, além das variações de clorofilas a, b, total e relação a/b, além do desenvolvimento das plantas aos 107 dias após a aplicação. Conclui-se que o herbicida 2,4-D é o que apresentou o melhor resultado no controle das touceiras.

Palavras – chave: *Musa sp.*, densidade populacional, manejo químico.

ABSTRACT

The cultivation of bananas in Brazil is distributed throughout the nation territory, most of its production is destined for the domestic market. Although, in order to achieve high quality fruit production, it is necessary to pay attention to all stages of production, from planting, plant management and post-harvesting of the fruits. However, there is a challenge in the cultural management of the plant regarding its high capacity for regrowth (clump formation), making it difficult to eliminate these clumps in case of banana eradication. Given this problem, it becomes necessary to eliminate clumps using more efficient and effective methods, such as the application of herbicides, which are widely used for weed desiccation, but studies that use them to eliminate clumps in the crop of the banana tree are incipient. In this context, this study aimed to evaluate the effect of applying different herbicides in clumps in banana culture (*Musa sp.*) and determine which herbicide (s) is/are most efficient in controlling clump regrowth. The experiment was conducted in the field at the fruit cultivation sector of the Federal University of Lavras, using banana clumps (plant regrowth). The study employed a randomized complete block design with 4 replications and the treatments applied were the herbicides 2,4-D, Ammonium Glufosinate, and Glyphosate, applied in a single dose. Visual symptoms of phytotoxicity were evaluated at 7, 14, 21, and 28 days after herbicide application, as well as variations in chlorophyll a, b, total, and the a/b ratio, in addition to plant development at 107 days after application. It was concluded that the herbicide 2,4-D showed the best result in controlling clumps.

Keywords: *Musa sp.*, population density, chemical management.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1.	Importância econômica da bananicultura.....	11
2.2.	A cultura da bananeira	12
2.3.	Variedades	14
2.4.	Rebrota das bananeiras.....	14
2.5.	Herbicidas.....	15
3.	OBJETIVOS.....	18
3.1.	Geral	18
3.2.	Específicos.....	18
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1.	Caracterização da área experimental.....	18
4.2.	Descrição dos tratamentos	18
4.3.	Aplicação dos herbicidas.....	19
4.4.	Parâmetros avaliados	19
4.4.1.	Avaliação visual de fitotoxicidade.....	19
4.4.2.	Avaliação de variação da clorofila a e b	20
4.4.3.	Avaliação do desenvolvimento das plantas aos 107 dias após a aplicação dos herbicidas.....	20
4.5.	Análise estatística de dados.....	20
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6.	CONCLUSÃO	29
7.	REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A bananicultura é uma atividade econômica de grande importância no Brasil e em outros países, sendo uma das principais frutíferas do mundo. No Brasil, a produção de banana (*Musa* sp.) é uma das principais fontes de renda para muitos agricultores, devido ser uma fruta amplamente consumida pelos brasileiros, sendo um alimento básico na dieta. A banana pode ser consumida de diversas formas, desde *in natura* até em receitas culinárias, e é rica em vitaminas, minerais e antioxidantes naturais (SÁ; MESSIAS, 2022).

A bananeira é uma planta herbácea monocotiledônea, perene e completa, típica de regiões tropicais. Seu caule é formado pelo rizoma e o pseudocaule, é na verdade a bainha superdesenvolvida das folhas, que pode chegar a medir até 8 metros de altura. Suas folhas são largas e grandes, com coloração verde intensa, e as flores se desenvolvem em inflorescências pendentes.

Existem diferentes variedades de banana cultivadas no Brasil e a escolha da variedade para o cultivo depende de fator como porte, produtividade, resistência a pragas e doenças e aceitabilidade pelo consumidor. Os frutos da bananeira são classificados como climatéricos, ou seja, podem ser colhidos ainda verdes e, mesmo após a colheita, continuam o processo de amadurecimento.

Para garantir a produção de frutos de qualidade, é de extrema importância a realização de práticas agrícolas como os tratamentos culturais, adubações, irrigação, podas, além do desbaste de brotações indesejadas (BORGES et al., 2004). A técnica do desbaste pode ser realizada manualmente, com o corte rente ao solo, ou quimicamente, com o uso de herbicidas. Devido à sua eficiência e praticidade, os herbicidas são utilizados na agricultura há muitos anos para controlar diversas espécies de plantas daninhas (HAMUDA et al., 2016).

Os herbicidas são amplamente utilizados na agricultura para controlar diversas espécies de plantas daninhas e podem ser classificados quanto a sua seletividade, quanto o seu mecanismo de ação, forma como é translocado na planta, época de aplicação. A planta da bananeira apresenta alta capacidade de rebrota que pode ser difícil de eliminar. O uso de herbicidas pode ser uma alternativa para controle dessa rebrota.

Alguns herbicidas podem ser eficientes no controle da rebrota das touceiras de bananeira. O 2,4-D é um herbicida sistêmico e seletivo cujo princípio ativo é o ácido 2,4-diclorofenoxiacético, ou seja, ao absorver doses elevadas de 2,4-D, as plantas confundem essa molécula com os fitormônios encontrados naturalmente nas plantas. As consequências são:

crescimento anormal dos tecidos; curvamento do caule e pecíolos; formação de calos no caule; encarquilhamento e clorose das folhas; morte das plantas (FONTANA, 2021).

Já o glufosinato de amônio é um herbicida de contato, pós-emergente e não sistêmico, pertencente ao grupo químico derivado de aminoácidos, para uso em área total da cultura. O seu mecanismo de ação ocorre por meio da inibição da enzima Glutamina Sintase (GS) na rota de assimilação do Nitrogênio. Com a inibição da GS há um acúmulo de amônia e as células acabam morrendo (TAKANO; DAYAN, 2020).

O glifosato é um herbicida sistêmico, pós-emergente e não seletivo que age inibindo a enzima 5-enolpiruvato-chiquímico-3-fosfato sintase (EPSPS) da via metabólica do ácido chiquímico, impedindo a síntese de determinados aminoácidos essenciais ao crescimento das plantas (ROMAN et al., 2005).

Dessa forma, como a planta de bananeira apresenta alta capacidade de rebrota que pode ser difícil de eliminar, o uso de herbicida pode ser uma alternativa para controle da rebrota.

Nesse contexto, este trabalho pretende avaliar o efeito da aplicação de diferentes herbicidas (glifosato, 2,4-D e glufosinato de amônio) em touceiras na cultura da bananeira (*Musa sp.*), e constatar qual (is) herbicida (s) mais eficiente (s) no controle de rebrota da cultura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância econômica da bananicultura

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo (Ferreira et al., 2015), sendo o Brasil considerado o maior consumidor. De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em 2021, a fruta apareceu em primeiro lugar no ranking das frutas mais consumidas pelos brasileiros, com média de 25 kg/habitante/ano.

Na avaliação do IBGE (2022), os maiores produtores da fruta se concentram nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e Pernambuco. Conforme é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção brasileira de banana em 2021.

Estados	Área colhida (ha)	Produção (t)
São Paulo	48.013	1.007.343
Bahia	65.450	869.088
Minas Gerais	47.044	791.746
Santa Catarina	29.646	708.983
Pernambuco	43.180	483.107

Fonte: Embrapa Mandioca e Fruticultura (2021).

