



LUCAS DEIRÓ FARIA

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM
PLANTAS DE COBERTURA INDICADAS PARA A
ENTRELINHA DO CAFÉ**

LAVRAS-MG

2024

LUCAS DEIRÓ FARIA

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM PLANTAS
DE COBERTURA INDICADAS PARA A ENTRELINHA DO CAFÉ**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof.^a Dr. (a) Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros, UFLA

Orientadora

Prof. Dr. Alexandre Alves de Carvalho, UFLA

Coorientador

LAVRAS-MG

2024

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM PLANTAS DE COBERTURA INDICADAS PARA A ENTRELINHA DO CAFÉ

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof.^a Dr. Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros, UFLA

Prof. Dr. Alexandre Alves de Carvalho, UFLA

Ms. Samuel Henrique Braga da Cunha, UFLA

Dra. Ana Paula Maccari - Gerente de Pesquisa da empresa AGCROPPERS

Prof.^a Dr. (a) Fernanda Carvalho Lopes de Medeiros

Orientadora

Prof. Dr. Alexandre Alves de Carvalho, UFLA

Coorientador

LAVRAS-MG

2024

Aos meus pais, Willem e Celusia, também em especial minha Vó Baiana, que sob muito sol e trabalho, fizeram-me chegar até aqui, na sombra. Serei sempre grato pelo apoio, cuidado, incentivo e conselhos. Amo vocês.

Dedico

AGRADECIMENTOS

“Maria passa à frente e pisa na cabeça da serpente, intercede junto a Jesus, cruz sagrada seja a minha luz” – Oração de Maria, mãe de Jesus Cristo que sempre me protegeu em todos os momentos. Com ela acima, e passando na frente, realizo a abertura de meus agradecimentos:

Primeiramente a Santíssima Trindade e Nossa Senhora Aparecida, por toda ajuda e proteção não somente durante a graduação, mais também em toda minha vida.

À minha família, por todo o apoio e carinho. Em especial, aos meus pais Willem Celusia pelos esforços despendidos em favor de minha formação.

A minha querida Vó Baiana, que sempre me auxiliou em todos os momentos de minha vida, desde a infância até hodiernamente. Mulher na qual, tenho como exemplo, para minha pessoa, que nunca me desamparou meio a tantas dificuldades. Essa vitória é nossa.

A minha querida irmã Júlia, por todo apoio e paciência, que esteve comigo em todos os passos e sempre se fez presente em minha vida até mesmo quando eu menos merecia.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde nela tive a oportunidade de me capacitar cada vez mais, com seu corpo docente inigualável com maestria nos ensinamentos.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF), sendo neste onde vive grande parte de minha graduação, no qual também sou grato por diversos ensinamentos, momentos, amizades e oportunidades, das quais nunca mais me esquecerei.

Aos professores e Dr. (s), Fernanda e Alexandre por me conduzirem neste trabalho e demais atividades, as quais foram fundamentais em minha formação acadêmica.

À empresa AG CROPPERS pelo financiamento desta pesquisa, por meio do contrato de prestação de serviços nº 23/2024, que foi celebrado entre a Universidade Federal de Lavras - UFLA e a empresa AG CROPPERS, com interveniência da Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural – FUNDECC.

Aos meus amigos que a UFLA me presenteou Alex, Maria Fernanda, Pedro Lucas e Rodrigo, que estivemos juntos do começo ao fim, em todas os períodos do curso, sempre nos ajudando e amparando, em meio a tantos detalhes grandes amizades nasceram e vingaram.

A todos amigos de Boa Esperança/MG, minha cidade natal, que sempre me instruíram com fortes conselhos, motivações diárias, e nunca me abandonaram em momentos precisos.

Aos meus grandes amigos, do Brejão (Moradia Estudantil da UFLA), no qual dividimos o apartamento 302, do bloco 3, ao longo desses 5 anos. Levarei para a vida, cada momento, histórias e alegrias que vivemos juntos durante essa jornada.

MUITO OBRIGADO!!!

As raízes dos estudos são amargas, mas seus frutos são doces.

(Aristóteles)

RESUMO

O controle químico é a principal forma de manejo de plantas daninhas na cultura do café. Contudo, poucos herbicidas são eficientes e ao mesmo tempo seletivos às culturas benéficas, como por exemplo, às plantas de cobertura. Em função disto, objetivou-se avaliar o efeito da pulverização de herbicidas pré-emergentes, com recomendação para a cultura do café, sobre às plantas de cobertura amplamente utilizadas para o cultivo intercalar. Foram conduzidos dois experimentos. O primeiro em casa de vegetação pertencente ao Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras. Seis herbicidas pré-emergentes como Indaziflam ($0,2 \text{ L/ha}^{-1}$), Piroxasulfona+Flumioxazina (1 L/ha^{-1}), Flumioxazina ($0,18 \text{ L/ha}^{-1}$), Sulfentrazone+Diurom (2 L/ha^{-1}), Oxiflorfem (2 L/ha^{-1}) e Atrazina (4 L/ha^{-1}) foram pulverizados em dez espécies de plantas de cobertura, sendo elas: *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Cajanus cajan*, *Urochloa ruziziensis*, *Pennisetum glaucum* (L.), *Raphanus sativus*, *Crambe abyssinica* (H.), *Fagopyrum esculentum*, *Guizotia abyssinica* e *Brassica rapa* Cultivar Hunter. Os tratamentos foram aplicados com o auxílio de um pulverizador costal de CO_2 e com calda equivalente a 150 L ha^{-1} . Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 6×10 , com cinco repetições. Cada unidade experimental correspondeu a um copo descartável plástico com capacidade para 350 cm^3 de solo. O segundo experimento foi conduzido em campo, instalado na fazenda Brasília, localizados no município de Coqueiral/MG. Os tratamentos a campo foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, em uma configuração estatística 4×6 . A aplicação dos tratamentos foi realizada no mesmo dia à sementeira, e posteriormente realizadas avaliações de fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 28 dias utilizando-se a escala EWRC. Após a tabulação dos dados, foi realizada análise estatística através do programa R, utilizando-se o teste Scott-Knott para agrupamento das médias a 5% de significância. Conclui-se que todos os herbicidas testados apresentaram fitotoxicidade as plantas, mas com diferentes respostas em relação ao crescimento das plantas de cobertura, conseguindo assim gerar informações para o controle de plantas daninhas e estabelecimento dos adubos verdes na entrelinha do café.

Palavras-chaves: *Coffea arábica* L.; Adubos verdes, Fitotoxicidade.

ABSTRACT

Chemical control is the main method for managing weeds in coffee cultivation. However, few herbicides are both efficient and selective to beneficial crops, such as cover crops. Therefore, the objective was to evaluate the effect of spraying pre-emergent herbicides, recommended for coffee cultivation, on cover crops indicated for intercropping. Two experiments were conducted. The first was in a greenhouse at the Forest Nursery of the Federal University of Lavras. Six pre-emergent herbicides Indaziflam (0.15 L/ha^{-1}), Pyroxasulfone + Flumioxazin (1 L/ha^{-1}), Flumioxazin (0.16 L/ha^{-1}), Sulfentrazone + Diuron (1.5 L/ha^{-1}), Oxyfluorfen (3 L/ha^{-1}), and Triazine (5 L/ha^{-1}) were sprayed on ten cover crop species: *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Cajanus cajan*, *Urochloa ruziziensis*, *Pennisetum glaucum* (L.), *Raphanus sativus*, *Crambe abyssinica* (H.), *Fagopyrum esculentum*, *Guizotia abyssinica*, and *Brassica rapa* cultivar Hunter. The treatments were applied using a CO₂ backpack sprayer with a spray volume equivalent to 150 L ha^{-1} . The treatments were arranged in a completely randomized design, in a 6x10 factorial scheme, with five replications. Each experimental unit was a disposable plastic cup with a capacity of 350 cm^3 of soil. The second experiment was conducted in the field, at Brasília farm, located in the municipality of Coqueiral/MG. Field treatments were arranged in a randomized block design, in a 4x6 statistical configuration. The treatments were applied on the same day as sowing, and subsequent evaluations of phytotoxicity were conducted at 7, 14, 21, and 28 days using the EWRC scale. After data tabulation, statistical analysis was performed using the R program, with the Scott-Knott test for grouping means at 5% significance. It was concluded that all tested herbicides showed phytotoxicity to the plants, but with different responses regarding the growth of cover crops, thus providing information for weed control and the establishment of green manures in the coffee inter-row.

Keywords: *Coffea arabica* L.; Green manures, Phytotoxicity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fitotoxicidade gerada a <i>C. ochroleuca</i> aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	28
Figura 2 - Fitotoxicidade gerada à <i>C. spectabilis</i> aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	29
Figura 3 - Fitotoxicidade gerada ao Feijão Guandu aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	31
Figura 4 - Fitotoxicidade gerada à <i>U. ruziziensis</i> aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	32
Figura 5 - Fitotoxicidade gerada ao Milheto aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	34
Figura 6 - Fitotoxicidade gerada ao Nabo Forrageiro aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	36
Figura 7 - Fitotoxicidade gerada ao Crambe aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	37
Figura 8 - Fitotoxicidade gerada ao Trigo mourisco aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	38
Figura 9 - Fitotoxicidade gerada ao Níger aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	39
Figura 10 - Fitotoxicidade gerada ao Hunter aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).....	41
Figura 11 - Quadrado de inventário de plantas daninhas encontradas dentro das parcelas experimentais aos 30 dias após aplicação dos tratamentos.	47
Figura 12 - Quadrado de inventário de forma gráfica, representando as plantas de cobertura dentro das parcelas experimentais aos 30 dias após aplicação.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de avaliação e sua descrição de fitotoxicidade.	25
Tabela 2 - Descrição dos ingredientes ativos (i.a.) dos herbicidas na concentração declarada no rótulo e dose do produto comercial (p.c.) usada por hectare. UFLA, Lavras/MG, 2024.	26
Tabela 3 - Valores médios obtidos de matéria seca foliar das plantas de cobertura em relação dos herbicidas utilizados nos tratamentos. Lavras, MG (2024).	42
Tabela 4 - Valores médios obtidos de matéria seca radicular das plantas de cobertura em relação dos herbicidas utilizados nos tratamentos. Lavras, MG (2024).	44
Tabela 5 - Valores médios obtidos através do aplicativo canopeo para estimação da cobertura vegetal existente na parcela de campo em relação aos herbicidas utilizados nos tratamentos. Lavras, MG (2024).	45
Tabela 6 - Valores médios obtidos de matéria seca das plantas existentes na parcela experimental de campo, em relação dos herbicidas utilizados para compor os tratamentos. Lavras, MG (2024).	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 A IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DE COBERTURA NA CAFEICULTURA	13
2.2 PLANTAS DE COBERTURA UTILIZADAS PARA PLANTIO NA ENTRELINHA DO CAFÉ	14
2.2.1 - <i>Crotalaria ochroleuca</i>	14
2.2.2 - <i>Crotalaria spectabilis</i>	14
2.2.3 – <i>Guandu forrageiro</i>	14
2.2.4 - <i>Brachiaria ruziziensis</i>	15
2.2.5 - <i>Milheto</i>	15
2.2.6 - <i>Nabo forrageiro</i>	15
2.2.7 - <i>Crambe</i>	16
2.2.8 - <i>Trigo mourisco</i>	16
2.2.9 – <i>Níger</i>	17
2.2.10 - <i>Hunter</i>	18
2.3 PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS NA CULTURA	18
2.4 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES COM POTENCIAL USO NA CULTURA DO CAFÉ E SUAS SELETIVIDADES.	18
2.4.1 <i>Mecanismos de ação – Indaziflam</i>	19
2.4.2 <i>Mecanismos de ação – Piroxasulfona + Flumioxazina</i>	19
2.4.3 <i>Mecanismo de ação – Flumioxazina</i>	20
2.4.4 <i>Mecanismo de ação – Sulfentrazone + Diuron</i>	20
2.4.5 <i>Mecanismo de ação – Oxiflorfem</i>	20
2.4.6 <i>Mecanismo de ação – Atrazina</i>	21
2.5 SELETIVIDADE DAS PLANTAS AOS HERBICIDAS	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 CASA DE VEGETAÇÃO.....	22
3.2 CAMPO	24
3.4 ESCALA EWRC (EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL, 1964)	25
3.5 CANOPEO	26
3.6 COLETA DE MSR E MSPA	26
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 CASA DE VEGETAÇÃO.....	27
4.2 CAMPO	45
5. CONCLUSÃO	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUÇÃO

O café é uma das principais culturas agrícolas do mundo, sendo essencial tanto para a economia global quanto para o sustento de milhões de agricultores. A utilização de plantas de cobertura nas entrelinhas dos cafeeiros tem se mostrado uma prática benéfica, pois contribui para a conservação do solo, redução da erosão e melhoria da fertilidade do solo, além de auxiliar no controle de pragas e doenças (Carvalho *et al.*, 2018). Segundo Carvalho *et al.* (2018), o uso de leguminosas como plantas de cobertura, por exemplo, pode aumentar significativamente os teores de matéria orgânica e nutrientes no solo, promovendo um ambiente mais favorável para o desenvolvimento dos cafeeiros. Com isso, sabe-se que integração de plantas de cobertura no cultivo do café contribui para a melhoria da fertilidade do solo e controle de pragas, favorecendo a sustentabilidade da produção (Matiello *et al.*, 2015).

Aubos verdes são utilizados na agricultura para proteger e melhorar a qualidade do solo ajudando na ciclagem de nutrientes e controle de erosão, além de suprimir plantas daninhas através da competição por recursos e efeitos alelopáticos. Segundo Peixoto *et al.* (2013), a utilização de leguminosas como crotalária e mucuna preta tem mostrado eficácia no controle de plantas daninhas, além de enriquecer o solo com nitrogênio. Já Souza *et al.* (2016) destacam que a palhada de plantas de cobertura pode criar uma barreira física que dificulta a emergência de plantas daninhas, contribuindo para um manejo mais sustentável.

A seletividade de herbicidas em plantas de cobertura é crucial para o manejo eficaz de plantas daninhas no cafeeiro, garantindo que as plantas benéficas sejam preservadas enquanto as daninhas são eliminadas. Esse manejo permite o controle de plantas daninhas sem danificar as espécies de cobertura, que são importantes para a conservação do solo e a ciclagem de nutrientes. Estudos demonstram que a correta aplicação de herbicidas seletivos contribui para um controle eficiente das plantas daninhas, protegendo ao mesmo tempo as plantas de cobertura, como a braquiária e o milheto, que são indicadas para esse tipo de cultivo (Ferreira *et al.*, 2017; Costa *et al.*, 2015).

Portanto, a presente pesquisa buscou avaliar a seletividade de herbicidas pré-emergentes utilizados na entrelinha do cafeeiro. Com o intuito, de avaliar as injúrias causadas nas plantas de cobertura, pelos herbicidas. À vista disso, a descoberta de um herbicida que se apresentasse como um bom produto para o controle de plantas daninhas, sem que prejudicasse o crescimento das plantas de cobertura, seria o essencial e o indicado para o manejo. Visto que, a composição do sistema de produção agrícola é de suma-importância para a rentabilidade e sustentabilidade econômica, tornando-o assim um viés cada vez mais imprescindível.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância das plantas de cobertura na cafeicultura

Plantas de cobertura são fundamentais para a conservação do solo e da água, ajudando a prevenir a erosão e a lixiviação de nutrientes, problemas comuns em áreas de cultivo de café. Além disso, elas aumentam a biodiversidade do solo, promovendo a atividade de microrganismos benéficos que melhoram a decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes (BALBINO *et al.*, 2011). O cultivo de plantas de cobertura também contribui para a regulação da temperatura do solo, retenção de umidade no solo e fatores que são especialmente importantes para a sustentabilidade na produção.

O uso de um mix de plantas de cobertura oferece vantagens significativas em relação ao cultivo de uma única espécie. A diversidade de plantas em um mix permite uma cobertura mais completa do solo, resultando em melhor controle de erosão, maior retenção de umidade e melhoria da estrutura do solo. Além disso, diferentes espécies no mix contribuem para a ciclagem de nutrientes de maneira mais eficiente, cada uma com sua capacidade específica de fixar nitrogênio, solubilizar fósforo ou acumular matéria orgânica. A diversidade funcional do mix também promove uma maior resistência a pragas e doenças, além de criar um ambiente mais favorável para a biodiversidade, incluindo polinizadores e inimigos naturais. Por essas razões, o uso de um mix de plantas de cobertura é recomendado para otimizar os benefícios agronômicos e ecológicos no sistema de produção (COSTA *et al.*, 2019).

As plantas de cobertura oferecem diversos benefícios, como a atração de polinizadores e inimigos naturais, e o controle de pragas como o bicho mineiro. A presença dessas plantas no sistema agrícola contribui para a diversificação e manutenção de habitats, favorecendo a presença de polinizadores, como abelhas, que melhoram a produtividade das culturas. Além disso, elas proporcionam refúgio e recursos alimentares para inimigos naturais, como predadores e parasitoides, que ajudam no controle biológico de pragas. No caso do bicho mineiro, a presença de plantas de cobertura pode dificultar o ciclo de vida dessa praga, reduzindo sua incidência nas safras subsequentes (SOUZA *et al.*, 2018).

A biomassa produzida pelas plantas de cobertura também contribui para a formação de uma camada protetora no solo, que impossibilitando a germinação de ervas daninhas e promove a conservação da umidade e da estrutura do solo. Além disso, essa prática melhora a saúde do solo e aumenta a sustentabilidade do sistema de produção de café (MATIELLO *et al.*, 2015).

2.2 Plantas de cobertura utilizadas para plantio na entrelinha do café

O uso de adubos verdes ou plantas de cobertura de solo entre as ruas do cafeeiro tende a promover, pela própria dinâmica do sistema solo-água-plantas, uma maior inter-relação entre fluxo de água, oxigenação, temperatura, fauna e flora do solo, e ciclagem de nutrientes, sendo difícil atribuir às melhorias a um fator isoladamente.

Assim, o uso de plantas de cobertura, diminui os riscos de erosão, aumenta a agregação das partículas, incrementa a biologia do solo e promove efeitos benéficos na fertilidade da área, através do aumento na ciclagem de nutrientes. Além de proporcionar, um menor risco de ocorrência de pragas e doenças, contribuindo assim para o aumento do potencial produtivo das diferentes culturas, entre elas a cultura do cafeeiro.

Portanto, diversos são os efeitos do uso de plantas de cobertura nos atributos físicos (água, temperatura, densidade e porosidade), químicos (nutrientes e matéria orgânica) e biológicos do solo (macro, meso e microrganismos), segundo CALEGARI *et al.*, 2021).

2.2.1 - *Crotalaria ochroleuca*

A *Crotalaria ochroleuca* é usada como adubo verde na agricultura, pois, permite melhorar a qualidade física, microbiológica e química do solo, melhorando a fertilidade dos solos e aumenta a produção das culturas principais. Possui alta capacidade de fixação de N, ciclagem de nutrientes e sistema radicular vigoroso (ALFREDO *et al.*, 2018).

Essa leguminosa é de ciclo anual, com crescimento arbustivo ereto, que pode atingir 1,5 a 2,0 m de altura, desenvolve-se em solos quimicamente pobres e com baixos teores de matéria orgânica. Apresenta potencial produtivo de 7 a 10 t/ha⁻¹ de matéria seca, podendo atingir valores de até 17 t/ha⁻¹ (AMABILE *et al.*, 2000).

2.2.2 - *Crotalaria spectabilis*

A *Crotalaria spectabilis* é uma leguminosa originária da Índia, planta anual, de porte baixo, com crescimento lento e com raiz pivotante, capaz de romper camadas compactadas do solo (MONEGAT *et al.*, 1991). Esta leguminosa tropical tem ampla utilização na agricultura como adubo verde, cobertura morta, fixação de nitrogênio e reciclagem de nutrientes, sendo extremamente eficaz no impedimento da multiplicação das populações de nematoides (LORDELLO, 1973; SILVEIRA; RAVA *et al.*, 2004).

2.2.3 – Guandu forrageiro

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa arbustiva que pertence à família das Fabáceas. Pelo fato de ser uma espécie rústica, mantém-se verde durante o ano todo. A espécie

não requer solos férteis, podendo ser usada em solos pobres, mas que não sejam encharcados e sujeitos a inundação. Pelo fato de seu sistema radicular ser vigoroso, este se desenvolve bem em profundidade, e lhe confere resistência a períodos mais longos de seca. O guandu não é tolerante a geadas e queimadas (PENTEADO *et al.*, 2010).

Segundo Penteado (2010), seu crescimento inicial é lento com melhor desenvolvimento entre as temperaturas de 18 e 30°C, podendo atingir um porte alto. Seu sistema radicular é robusto, penetrando em solos compactados e por este motivo é empregado como subsolagem biológica. Sua decomposição é mais lenta em relação a outras leguminosas (CARVALHO *et al.*, 1996; CARVALHO, 2005) aumentando a vida útil da palhada sobre o solo.

