

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

BRUNO NUNES CORRÊA GOULART

UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS VIA HERBIGAÇÃO EM CAFÉ ARÁBICA

Monte Carmelo
2025

BRUNO NUNES CORRÊA GOULART

UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS VIA HERBIGAÇÃO EM CAFÉ ARÁBICA

Plano de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo como parte dos
requisitos necessários para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof. Dr. Edson Aparecido
dos Santos

Monte Carmelo
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

BRUNO NUNES CORRÊA GOULART

UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS VIA HERBIGAÇÃO EM CAFÉ

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos

Monte Carmelo, 13 de maio de 2025.

Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos
Orientador

Prof. Osvaldo Rettore Neto
Membro da Banca

Me. Lucas Alves Simão
Membro da Banca

Monte Carmelo
2025

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria, por me conceder forças nos momentos de cansaço, sabedoria diante dos desafios e coragem para seguir em frente.

Aos meus pais, Edson e Roberta, pelo amor incondicional, apoio constante e por sempre acreditarem em mim, mesmo quando eu mesmo tive dúvidas. Vocês são a base de tudo e a razão pela qual cheguei até aqui.

Ao professor Edson Aparecido dos Santos, meu orientador, pela paciência, dedicação e valiosa orientação ao longo deste trabalho. Sua experiência, confiança e incentivo foram essenciais não apenas para o desenvolvimento deste projeto, mas também para a minha trajetória acadêmica.

Ao professor Eusídio Felisbino Fraga Junior, por sua amizade, pela disponibilidade e por todas as oportunidades concedidas ao longo da graduação.

À professora Gleice Aparecida de Assis e ao Grupo NECACER (Núcleo de Estudos em Cafeicultura do Cerrado), pelo apoio constante e pelas contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho. Sem a colaboração e a dedicação de vocês, a conclusão desta etapa não teria sido possível.

Ao CinCi – Centro de Inteligência em Cultivos Irrigados, por ser um espaço de incentivo à pesquisa, à inovação e ao desenvolvimento da agricultura irrigada. Participar das atividades do grupo ampliou minha visão sobre o potencial da irrigação no Brasil e fortaleceu minha vontade de atuar nessa área com responsabilidade e propósito.

A todos os meus amigos e familiares que me incentivaram, a continuar a lutar por meus objetivos.

A Universidade Federal de Uberlândia, instituição que me acolheu desde o início da graduação e me proporcionou não apenas conhecimento técnico, mas também crescimento pessoal. Sou grato pelos professores, pelas amizades construídas e pela estrutura oferecida ao longo desses anos de aprendizado.

A todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

Sumário

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO	7
2 JUSTIFICATIVA.....	8
3 OBJETIVO.....	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	11
5 MATERIAL E MÉTODOS	13
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
7 CONCLUSÃO	28
8 REFERÊNCIAS	29
9 ANEXOS.....	34

RESUMO

O controle de plantas daninhas em lavouras cafeeiras jovens é crítico para garantir o desenvolvimento vegetativo e a sustentabilidade econômica da cultura. Este estudo avaliou a sensibilidade de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.), cultivar Topázio, aos herbicidas indaziflam, oxyfluorfen e pyroxasulfone aplicados via herbigação (quimigação) em sistema de irrigação por gotejamento, bem como sua eficácia no controle de plantas daninhas. O experimento foi conduzido em Monte Carmelo-MG, em solo argiloso, utilizando delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos: aplicação dos três herbicidas pela irrigação, capina regular (Testemunha limpa) e capina inicial (Testemunha sem controle). Foram analisados parâmetros vegetativos do cafeeiro (altura, diâmetro do caule, ramos) e a dinâmica populacional de plantas daninhas aos 0, 7, 14, 21, 35 e 49 dias após aplicação (DAA). Os resultados indicaram que indaziflam e pyroxasulfone não causaram fitotoxicidade significativa ($p>0,05$) com crescimento vegetativo semelhante ao tratamento de capina inicial. O oxyfluorfen, embora eficaz no controle de plantas daninhas, reduziu o desenvolvimento de ramos plagiotrópicos. A capina regular promoveu o melhor crescimento vegetativo, mas inviável em condições reais. Quanto ao controle de plantas daninhas, a herbigação com indaziflam manteve estabilidade populacional ($51,74$ ind./m² aos 49 DAA), enquanto pyroxasulfone reduziu a biomassa residual para 37 g/m², próximo ao observado em estudos com outras culturas. Conclui-se que a herbigação é uma técnica viável para o manejo de plantas daninhas em cafeeiros jovens, mostrando boa eficácia com uso de indaziflam e pyroxasulfone.

PALAVRAS-CHAVE: Cafeicultura; quimigação; controle de invasoras; herbicidas pré-emergentes.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das principais commodities do Brasil e tem forte impacto na economia, gerando empregos e contribuindo para o sustento de milhares de famílias de agricultores em todo o país, especialmente em Minas Gerais (Mesquita et al, 2016). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2025), a região sudeste será responsável por cerca de 86,7% da produção nacional em 2025, correspondendo a mais de 44 milhões de sacas de café.

Uma problemática na implantação da lavoura cafeeira é a pressão exercida por plantas daninhas, especialmente em áreas irrigadas. Dentre essas plantas, na região do triângulo mineiro, normalmente as principais são *Amaranthus spp*, *Bidens spp*, *Commelina benghalensis*, *Conyza spp*, *Digitaria spp*, *Ipomoea spp*, *Richardia brasilienses* e *Sida spp*. O mato diminui significativamente o crescimento vegetativo do café mesmo sobre baixas densidades populacionais, devido à forte competição por recursos, como nutrientes ou luz (Ronchi, 2002), além disso tais plantas podem vir a abrigar doenças e pragas.

Os custos para implantação do café são componentes integrantes do planejamento agrícola e desempenham papel fundamental na gestão eficiente da lavoura. Essas despesas envolvem desde a preparação do solo até a manutenção das mudas em campo e gerenciar esses dados é crucial para estabelecer as bases de uma produção sustentável. Conforme o Agriannual (2019), no ano de 2018, a implantação da cultura durante o primeiro ano teve gastos médios superiores a 9 mil reais por hectare. Contudo os custos de aplicação de herbicidas correspondem a 5,36% e capina 3,45% das despesas do ano inicial.

Plantas de café, em estágio inicial, também são extremamente influenciadas pelo déficit hídrico (Ribeiro et al, 2015), porém, uma forma de aumentar a eficiência e a produtividade da lavoura cafeeira é por meio da irrigação, que pode conferir aumento de produção em até três vezes. (Evangelista et al, 2011). A irrigação por gotejamento está entre as mais utilizadas pelos cafeicultores do triângulo mineiro devido à eficiência no consumo de água e energia (Monteiro et al, 2011).

A irrigação está muito relacionada às características físicas do solo. Em boa parte do cerrado mineiro, os solos utilizados para plantio de café apresentam altos teores de argila e são, portanto, classificados como solos argilosos (Gomes et al, 1982). Esse alto teor de argila

é muito importante para formação do bulbo de água da irrigação e consequentemente melhor distribuição de produtos químicos que se deseja disponibilizar no solo via irrigação.

Porém, os solos argilosos tendem a manter a umidade na faixa irrigada por maior tempo, com isso, ocorre favorecimento à emergência de plantas daninhas na linha de plantio. Assim, é fundamental que seja realizado o controle do mato de forma adequada, pois, as plantas de café são extremamente sensíveis à interferência de plantas daninha quando jovens. Em muitos casos ocorre paralisação do crescimento e total comprometimento da lavoura. Manejar as plantas daninhas ao redor das mudas de café na linha de plantio é um desafio, graças aos obstáculos associados ao controle manual, que pode ser dispendioso e muitas vezes impraticável (Magalhães et al, 2010). Ademais, o uso de herbicidas é muito complexo quando se trata de mudas, pois, há poucos produtos registrados e há baixíssima seletividade, em outras palavras, as mudas são sensíveis à maioria dos herbicidas.

Com a implementação da irrigação por gotejamento tem-se a possibilidade de realizar a quimigação; uma técnica que possibilita a aplicação de soluções químicas pela irrigação (Brito, 2021). Por conseguinte, surge a possibilidade de injetar herbicidas diretamente na linha de café, com baixo custo de mão de obra e com alto rendimento sendo este relacionado diretamente com o tamanho dos setores irrigados.

Porém, a aplicação de herbicidas na linha de gotejo pode ser um grande desafio, se realizado de maneira errônea e indiscriminada podendo causar sérios problemas ambientais, como contaminação de águas superficiais e bacias hidrológicas. Podem ocorrer também injúrias nas mudas, baixa eficiência de controle e até mesmo a poluição de fontes de abastecimento urbano (Menezes et al, 2021).