A produção nacional de banana alcançou 7 milhões de toneladas, em uma área plantada de 465 mil hectares e com uma produtividade de 15.152 kg/ha (IBGE, 2022). A maioria da produção é voltada ao mercado interno e apenas 1% é exportado para países como Argentina, Uruguai e Reino Unido.

A produção brasileira se destaca no cenário mundial, onde o país ocupa a quarta posição como o maior produtor ficando atrás da Índia, China e Indonésia.

Além da enorme importância econômica da atividade, a bananicultura desempenha importante função social, uma vez que, gera empregos (em torno de 500 mil empregos diretos) e fixa o homem no campo. No Brasil, a maior parte dos produtores praticam a agricultura familiar (FERREIRA et al., 2015). Estudos apontam que as famílias utilizam as frutas na fabricação de doces, compotas, frutas desidratadas, secas ou cristalizadas, além de geleias.

Os autores Garner e Campos (2014), definem a agricultura familiar como um meio no qual as produções agrícolas, florestais, pastorais e pesqueiras são organizadas e operadas por uma família, que está ligada à sua propriedade de forma a combinar funções econômicas, ambientais, reprodutivas, sociais e culturais.

2.2. A cultura da bananeira

A banana (*Musa spp.*) é uma espécie monocotiledônea perene que pertence à família *Musaceae*. Ela é uma espécie herbácea que apresenta raiz, caule subterrâneo (rizoma), folhas, flores e fruto. Apresenta um ciclo de desenvolvimento de 12 a 14 meses e pode ser cultivada em todas as regiões do Brasil.

A planta pode atingir até 8 metros de altura e 50 cm de diâmetro do pseudocaule (falso caule). Esta condição depende da cultivar, do ciclo de produção, do local e das condições de cultivo (NOMURA et al., 2020).

Ainda, segundo o autor, a bananeira emite inúmeras folhas (até 70 folhas) durante todo o seu ciclo vegetativo. As folhas aparecem a cada 7 a 14 dias, variando de acordo com as condições climáticas e condições de manejo do pomar.

Por ser uma espécie tipicamente tropical, a bananeira é uma planta exigente em alta umidade relativa, calor e em água. Conforme estudos, 80% da planta é composto por água e estima-se que necessite de 18 a 20 litros de água/dia. As maiores produções da fruta estão associadas a uma precipitação total anual de 1.900 mm, bem distribuídas no decorrer do ano, ou seja, sem deficiência hídrica ou sem estação seca.

Em relação à temperatura, a cultura apresenta um ótimo desenvolvimento em uma faixa ótima que vai de 15°C a 35°C. Baixas temperaturas podem provocar distúrbios fisiológicos nas plantas como o chilling (friagem), que prejudica o processo de maturação dos frutos e o amarelecimento desuniforme da casca dos mesmos. Por outro lado, temperaturas acima de 35°C inibem o desenvolvimento da planta causando a desidratação dos tecidos foliares (BORGES et al., 2004).

A principal forma de propagação da bananeira é por meio de partes vegetativas da planta. No campo ocorre a emissão de novos rebentos. Segundo Borges et.al., (2004), uma única bananeira consegue produzir as mudas em função da quantidade de folhas emitidas até o surgimento do cacho, o qual é o momento quando a atividade é interrompida. Esse cacho é formado na bráctea e chega a pesar de 25 a 30 Kg.

No método convencional de propagação, as mudas das bananeiras são obtidas através do desenvolvimento natural de filhos da planta-mãe ou por técnicas de fracionamento do rizoma. As mudas podem ser encontradas em diferentes estádios de desenvolvimento e devido a isso, elas recebem denominações que as diferenciam como chifrinho, chifre e chifirão, dentre outros.

Por outro lado, no processo de produção de mudas por fracionamento do rizoma, coletam-se os rizomas fracionados em pedaços de acordo com o número de gemas existentes. (GASPOROTTO; PEREIRA, 2008).

Enquanto a micropropagação ou propagação *in vitro* é o método no qual partes de tecidos (explantes de ápices caulinares) da planta são cultivadas *in vitro* em laboratório, sob condições assépticas. É uma forma alternativa de produzir as mudas de banana ao busca uma larga escala, além de plantas livres de patógenos. Todo o processo permite ser realizado em um curto espaço de tempo. Além disso, a técnica permite obter plantas geneticamente idênticas à planta-mãe (matriz), possibilita uma rápida disponibilização de um elevado número de mudas

de materiais selecionados e permite a obtenção de mudas em até 8 meses se comparado com o processo convencional, que leva 12 meses (SANTOS-SEREJO et al., 2009).

2.3. Variedades

As variedades de banana produzidas no Brasil são escolhidas conforme o porte (baixo), produtividade, resistência a doenças e pragas, além disso elas devem apresentar uma boa aceitação no mercado consumidor (SENAR, 2011). No Brasil, as principais variedades cultivadas de banana são a maçã, a nanica, a prata e a terra.

A banana-prata é a mais consumida no Brasil. Essa banana possui menos fibras e menos carboidratos, de sabor doce a suavemente ácido, possui também menor tamanho em relação à nanica.

O porte da planta é alto, entre 4 a 5,5 m, cachos com uma média de 8 pencas e pesando 14 kg. A produção da variedade chega até 30 toneladas, dependendo do manejo.

Quanto às doenças, a bananeira prata é susceptível à Sigatoka Amarela (*Mycosphaerella musicola*) e apresenta média resistência ao Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporium f. sp. cubense*). No caso das pragas, a planta é resistente aos nematoides.

2.4. Rebrotas das bananeiras

As bananeiras são plantas que apresentam uma alta capacidade de rebrotar, ou seja, elas produzem inúmeros brotos (perfilhos). O desbaste das plantas é um trato cultural muito comum realizado nos pomares, com o intuito de manter o controle desses rebentos. Ademais, a prática objetiva conseguir rendimentos mais econômicos e a sustentabilidade na bananicultura.

Ainda, de acordo com Borges et al. (2004), as touceiras de bananeiras devem ser desbastadas para que se possa obter uma boa produtividade, qualidade dos frutos e controle de pragas e doenças nas plantas. Os autores destacam algumas vantagens alcançadas com a prática do desbaste:

- a. Manutenção do padrão e o tamanho do cacho;
- b. Manutenção do número de plantas por hectare, de modo que não afete a qualidade do fruto;
- c. Regular a produção e o momento da colheita;
- d. Permitir o uso de máquinas e equipamentos;
- e. Alinhar o bananal por alguns anos;

f. Prolongamento da vida útil do bananal.

Em cultivos mais tecnificado da bananeira, o desbaste é realizado para controlar o número de plantas e a densidade de cultivo. São deixados no pomar a mãe, um filho e um neto, eliminando-se o excesso de rebentos ou brotações, que competem com a planta-mãe por água, nutrientes, luz solar e espaço (SANTOS, 2019).

A prática do desbaste consiste no corte da parte aérea do filho ou neto rente ao solo. Esse corte é feito com o auxílio de um facão e em seguida é extraída a gema apical da planta com o auxílio da ferramenta Lurdinha (ALVAREZ, 2020).