2.2.4 - *Brachiaria ruziziensis*

As plantas do gênero *Urochloa*, produzem palha de alta persistência sobre a superfície do solo em função de apresentar relação C/N elevada, o que contribui para uma baixa taxa de decomposição e lenta liberação de nutrientes (ALVARENGA *et al.*, 2001). Devido a suas características a *Urochloa ruziziensis* adapta-se na maioria das regiões brasileiras, porém apresenta baixa resistência à geadas e ataque de cigarrinhas. A *Urochloa ruziziensis* tem características de alto potencial de produção de matéria seca (BOTREL; ALVIM; XAVIER, 1999).

2.2.5 - Milheto

O *Pennisetum glaucum* é uma planta que não possui grandes exigências em relação ao solo e, por esse motivo, torna-se uma cultura de boa adaptação a localidades com fertilidade reduzida, deficiência hídrica e temperaturas elevadas. O sistema radicular é vigoroso e sua alta habilidade de absorção de nutrientes é a principal razão que faz com que esta espécie se destaque em relação às outras (MARCANTE; CAMACHO; PAREDES, 2011).

O milheto se mantém como um cultivo de grande importância para a estruturação e a estabilidade dos sistemas de plantio nas regiões tropicais brasileiras, principalmente por sua boa formação de palhada (EMBRAPA, 2022).

2.2.6 - Nabo forrageiro

O nabo forrageiro, *Raphanus sativus* (L.), é uma planta da família das Brássicas. É muito utilizado na adubação verde, pois suas raízes descompactam o solo, permitindo um preparo biológico do mesmo na rotação de culturas (BARROS; JARDINE, 2021).

Segundo, BARROS; JARDINE, (2021) o nabo forrageiro é uma planta muito vigorosa, em 60 dias cobre cerca de 70% do solo. O ciclo da planta é anual; o plantio ocorre entre abril e

maio e o período de produção dura três meses. O florescimento ocorre 50 a 60 dias após o plantio a depender do cultivar a floração permanece por mais de 30 dias, mostrando-se útil à criação de abelhas, produzindo mel de boa qualidade. Aos 120 dias, já alcança a maturação e a altura da planta varia de 1 m a 1,80 m.

O plantio entre abril e maio, quando ainda há disponibilidade hídrica para o desenvolvimento inicial da planta, possibilita maior produção de massa. Em resumo, verifica-se, que o nabo forrageiro produz 20 t/ ha⁻¹ a 35 t/ ha⁻¹ de massa verde; 3,5 t/ha⁻¹ a 8 t/ ha⁻¹ de massa seca e 0,5t/ ha⁻¹ a 1,5 t/ ha⁻¹ de grãos.

2.2.7 - Crambe

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma espécie pertencente à família das Crucíferas, originária da região do Mediterrâneo. Além do baixo custo de produção, ela tem o cultivo totalmente mecanizado, feito com as mesmas máquinas usadas para grãos miúdos que, normalmente, ficam ociosas no período de inverno, no Cerrado (REGINATO et al, 2013). Pitol C., BROCHI *et al.* (2010b) verificaram que a cultura do crambe chega a produzir 1.500 kg ha⁻¹ de sementes. No entanto, Wang *et al.* (2000) relatam que o potencial produtivo da espécie é superior a 5.000 kg ha⁻¹.

O crambe mesmo sendo uma cultura resistente a secas e a temperaturas amenas, quanto a sua época de semeadura, tudo deve ser bem avaliado. Tendo em vista que a disponibilidade de água no solo, no momento do estabelecimento da cultura, é importante. Ressalta-se, que geadas no período de florescimento e enchimento de grãos podem afetar fortemente sua produção.

2.2.8 - Trigo mourisco

O *Fagopyrum esculentum* é uma planta anual, caracterizado por grandes folhas alternas, sésseis e sagitadas (FURLAN *et al.*, 2006). A planta pode variar entre 0,6 a 1,5 m de altura e produzir várias ramificações. As hastes são ocas e a planta é muito propensa ao acamamento. As hastes variam em cor do verde ao vermelho e marrom na maturidade. Apresenta sistema radicular pivotante e superficial (MYERS e MEINKE, 1994).

O trigo mourisco pode ter hábito de crescimento determinado ou indeterminado, e nas condições do cerrado, não amadurece de maneira uniforme. As plantas começam a florescer 5 a 6 semanas após a semeadura, com maturação em 80 a 90 dias. Requer polinização cruzada para produzir sementes, pois é uma planta que possui autoincompatibilidade, de modo que os insetos polinizadores são essenciais para a fertilização eficaz e produção de sementes (MYERS

e MEINKE, 1994).

Segundo Silva *et al* (2002), nos anos 1970, houve um grande incentivo da cultura do mourisco no estado do Paraná, que chegou a plantar anualmente, cerca de 1200 toneladas de sementes em área equivalente a aproximadamente 30 mil hectares. Ainda segundo esses mesmos autores, até a década de 1980, o mourisco foi incluído no programa de preços mínimos do Governo Federal.

O trigo mourisco é uma planta rústica, de ciclo curto e de múltiplos usos (MYERS & MEINKE, 1994). Devido ao seu potencial como alimento nutricional, dietético e medicinal tem sido redescoberto por vários países. A farinha originária do trigo mourisco não possui glúten sendo recomendada para pessoas com intolerância ou alergia ao glúten (SILVA *et al.*, 2002).

2.2.9 – Níger

O Níger (*Guizotia abyssinica*) é uma oleaginosa da família das Asteraceae, nativa da África, com grande potencial para produção de óleo comestível de alta qualidade, pois além do elevado teor de óleo (30 a 45 %), apresenta excelente qualidade do perfil de ácidos graxos poli-insaturados, composto principalmente pelo ácido linoleico, cerca de 70% (RAMDAN e MORSEL, 2003). O ácido linoleico desempenha importante função na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos, como a redução dos riscos de doenças cardiovasculares, por meio das melhorias dos teores de triglicérides, colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (FAGHERAZI *et al.*, 2008).

O Níger é uma planta dicotiledônea herbácea anual, que pode atingir um porte de 0,5 a 1,5 m de altura. Suas folhas são opostas, sésseis, ovaladas-lanceoladas, serrilhadas, podendo atingir em torno de 22 cm de comprimento. Suas flores são amarelas, a polinização é cruzada, realizada por abelhas (GETINET E SHARMA, 1996 *et al.*, 2008). As sementes são negras brilhantes e muito leves, com peso de 1.000 sementes variando de 3 a 5g (RAMDAN e MORSEL, 2002). São plantas de dias curtos, exige dias com menos de 12 horas de luz para induzir o florescimento; sendo de média exigência em relação à precipitação pluviométrica (GETINET e SHARMA, 1996).

O potencial fisiológico das sementes pode ser afetado por quaisquer fatores ambientais que ocorram no período de pós-colheita. Sementes com alto potencial fisiológico são mais efetivas na mobilização de suas reservas energéticas, permitindo uma germinação rápida e uniforme, de forma que produzam plantas de qualidade superior em condições ideais de campo, contribuindo para máximas produtividades sejam alcançadas (MARCOS FILHO, 2005).

2.2.10 - Hunter

O Hunter (*Brassica rapa* cultivar Ceres) é um híbrido intraespecífico desenvolvido pelo cruzamento de nabos. Este híbrido destaca-se pela alta qualidade forrageira e rápido crescimento. Por este rápido rebrote é indicado para sistemas mais intensivos no período de verão e outono (ALVES, 2018). Pode ser cultivada de forma independente ou em consórcio, com densidades entre 3 e 5 kg/ha. Tem um potencial para acúmulo de forragem entre 10 a 12 toneladas de matéria seca por hectare ao longo do ciclo produtivo e primeiro pastoreio pode ser efetuado em até 6 semanas (ALVES, 2018).

2.3 Plantas daninhas e o uso de herbicidas na cultura

As plantas daninhas são um dos principais desafios na agricultura, incluindo na cultura do café, devido à sua capacidade de competir por recursos essenciais como luz, água e nutrientes. De acordo, com Blanco (1982), planta daninha é definida como “toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfira prejudicialmente nas atividades agropecuárias do homem”.

São espécies não desejáveis que possuem uma relação interespecífica competitiva com as culturas de interesse, por recursos do ambiente. As relações podem ocorrer acima ou abaixo do solo, e as plantas daninhas tendem a levar vantagem.

O uso de herbicidas é uma das principais estratégias para o controle de plantas daninhas na agricultura. Os herbicidas são produtos químicos aplicados para matar ou inibir o crescimento de plantas indesejáveis. Eles são amplamente utilizados devido à sua eficácia e rapidez de ação. No entanto, o uso intensivo e inadequado de herbicidas pode levar a problemas ambientais, como a contaminação do solo e da água, além de impactos negativos na biodiversidade e na saúde humana (MONQUERO, 2014).

No contexto da cafeicultura, a escolha e o manejo correto de herbicidas são cruciais. É importante selecionar herbicidas que sejam eficazes contra as principais espécies de plantas daninhas presentes na lavoura e que tenham um menor impacto ambiental. Além disso, o monitoramento constante da lavoura e a implementação de práticas de manejo integrado podem ajudar a manter as plantas daninhas sob controle, garantindo a sustentabilidade da produção.

2.4 Herbicidas pré-emergentes com potencial uso na cultura do café e suas seletividades.

Herbicidas pré-emergentes têm se mostrado uma ferramenta valiosa no manejo de plantas daninhas na cultura do café, oferecendo controle eficiente antes da emergência das plantas daninhas, o que minimiza a competição por recursos essenciais como nutrientes, água

e luz. A seletividade de herbicidas pré-emergentes refere-se à capacidade desses produtos de controlar plantas daninhas específicas sem causar danos significativos às culturas desejadas, como o café, ou até as plantas de coberturas presentes na entrelinha. A seletividade pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a formulação do herbicida, a dose aplicada, a sensibilidade das espécies de plantas daninhas e da cultura, bem como as condições ambientais do local.

2.4.1 Mecanismos de ação – Indaziflam

O Indaziflam (Alion[®]) pode ser utilizado em pré-emergência nas lavouras cafeeiras a partir de 3 anos de idade. É um herbicida sistêmico e seletivo do grupo químico das “Alquilazinas”, que pode ser utilizado para o controle de folhas largas e folhas estreitas, como por exemplo, Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*); Capim-colchão (*Digitaria horizontalis*); Picão-preto (*Bidens pilosa*); Capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*); Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*); Trapoeraba (*Commelina benghalensis*); Capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e Guanxuma (*Sida rhombifolia*) (Bula Alion, 2024).