2 JUSTIFICATIVA

O café assume um papel fundamental na agricultura brasileira, contribuindo com empregos e gerando renda para diversas famílias. Entretanto, a produção de café enfrenta diversos desafios, como variações climáticas, pragas, doenças, problemas de qualidade e a alta competição internacional. É crucial compreender os fatores que afetam a produção,

sendo importante criar estratégias de manejo para otimizar o desempenho da cultura e dar sustentabilidade à atividade

Uma das principais ameaças à produção cafeeira são as plantas daninhas, que competem por recursos como água, luz e nutrientes, reduzindo o crescimento e a produtividade. Além disso, o mato pode interferir negativamente em operações com máquinas dentro da lavoura, diminuindo a acurácia de adubação e irrigação, assim aumentando os custos de produção (Mesquita et al, 2016).

As plantas daninhas também podem hospedar doenças como *Rhizoctonia solani* e *Fusarium spp.* presente em plantas do gênero *amaranthus spp.*, *commelina spp.*, *ipomoea spp.* e *Portulaca oleracea* (Júnior, 2019), e pragas como a cochonilha (*Planococcus spp.*), (Fornaciari et al, 2019), que podem afetar a lavoura, comprometendo a sua qualidade e segurança alimentar. Por isso, é importante conhecer as características das plantas daninhas mais comuns no café brasileiro, bem como as formas de controle mais eficazes para cada situação.

Na fase inicial do café é de grande importância realizar um bom manejo de plantas daninhas, para isso, é fundamental conhecer profundamente as estratégias de controle. Contudo é necessário o monitoramento na lavoura pois quanto mais desenvolvida a planta daninha, mais penoso é seu controle (Faria e Andrade, 2024). Entre as técnicas de manejo se destacam o controle físico, cultural, químico e mecânico (Oliveira e Brightenti, 2018).

A capina, utilizando-se de equipamentos manuais como a enxada, é muito importante em áreas pequenas e em plantas jovens. A capina manual é relativamente simples, não requer equipamentos sofisticados, não utiliza pesticidas. Porém, essa operação apresenta desvantagens: pode ocorrer danos às mudas e ao tubo gotejador, podem ocorrer acidentes com os trabalhadores e o revolvimento do solo pode ser benéfico ao estabelecimento de plantas daninhas, especialmente aquelas de propagação vegetativa, como a trapoeraba. Economicamente, os trabalhos manuais podem comprometer os custos de produção e, por fim, em relação a outros métodos de controle, a capina não tem efeito permanente, em outras

palavras: a partir do momento de revolvimento do solo, outras plantas daninhas iniciam o processo de estabelecimento no local (Blanco e Blanco, 1991)

Ainda sobre a capina manual em áreas de café, segundo a Conab (2023), os gastos com mão de obra são de aproximadamente 40% em razão do total das despesas de custeio, ou seja, praticamente metade dos gastos de uma fazenda de café gira em torno da mão de obra. Os altos custos relativos ao trabalho manual e a sensibilidade dos fatores relativos à comercialização do grão, torna a atividade muito sensível à volatilidade da comercialização. Assim, é crucial gerenciar e diluir os custos de produção para dar sustentabilidade à atividade (Martin et al, 1995).

Uma forma de manter a lavoura sob baixa pressão de plantas daninhas é por meio da utilização de herbicidas pré-emergentes. Esses herbicidas são aplicados no solo antes da emergência das plântulas de daninhas e atuam diretamente nas sementes ou nas plântulas em processo de emergência (Matioli, 2022). Existem algumas moléculas de herbicidas e mecanismos de ação diferentes registrados para plantios de café. Dentre dos produtos utilizados estão os inibidores da protox, da síntese d ácidos graxos e de biossíntese de celulose (MAPA, [s.d.]).

Dentre os herbicidas pré-emergentes utilizados na cafeicultura, se destacam: indaziflam, oxyfluorfen e pyroxasulfone, que são muito utilizados devido ao grande desempenho em controlar plantas daninhas em pré-emergência e apresentarem seletividade ao cafeeiro. Porém, vale destacar que há diversos procedimentos e informações necessárias para a aplicação dos produtos. É importante relacionar ao tipo de solo, comunidade infestante, idade das mudas de café etc. Em situações não desejadas, pode ocorrer intoxicação das mudas e até ineficiência de controle (Monquero et al, 2008).

Outro detalhe importante sobre o uso de herbicidas em áreas de café é a tecnologia de aplicação. Normalmente os produtos são aplicados com pulverizadores costais ou montado em trator. Na maioria das situações ocorre a aplicação na forma de jato dirigido em faixas na linha de plantio, projeção da saia ou na entre linha (Oliveira et al, 1985). Os equipamentos apresentam certas vantagens relativas à operacionalidade, porém, podem ocorrer perdas do produto para locais indesejados, pisoteio do solo, consumo de energia para

movimentação das máquinas e até baixa velocidade de trabalho (a depender das condições) (Pacheco, 2000).

Dessa forma, uma alternativa para otimizar a aplicação de herbicidas na linha de cultivo do café pode ser a colocação dos produtos junto com a água de irrigação na linha de gotejo. A aplicação de herbicidas via água de irrigação, denominada herbigação, pode ser um substituto mais econômico, seguro para o colaborador e muito eficiente, visto que com alguns minutos é possível efetuar a operação em vários hectares da cultura. Além disso pode ser um meio para reduzir as emissões de carbono, considerando que não há o uso de energia fóssil como nas operações com máquinas (Gama et al, 2024).

3 OBJETIVO

Avaliar a sensibilidade de mudas de *Coffea arábica*, aos herbicidas indaziflam, oxyfluorfen e pyroxasulfone, para o controle de plantas daninhas em cafeiro jovem após aplicação por meio da técnica de herbigação.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Plantas daninhas geram déficits exponenciais no crescimento de plantas de café jovem. Os sintomas relacionados à presença de plantas invasoras estão diretamente ligados com a competição por recursos. Fialho et al. (2011) observaram que na presença de mato, houve a redução de área foliar, número de folhas, diâmetro de caule e a densidade radicular das mudas de café. Outro fator observado foi o aumento dos sintomas com adição de plantas por metro quadrado.

Para o controle de mato uma das formas mais eficientes é a utilização de herbicidas, porém, a utilização destes de maneira errônea pode trazer mais malefícios a muda de café

devido à deriva de produtos. Ademais a utilização de herbicidas pré emergentes associado ao uso de grade pode diminuir a quantidade de matéria orgânica no solo (Siqueira et al, 2014). Segundo Duarte et al. (2013), os custos de aplicação de herbicidas somados ao valor dos produtos representam cerca de 4% do custo total no primeiro ano de uma lavoura de café arábica.

Além dos herbicidas, pode-se utilizar de outros manejos, como a capina manual, que possui controle efetivo e seletivo para a cultura, porém, apresenta grande necessidade de mão de obra. Nos últimos anos, a mão de obra tem sido escassa. Da mesma forma. Equipamentos como roçadoras e trinches são importantíssimos para o controle de plantas daninhas em áreas de café, bem como as plantas de cobertura que conferem uma série de benefícios além do controle de plantas daninhas. (Albrecht et al, 2021).

A aplicação de herbicidas via irrigação é uma alternativa com grande potencial para redução de custos, questões operacionais, diminuição de impactos negativos ambientais e melhoria em condições de trabalho. Menciona-se a irrigação via pivô central, que consiste na injeção de herbicidas junto a água de irrigação e aspersão à medida que o pivô se movimenta. Essa técnica possui várias vantagens perante os outros modos manejo, como a redução do custo de aplicação, do consumo de energia e da mão de obra. Além disso, possui riscos menores de contaminação do operador. Porém, são destacadas as desvantagens como maior risco de contaminação do ambiente e a necessidade de mão de obra altamente qualificada (Silva; Karam; Costa, 1994).

A herbigação por meio de pivô tem capacidade para reduzir os custos das operações de pulverização pela metade (Silva; Karam; Costa, 1994). A utilização dos herbicidas metolachlor e fomesafen via irrigação por aspersão proporcionou excelente controle de plantas daninhas e não houve redução na produtividade do feijão, em plantio direto ou plantio convencional (Fontes et al., 2006). Para a cultura do café, não há trabalhos realizados com o propósito de se avaliar a herbigação. Visto que o pivô realiza a aplicação em área total, não seria possível utilizá-lo para a herbigação devido a problemas relacionados a fitotoxicidade, com isso, o ideal é a utilização de irrigação por tubo gotejador, que aplica o

herbicida diretamente no solo e na área de projeção da saia das plantas, onde a ocorrência de plantas daninhas é mais prejudicial

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área experimental e tratamentos

O experimento foi instalado no campo experimental da UFU (CADEX) em Monte Carmelo, MG), coordenadas geográficas $18^{\circ}43'41''S$ $47^{\circ}31'29''W$ e altitude de 902 m (Figura 1). O plantio das mudas foi realizado em abril de 2023 utilizando-se a cultivar topázio no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho. A área é irrigada por sistema de gotejamento, o modelo utilizado foi o dripnet PC AS que apresenta diâmetro nominal de 16mm, espessura de parede de 0,63mm e diâmetro interno de 15,5mm, com emissores espaçados em 0,60 metros com vazão de $1,6 \text{ L/hora}^{-1}$.