O uso da ferramenta Lurdinha apresenta algumas desvantagens, como um maior esforço realizado pelo operador e uma maior chance de rebrotamento. Para Nomura et al. (2020), em bananais mais jovens, as gemas apicais dos rebentos eliminados geralmente estão abaixo da superfície do solo (15 a 20 cm de profundidade) e dessa forma ocorrerá o rebrotamento.

Por outro lado, o desbaste químico representa uma forma alternativa de desbaste dos brotos de banana. Nele, utilizam-se produtos químicos como os herbicidas glifosato, 2,4-D e produtos como querosene e diesel (SANTOS, 2019).

A eliminação dos brotos de bananeira por meio de produtos químicos vem sendo estudada no continente africano para evitar a disseminação de bactérias que causam doenças na cultura da banana (MENDES et al., 2015).

2.5.Herbicidas

Os herbicidas são defensivos agrícolas muito utilizados na agricultura mundial. Eles são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de controlar, ou matar a infestação de espécies vegetais consideradas plantas indesejadas, as plantas daninhas (ROMAN, E. S.et al., 2005). Essas plantas competem por água, luz e nutrientes com as culturas cultivadas no campo. Essa competição afeta o desenvolvimento da lavoura, dificulta os tratos culturais, a produtividade e a qualidade do produto final colhido.

Dentre os métodos de controle das plantas daninhas, o uso de herbicidas é considerado o método químico mais utilizado pelos agricultores por apresentar resultados mais eficientes, além da economia de mão-de-obra e rapidez na aplicação (ALMEIDA, 2014).

Os herbicidas podem ser classificados quanto a seletividade, época de aplicação, translocação e mecanismo de ação.

De acordo com Roman et al. (2005), um herbicida é considerado seletivo quando:

- Ele afeta o local de ação na planta daninha, mas não na cultura cultivada;
- É metabolizado ou degradado pela cultura e não pela planta daninha;
- Ele atinge somente a planta-alvo.

São exemplos de herbicidas seletivos o 2,4-D (ácido-2,4 diclorofenoxiacético) para a cana-de-açúcar, atrazina para milho, diuron para a laranja e entre outros. Contudo, existem também os herbicidas não seletivos, que apresentam um amplo espectro de ação e conseguem afetar de radicalmente tanto a cultura cultivada quanto as plantas daninhas. Como exemplos de herbicidas não seletivos destacam-se o glufosinato de amônio, o paraquat (banido no Brasil no ano de 2017 pela ANVISA) e o glifosato (produto mais utilizado no Brasil) (CARVALHO, 2013).

Quanto à época de aplicação de herbicidas, os mesmos podem ser divididos em:

- Pré-plantio (PP) – São aqueles aplicados no solo após a emergência das plantas daninhas e antes do plantio da cultura principal. Alguns exemplos desses herbicidas: glifosato, diquat e glufosinato de amônio.
- Pré-plantio incorporado (PPI) – São aplicados no solo e precisam ser incorporados (pois são voláteis) via incorporação mecânica ou via irrigação. Devem ser aplicados em pré-plantio da cultura e em pré-emergência das plantas daninhas. Exemplos: trifluralin, molinate, vernolate e entre outros.
- Pré-emergente (PRE) – São aplicados diretamente no solo antes da emergência das plantas daninhas e após o plantio da cultura. São exemplos: atrazine, diuron, acetolachlor, etc.
- Pós-emergente (POS) – São herbicidas aplicados às folhas após a emergência das plantas daninhas e após o plantio da cultura. Exemplos: glifosato, glufosinato de amônio, sethoxydim, dicamba, diquat e outros.

No que se refere à translocação na planta, os herbicidas podem ser caracterizados em herbicidas de contato e herbicidas sistêmicos.

Os herbicidas de contato agem próximo ou no local onde são absorvidos. Tendo como exemplos: diquat, lactofen, etc. Enquanto, os herbicidas sistêmicos são aqueles que após a absorção conseguem translocar na planta até atingir o local de ação. Eles podem agir próximo ou longe do local de contato com a planta. São exemplos os herbicidas 2,4-D, glifosato, picloram, etc.

Além disso, os herbicidas podem ser caracterizados conforme o seu mecanismo de ação, o primeiro ponto no qual um herbicida age na planta. Esse primeiro ponto configura uma série

de eventos metabólicos que sucedem na expressão final do produto na planta (CARVALHO, 2013).

O mesmo autor definiu o modo de ação como o conjunto desses eventos metabólicos associados aos sintomas visíveis da ação do herbicida na planta. Logo, o modo de ação traduz todo o comportamento do herbicida desde o seu contato com a planta até a expressão final do seu efeito.

Assim sendo, os mecanismos de ação dos herbicidas podem ser:

- a. Inibidores da acetil-CoA carboxilase (ACCase) – inibem a ação da enzima acetil coenzima A carboxilase. Exemplos: haloxyflop, sethoxydim, clethodim, etc.
- b. Inibidores da acetolactato sintase (ALS) - inibem a ação da enzima acetolactato sintase. Exemplos: imazethapyr, nicosulfuron, imazapyr, etc.
- c. Inibidores do Fotossistema II – atuam inibindo o transporte de elétrons no Fotossistema II. Exemplos: atrazine, tebuthiuron, diuron, etc.
- d. Inibidores do Fotossistema I - atuam inibindo o transporte de elétrons no Fotossistema I. Exemplos: diquat e paraquat.
- e. Inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX ou PPO) - atuam inibindo a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase. Exemplos: sulfentrazone, lactofen, fomesafen, etc.
- f. Inibidores da biossíntese de carotenoides - atuam inibindo a ação das enzimas 4-hidroxifenil-piruvato dioxigenase e enzima desconhecida. Exemplos: mesotrione, tembotrione, clomazone, etc.
- g. Inibidores da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) – atuam inibindo a ação da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase. Exemplo: glifosato.
- h. Inibidores da glutamina sintase (GS) - inibem a ação da enzima glutamina sintase. Exemplo: glufosinato de amônio.
- i. Inibidores da formação dos microtúbulos – inibem a formação das fibras dos microtúbulos. Exemplos: dicamba, trifluralin, etc.
- j. Inibidores da divisão celular – inibem a divisão celular. Exemplo: s-metolachlor.
- k. Inibidores da biossíntese da celulose – Exemplo: indaziflam.
- l. Mimetizadores da auxina – afetam o crescimento das plantas. Exemplos: dicamba, 2,4-D, picloram, etc.
- m. Mecanismo com o processo bioquímico desconhecido – MSMA.

O uso dos herbicidas na produção agrícola proporciona algumas vantagens, dentre elas: exige menos mão de obra, auxilia na redução de tráfego de máquinas, apresenta rendimento operacional elevado, maior rendimento de colheita, além da eficiência e rapidez.

Em contrapartida, existem algumas desvantagens como a permanência do produto no ambiente por um longo tempo, a toxidez do produto para humanos e animais. Apesar de exigir menos mão de obra, é necessário o treinamento dos profissionais responsáveis para aplicar os produtos.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral:

Avaliar a efetividade da aplicação de herbicidas no controle de rebrota em touceiras na cultura da bananeira (*Musa sp.*).