Seu mecanismo de ação é a inibição da biossíntese de celulose (Tompkins, 2010). Pode controlar tanto Liliopsidas quanto Magnoliopsidas, em pré ou pós-emergência inicial (Brosnan et al., 2011; Perry et al., 2011; Brosnan et al., 2012).

2.4.2 Mecanismos de ação – Piroxasulfona + Flumioxazina

A Piroxasulfona + Flumioxazina (Falcon[®]) é um herbicida que pode ser utilizado em pré-emergência na cultura do café. O mesmo é um herbicida, pré-emergente, seletivo de ação de contato e sistêmica, dos grupos químicos Pirazol, isoxazolina (Piroxasulfona) e Ciclohexenodicarboximida (Flumioxazina). Sendo muito utilizado no controle de plantas daninhas, tais como: Capim-amargoso (*Digitaria insularis*); Picão-preto (*Bidens pilosa*); Guanxuma (*Sida rhombifolia*); Capim-colchão (*Digitaria horizontalis*); Poaia-branca (*Richardia brasiliensis*); Caruru gigante (*Amaranthus retroflexus*); Buva (*Conyza bonariensis*); Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Trapoeraba (*Commelina benghalensis*). (Bula Falcon, 2024).

Este herbicida apresenta, o mecanismo de ação dos inibidores da divisão celular (ou inibição de VLCFA – ácidos graxos de cadeia muito longa) e inibidores da Protox (Protoporfirinogênio oxidase - PPO), pertencentes aos Grupos K3 e E, respectivamente, segundo classificação internacional do HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas, (2024).

2.4.3 Mecanismo de ação – Flumioxazina

A flumioxazina (Sumyzin[®]) é um herbicida seletivo, não sistêmico, para aplicação em pré e pós-emergência, para controle de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas. Muito empregado no controle de plantas daninhas, como: Corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*); Erva-quente (*Spermacoce latifolia*); Poaia-branca (*Richardia brasiliensis*); Picão-preto (*Bidens pilosa*); Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (Bula Sumyzin, 2024).

O mecanismo de ação deste herbicida é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e é pertencente ao grupo Ciclohexenodicarboximida (AGROFIT, 2024).

2.4.4 Mecanismo de ação – Sulfentrazone + Diuron

O Stone[®] (Sulfentrazone + Diuron) é um herbicida pré-emergente, seletivo condicional de ação sistêmica. Muito empregado no controle de daninhas, como: Buva (*Conyza bonariensis*); Capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (Bula Stone, 2024).

Essa mistura apresenta mecanismos de ação dos Inibidores da Protox e Inibidores da fotossíntese no Fotossistema II, pertencentes aos Grupos E e C2, segundo classificação internacional do HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas, (2024).

2.4.5 Mecanismo de ação – Oxiflorfen

O oxifluorfen (Oxyfloufen BR Koltar 240 EC) é um herbicida seletivo de ação não sistêmica. Muito bem empregado pelo seu amplo campo de espectro para o controle de ervas daninhas na cultura do café, tais como: Caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*); Carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*); Carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*); Corda-de-viola (*Ipomoea aristolochiaefolia*); Guanxuma (*Sida rhombifolia*); Mostarda (*Rápica rapa*); Nabiça (*Raphanus raphanistrum*); Picão-preto (*Bidens pilosa*); Picão-branco (*Galinsoga parviflora*); Picão-grande (*Blainvillea latifolia*); Poaia-branca (*Richardia brasiliensis*); Trapoeraba (*Commelina benghalensis*); Arroz-Vermelho (*Oryza sativa*); Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*); Capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*); Capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*); Capim-colchão (*Digitaria horizontalis*); Capim-colonião (*Panicum maximum*); Capim-gordura (*Melinis minutiflora*); Capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*); Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*); Junquinho (*Cyperus ferax*) e Junquinho (*Cyperus difformis*) Bula OXYFLOUFEN, (2024).

O produto herbicida OXYFLOUFEN BR é composto por Oxifluorfem, que apresenta mecanismo de inibidores da Protox (Protoporfirinogênio oxidase - PPO), pertencente ao Grupo E, segundo classificação internacional do HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas, (2024).

2.4.6 Mecanismo de ação – Atrazina

A atrazina é um herbicida seletivo amplamente utilizado no controle de ervas daninhas de folhas largas e gramíneas em plantações de milho, cana-de-açúcar, sorgo e outras culturas. Pertence à classe química das atrazinas e é conhecida por sua eficiência e custo-benefício. Ressalta-se, que o mesmo não possui ainda registro para a cultura do café.

Ele age inibindo a fotossíntese nas plantas suscetíveis. Especificamente, interfere no fotossistema II, bloqueando a transferência de elétrons na cadeia transportadora de elétrons, o que resulta na interrupção da produção de ATP e NADPH, essenciais para a síntese de açúcares e outros compostos. Segundo a classificação internacional do HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas, (2024) impede o crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas, levando à sua morte.

2.5 Seletividade das Plantas aos Herbicidas

Quando se refere ao controle químico de plantas daninhas, um fator importante a levar em consideração é a seletividade. Para a cultura do café, existem diversos produtos com diferentes mecanismos de ação registrados para a cultura, porém, poucos são seletivos e sua aplicação deve seguir critérios técnicos que garantam menor fitotoxicidade. Os herbicidas podem ser classificados de diversas maneiras, entre elas, em relação a sua capacidade de provocar a morte das plantas alvo, no seu modo de ação e se é seletivo ou não a cultura.

Em relação a época de aplicação, pode ser classificado como pré-plantio incorporado (PPI), pré-emergentes e pós-emergentes. Essa classificação deve sempre levar em consideração a planta daninha (LORENZI, 2014). Em estudos durante 30 anos, Alcântara e Ferreira (2007) concluíram que aplicações em pré-emergência e capina manual apresentam maiores produtividades em sacas beneficiadas por hectare. Esse resultado mostra a importância de fazer o controle das plantas daninhas antes da sua emergência e de iniciar a competição com o cafeeiro. Apesar de existir diversos herbicidas registrados para a cultura do café, há poucos que apresentam seletividade total e que podem ser aplicados diretamente sobre a planta do cafeeiro, principalmente os utilizados na pós-emergência das plantas daninhas (RONCHI *et al.*, 2003).

O controle químico de plantas vem se tornando cada dia mais complexo, com o número de espécies de plantas daninhas resistentes crescendo, e para conseguir um alto nível de controle é necessário conseguir identificar e conhecer o funcionamento dos diferentes grupos de herbicidas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas condições, a primeira em casa de vegetação do Viveiro Florestal/Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA); e a segunda em campo, na Fazenda Brasília, município de Coqueiral/MG, pertencente ao grupo Miari. Onde, nesta, foi instalado testes a campo da experimentação, a fim dê-se observar o comportamento e respostas dos tratamentos, em condições adversas.

3.1 Casa de Vegetação

Em casa de vegetação, a pesquisa foi desenvolvida no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras – UFLA entre os meses de novembro de 2023 e dezembro de 2024. A temperatura média anual foi de 20°C (Dantas et al. 2007) com precipitação média anual de 1200 mm a 1500 mm (Sá Junior et al. 2012). Salienta-se, que foi necessário realizar previamente o preparo de substrato para a instalação da pesquisa. A preparação adequada para o plantio é fundamental em pesquisas científicas, pois influencia diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Para o preparo, contou-se com a mistura de “terra de barranco” solo que foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, e areia na proporção de 2:1 e adição de 5 litros de casca de arroz carbonizada. Ressalta-se, que este solo foi doado pelo Departamento de Ciências Florestais da UFLA. Onde, de acordo com eles o mesmo foi coletado em uma área sem histórico agrícola, e em uma profundidade de 0 a 40cm.

A montagem do experimento, dentre os tratamentos se deu na distribuição (DIC) delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 7x10 com cinco repetições. Dentre os 350 copos utilizados no experimento, cada unidade experimental correspondeu a um copo plástico, com capacidade para 350 cm³ de substrato. Foram, semeadas em cada unidade experimental, dentre: *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Cajanus cajan*, *Urochloa ruziziensis*, *Pennisetum glaucum* (L.), *Raphanus sativus*, *Crambe abyssinica* (H.), *Fagopyrum esculentum*, *Guizotia abyssinica* e *Brassica rapa* cultivar Ceres, 10 sementes na profundidade de 2 a 3 cm, e posteriormente não houve desbaste. Durante a condução dos experimentos os vasos foram irrigados sempre que necessário, com a manutenção da a umidade próxima à capacidade de campo.

Os tratamentos abarcaram 6 herbicidas e 1 controle: Indaziflan (100 g i.a./ha⁻¹); Piroxasulfona + Flumioxazina (240 g i.a./ha⁻¹), Flumioxazina (25 g i.a./ha⁻¹), Sulfentrazone + Diuron (350 g i.a./ha⁻¹), Oxyflourfen (480 g i.a./ha⁻¹) e Triazina (500 g i.a./ha) associados a 10 plantas de cobertura, dentre elas: *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, *Cajanus cajan*, *Urochloa ruziziensis*, *Pennisetum glaucum* (L.), *Raphanus sativus*, *Crambe abyssinica* (H.), *Fagopyrum esculentum*, *Guizotia abyssinica* e *Brassica rapa* cultivar Ceres, com 5 repetições por tratamento. As sementes comerciais das espécies de cobertura foram gentilmente cedidas pela empresa especializada AGCROPPERS®.

A aplicação dos herbicidas foi realizada com o auxílio do pulverizador costal pressurizado a CO₂ com pressão ajustada à 2,4 Bar, munido de barra com seis pontas de jato do tipo leque Magno 110.02-BD, a uma altura de aproximadamente 50 cm em relação ao solo e volume de calda equivalente a 150 L/ha⁻¹ de calda.

De acordo com Silva e Ferreira (2014), a padronização do volume de calda é essencial para a eficiência dos tratamentos com herbicidas, sendo 150 L/ha uma das recomendações para diferentes culturas e condições experimentais. Por essa razão, os produtos químicos listados na (Tabela 2) foram diluídos separadamente em um volume de calda equivalente a mesma quantidade.

Aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação do herbicida foi avaliada a fitotoxicidade do herbicida, por meio da porcentagem visual de danos, quanto a lesões necróticas, deformadoras e cloróticas, conforme (Tabela 1).

Ao final do experimento (28 dias após a aplicação do herbicida), as plantas sobreviventes foram coletadas e separadas em raiz e parte aérea para obtenção da massa seca da raiz (MSR) e parte aérea (MSPA). Para tal avaliação, a parte aérea foi cortada e acondicionada em sacos de papel. Já as raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente com o auxílio da mangueira e acondicionadas em sacos de papel. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura média de 65°C, até atingir massa constante e, posteriormente, pesadas em balança analítica.