MAPA DA ÁREA EXPERIMENTAL

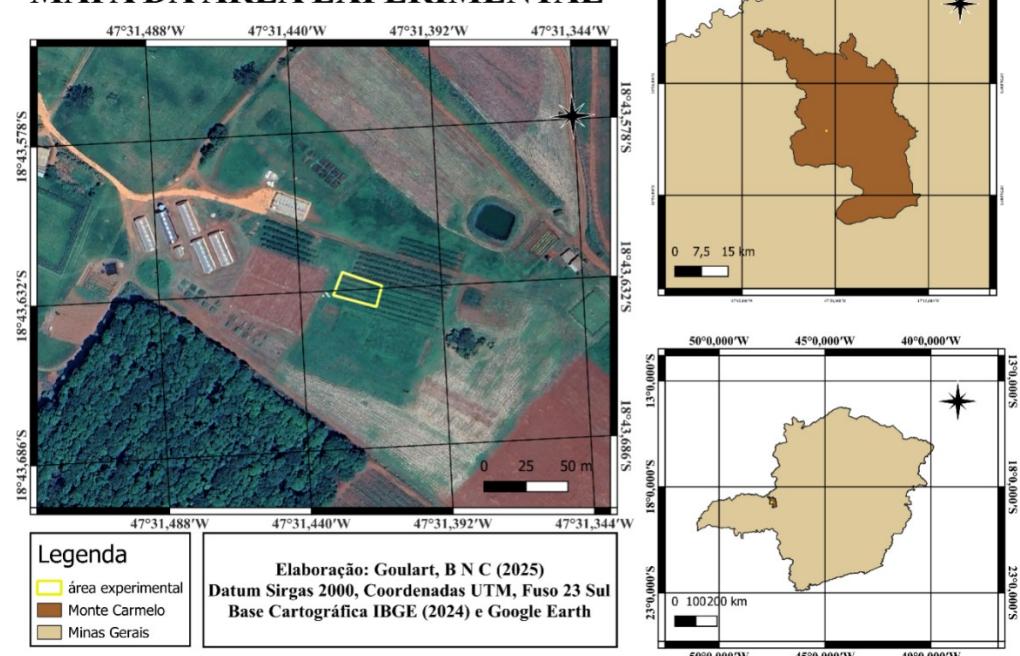


Figura 1. Mapa de localização geográfica da área experimental.

Em janeiro de 2024 foi realizada a coleta do solo da área experimental na profundidade de 0-20cm para caracterização dos atributos químicos e posteriormente foi realizada a recomendação de adubação utilizando as tabelas de recomendação do 5º aproximação (Tabela 1).

Tabela1. Análise química do solo na área experimental na camada de 0-20cm de profundidade.

Elemento/Nutriente	Unidade	Resultado jan/2024	classificação 5º aproximação	Q aplicar
pH	-	6	BOM	—
P meh.	mg/dm ³	7,4	MUITO BAIXO	80 g/cova
P rem	mg/dm ³	13,4	—	—
k ⁺	mg/dm ³	50	BAIXO	40g/cova
Ca ²⁺	cmolc/dm ³	3,76	—	—
Mg ²⁺	cmolc/dm ³	1	—	—
H + Al	cmolc/dm ³	2,6	—	—
SB (Soma de Bases)	cmolc/dm ³	4,92	—	—
T	cmolc/dm ³	7,52	—	—
t	cmolc/dm ³	4,92	—	—
V (%)	%	65	BOM	—
M.O.	dag/dm ³	2,7	—	—
Fe	mg/dm ³	35	—	—
Mn	mg/dm ³	13,2	BOM	5 Kg/ha
Cu	mg/dm ³	2,5	ALTO	na
B	mg/dm ³	0,21	BAIXO	3 Kg/ha
Zn	mg/dm ³	5,6	BOM	2 Kg/ha

pH=água; K, Ca, Mg, Al = NH4Cl; S= fosfato de cálcio; B = água quente; Cu, Fe, Mn, Zn = Mehlich 1.

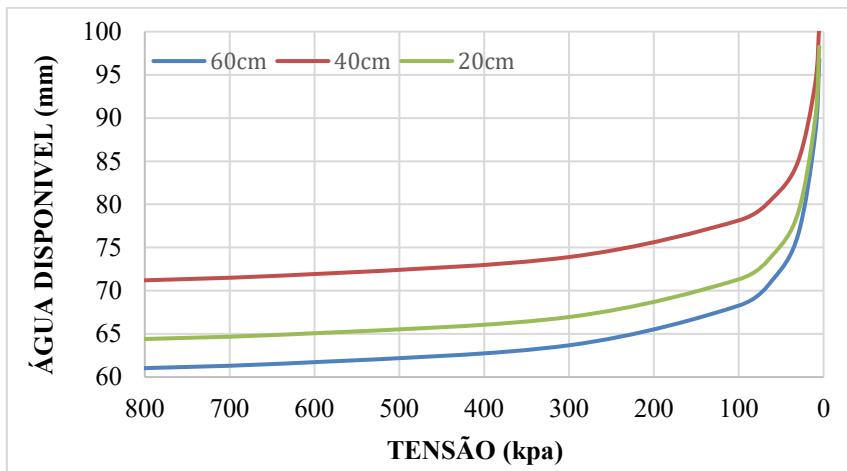
Foram avaliados 5 tratamentos: quimigação de indaziflam (50 g ha⁻¹), oxyfluorfen (1440 g ha⁻¹) e pyroxasulfone (100 g ha⁻¹), parcelas mantidas com o controle manual de plantas daninhas e parcelas sem controle de plantas daninhas. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro blocos (Figura 2). Cada parcela foi constituída por 6 plantas, consideradas úteis as quatro centrais. A área experimental apresentou 120 plantas.

BLOCO 1	INDAZIFLAM	CAPINA INICIAL	CAPINA REGULAR	OXYFLUORFEN	PYROXASULFONE
BLOCO 2	CAPINA REGULAR	OXYFLUORFEN	CAPINA INICIAL	PYROXASULFONE	INDAZIFLAM
BLOCO 3	PYROXASULFONE	CAPINA INICIAL	INDAZIFLAM	CAPINA REGULAR	OXYFLUORFEN
BLOCO4	OXYFLUORFEN	CAPINA REGULAR	PYROXASULFONE	INDAZIFLAM	CAPINA INICIAL

Figura 2. Disposição dos tratamentos dentro da área experimental.

A aplicação dos herbicidas por meio do sistema de irrigação foi precedida pela realização de capina manual em todos os cinco tratamentos experimentais. Posteriormente, procedeu-se à irrigação do solo até a obtenção da capacidade de campo (CC), parâmetro determinado com base na curva de retenção de água do solo específica da área experimental, que pode ser observado no Gráfico 1 retirado do trabalho de Carlos (2022), após o solo atingir a capacidade de campo foi iniciada a herbigação dos tratamentos, a temperatura do solo no momento de injeção dos herbicidas variou de 23 a 29 °C com média de 26,7°C.

Gráfico 1. Determinação da Curva de Retenção Hídrica do Solo na Área Experimental (Van Genuchten, 1980).



Para garantir a manutenção do teor hídrico em níveis iguais a CC nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, empregaram-se tensímetros instalados nessas profundidades, visando otimizar a expansão do bulbo úmido e a formação homogênea da faixa de molhamento. O monitoramento contínuo da umidade do solo permitiu ajustar a lâmina de aplicação conforme a dinâmica de infiltração, garantindo a replicabilidade do processo. Após a injeção

dos herbicidas, a irrigação foi realizada três vezes na semana por três horas totalizando uma lamina de 13,71 mm ao final dos 49 dias

A inserção dos herbicidas no solo ocorreu com o auxílio de um tubo gotejador adicional, no qual utilizou-se de uma bomba elétrica kawashima 2 em 1, com capacidade de 20 litros de calda, a bomba trabalhou com pressões variadas de 25 a 30 m.c.a e vazão de 9,6 L/hora.

Para os cálculos das doses dos herbicidas foi considerada a área da faixa molhada.