3.2. Específicos:

- Observar qual herbicida afetará na variação da clorofila a e b das plantas.
- Analisar qual herbicida causa maior fitointoxicação das plantas.
- Avaliar qual herbicida é efetivo para o controle de desenvolvimento das plantas com relação às brotações, altura das brotações (cm) e número médio de folhas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado entre os meses de agosto de 2022 a junho de 2023, sendo esta pesquisa realizada no pomar experimental do Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, MG, situada nas coordenadas geográficas de latitude 21° 14' 45" Sul, longitude 44° 59' 59" Oeste e com uma altitude de 920 metros. Conforme a classificação climática de Köppen, a cidade de Lavras apresenta um clima Cwa, que é considerado seco no inverno e chuvoso no verão.

4.2. Descrição dos tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo que as touceiras utilizadas eram da variedade de bananeira Prata Anã, clone Gorutuba. As plantas utilizadas tinham 4 anos e foram previamente cortadas até a base e esperou-se a rebrota para a obtenção de plantas jovens a serem submetidas aos tratamentos. Os tratamentos foram: testemunha e os herbicidas Glifosato, 2,4-D e o Glufosinato de amônio, todos em dose única (a dose mais elevada, recomendada pelo fabricante) com quatro repetições. A Tabela 2 descreve os tratamentos, o mecanismo de ação e as respectivas doses utilizadas dos mesmos.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos, mecanismo de ação e dosagem dos herbicidas utilizados.

Tratamentos	Mecanismo de ação	Doses (L/ha)
Sem aplicação de herbicidas	-	0
Glifosato	Inibidor da EPSPs	0,038
2,4-D	Mimetizadores de auxina	0,016
Glufosinato de amônio	Inibidor da Glutamina Sintase	0,025

Fonte: Do autor (2023).

4.3. Aplicação dos herbicidas

As pulverizações dos tratamentos foram realizadas dia 15 de fevereiro de 2023, no período da manhã. Foi utilizado um pulverizador manual costal, com capacidade de 5 L. O equipamento estava equipado com bicos contendo ponta do tipo leque modelo TT-11002, A aplicação dos herbicidas foi realizada a uma altura de 1,5 m do alvo com uma velocidade de 10 m a cada 10 segundos.

4.4. Parâmetros avaliados:

4.4.1. Avaliação visual de fitotoxicidade

As análises visuais de fitotoxicidade foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas. E para as mesmas foram atribuídas notas através da escala EWRC (EWRC, 1964), com valores de 1 a 9, sendo que a nota 1 significa ausência de sintomas e a nota 9, a morte de toda a planta conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação.

Índice de avaliação	Descrição da fitointoxicação
1	Nenhum dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas
4	Forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem ocorrer necrose (morte dos tecidos)
5	Necrose (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrosamento e/ou severa deformação
7	Mais de 80% de folhas e brotos destruídos
8	Danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes na planta
9	Dano total (morte de toda a planta)

Fonte: Adaptado de EWRC (1964).

4.4.2. Avaliação de variação da clorofila a e b

As avaliações de clorofilas a e b foram realizadas com o auxílio do equipamento clorofilômetro portátil do tipo Clorofilog – CFL 1030 FALKER, que faz as leituras dos pigmentos fotossintetizantes. Foram selecionadas duas folhas expandidas. Ademais, as medições foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, sendo que as avaliações de fitointoxicação foram realizadas nos mesmos dias.

4.4.3. Avaliação do desenvolvimento das plantas aos 107 dias após a aplicação dos herbicidas

No dia 2 de junho de 2023, foi realizada a quantificação dos números de brotações das touceiras de bananeiras nos diferentes tratamentos e, em seguida, realizou-se a medição da altura (cm) das brotações, com o auxílio de uma trena de 5 metros da marca Stanley. Foi feita a contagem do número de folhas de todas as brotações, sendo este valor dividido pelo número de brotações de cada touceira.

4.5. Análise estatística de dados

As análises estatísticas dos dados foram feitas com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). As médias entre os tratamentos foram submetidas à análise de variância, pelo teste F, e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados dispostos na Tabela 4, observa-se que houve diferença significativa nos parâmetros avaliados, sendo observada no parâmetro clorofila a e clorofila b, aos 7 dias após aplicação, os tratamentos que apresentaram melhor resultado foram 2,4-D e Glufosinato, já no parâmetro clorofila b, apenas o 2,4-D. Aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação, o tratamento 2,4-D obteve resultado inferior aos demais tratamentos.

Pode-se observar na Tabela 4, que ao longo do tempo em relação ao parâmetro clorofila a e clorofila b, os tratamentos que apresentaram melhor resultado foram glufosinato e 2,4-D.

Tabela 4 - Médias de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) em folhas de bananeira, avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Clorofila a				Clorofila b			
	Dias após aplicação				Dias após aplicação			
	7	14	21	28	7	14	21	28
Glufosinato	24.5 Ab	31.7 Aa	29.5 Aa	32.3 Ba	4.8 Ac	6.7 Ab	13.1 Aa	7.9 Bb
2,4-D	24.6 Aa	22.5 Ba	21.3 Ba	20.3 Ca	4.8 Aa	4.0 Ba	5. 8 Ba	3.3 Ca
Glifosato	29.1 Aa	34.7 Aa	29.5 Aa	32.1 Ba	6.7 Ab	8.8 Ab	13.2 Aa	7.7 Bb
Controle	26.1 Ab	28.9 Ab	26.8 Ab	37.9 Aa	5.4 Ab	6.9 Ab	10.9 Aa	12.7 Aa
CV (%)	11.19				20.81			

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A clorofila é um pigmento verde, presente nas folhas, responsável pela absorção de luz durante a fotossíntese, convertendo-a em energia química utilizada pela planta para crescer e se desenvolver. (TAIZ; ZEIGER, 2017). Existem diferentes tipos de clorofila: a, b, c e d. Sendo as clorofilas a e b aquelas que apresentam uma maior participação no processo da fotossíntese. Elas diferem em sua estrutura molecular e na absorção de luz em diferentes comprimentos de onda.

A clorofila a, mais abundante, é o principal pigmento presente em todas as plantas, algas e cianobactérias, enquanto a clorofila b é encontrada apenas em plantas verdes e em algumas algas. O papel da clorofila a é transferir elétrons durante a fase fotoquímica da fotossíntese, ou seja, converter a energia luminosa em energia química. E a função da clorofila b é absorver a

luz em regiões de comprimento de onda onde a clorofila a não consegue absorver e transferir essa luz para a clorofila a.

O teor dessas duas clorofilas pode ser medido nas folhas com o auxílio do equipamento clorofilômetro. E com base nas leituras do aparelho é possível indicar a saúde da planta desde o seu desenvolvimento, ocorrências de deficiências nutricionais e doenças.

Os autores Porra et al. (1989) e Chappelle e Kim (1992) relatam que uma planta com alta concentração de clorofila consegue atingir altas taxas fotossintéticas, pelo seu valor potencial de captação de “quanta” na unidade de tempo. Ao expor as plantas aos herbicidas, as taxas fotossintéticas tendem a diminuir uma vez que, essas substâncias interferem no teor de clorofila das plantas.