Os resultados obtidos nas avaliações foram submetidos através do programa R, a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e realizado o teste Scott-Knott ($p < 0,05$) para agrupamento das médias. Foram elaborados gráficos de linhas para o percentual de fitotoxicidade ao longo dos dias de avaliação e de barras para as variáveis MSR e MSPA em função dos herbicidas testados.

3.2 Campo

A pesquisa foi desenvolvida, entre os meses de dezembro de 2023 a janeiro de 2024 em área comercial de café com a cultivar Acaía 474-19, contando com 28 anos de idade em um espaçamento de plantio com 3,80 x 0,80m, na fazenda Brasília, situada no município de Coqueiral/Minas Gerais. O clima local foi classificado, segundo Köppen, como Cwa de verão brando e chuvoso, com temperatura moderada, média anual de 21°C. A precipitação média anual é de 1.500 mm e a média anual de umidade relativa do ar é de 70 % (Emater, 2002).

O delineamento experimental adotado foi um DBC em esquema fatorial (4x7), com quatro repetições. Cada unidade experimental correspondeu a parcelas com área total de 46 m² sendo a área total do experimento de 1300 m². Foram semeadas em cada unidade experimental o equivalente a 36 kg/ha⁻¹ do (Mix Café) da empresa especializada AGCROPPERS®.

O primeiro fator testado correspondeu a aplicação de 6 herbicidas e 1 controle: Indaziflan (100 g i.a./ha⁻¹); Piroxasulfona + Flumioxazina (240 g i.a./ha⁻¹), Flumioxazina (25 g i.a./ha⁻¹), Sulfentrazone + Diuron (350 g i.a./ha⁻¹), Oxyflourfen (480 g i.a./ha⁻¹) e Triazina (500 g i.a./ha) além de uma testemunha sem aplicação e o segundo fator correspondeu ao tempo de avaliação (7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação). A aplicação dos herbicidas ocorreu sobre a mistura de oito espécies de plantas de coberturas (*Crotalaria ochroleuca*; *C. spectabilis*; *Cajanus cajan*; *Urochloa ruziziensis*; *Pennisetum glaucum*; *Raphanus sativus*; *Crambe abyssinica*; *Fagopyrum esculentum*). Essas sementes comerciais das espécies de cobertura (Mix Café) foram gentilmente cedidas pela empresa especializada AGCROPPERS®.

A aplicação dos herbicidas foi realizada com o auxílio do pulverizador costal pressurizado a CO₂ com pressão ajustada à 2,4 Bar, munido de barra com seis pontas de jato do tipo leque Magno 110.02-BD, a uma altura de aproximadamente 50 cm em relação ao solo e volume de calda equivalente a 150 L/ha⁻¹ de calda.

De acordo com Silva e Ferreira (2014), a padronização do volume de calda é essencial para a eficiência dos tratamentos com herbicidas, sendo 150 L/ha uma das recomendações para diferentes culturas e condições experimentais. Por essa razão, os produtos químicos listados na (Tabela 2) foram diluídos separadamente em um volume de calda equivalente a mesma quantidade.

Aos 7, 14, 21, 30 dias após a aplicação do herbicida foi avaliada a fitotoxicidade do herbicida, por meio da porcentagem visual de danos, quanto a lesões necróticas, deformadoras e cloróticas, conforme (Tabela 1). Adicionalmente, dentro de cada uma das parcelas, foi avaliada a refletância espectral das coberturas utilizando o aplicativo CANOPEO®.

Aos 30 dias após a aplicação dos produtos, foram realizados os levantamentos de quadrado inventário (Braun-Blanquet, 1979) com 0,25m², lançado três vezes em cada parcela e uma área amostrada por tratamento de 3 m². A cada arremesso foram identificados as espécies e o número de indivíduos por quadrado.

Os resultados obtidos nas avaliações foram submetidos através do programa R, a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e realizado o teste Scott-Knott ($p < 0,05$) para agrupamento das médias. Foram elaborados gráficos de linhas para o percentual de fitotoxicidade ao longo dos dias de avaliação e de barras para as variáveis MSR e MSPA em função dos herbicidas testados.

3.4 Escala EWRC (European Weed Research Council, 1964)

Para avaliar a sensibilidade das plantas de coberturas aos herbicidas, e para inferir se houve fitotoxicidade e seletividade, após plantio foi empregada a metodologia EWRC. A "Escala de Fitotoxicidade EWRC" é uma ferramenta essencial em pesquisas agronômicas e estudos de controle de plantas daninhas, especialmente no que se refere à avaliação dos efeitos fitotóxicos de herbicidas. Essa escala, foi desenvolvida pela European Weed Research Council (EWRC), permite a padronização da avaliação dos danos causados por herbicidas nas plantas, facilitando a comparação de resultados entre diferentes estudos.

Tabela 1 - Índice de avaliação e sua descrição de fitotoxicidade.

Índice de avaliação	Descrição da fitotoxicidade
1	Sem dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrosamento e/ou severa deformação.
7	Mais de 80% de folhas e brotos destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Dano total (morte da planta)

Fonte: EWRC (1964).

Tabela 2 - Descrição dos ingredientes ativos (i.a.) dos herbicidas na concentração declarada no rótulo e dose do produto comercial (p.c.) usada por hectare. UFPA, Lavras/MG, 2024.

Produto Comercial	Herbicidas	Concentração do i.a	Dose
Alion	Indaziflam	500 g/L	0,2 L/ha
Falcon	Piroxasulfona+Flumioxazina	400 g/L	1 L/ha
Sumyzin	Flumioxazina	500 g/L	0,18 L/ha
Stone	Sulfentrazone+Diurom	175 g/L	2 L/ha
Oxyfloufen	Oxiflorfem	240 g/L	2 L/ha
Atrazina	Atrazina	500 g/L	4 L/ha

Fonte: Rotulo do Produto (2024).

3.5 Canopeo

Para estimativa da cobertura do dossel vegetal das plantas indicadas para o plantio na entrelinha do cafeeiro foi utilizado a ferramenta Canopeo[®]. A coleta de dados foi realizada em campo aos 7, 14, 21 e 28 dias após o plantio e aplicação dos tratamentos, em campo. A partir de imagens do dossel, pode ser possível avaliar o desenvolvimento da vegetação, interceptação de luz pelos diferentes componentes das plantas, bem como o potencial de evapotranspiração (PATRIGNANI e OCHSNER, 2015). O Canopeo[®] é uma ferramenta que possibilita a análise dos pixels utilizando o sistema Red-Green-Blue (RGB) (PATRIGNANI e OCHSNER, 2015) e estima a cobertura verde do dossel.

3.6 Coleta de MSR e MSPA

Com a finalização do experimento (28 dias de após aplicação dos herbicidas), na instalação de casa de vegetação, realizou-se a coleta de matéria seca da parte aérea (MSPA) e radicular (MSR). De modo semelhante, na instalação em campo somente se deu a coleta de matéria seca da parte aérea. Visto que, em pesquisas científicas com herbicidas é fundamental avaliar os efeitos desses produtos nas plantas de forma abrangente. Essas medições oferecem insights sobre o impacto dos herbicidas tanto na parte aérea quanto no sistema radicular das plantas, permitindo uma avaliação mais completa dos efeitos fisiológicos e morfológicos. As medições de matéria seca são usadas como indicadores de fitotoxicidade e tolerância das plantas aos herbicidas. Plantas mais sensíveis geralmente apresentam reduções mais significativas na matéria seca, enquanto plantas tolerantes podem manter ou minimizar essas reduções (Cruz et al., 2009).

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Casa de Vegetação

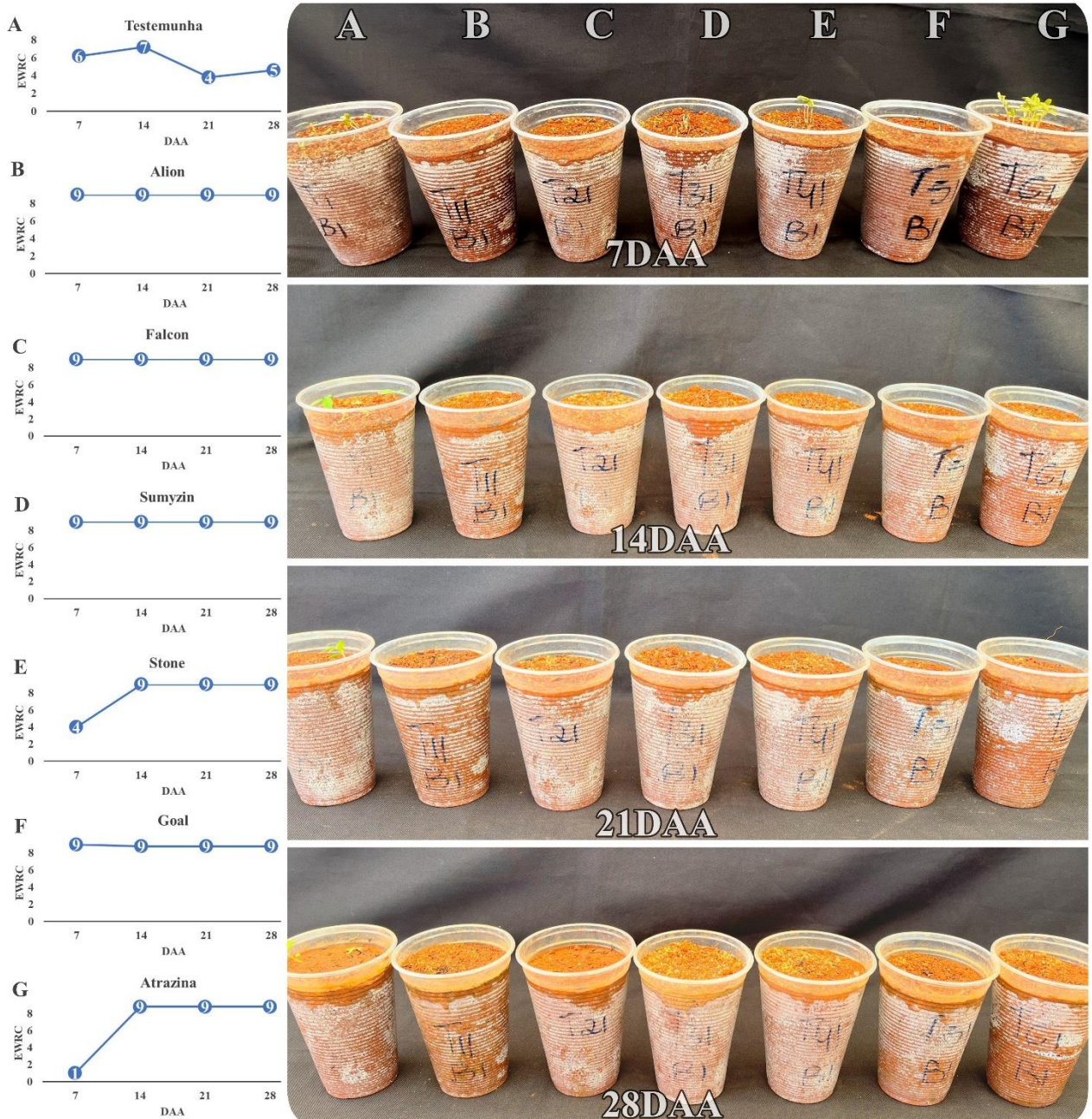
Os resultados de fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos herbicidas apresentaram diferenças significativas nas plantas de cobertura (Figura 1 a 10). O tratamento controle (testemunha) possibilitou os melhores resultados em relação aos tratamentos que receberam herbicidas, menos para a *C. ochroleuca* que apresentou uma baixa germinação. Deste modo, confirmando a interferência dos tratamentos sobre o crescimento das plantas de cobertura utilizadas, ressaltando-se para a *C. ochroleuca*.