Ex:

I.a.: indaziflam

dose: 100 g/ha⁻¹

diâmetro do bulbo: 0,6 metros

metros lineares da parcela: a (espaçamento entre plantas) x b (nº plantas da parcela)

metros lineares da parcela: 0,6 x 6 = 3,6 metros

Area: 0,6 x 3,6 = 2,16 m²

100g ____ 10000m²

Xg 2,16m²

X=0,0216 gramas de ingrediente ativo por hectare

5.2 Características avaliadas

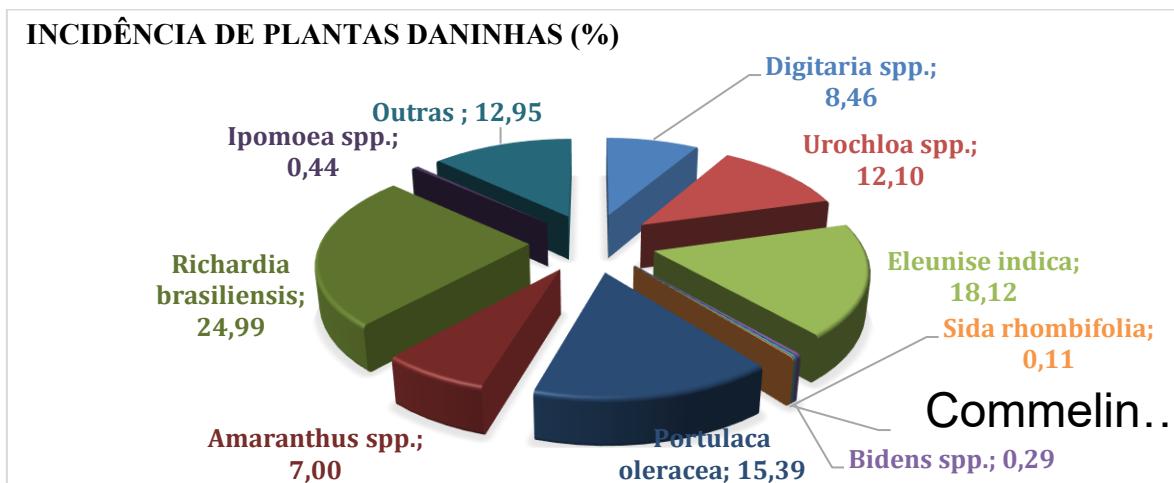
As avaliações no cafeiro foram iniciadas a partir do DAA 0 (Dias Após Aplicação), correspondendo a aproximadamente 10 meses após o transplantio das mudas e conduzidas sequencialmente aos 7, 14, 21, 35 e 49 DAA. Os parâmetros vegetativos analisados incluíram a altura das plantas, medida a partir do solo (ponto zero) até a gema apical; o comprimento médio dos ramos plagiotrópicos, determinado fixando-se o ponto zero no ramo ortotrópico e medindo-se até a gema apical do ramo plagiotrópico; o número médio de nós no ramo ortotrópico, considerando como referência o último nó formado pela planta, demarcado no estádio 0 DAA (Dias Após Aplicação); e o diâmetro do caule, aferido ao nível do solo com auxílio de um paquímetro digital.

Para caracterização da área, foi realizado um levantamento da média de incidência de plantas daninhas (Gráfico 2), o qual evidenciou a predominância de determinadas

espécies em relação às demais. A espécie *Richardia brasiliensis* foi a mais frequente, representando 24,99% da população infestante. Em seguida, destaca-se *Eleusine indica*, com 18,12%, e *Portulaca oleracea*, com 15,39%. Juntas, essas três espécies representam mais da metade das ocorrências, evidenciando sua importância no manejo.

Outros gêneros com destaque são *Amaranthus spp.* com 7%, *Digitaria spp.* (8,46%) e *Urochloa spp.* (12,10%). As demais espécies apresentaram incidência inferior a 3%, sendo consideradas de menor expressão, como *Bidens spp.* (0,29%), *Sida rhombifolia* (0,11%) e *Ipomoea spp* (0,44%). Ouve a ocorrência de outras espécies de forma esporádica e sem impacto significativo na porcentagem como espécie ou gênero único, porém quando combinados correspondem a 12,95% do total, indicando uma alta diversidade.

Gráfico 2. Incidência média de plantas daninhas na área experimental.



A ocorrência de plantas daninhas foi avaliada concomitantemente aos parâmetros vegetativos do cafeiro. Para a avaliação quantitativa das infestantes, demarcaram-se quadrantes centrais de 0,36 m² (0,6 x 0,6 m) em cada planta de café, onde as plantas daninhas foram quantificadas em número de indivíduos por metro quadrado (ind./m²). Nas parcelas submetidas ao tratamento de capina (manejo sem interferência de plantas daninhas), as invasoras foram removidas integralmente após a identificação. Adicionalmente, realizou-se análise gravimétrica da biomassa seca total das plantas daninhas ao final do ciclo experimental. Para isso, todo o material vegetal coletado foi acondicionado em sacos de papel kraft, secado em estufa de circulação forçada de ar a 70°C por 72 horas, e subsequentemente pesado em balança de precisão. Os dados de biomassa seca foram expressos em gramas por metro quadrado (g/m²).

5.3 Análise dos dados

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F e regressão para os parâmetros vegetativos, e para a avaliação de daninhos o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas através do software Sisvar (Ferreira, 2011). E adicionalmente foi utilizado o software minitab (Alin, 2010), para a análise multivariada para avaliar a similaridade entre os tratamentos em função do crescimento vegetativo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 PARAMETROS VEGETATIVOS

A análise estatística dos parâmetros de crescimento do cafeiro (*Coffea arábica*) revelou resultados distintos conforme os fatores avaliados. Para o fator tratamento, a maioria das variáveis analisadas não atingiu significância estatística a 5% pelo teste F.

Entretanto, destacou-se o crescimento médio do ramo ortotrópico (CMRO), que apresentou significância a 5%. As demais características avaliadas não demonstraram efeitos significativos. No fator bloco, observou-se influência estatística a 1% sobre o crescimento médio de ramos plagiotrópicos (CMRP) e a 5% para o CMRO. As demais variáveis não foram afetadas significativamente por esse fator.

Em relação aos Dias Após Aplicação (DAA), todas as características analisadas exibiram diferenças altamente significativas pelo teste F, indicando uma forte relação temporal com os padrões de crescimento. Quanto à interação tratamento*DAA, nenhuma das variáveis registraram interações estatisticamente relevantes.

Tabela 2. Análise de variância para crescimento médio de ramo ortotrópico (cm), crescimento médio de ramos plagiotrópicos (cm), diâmetro de caule (mm) e número de nós em ramo ortotrópico (NNRO).

FV	GL	QM			
		CMRO	CMRP	DC	NNRO
Tratamentos	4	14,25*	9,16 ^{ns}	3,40 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Bloco	3	15,46*	170,41**	0,21 ^{ns}	0,36*
DAA	5	461,35**	557,45**	45,45**	46,75**
Tratamentos*DAA	20	57,16 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,01 ^{ns}
erro	87	4,62	5,29	1,92	0,11
CV (%)		37,37	29,98	53,52	16,05

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

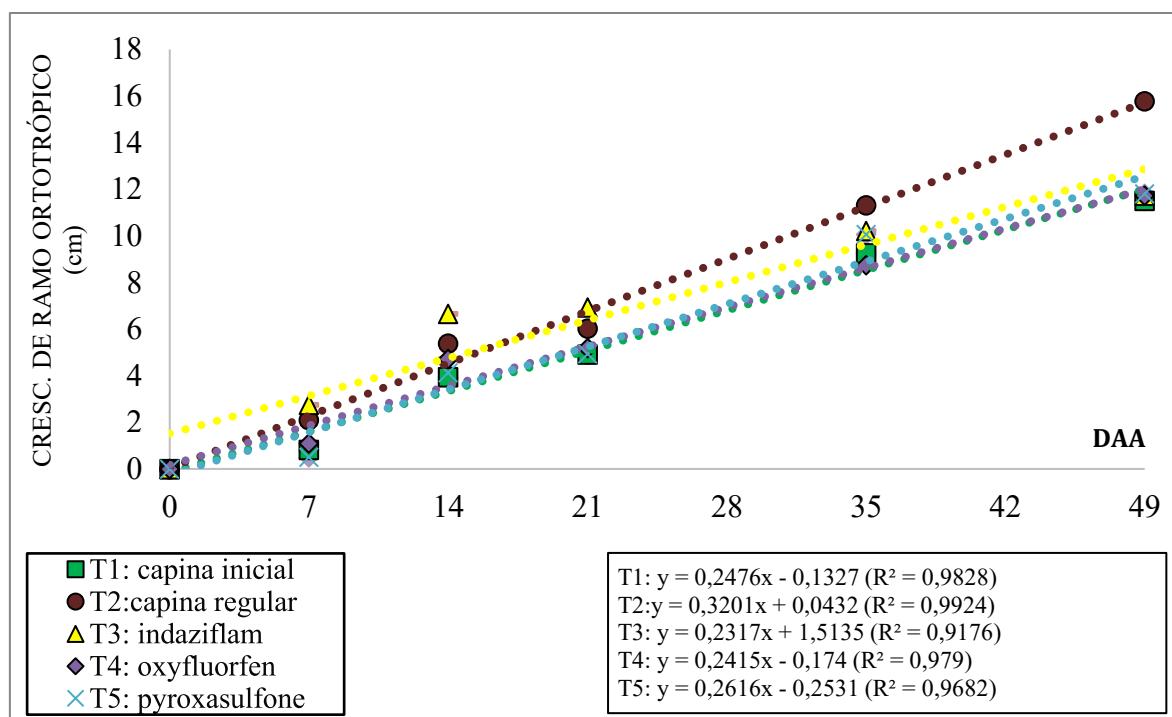
FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; CMRO: crescimento médio de ramo ortotrópico; CMRP: crescimento médio de ramos plagiotrópicos; DC: diâmetro de caule; NRP: Número de ramos plagiotrópicos.