O herbicida glufosinato de amônio é um tipo de herbicida que age como um inibidor da enzima glutamina sintase, bloqueando a sua síntese e, posteriormente, a produção de proteínas e aminoácidos essenciais para o crescimento das plantas. Com a inibição da glutamina sintase, ocorre o acúmulo de amônio na planta, levando a um desequilíbrio no metabolismo do nitrogênio e, desse modo, a planta passa a apresentar sintomas visuais como clorose foliar, necrose, redução no crescimento e até a morte. O herbicida glufosinato de amônio interrompe a fotorrespiração e as reações de luz de oxigênio, que gera espécies reativas de oxigênio (TAKANO et al., 2019; TAKANO; DAYAN, 2020). Essas espécies reativas de oxigênio também estão envolvidas nos sintomas apresentados pela planta. Segundo Oliveira (2015), em altas concentrações na célula da planta, as espécies reativas de oxigênio são capazes de degradar membranas, proteínas, clorofila e até mesmo o seu material genético.

Takano e Dayan (2020), destacam que a eficácia do glufosinato de amônio depende da quantidade de herbicida no tecido foliar. Em espécies de gramíneas, como *Lolium rigidum*, tendem a apresentar uma baixa susceptibilidade ao glufosinato, uma vez que, o produto não se transloca bem para órgãos meristemáticos e as monocotiledôneas apresentam múltiplos meristemas em uma única planta. Essa condição faz com que as gramíneas tenham uma maior capacidade de sobreviver ao produto do que as plantas folhosas.

No presente trabalho, apesar dos resultados apresentados na Tabela 4, indicando que o herbicida glufosinato de amônio aplicado sobre as bananeiras afetou o teor de clorofila, as plantas apresentaram sintomas de fitotoxicidade em algumas folhas como clorose e deformações. Entretanto, a dose aplicada não foi o suficiente para causar a morte da planta.

Por outro lado, as plantas que receberam o herbicida 2,4-D morreram, mesmo tendo recebido uma menor dose do produto em comparação ao herbicida glufosinato de amônio.

O 2,4-D é um herbicida conhecido como mimetizador de auxina, ou seja, é um tipo de herbicida que imita a ação do hormônio vegetal auxina, responsável pelo crescimento e desenvolvimento das plantas. Esse herbicida, atua como um desregulador hormonal, causando um crescimento descontrolado e deformações nas plantas como a redução da área foliar e, conseqüentemente, redução no teor de clorofila. O herbicida 2,4-D age na estrutura do citoesqueleto de actina presente na célula, fazendo com que a planta sofra epinastia, sintoma referente à curvatura de partes da planta (folhas, caules e ramos) para baixo, devido a rápida expansão da superfície desses órgãos (RODRIGUEZ-SERRANO et al., 2014). Esse sintoma foi observado por Fontana (2021), em plantas de videiras, onde, elas apresentaram epinastia das folhas e ramos, encurtamento dos entrenós e morte dos ponteiros. Hendrix (1952), constatou o sintoma de epinastia em bananas e logo após a quebra dos pseudocaules, quebra do pedúnculo (engajo) e morte das plantas.

Rodriguez-Serrano et al. (2014) também observaram que os distúrbios ocorridos no citoesqueleto da actina afetam a dinâmica e o metabolismo dos peroxissomos e mitocôndria.

Além disso, o herbicida 2,4-D é acumulado nos cloroplastos afetando a assimilação de carbono e as reações fotoquímicas (PAZMIÑO et al., 2012). Isso ocorre porque o herbicida, mesmo em doses baixas, pode inibir a atividade das enzimas envolvidas nessas reações, prejudicando a síntese de carboidratos, a produção de energia pela planta e dessa maneira interfere no teor de clorofila, reduzindo-o.

Com relação aos parâmetros clorofila total e clorofila a/b (TABELA 5), observa-se que na clorofila total, os tratamentos com Glifosato e Glufosinato, apresentaram o mesmo comportamento ao longo do tempo, enquanto o 2,4-D obteve uma menor média no parâmetro clorofila total, quando comparado aos demais tratamentos. Já na razão clorofila a/b, o tratamento 2,4-D foi mais efetivo.

Tabela 5 - Clorofila total e relação clorofila a/b (Cl a/ CL b) em folhas de bananeira, avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Clorofila total				Clorofila a/b			
	Dias após aplicação				Dias após aplicação			
	7	14	21	28	7	14	21	28
Glufosinato	29.3 Ab	38.5 Aa	42.7 Aa	40.3 Ba	5.2 Aa	4.6 Ab	2.3 Ab	4.1 Bc
2,4-D	29.5 Aa	26.5 Ba	27.1 Ba	23.7 Ca	5.3 Ab	5.6 Ab	3.0 Ac	6.4 Aa
Glifosato	35.8 Aa	43.5 Aa	42.7 Aa	39.8 Ba	4.7 Aa	4.1 Aa	2.4 Ab	4.3 Ba
Controle	31.8 Ab	35.8 Ab	37.7 Ab	50.7 Aa	4.7 Aa	4.1 Aa	2.4 Ab	3.0 Cb
CV (%)	12.66				11.29			

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teor de clorofila total (somatório da clorofila a e clorofila b) do herbicida 2,4-D foi menor em comparação aos demais tratamentos, o que indica que este herbicida afetou negativamente a produção de clorofila nas plantas de bananeiras. Essa redução na produção de clorofila leva a uma redução na síntese de compostos orgânicos produzidos durante a fotossíntese. Diante disto, a planta tem seu crescimento e produtividade prejudicados. O herbicida 2,4-D causa interrupção do floema, impedindo o movimento dos fotoassimilados das folhas para as raízes (FERREIRA et al., 2005).

Quanto a relação clorofila a/b, o herbicida 2,4-D apresentou uma maior média na relação em comparação aos demais tratamentos. Uma relação clorofila a/b mais elevada sugere que a planta está absorvendo mais luz em comprimentos de onda curtos, o que pode aumentar a sua capacidade fotossintética. No entanto, essa relação elevada pode também indicar um desequilíbrio na produção de clorofila causado pela ação do herbicida 2,4-D. Conforme Oliveira (2015), durante o início do enverdecimento, a razão clorofila a/b é alta, indicando uma produção mais rápida de clorofila a do que de clorofila b. Essa razão sofre alteração quando as plantas são submetidas a algum tipo de estresse.