Observa-se na Figura 1 que os herbicidas pulverizados sobre *C. ochroleuca* influenciou seu crescimento, sendo as médias de fitotoxicidade geradas com as avaliações do experimento. De acordo com essa figura, os únicos herbicidas que obtiveram menores notas de fitotoxicidade em 7 dias após aplicação, foram os herbicidas Stone e Atrazina. Nos demais tratamentos, em 14, 21 e 28 dias, a fitotoxicidade manteve-se de forma intensa na (nota 9), apresentando a morte das plantas conforme ilustra a (Tabela 1).

Um estudo realizado por Oliveira et al. (2020) examinou os efeitos do herbicida Diuron em *Crotalaria ochroleuca*. Os pesquisadores observaram que o Diuron aplicado em doses recomendadas não afetou significativamente a germinação, mas reduziu o crescimento inicial das plantas. Esses resultados indicam a necessidade de um manejo preciso dos herbicidas pré-emergentes para balancear o controle de plantas daninhas e o desenvolvimento de *Crotalaria ochroleuca*.

Por essa razão, destaca-se, a importância de uma abordagem cuidadosa na aplicação de herbicidas nesta cultura. Dado que a *Crotalaria ochroleuca*, sendo uma leguminosa valiosa para compor o sistema de produção, na melhoria do solo e no controle de erosão, requer que os herbicidas pré-emergentes sejam usados de forma que minimizem a fitotoxicidade, garantindo que a planta possa crescer vigorosamente enquanto se controla eficientemente as plantas daninhas. A precisão no manejo dos herbicidas é crucial para maximizar os benefícios agrônômicos da *C. ochroleuca*, sem comprometer seu desenvolvimento devido à ação dos herbicidas

Figura 1 - Fitotoxicidade gerada a *C. ochroleuca* aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



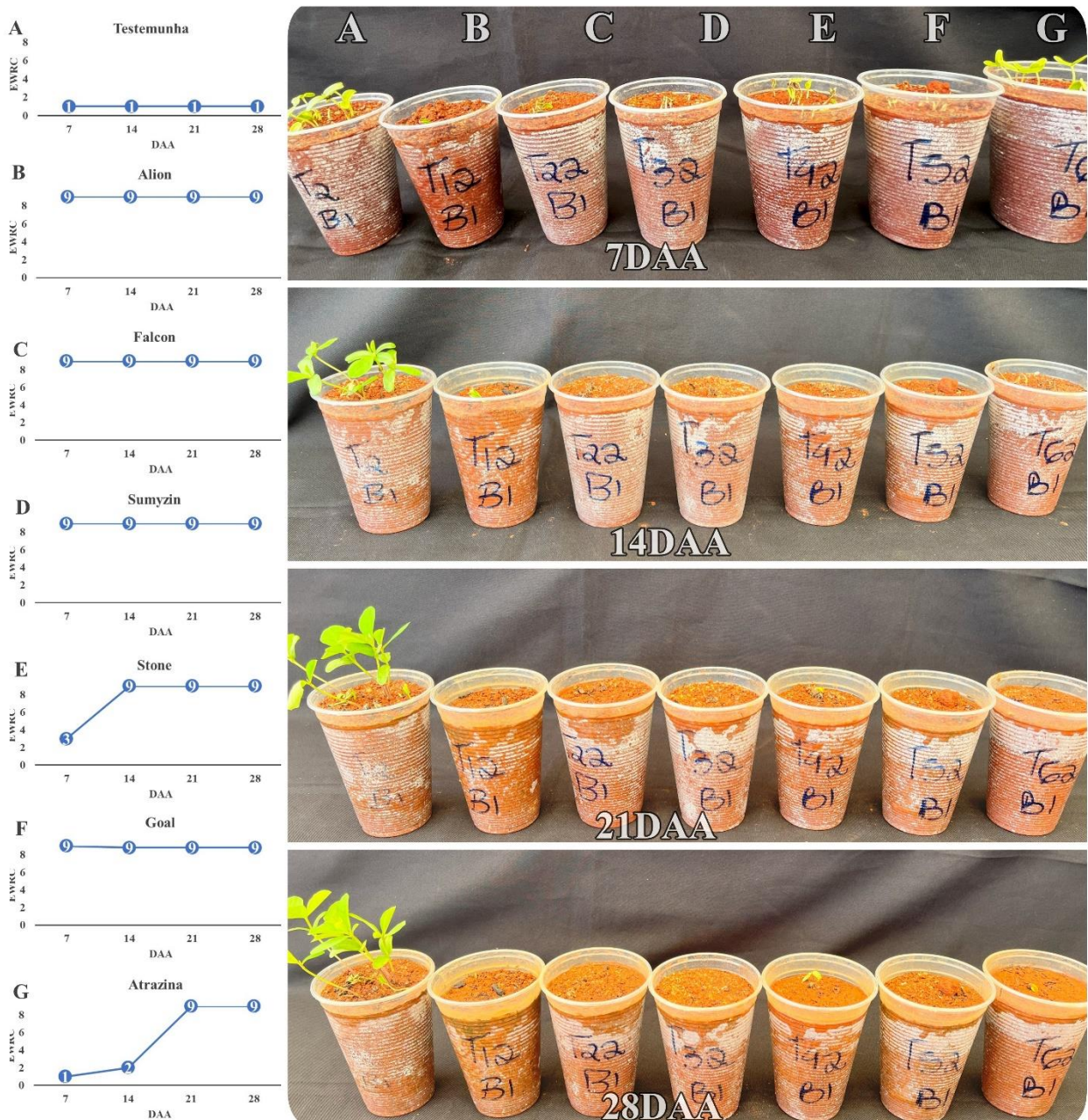
Fonte: Do Autor (2024).

Santos et al. (2018) indicaram que a Atrazina, quando aplicada em doses recomendadas, não afetou significativamente a germinação da *Crotalaria ochroleuca*, mas causou uma redução no crescimento inicial das plântulas. Isso sugere que, embora a Atrazina seja eficaz no controle de plantas daninhas, seu uso deve ser cuidadosamente manejado para minimizar impactos negativos na cultura. Pereira et al. (2021) avaliaram a fitotoxicidade da atrazina na *Crotalaria*

ochroleuca e constataram que doses elevadas do herbicida podem causar sintomas de fitotoxicidade, como clorose e redução do crescimento radicular.

Na Figura 2 é possível observar fitotoxicidade gerada à *C. spectabilis* após aplicação dos tratamentos. A aplicação de todos herbicidas resultou na morte das plantas em 28 dias.

Figura 2 - Fitotoxicidade gerada à *C. spectabilis* aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



Fonte: Do Autor (2024).

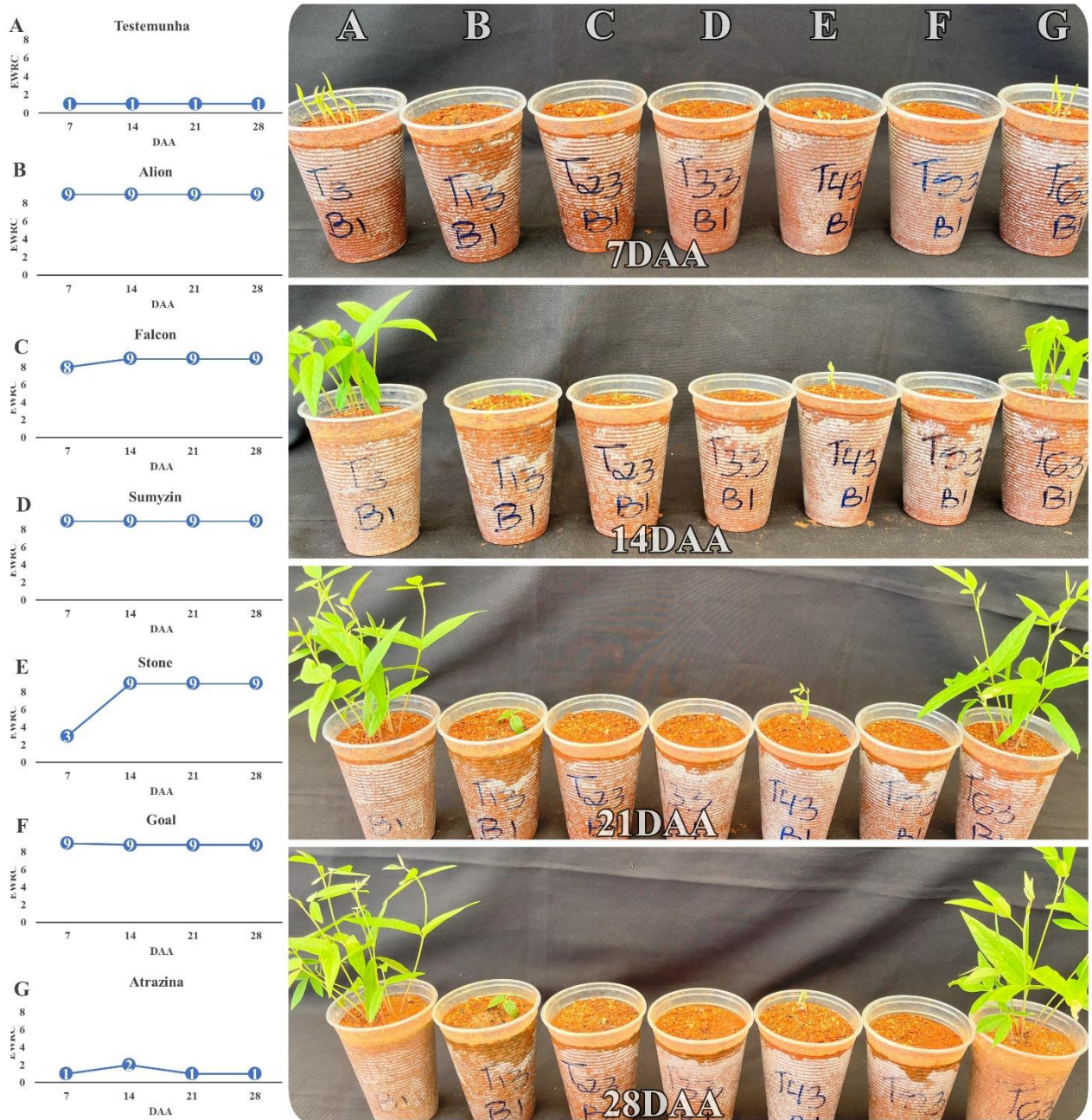
Pesquisas sobre o uso da Atrazina, herbicida amplamente empregado, mostram que ela pode influenciar significativamente a *Crotalaria spectabilis*. Oliveira et al. (2019) revelaram que a Atrazina, em doses de (500 g ia/ha⁻¹) recomendadas para o controle de plantas daninhas, não afetou a taxa de germinação da *Crotalaria spectabilis*, mas causou uma redução no crescimento inicial das plântulas. Isso sugere que a Atrazina pode ser utilizada, desde que manejada cuidadosamente para evitar danos ao desenvolvimento da cultura. Silva et al. (2020) avaliaram a fitotoxicidade da Atrazina em *Crotalaria spectabilis* e encontraram que doses elevadas do herbicida, acima da recomendação do fabricante, resultaram em sintomas de fitotoxicidade, tais como, clorose e redução no desenvolvimento radicular. Esses achados destacam a necessidade de um manejo preciso das doses desse herbicida para equilibrar o controle de plantas daninhas e o desenvolvimento de *Crotalaria spectabilis*.