Nas avaliações iniciais de crescimento do ramo ortotrópico (0 e 7 dias após o aplicação- DAA), não foram observadas diferenças significativas no crescimento entre os tratamentos, com variações mínimas entre os grupos. A partir de 14 DAA, o tratamento com controle químico T3 - indaziflam destacou-se, exibindo incremento superior aos demais tratamentos. Aos 21 DAA, todos os tratamentos tiveram um comportamento semelhante ao 14 DAA, com somente um leve incremento no crescimento. Nas análises de 35 DAA, o T2 teve uma taxa de crescimento maior que os demais, ultrapassando o T3 e consequentemente culminando no maior comprimento de ramo ortotrópico aos 49 DAA.

Ao término das avaliações, o tratamento com capina regular proporcionou condições ótimas para o desenvolvimento do ramo ortotrópico, registrando taxa média de crescimento de 0,32 cm/dia. Esse valor superou a média de 0,24 cm/dia reportada por Freitas (2007) para a cultivar Topázio em condições de campo, evidenciando a eficácia do manejo contínuo. Embora os tratamentos com herbicidas indaziflam, oxyfluorfen e pyroxasulfone e a capina

inicial isolada tenham apresentado desempenho inferior ao T2, seus valores não divergiram significativamente das taxas observadas em condições de campo no estudo referencial, indicando que, mesmo em cenários de manejo subótimo, o crescimento vegetativo manteve-se compatível com padrão da cultivar. O modelo linear demonstrou elevada aderência aos dados experimentais, com coeficientes de determinação R^2 superiores a 0,91 para todas as curvas de crescimento analisadas.

Gráfico 3. Regressão do crescimento do ramo ortotrópico em centímetros em função do tempo.

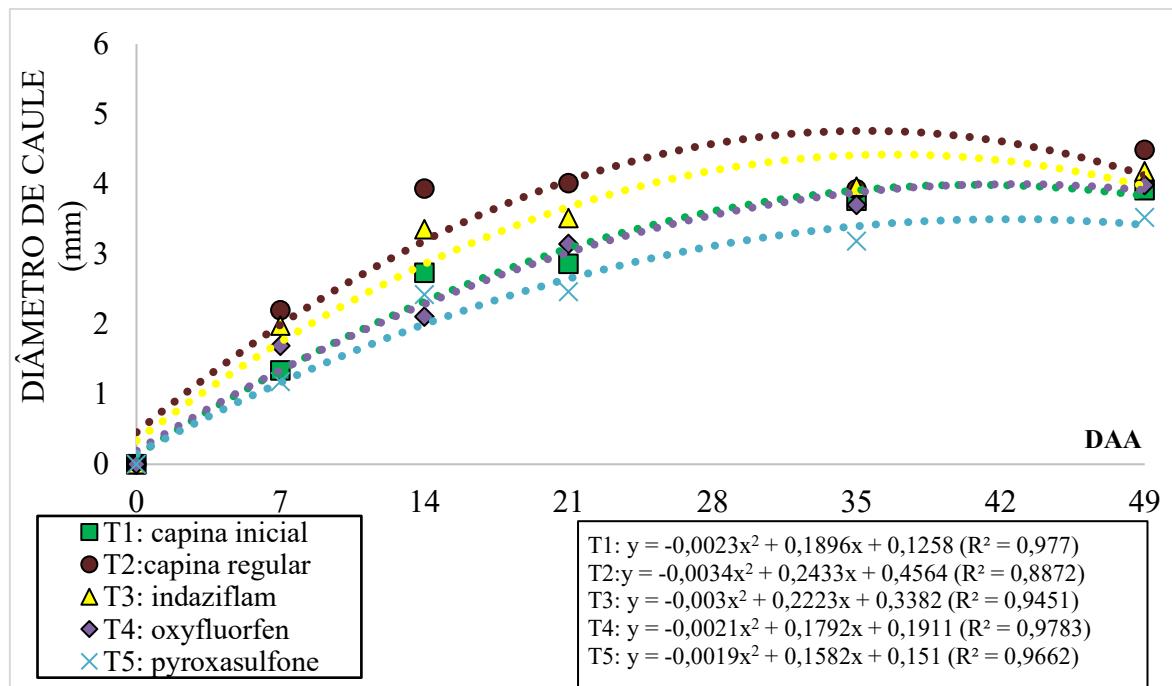


Na avaliação inicial do diâmetro do caule, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. Contudo, a partir de 7 dias após a aplicação (DAA), observou-se divergência entre os grupos, com variações superiores a 0,5 mm. Aos 14 DAA, o tratamento com capina regular (T2) destacou-se com maior espessura, seguido por T3 (indaziflam), T1 (capina inicial), T5 (pyroxasulfone) e T4 (oxyfluorfen), em ordem decrescente. Aos 21 DAA, T1, T2, T3 e T5 mantiveram desenvolvimento semelhante, enquanto T4 apresentou incremento no diâmetro, superando T1 e T5.

Aos 35 DAA, o tratamento com pyroxasulfone (T5) registrou o menor desempenho comparativamente aos demais. Ao final do período experimental (49 DAA), a capina regular (T2) manteve superioridade no diâmetro do caule, seguida por T1, T3 e T4, enquanto T5

permaneceu com os valores mais reduzidos. Notou-se estabilização do crescimento em espessura a partir de 35 DAA em todos os tratamentos, com tendência de se estabilizar até 49 DAA.

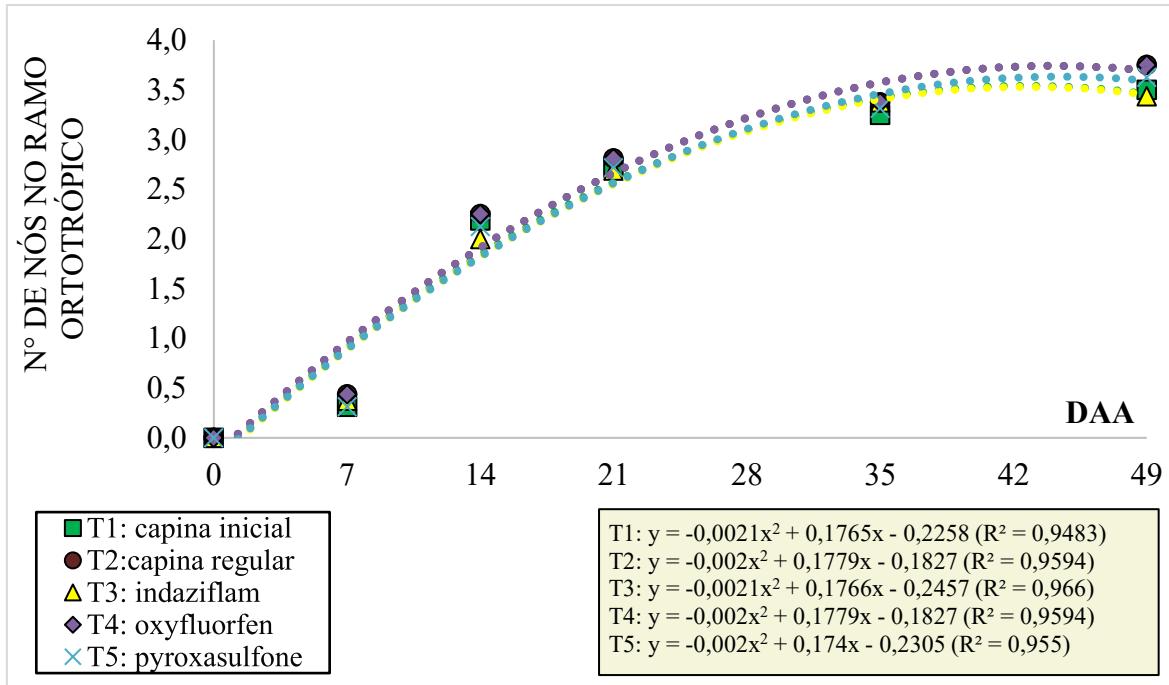
Gráfico 4. Regressão do diâmetro de caule em centímetros em função do tempo.



No Gráfico 5, as médias dos tratamentos demonstraram similaridade significativa entre si, independentemente do período avaliado. Essa convergência foi evidenciada pela identidade das equações polinomiais de 2º grau ajustadas para T2 e T4, além da proximidade dos parâmetros matemáticos nos demais tratamentos. Todos os modelos exibiram elevada precisão, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,94, corroborando a robustez do ajuste às tendências temporais observadas.

A homogeneidade das curvas entre tratamentos sugere padrões de resposta fisiológica similares, possivelmente associados a mecanismos compensatórios ou limitações ambientais compartilhadas. A identidade matemática entre T2 e T4, apesar de estratégias de manejo distintas, indica que o uso dos herbicidas não afeta o crescimento nodal do café.

Gráfico 5. Regressão do número de nós no ramo ortotrópico em centímetros em função do tempo.