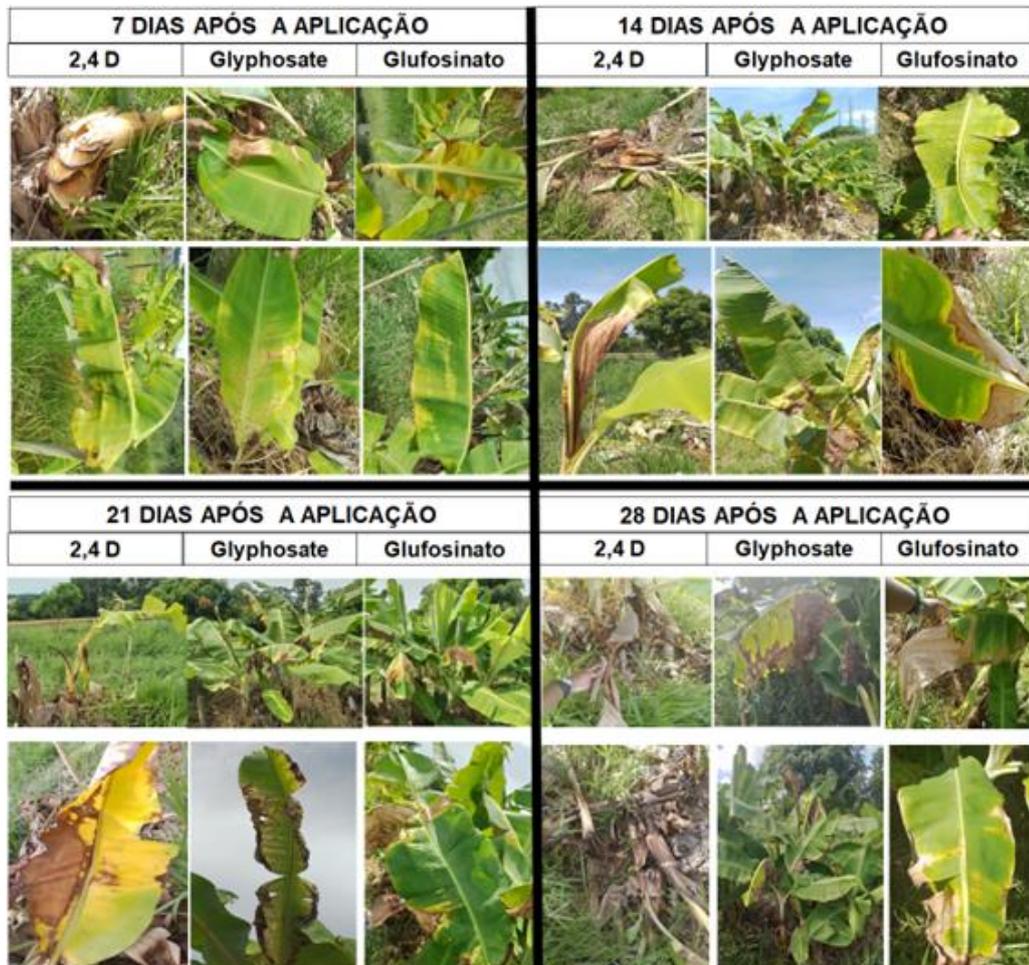
Após os 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), observou-se sintomas visuais tanto nas folhas e no pseudocaule das bananeiras (Figura 1), sendo aos 7 DAA, o tratamento com o herbicida 2,4-D mostrou-se mais eficaz. Foi possível observar o sintoma da epinastia no pseudocaule e nas folhas, além disso, as folhas apresentaram clorose. Já nas plantas tratadas com o herbicida glifosato, os danos foram visíveis apenas nas folhas como o amarelecimento, enrugamento das bordas e seca. Enquanto o herbicida glufosinato de amônio apresentou descoloração e deformações nas folhas.

Já aos 14 DAA, os danos causados pelo herbicida 2,4-D se mostraram ainda mais severos como a queda das plantas e enrolamento das folhas, que apresentavam acentuada clorose. No caso do herbicida glifosato, manteve a aparência clorótica e enrugamento das folhas. Com o tratamento glufosinato de amônio, as folhas das plantas se apresentaram amareladas, com bordas secas e algumas folhas com estrias.

Aos 21 DAA, em relação ao tratamento com 2,4-D, sobraram poucas folhas e estas estavam com total amarelecimento, secas e cortadas. Maioria das plantas tratadas com o 2,4-D estavam mortas. Por outro lado, as plantas tratadas com o glifosato apresentaram folhas deformadas e descoloridas, além de bordas secas e amarronzadas. Já o herbicida glufosinato de amônio causou folhas amareladas seguida de bordas secas.

Em 28 DAA, o herbicida 2,4-D conseguiu eliminar todas as plantas de banana. Enquanto que os herbicidas glifosato e glufosinato de amônio continuaram com os mesmos sintomas dos dias anteriores apenas nas folhas, porém um pouco mais acentuados e sem causar a morte das plantas. São eles: curvatura de algumas folhas, descolorações, enrugamentos e bordas secas.

Figura 1 - Danos causados pela aplicação dos herbicidas nas folhas e nos pseudocaules de bananeira aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

Pelos dados dispostos na Tabela 6, observa-se que dos 7 aos 28 dias após a aplicação, o herbicida que causou maior dano foi o 2,4-D, podendo ser que o tratamento com o herbicida 2,4-D apresentou uma maior nota de fitotoxicidade, demonstrando uma maior efetividade ao longo do tempo de análise.

Tabela 6 - Notas médias de fitotoxicidade dos tratamentos por meio da escala EWRC (1964), aplicados em folhas de bananeira, avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Dias após aplicação			
	7	14	21	28
Glufosinato	3.87 Bb	5.25 Ba	5.30 Ca	5.17 Ca
2,4-D	4.92 Ac	6.85 Ab	7.85 Aa	8.50 Aa
Glifosato	2.15 Cc	5.00 Bb	6.02 Ba	6.10 Ba
Controle	1.00 Da	1.00 Da	1.00 Da	1.00 Da
CV (%)	11.10			

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O tratamento com o herbicida glufosinato de amônio, ao longo das avaliações da fitotoxicidade permaneceu estável, ou seja, sem grandes alterações. Os sintomas apresentados foram: forte descoloração, deformações e necrose de algumas folhas. O glufosinato de amônio é um herbicida de contato, assim sendo caracterizado como aquele que não se transloca para outras partes da planta. Miyamoto et al. 2010, e Lins et al. 2018, sugerem que devido a este mecanismo do herbicida, ele permaneça na superfície externa da planta.

As plantas que foram expostas ao herbicida glifosato também exibiram poucas alterações nas notas médias de fitotoxicidade ao longo das avaliações realizadas. Mais de 50% das folhas das plantas apresentaram sintomas de necrose. O herbicida glifosato é um herbicida não seletivo, sistêmico e de largo espectro de ação. O efeito do herbicida nas plantas varia de acordo com a espécie e dosagem utilizada, podendo atuar como inibidor de crescimento e levar as plantas à morte (PEREIRA et al., 2015). Estudos realizados por Andrade (2022), verificaram em mudas de pitaia de polpa vermelha uma maior sensibilidade dessa espécie ao glifosato.

Por outro lado, o tratamento com o herbicida 2,4-D foi aquele que proporcionou danos mais severos às plantas de banana, que foram se intensificando ao longo dos dias avaliados. Os sintomas visualizados evoluíram de mais de 80% das folhas destruídas para a morte das plantas. Assim como o glifosato, o 2,4-D é um herbicida sistêmico, ou seja, ao entrar em contato com o tecido vegetal, ele se movimenta através do xilema ou floema, ou pelos dois, no interior da planta. O herbicida 2,4-D é um herbicida mimetizador de auxina, isto é, ele imita a ação do hormônio vegetal auxina. Após a absorção pela planta, os herbicidas mimetizadores de auxina movem-se com o fluxo de açúcares e aminoácidos para os pontos de crescimento (locais de armazenamento ou consumo), acumulando-se nos meristemas e afetando o crescimento da planta (ROMAN et al., 2005).

Em relação ao número de brotos, crescimento das plantas (cm) e número médio de folhas aos 107 dias após a aplicação dos herbicidas (TABELA 7), observa-se que houve

diferença significativa entre os parâmetros analisados. O tratamento controle apresentou maiores médias com relação ao número e altura das brotações, já no parâmetro número médio de folhas, o controle e o herbicida glufosinato apresentaram maiores médias. Já o herbicida 2,4-D apresentou menores valores quando comparados aos demais tratamentos.