Na Figura 3 é possível observar a fitotoxicidade gerada ao feijão guandu (*Cajanus cajan*) após aplicação dos tratamentos. Verifica-se que durante as avaliações houve uma severa fitotoxicidade apresentada pelos herbicidas para o feijão guandu, excetuando-se a Atrazina. Estudos mostram que a Atrazina, em doses recomendadas para controle de plantas daninhas, pode não afetar significativamente a taxa de germinação. Segundo Santos et al. (2017), a Atrazina aplicada em doses normais não alterou a capacidade germinativa das sementes de Feijão Guandu, indicando uma tolerância inicial da cultura a este herbicida.

Apesar de a germinação não ser severamente afetada, o crescimento inicial das plântulas de Feijão Guandu pode ser influenciado pela Atrazina. Conforme Oliveira et al. (2018), o uso de Atrazina resultou em uma redução no vigor das plântulas, evidenciado por sintomas de clorose nas folhas e uma diminuição no desenvolvimento radicular. Esses efeitos podem ser atribuídos à interferência da Atrazina na absorção de nutrientes e na fotossíntese, crucial para o desenvolvimento inicial das plantas.

A fitotoxicidade é uma preocupação significativa quando se utiliza herbicidas pré-emergentes. A Atrazina, em doses elevadas, pode causar danos consideráveis ao Feijão Guandu. Sintomas como clorose (amarelecimento das folhas), necrose (morte dos tecidos) e redução do crescimento radicular são comuns. Pereira et al. (2019) demonstraram que a aplicação de Atrazina em doses superiores às recomendadas resultou em fitotoxicidade acentuada, afetando negativamente o crescimento e desenvolvimento da cultura.

Figura 3 - Fitotoxicidade gerada ao Feijão Guandu aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).

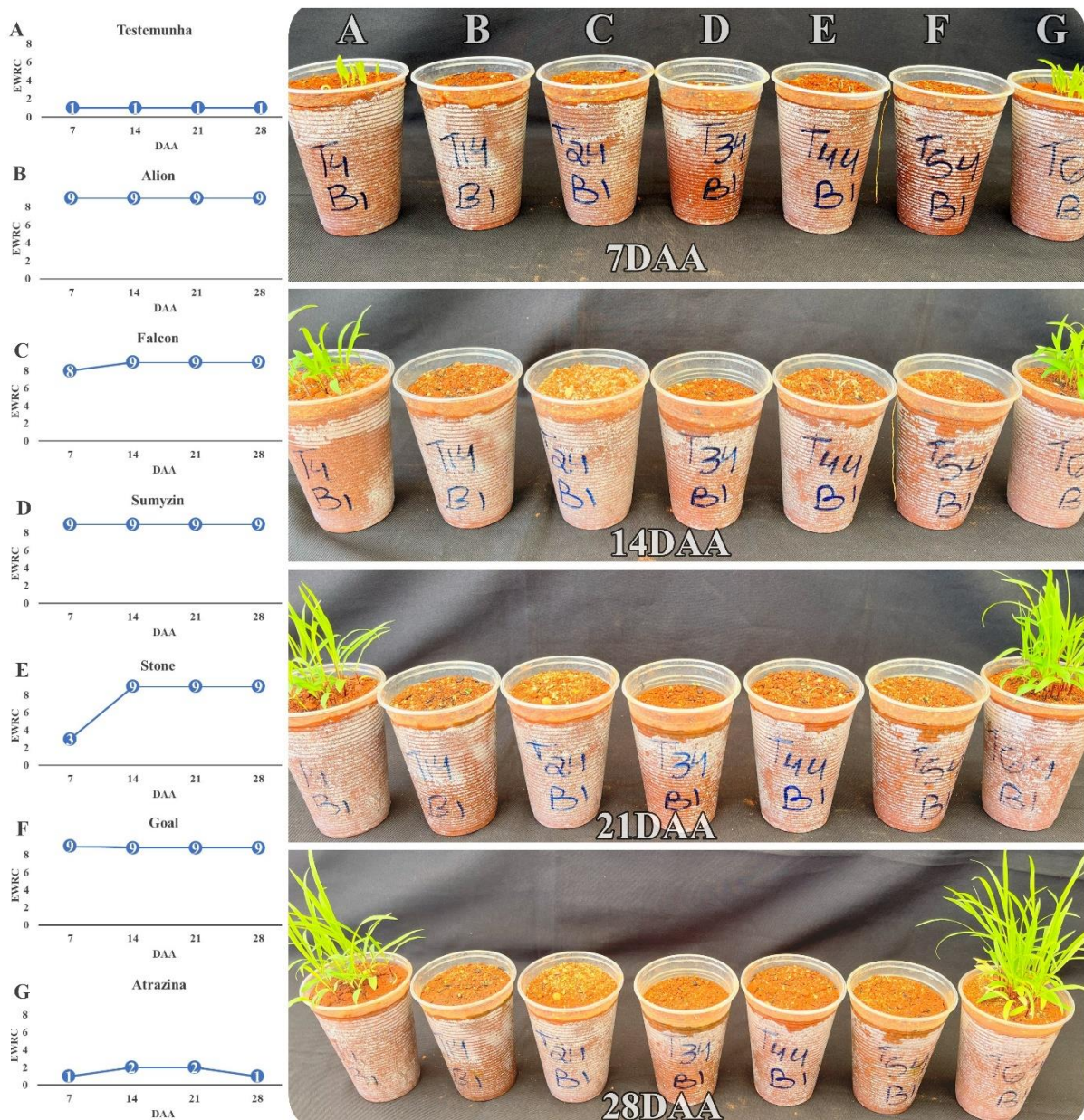


Fonte: Do Autor (2024).

Para minimizar os impactos negativos da Atrazina no Feijão Guandu, é essencial um manejo cuidadoso das doses aplicadas. Ajustar as doses conforme as especificidades do solo e das condições climáticas locais pode ajudar a reduzir os efeitos adversos. Além disso, a integração de práticas de manejo integrado de plantas daninhas pode complementar o uso de herbicidas, promovendo um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do Guandu.

Na Figura 4 é possível observar a fitotoxicidade gerada a brachiaria (*U. ruziziensis*) após aplicação dos tratamentos. Observa-se, que os únicos tratamentos que obtiveram menores notas de fitotoxicidade, aos 7 dias após aplicação, foram somente os herbicidas Stone e Atrazina. Aos demais tratamentos nas posteriores avaliações em 14, 21 e 28 dias, percebe-se que a fitotoxicidade manteve-se, na nota de número 9, que de acordo com a (Tabela 1) dano total e/ou morte da planta.

Figura 4 - Fitotoxicidade gerada à *U. ruziziensis* aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



Fonte: Do Autor (2024).

Os herbicidas pré-emergentes são fundamentais no manejo de plantas daninhas, atuando diretamente sobre o banco de sementes no solo. A *Brachiaria ruziziensis*, uma gramínea comumente utilizada para compor sistemas de produção, pode ser afetada significativamente pela aplicação desses herbicidas.