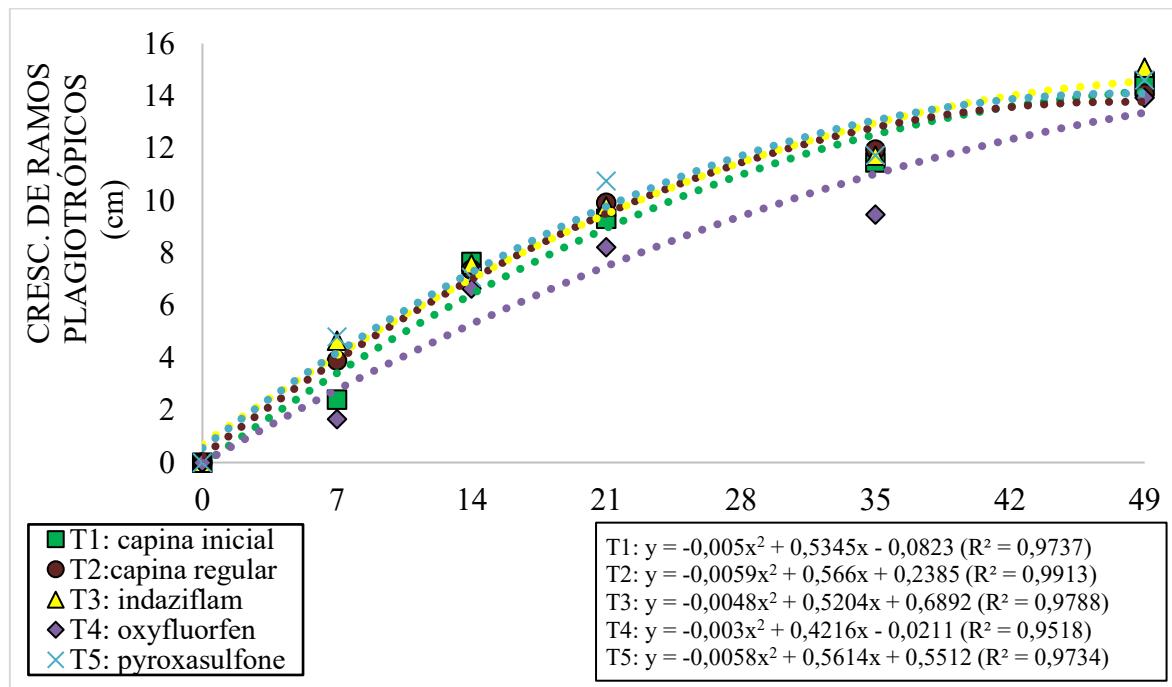
Dentro da avaliação de crescimento de ramos plagiotrópicos logo nos 7 dias após a aplicação (DAA), observou-se diferenciação inicial no desenvolvimento dos ramos plagiotrópicos: os tratamentos T2 (capina regular), T3 (indaziflam) e T5 (pyroxasulfone) exibiram incremento biométrico superior, com médias acima de 3,8 cm, enquanto T1 (capina única) e T4 (oxyfluorfen) apresentaram valores significativamente inferiores (2,4 cm e 1,66 cm, respectivamente).

Aos 21 DAA, a heterogeneidade entre os grupos consolidou-se, com T5 ultrapassando 10 cm e destacando-se quantitativamente, enquanto os demais tratamentos (T2, T3 e T1) exibiram incremento homogêneo, porém menos expressivo. No 35º DAA, T2, T3 e T5 mantiveram trajetórias de crescimento convergentes e aceleradas, enquanto T4 exibiu estagnação irreversível, registrando média de 9,47 cm – o menor valor entre todos os tratamentos.

Ao término do experimento (49 DAA), todos os tratamentos atingiram estabilização, com valores finais superiores a 13 cm, média essa superior ao encontrado por Freitas(2007) para a cultivar utilizada em situação de campo. A trajetória de T4 caracterizou-se por supressão precoce e redução progressiva na taxa de alongamento (diferença de 20,9% em

comparação ao T2; $p<0,05$), confirmando efeito fitotóxico moderado associado ao oxyfluorfen aos 35 DAA, no entanto aos 49DAA não apresentou sintomas, tendo um crescimento médio de 0,32cm/dia. Em contraste, T3 e T5 demonstraram desenvolvimento contínuo e alinhado aos padrões da cultivar.

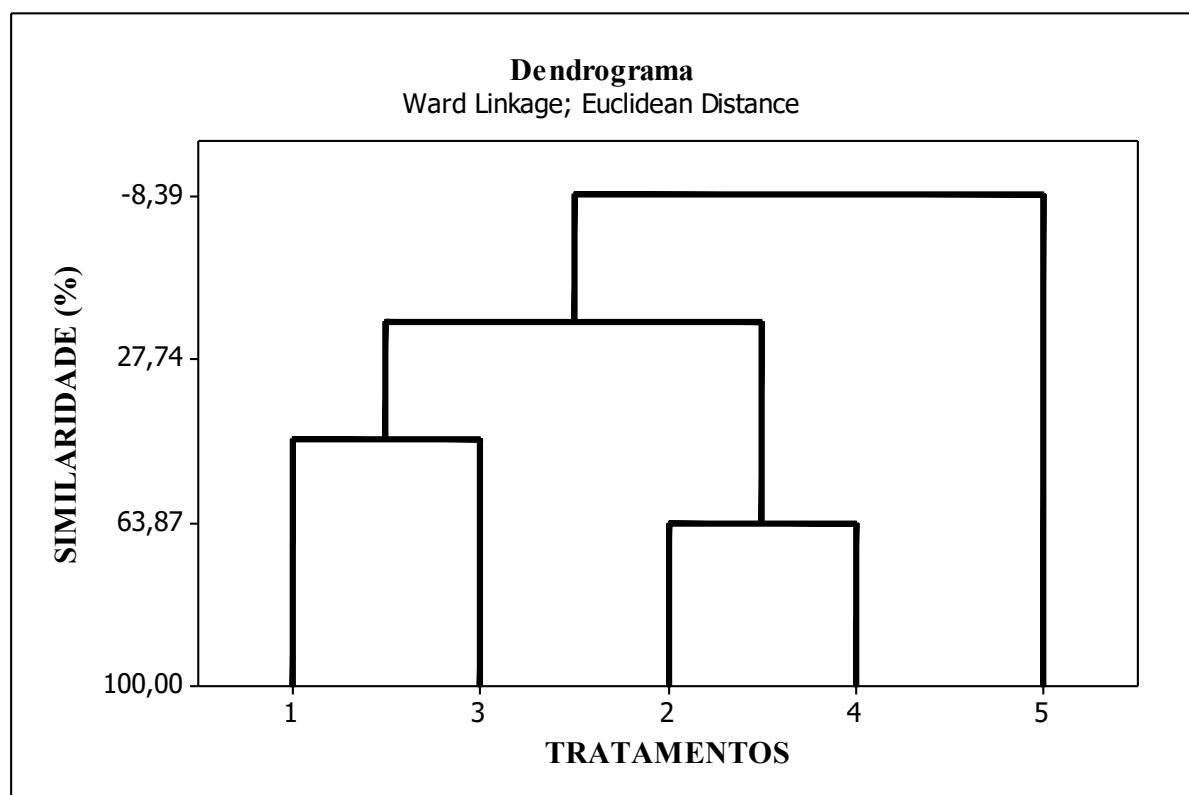
Gráfico 6. Regressão do crescimento médio de ramos plagiortrópicos em centímetros em função do tempo.



O dendrograma, gerado pelo método de Ward com distância Euclidiana, sintetiza a dissimilaridade entre os tratamentos com base nos parâmetros vegetativos integrados. T1 (capina única) e T3 (indaziflam) constituem o primeiro *cluster*, com 63,9% de similaridade, indicando que o perfil morfofisiológico sob indaziflam assemelha-se ao da capina isolada, possivelmente por compartilharem respostas compensatórias à competição residual. Paralelamente, T2 (capina regular) e T4 (oxyfluorfen) agrupam-se no mesmo nível hierárquico, sugerindo analogias estruturais, embora o oxyfluorfen exiba redução marginal nas magnitudes absolutas das variáveis comparado à capina contínua.

T5 (pyroxasulfone) manteve-se isolado, configurando-se como o tratamento mais distinto. Essa segregação ressalta que o pyroxasulfone, como herbicida pré-emergente, impõe uma dinâmica única sobre o desenvolvimento estrutural do cafeiro, provavelmente por seu modo de ação específico nos processos iniciais de brotação e espessamento do caule da planta (Rizzardi, [s.d.]). Em conjunto, o dendrograma confirma hierarquicamente as semelhanças entre capina única e indaziflam, destaca a proximidade entre capina regular e oxyfluorfen, e evidencia o caráter singular do pyroxasulfone nas características morfo-fisiológicas avaliadas.

Gráfico 7. Dendrograma de Agrupamento Hierárquico (Ward–Distância Euclidiana) dos parâmetros vegetativos do cafeiro sob diferentes técnicas controle de mato.



Tratamentos: 1-capina inicial, 2-capina regular, 3-indaziflam, 4-oxyfluorfen, 5-pyroxasulfone

6.2 PLANTAS DANINHAS

A análise estatística dos dados revelou padrões distintos entre as variáveis densidade de plantas daninhas/m² e massa seca das infestantes em lavouras de cafeiro, considerando os fatores tratamento, bloco, Dias Após Aplicação (DAA) e a interação tratamentoxDAA.