Tabela 7 - Número de brotações, Altura das brotações (cm) e número médio de folhas das touceiras de bananeira aos 107 dias após aplicação dos herbicidas.

Tratamentos	Número de Brotações	Altura das Brotações (cm)	Número médio de folhas
Controle	23.75 a	204.00 a	8.75 a
Glufosinato	13.75 b	134.70 b	8.00 a
Glifosato	11.25 b	110.72 c	5.75 b
2,4 D	5.25 c	76.27 d	7.75 b
CV (%)	22.22	5.35	11.01

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em estudos com plantas de eucalipto, os autores Krenchinski et al. (2018) constataram o crescimento das brotações e folhas das plantas mesmo após terem sido expostas ao herbicida glufosinato de amônio. Esse fato caracteriza a capacidade das plantas de eucalipto de reestabelecer seu estado foliar sem perda do seu rendimento. O mesmo aconteceu com as touceiras de bananeiras, que se mostraram até mais vistosas mantendo o seu crescimento normal.

As plantas tratadas com o herbicida glifosato também não tiveram o seu crescimento interrompido. Entretanto, algumas folhas ainda apresentavam sintomas de amarelecimento, desfolha, seca e com aparência de queimadas. Estudos realizados em brotações de recepa de cafeeiros mostraram que o crescimento dos brotos foi prejudicado em decorrência do uso do glifosato (MATIELLO et al., 2016).

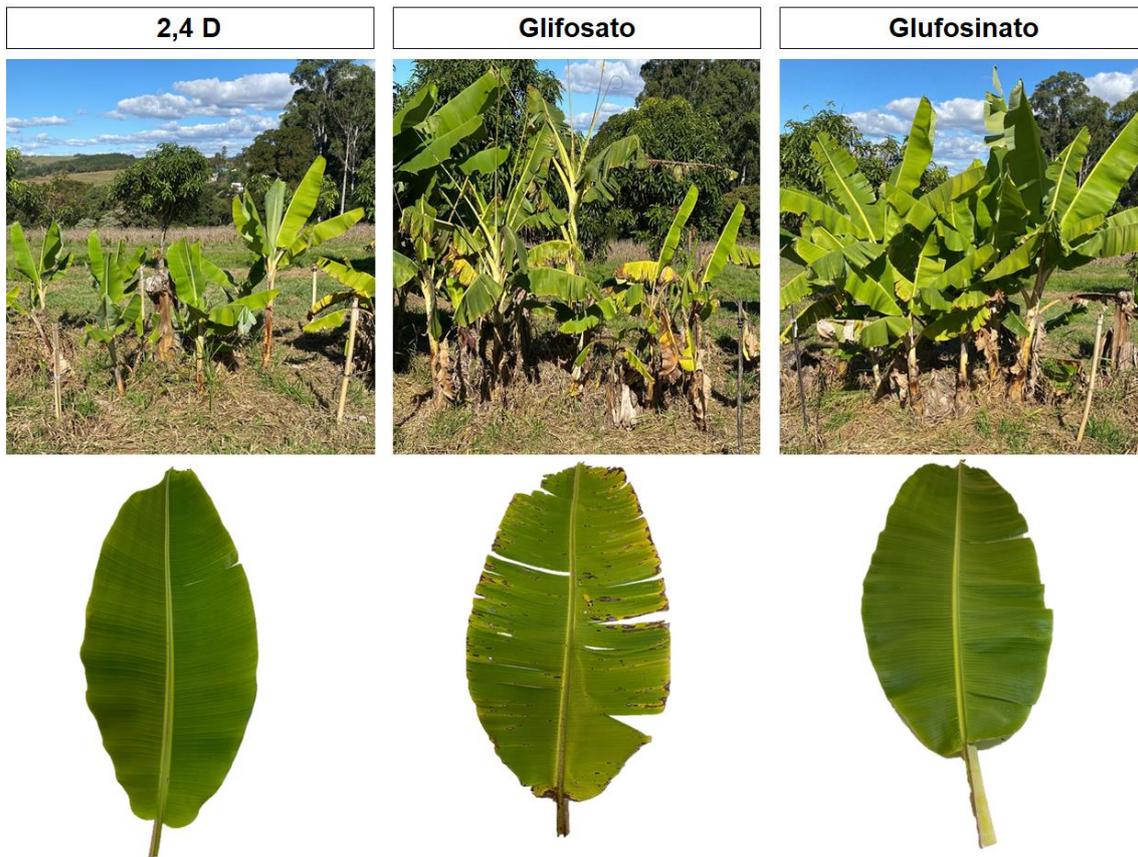
No presente trabalho, as plantas tratadas com o herbicida 2,4-D sofreram um significativo rebrotamento, mesmo após terem passado por um período de destruição total das plantas. Porém, esse rebrotamento foi significativamente menor em comparação com os outros herbicidas utilizados, o que indica que o uso do 2,4-D ainda pode ser eficaz no controle da rebrota de bananeiras.

No estudo realizado por Blomme et al. (2008), que visava a erradicação de plantas de banana infectadas pela bactéria *Xanthomonas* utilizando o herbicida 2,4-D, os autores observaram o rebrotamento das plantas, podendo ser justificado este fato que o uso de doses

mais baixas do herbicida 2,4-D, ou uma única aplicação, pode não ser suficiente para eliminar, de forma eficaz, o rebrotamento das plantas.

Entretanto, mesmo ocorrendo variação no número de brotações, altura das brotações (cm), e número médio de folhas e aparência de folhas necrosadas, aos 107 dias após a aplicação pode ser observado na Figura 2, que nenhum dos herbicidas conseguiram eliminar todas as brotações, sendo necessários estudos relacionados a quantidade necessária de pulverização nas plantas para que se possa obter um maior controle.

Figura 2 - Desenvolvimento das plantas aos 107 dias após a aplicação dos herbicidas.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

6. CONCLUSÃO

O herbicida 2,4-D apresenta maior efetividade no controle de rebrota em touceiras de bananeiras, causando morte aparente das plantas aos 28 dias após a aplicação.

Os herbicidas 2,4-D e glufosinato de amônio afetam a variação da clorofila a e b das plantas.

O herbicida 2,4-D causa a maior fitointoxicação das plantas ao provocar danos mais acentuados no crescimento e desenvolvimento das touceiras.

O herbicida 2,4-D apresenta redução no desenvolvimento das plantas em relação ao número de brotações, altura das brotações (cm) e número médio de folhas.