Para a variável massa seca, o teste F demostrou significância a 1% para os fatores tratamento e bloco. Para a variável densidade populacional de plantas daninhas total (DPPDT) nos fatores tratamento e tratamentoxDAA, não apresentaram significância a 5%, por outro lado nos parâmetros bloco e DAA apresentaram significância a 1% pelo teste F.

A divergência entre os resultados de densidade populacional e massa seca sugere que a eficácia de tratamentos deve ser avaliada por múltiplas métricas. Por exemplo, herbicidas pré-emergentes que não reduzem a densidade populacional podem, ainda assim, diminuir a competição por recursos ao limitar a biomassa das infestantes, segundo Ronchi; Terra; Silva (2007), os efeitos negativos da competição de plantas daninhas no cafeiro apresentam correlação direta com a densidade de plantas infestantes, no qual espécies invasoras com elevada taxa de crescimento vegetativo exercem pressão competitiva superior, promovendo reduções mais acentuadas no desenvolvimento da cultura, devido a maior capacidade de interceptação de recursos edáficos .

Tabela 3. Análise de variância para densidade populacional total de plantas daninhas e massa seca de plantas daninhas sob efeito de herbigação no café.

FV	GL	QM	
		DPPDT	Massa Seca
Tratamentos	4	575,24 ^{ns}	3492,04**
Bloco	3	6494,67**	2249,39**
DAA	5	16689,75**	-
Tratamentos*DAA	20	1185,36 ^{ns}	-
erro	87	1176,3	367,99
cv(%)		72,75	114,08

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; DPPDT: densidade populacional de plantas daninhas totais.

A análise de variância do DPPDT revelou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, conforme verificado pelo teste de Tukey. Contudo, ao examinar-se cada tratamento individualmente ao longo do tempo, observou-se variação significativa entre as épocas avaliadas, exceto no caso do

indaziflam, que manteve valores estáveis de número de plantas em todas as avaliações. De forma geral, todos os tratamentos apresentaram incremento no número de plantas até 35 dias após a aplicação (DAA) onde registrou-se a maior expressão populacional, seguido por um ligeiro decréscimo aos 49 DAA, neste instante temporal a capina regular obteve o melhor resultado de controle enquanto o capina inicial teve o pior resultado dentre os tratamentos. Souza (2025), obteve resultado semelhante no uso desses herbicidas em jato dirigido, onde os tratamentos indaziflam e pyroxasulfone semelhantes entre si e superiores ao tratamento de oxyfluorfen e capina mecânica, o mesmo observou uma queda na eficiência dos herbicidas no tempo de 45 DAA para 60 DAA.

Este resultado reflete a estabilização do banco de sementes na área, uma vez que, no tratamento T2, a remoção das plantas daninhas constante sem qualquer revolvimento do solo não mobilizou sementes enterradas, o que levou à redução no número de plântulas ao longo dos dias após a aplicação (DAA).

Tabela 4. Densidade populacional de plantas daninhas totais por m², sob efeito de herbigação no café.

TRATAMENTOS	DIAS APÓS APLICAÇÃO					
	0	7	14	21	35	49
Indaziflam	0Aa	35,8Aa	45,49Aa	49,83Aa	66,84Aa	51,74Aa
Oxyfluorfen	0Aa	29,51Aab	53,13Aab	67,01Aab	92,19Ab	63,19ABab
Pyroxasulfone	0Aa	25,17Aab	58,85Aab	49,48Aab	72,74Ab	62,15ABab
Capina Inicial	0Aa	29,51Aab	83,16Abc	21,35Aab	106,94Ac	87,67Abc
Capina Regular	0Aa	35,94Aab	76,74Abc	49,48Aab	88,54Ac	11,81Aab

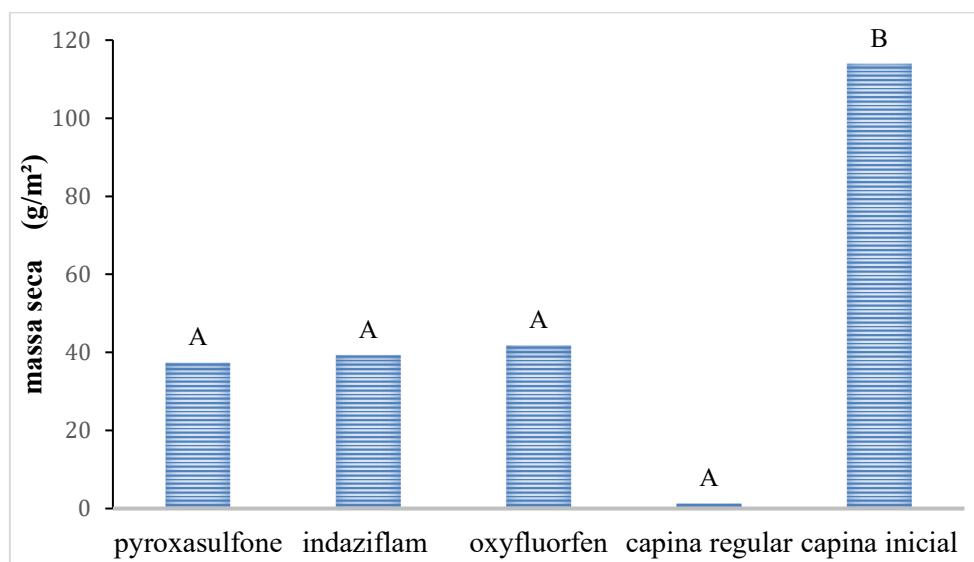
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si nas colunas pelo teste de turkey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si nas linhas pelo teste de turkey a 5% de probabilidade.

Os resultados do Gráfico 5 evidenciaram diferenças significativas na massa seca (expressa em g/m²) entre os tratamentos avaliados. O tratamento de capina inicial apresentou o menor desempenho, com valores de massa seca estatisticamente inferiores aos demais tratamentos, conforme determinado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Essa

diferença sugere que a capina inicial, como método isolado, não foi eficiente no controle prolongado de plantas daninhas, resultando em uma maior volume de plantas invasoras.

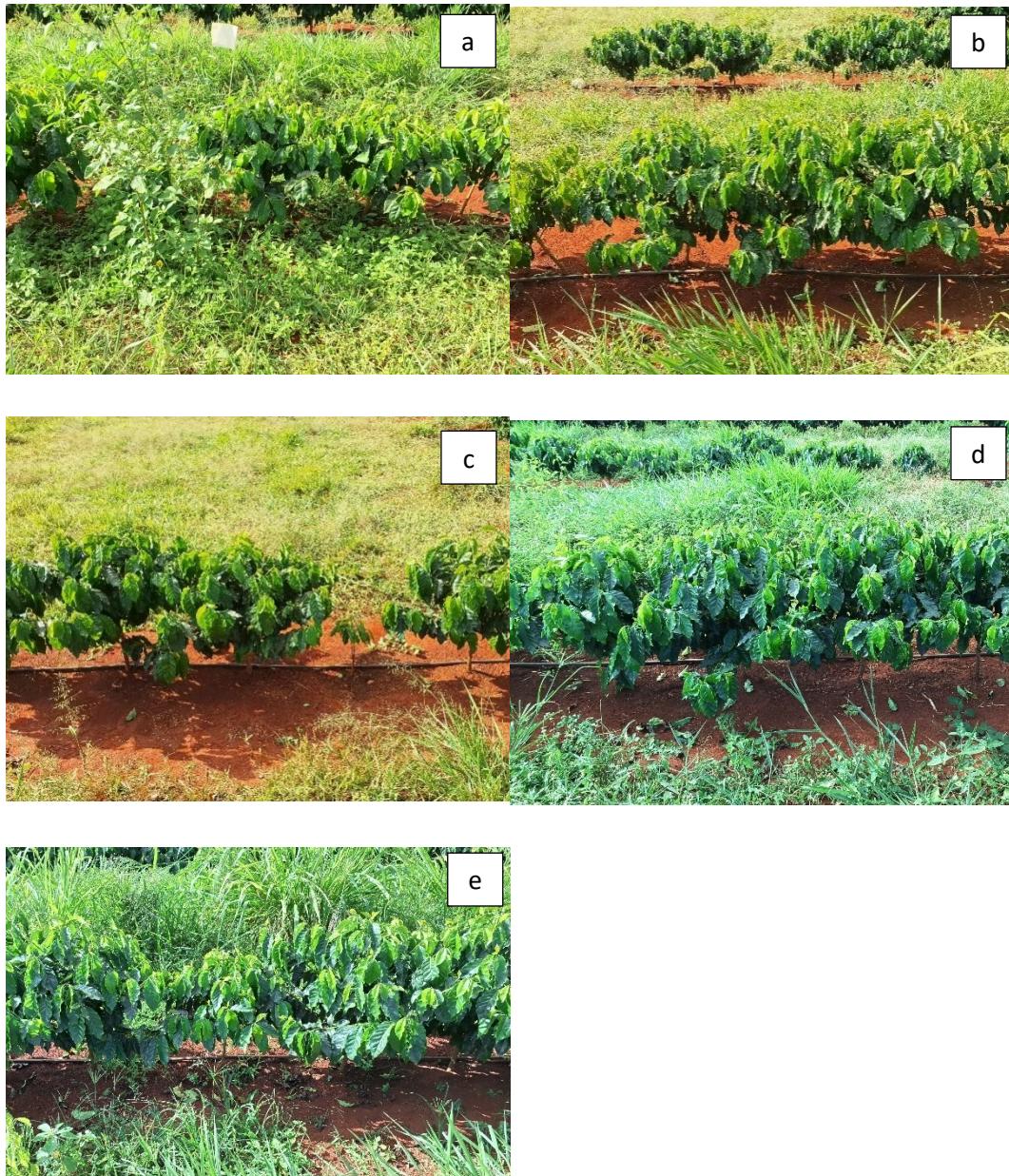
Os tratamentos químicos obtiveram resultados semelhantes entre si tendo entre 37 e 42 g/m² de massa seca. Tal resultado foi semelhante ao resultado de 32,5 g/m², observado por Fontes (2006), utilizando o sistema de irrigação por asperção e os herbicidas metolachlor e fomesafen, na cultura do feijão.