Aos 107 dias, todas as plantas se recuperam da fitotoxicidade dos herbicidas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. C.; **Formulação de um herbicida biológico produzido através da fermentação submersa em biorreator**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. 2014. Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 1 fev. 2023.
- ALVAREZ, R.; GUEDES, J; RIBEIRO, F, D.; COELHO, R.; ALFAIA, S. S. Manejo do Bananal com ênfase na produção de mudas a partir do fracionamento do rizoma, 2020. (Desenvolvimento de material didático ou institucional – **Apostila**). Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/36479/1/Carlilha%20Manejo%20do%20Bananal.pdf>. Acesso em 12 jan. 2023.
- ANDRADE, G.V.A. **Seletividade e fitotoxicidade de herbicidas na cultura da pitaita** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 53, 2022.
- Banana: a cultura da banana - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. 2. ed. --Brasília: **SENAR**, 2011. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/148-BANANA.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- Banana: A fruta popular do Brasil**. Disponível em: <https://elos.org.br/blog>. Acesso em 13 jan. 2023.
- IBGE (**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**). Banana. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, 2022. Disponível em: http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Agricultura/2022/Setembro/perfil_banana_setembro_2022.pdf. Acesso em: 12 jan. 2023.
- BLOMME, G.; TURYANGYENDA, L. F.; MUKASA, H.; EDEN-GREEN, S. The effectiveness of different herbicides in the destruction of banana Xanthomonas wilt infected plants. 2008. **African Crop Science Journal**, Vol. 16. No. 1, 2008, pp. 103-110. Disponível em: <http://www.bioline.org.br/request?cs08013>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- BORGES, A. L.; SOUZA, Luciano da Silva (Org.). **O cultivo da bananeira**. 1. Ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. v. 1. 279 p.
- CARVALHO, L.B de. **Herbicidas**. Lages, SC, 2013, 72 p
- CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral) - **Aspectos Climatológicos na Cultura da Banana**. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br>. Acesso em 12 jan. 2023.
- CNA – **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil**. Fruticultura Brasileira: Dia da Banana – Fruta é cultivada em todos os estados. 2021. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br>. Acesso em: 2 nov. 2022.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de. Doenças Fúngicas da Bananeira. In: Marcelo Bezerra Lima; Sebastião de Oliveira e Silva; Cláudia Fortes Ferreira. (Org.). Banana: O produtor pergunta, a Embrapa responde. 1ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003, v., p. 103-125
- Cultura da banana: conheça as principais cultivares plantadas no Brasil**. Disponível em: <https://portalagropecuaria.com.br>. Acesso em: 12 jan. 2023.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Disponível em: https://www.cnpmf.embrapa.br/BasedeDados/indexpdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf. Acesso em: 2 nov. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana**. Embrapa. Brasília, DF, 2015.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L.R. Mecanismos de ação de herbicidas. **V Congresso Brasileiro de Algodão**, 2005. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/336.pdf. Acesso em 10 jun. 2023.

FONTANA, N. **Efeitos da deriva simulada de 2,4-D sobre feijão, soja, tomateiro e videira**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27221>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GARNER, E.; CAMPOS, A. P. O. **Identifying the ‘family farm’: an informal discussion of the concepts and definitions**. Background Paper for The State of Food and Agriculture 2014. ESA Working Paper, Roma, n.14-10, p.1-30, 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/274055/>. Acesso em: 2 nov. 2022.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Cuidados na Obtenção de Mudanças de Bananeiras em Áreas de Plantios**. Comunicado Técnico nº 58. Manaus, AM. 2008. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/21019/1/Com_Tec_58.p. Acesso em: 2 nov. 2022.

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.

HENDRIX, J. W. **Influence of certain small quantities of 2,4-D on bananas**. Hawaii Agricultural Experiment Station, 20 p., 1952. Disponível em: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/server/api/core/bitstreams/b59796a4-2516-4bbe-9854-a96773bfad3d/content>. Acesso em 10 jun. 2023.

KRENCHINSKI, F. H.; COSTA, R. N.; BEVILAQUA, N. C.; GALON, J. A.; OLIVEIRA, J. A.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Early pruning of eucalyptus plants using glufosinate ammonium. **CERNE**, v. 24, n. 3, p. 162-168, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/jM5PbCfmvGXnMjbPXNnRmHp/?format=pdf&lang=en>. Acesso em 15 jun. 2023.

Lavras – Informações sobre o município e a prefeitura. Disponível em: www.cidade-brasil.com.br. Acesso em: 15 fev. 2023.

MATIELLO, J. B. et al. Efeito fito-tóxico de herbicidas sobre brotações de cepa de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais [...]** Brasília, DF: Embrapa Café, 2016. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9784/113_42-CBPC-2016.pdf?sequence=1#:~:text=Os%20result

ados%20mostram%20que%20todos,dias%20da%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20herbicidas. Acesso em 15 jun. 2023.

MENDES, H. T. A.; ANJOS, D. N.; SÃO JOSÉ, A. R.; ARCIGA, G, V. Utilização de formas alternativas de desbaste químico no superbrotamento de bananeira. **Revista Agropecuária**, Pouso Alegre, v.7, n. 3, p. 51-58, set. 2015.

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

NOMURA, E. S. et al. Cultivo de Bananeira. (**Manual Técnico, 82**). Campinas, CDRS, 2020. 178p. Disponível em: <https://cati.sp.gov.br>. Acesso em: 2 nov. 2022.

OLIVEIRA, L. E. M. **Temas em fisiologia vegetal** – Espécies reativas de oxigênio. UFPA, 2015. Disponível em: http://www.ledson.ufpa.br/respiração_plantas/cadeia-transportadora-de-eletrons/especies-reativas-de-oxigenio. Acesso em 14 de jun. 2023.

Paraquat: entenda seu modo de ação e porque foi proibido no Brasil. Disponível em: <http://agroinsight.com.br>. Acesso em: 14 fev. 2023.

PAZMIÑO D. M., ROMERO-PUERTAS M. C, SANDALIO L. M. Insights into the toxicity mechanism of and cell response to the herbicide 2,4-D in plants, 2012. **Plant Signaling & Behavior**, 7:3, 425-427. Disponível em: <https://doi.org/10.4161/psb.19124>. Acesso em 14 jun. 2023.

PORRA, R. J.; THOMPSON, W. A.; KRIEDEMANN, P. E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 975, p. 384-394, 1989.

RODRIGUEZ-SERRANO, M. et al. 2,4- Diclorophenoxyacetic acid promote S-nitrosylation and oxidation of actin affecting cytoskeleton and peroxisomal dynamic. **Journal of Experimental Botany**, v.50, p.4783-4793, 2014.

ROMAN, E. S. et al. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. 21. ed. Passo Fundo, RS: Berthier, 2005. 152 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documnts/1355291/12492345/Como+funcionam+os+herbicidas/954b0416-031d-4764-a703-14d9b28b178e?version=1.0>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SÁ, A. A. de; MESSIAS, C. M. B. D. Desenvolvimento de produtos alimentícios a partir do aproveitamento integral dos alimentos com destaque para manga e banana: revisão de literatura. Cap. 7, p. 85-101, **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos**, 2022. DOI: 10.37885/220207735. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/desenvolvimento-de-produtos-alimenticios-a-partir-do-aproveitamento-integral-dos-alimentos-com-destaque-para-manga-e-banana-revisao-de-literatura>. Acesso em: jan. 2023.

SANTOS, F. N. dos. **Avaliação de Sistema de Condução ‘Dois Seguidores’ na Produção Comercial de Banana**. 2019; Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/5763/2/2019%20-%20Felipe%20Nascimento%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SANTOS-SEREJO, J. A., et al. Micropropagação da bananeira. In: JUGHANS, T. G.; SOUZA, A. S. (Ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 237-255.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed., Artmed, 2017.

TAKANO H. K., BEFFA R., PRESTON C., WESTRA, P., DAYAN F. E. Reactive oxygen species trigger the fast action of glufosinate. **Planta**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03124-3>. Acesso em: 14 jun. 2023.

TAKANO, H. K.; DAYAN F. E. Glufosinate-ammonium: a review of the current state of knowledge. **Pest Manag. Sci.** 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.5965>. Acesso em: 14 jun. 2023.