Gráfico 8. Massa seca de plantas daninhas sob efeito de herbigação no café.



A Figura 2 complementa os dados apresentados no gráfico anterior, oferecendo uma ilustração visual da cobertura vegetal, reforçando as observações de campo quanto a efetividade dos tratamentos de herbigação, evidenciando não apenas a variação quantitativa, mas também a densidade amostral de cada tratamento.

Figura 2. Fotos dos tratamentos aos 49DAA em sequência, capina inicial (a), capina regular (b), indaziflam (c), oxyfluorfen (d) e pyroxasulfone (e).



7 CONCLUSÃO

Os tratamentos químicos como indaziflam e pyroxasulfone, apresentaram um controle superior ao tratamento de capina única sem causar intoxicação as plantas durante o período de avaliação. O oxyfluorfen afetou significativamente o desenvolvimento dos ramos plagiotrópicos no período de 35DAA, mas se recuperou aos 49 DAA não apresentando efeitos de intoxicação.

Contudo conclui-se que a técnica de herbigação, pode ser integrada ao manejo do cafeiro. No entanto é necessário mais estudo sobre a técnica.

8 REFERÊNCIAS

MESQUITA, Carlos Magno de et al. Manual do café: manejo de cafezais em produção. Belo Horizonte: Emater-MG, p. 1-52, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Série histórica do café. [s. d.]. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-cafe.html>. Acesso em: 5 maio 2025.

MAGALHÃES, C. E. O. et al. Seletividade e controle de plantas daninhas em lavoura de café recém-implantada e fertirrigada no Alto Paranaíba. 2010.

EVANGELISTA, Adão Wagner Pêgo et al. Viabilidade financeira da produção de café irrigado em regiões aptas ao cultivo não irrigado. 2011.

BRITO, Ricardo A. L. QUIMIGAÇÃO. Embrapa, Dezembro 2021.
Disponível em <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/irrigacao/quimigacao>>. Acesso em: 14 Ago. 2023.

MARTINEZ ESCOBAR, Katherine. Propriedades físicas de Latossolos cultivados com cafeiro mecanizado na região do Alto Paranaíba-MG. 2022.

ROCHA, Mayara Oliveira. Utilização de modelagem numérica na avaliação do bulbo úmido no solo em irrigação subsuperficial. 2019.

RIBEIRO, Willian Rodrigues et al. Atuação do déficit hídrico no solo como fator limitante da transpiração relativa e desenvolvimento inicial do cafeiro. 2015.

GOMES, I. A.; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; MOTTA, P. E. F. da; NAIME, U. J. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1982. 526 p. il. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa, 1).

MONTEIRO, Rodrigo Otávio Câmara; COELHO, Rubens Duarte; TEIXEIRA, Marconi Batista. Consumo hídrico e energético na irrigação do café no triângulo mineiro e oeste da Bahia. **Revista de Agricultura**, v. 86, n. 3, p. 178-191, 2011.

MENEZES, J. DE F. F.; PENA DOS SANTOS, J. V.; DUTRA, J. A. DE S. S.; TAVARES, M. G.; GUIMARÃES, H. A. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos: análise dos impactos causados na saúde humana e ambiental. **Biológicas & Saúde**, v. 11, n. 37, p. 19-35, 30 jun. 2021.

BAKER, James R.; MIHELCIC, James R.; SHEA, Elizabeth. Estimativa de Koc para poluentes orgânicos persistentes: limitações das correlações com Kow. **Quimosfera**, v. 41, n. 6, pág. 813-817, 2000.

RONCHI, Cláudio Pagotto. Interferência e controle de plantas daninhas na cultura de café (*Coffea arabica* L.). 2002.

DUARTE, Sérgio Lemos et al. Comportamento das variáveis dos custos de produção da cultura do café no período de formação da lavoura. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 24, n. 4, p. 15-33, 2013.

FIALHO, Cíntia Maria Teixeira et al. Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arabica*. **Planta Daninha**, v. 29, p. 137-147, 2011.

SIQUEIRA, Raphael Henrique da Silva et al. Agregação de um latossolo vermelho-amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras na cultura do café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1128-1134, 2014.

ALBRECHT, Leandro Paiola et al. Métodos de controle de plantas daninhas. BARROSO, AAM; MURATA, A. T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal. Editora Fábrica da Palavra, p. 145-169, 2021.

SILVA, J. B.; KARAM, D.; COSTA, E. F. Herbigação. 1994.

FONTES, J. R. A. et al. Metolachlor e fomesafen aplicados via irrigação por aspersão em plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 24, p. 99-106, 2006.

LORENZI, Harri et al. Manual de identificação e controle de plantas daninhas. 2014.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FARIA, Paulo Henrique Oliveira; ANDRADE, Polyana Placedino. **Eficiência de métodos de controle na população de plantas daninhas na cultura do café**. Revista Agroveterinária do Sul de Minas, v. 6, n. 3, p. 154-178, 2024. ISSN: 2674-9661.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. (Ed.). **Controle de Plantas Daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 196 p.

BLANCO, Hélio García; BLANCO, Flavio Martins Garcia. **Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 2, p. 215-220, 1991.

C MARTIN, N. B.; VEGRO, C. L. R.; MORICOCHI, L. ustos e rentabilidade de diferentes sistemas de produção de café, 1995. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 8, p.

MATIOLI, Thais Fagundes. Herbicidas pré-emergentes: o que são, como agem e quais os benefícios?. **Portal ADAMA**, 24 ago. 2022.

Disponível em: <https://portaladama.com/herbicidas-pre-emergentes/>. Acesso em: 6 abr. 2025.

BRASIL. MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT. Brasília, DF: MAPA, [s.d.].

Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 6 abr. 2025.

MONQUERO, P. A. et al. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta daninha**, v. 26, p. 185-193, 2008.

OLIVEIRA, Vitor Hugo de; ALVARENGA, Maria Inês Nogueira; SALES, Francisco de. Controle de plantas invasoras em lavouras de café em formação no estado do Acre. 1985.

PACHECO, Edson Patto. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000.

GAMA, Luanne Martins de Siqueira et al. SISTEMA DE BOMBEAMENTO POR ENERGIA FOTOVOLTAICA COM ACOPLAGEM DIRETO À IRRIGAÇÃO LOCALIZADA. 2024.

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Fnp Consultoria e Comércio. 2019.

RIZZARDI, Mauro Antônio. *Manejo químico: Pyroxasulfona*. UP Herb – Academia das Plantas Daninhas, [s.d.]. Disponível em: <https://www.upherb.com.br/int/piroxasulfona>. Acesso em: 29 abr. 2025.

FREITAS, Zélia Maria Travassos Sarinho de et al. Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, v. 66, p. 267-275, 2007.

SOUZA, Denes Henrique Valeriano de. Herbicidas pré-emergentes na entrelinha do cafeiro. *Revista Científica Sistemática*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/rCSV15n2-005>. Acesso em: 05 maio 2025.

ALIN, Aylin. Minitab. **Revisões interdisciplinares da Wiley: estatística computacional**, v. 2, n. 6, p. 723-727, 2010.

- VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil science society of America journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta daninha**, v. 25, p. 679-687, 2007.
- ALVES, JDN et al. PTG; ALVAREZ V., HV (Eds). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais-5^a Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade. **JOSIANE DA CONCEIÇÃO ALMEIDA**, p. 74, 2019.
- FORNACIARI, Gabriel et al. LEVANTAMENTO DE PLANTAS DANINHAS HOSPEDEIRAS DE COCHONILHA-DA-ROSETA EM CULTIVOS DE CAFÉ CONILON. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.
- JÚNIOR, Rui Sales et al. Plantas daninhas potenciais hospedeiras de patógenos radiculares em melancia. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 1, p. 1-6, 2019.
- CARLOS, Amanda Moreno. Eficiência no controle de pragas na cultura do milho irrigado com diferentes tecnologias de aplicação. 2022. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2022.

9 ANEXOS

ANEXO A- calibração do pulverizador em laboratório



ANEXO B- simulação de herbigação com pulverizador elétrico em campo.**ANEXO C- quadrante de avaliação de plantas daninhas.**