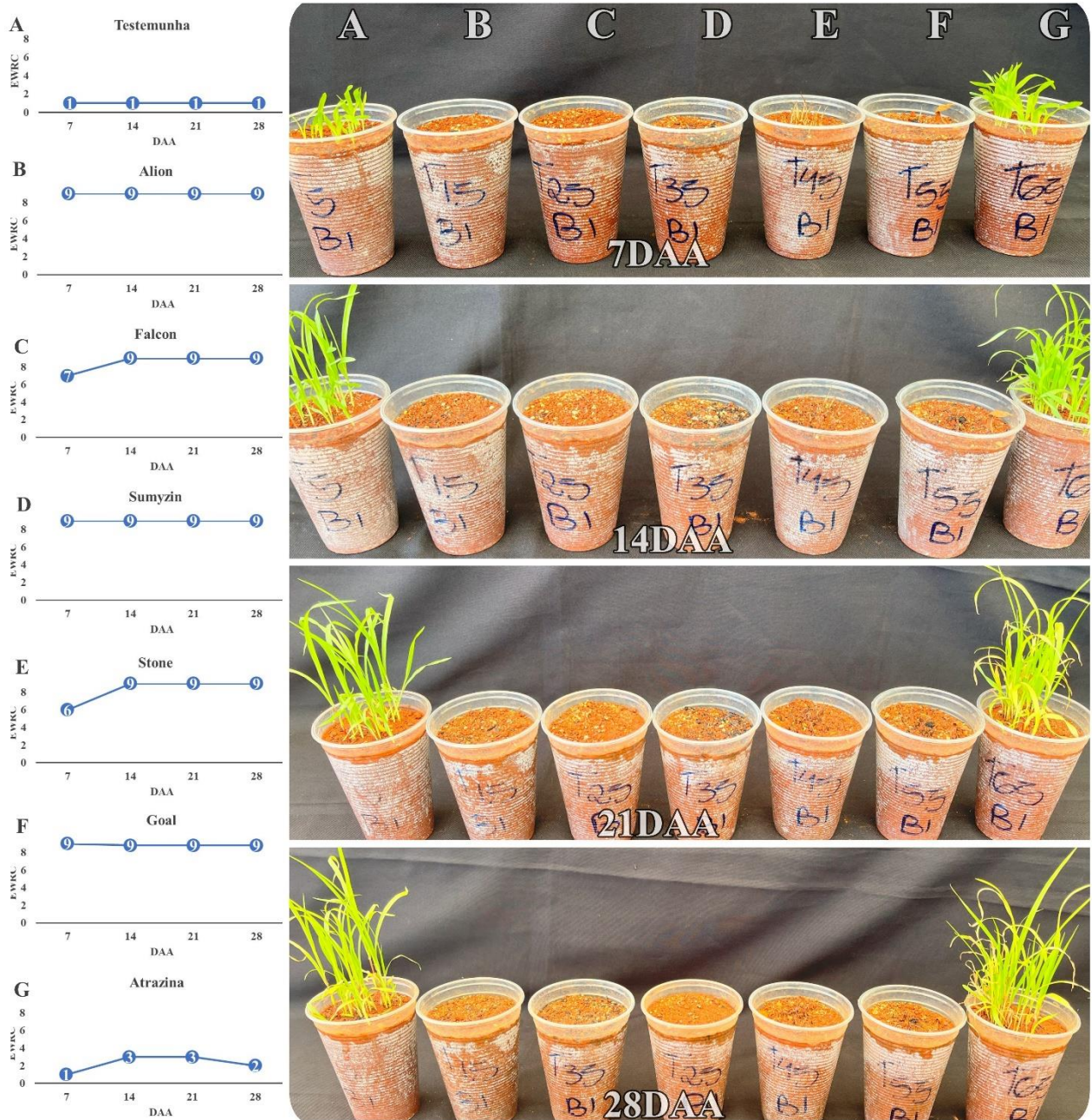
A atrazina para um controle rápido e em curto período é possível ser utilizada em concentrações de 150% da dose recomendada em sistema de catação, para início ou pouca infestação, assim não afetando tanto a *B. ruziziensis* (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2020).

De acordo com (Rocha R. K.; Marca V.; Abud L. L. S.) et al, 2022 observou que ao 21 dias após aplicação a atrazina apresenta uma fitotoxidez com dosagens de 50% da recomendação comercial, assim se tornando viável por apresentar uma possível rebrota da *B. ruziziensis*. Tibaldi (2012) obteve resultados semelhantes ao utilizar doses inferiores que garantem a mesma eficácia no controle das plantas daninhas em pastagem.

Silva et al. (2017) indica que a combinação de herbicidas pré-emergentes com práticas de manejo integrado pode maximizar o controle de plantas daninhas e promover um crescimento mais uniforme da *Brachiaria ruziziensis*. Esses resultados ressaltam a importância de selecionar herbicidas adequados e ajustar suas doses conforme as especificidades do solo e do clima local.

Para a (Figura 5) sendo a planta de cobertura a espécie *Pennisetum glaucum L.*, o tratamento que mais obteve as menores nota de fitotoxicação foi com a Atrazina. Verifica-se que no tratamento a cultura conseguiu se desenvolver mesmo apresentando algumas notas de fitotoxicação, em comparação aos demais tratamentos existentes.

Figura 5 - Fitotoxicidade gerada ao Milheto aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



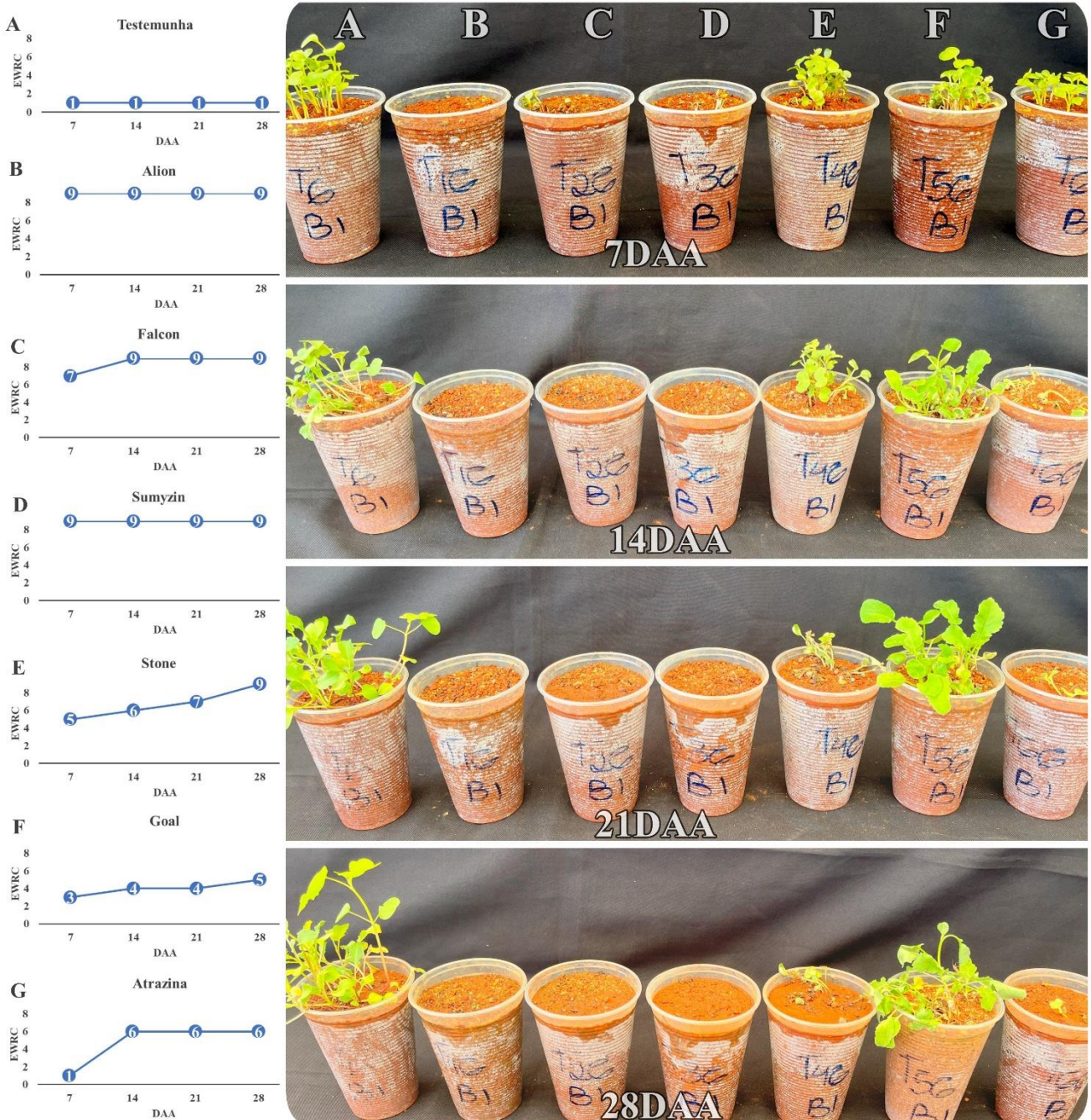
Fonte: Do Autor (2024).

Um estudo conduzido por Silva et al. (2020) avaliou a seletividade do herbicida Atrazina na cultura de milheto (*Pennisetum glaucum* L.). Os autores realizaram experimentos em campo com diferentes doses de Atrazina para observar a tolerância da cultura e o impacto na produtividade. O milheto demonstrou boa resistência ao herbicida em doses de até $1,5 \text{ L/ha}^{-1}$. O estudo concluiu que a aplicação de Atrazina não comprometeu o desenvolvimento da planta nem a produção de grãos, desde que as doses recomendadas fossem seguidas. A pesquisa é relevante para agricultores que buscam um controle eficiente de plantas daninhas sem prejudicar a cultura do milheto.

A Atrazina é um herbicida amplamente utilizado no controle de plantas daninhas em culturas como milho e sorgo. Sua aplicação em milheto requer atenção especial devido à seletividade. Estudos indicam que a atrazina, em doses recomendadas, pode apresentar seletividade variável para o milheto. Segundo Silva et al. (2016), a Atrazina, quando aplicada em doses controladas (Atrazine Nortox 500 SC) na recomendação de 500 g/L^{-1} de i.a., SC, e $2.500 \text{ g i.a./ha}^{-1}$ não afetou significativamente a germinação do milheto, mas doses elevadas causaram fitotoxicidade, evidenciada por clorose e redução do crescimento inicial das plantas. Isso sugere que a Atrazina pode ser utilizada, mas com manejo cuidadoso para evitar impactos negativos. Almeida et al. (2018) obteve resultados demonstrando que a Atrazina, embora eficaz no controle de plantas daninhas, deve ser usada com cautela, para garantir a seletividade e minimizar a fitotoxicidade.

Na Figura 6 observa-se que o tratamento com Oxyflourfen quando aplicado ao nabo forrageiro apresentou as menores notas de fitotoxicidade. Ressalta-se que mesmo algumas plantas recebendo níveis de fitotoxicidade diferentes, estas conseguiram germinar, crescer e se desenvolver ao longo dos dias 7, 14, 21 e 28 dias. Um estudo de Souza et al. (2021) sobre o uso de Oxyflourfen em doses recomendadas pela fabricante, isto é de bula, verificou-se que o mesmo seria eficaz no controle de plantas daninhas e apresentou boa seletividade para o nabo forrageiro. O estudo revelou que doses de até $0,5 \text{ L/ha}^{-1}$ de Oxyflourfen não causaram efeitos adversos significativos na germinação e no desenvolvimento da cultura. Entretanto, doses superiores a $0,75 \text{ L/ha}^{-1}$ mostraram sinais de fitotoxicidade, afetando negativamente o crescimento da planta.

Figura 6 - Fitotoxicidade gerada ao Nabo Forrageiro aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



Fonte: Do Autor (2024).

De acordo com a Figura 7, a espécie *Crambe abyssinica* não demonstrou seletividade a nenhum dos herbicidas testados. Alguns herbicidas não demonstraram efeito imediato aos 17 e 14 dias após aplicação.

Figura 7 - Fitotoxicidade gerada ao Crambe aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).

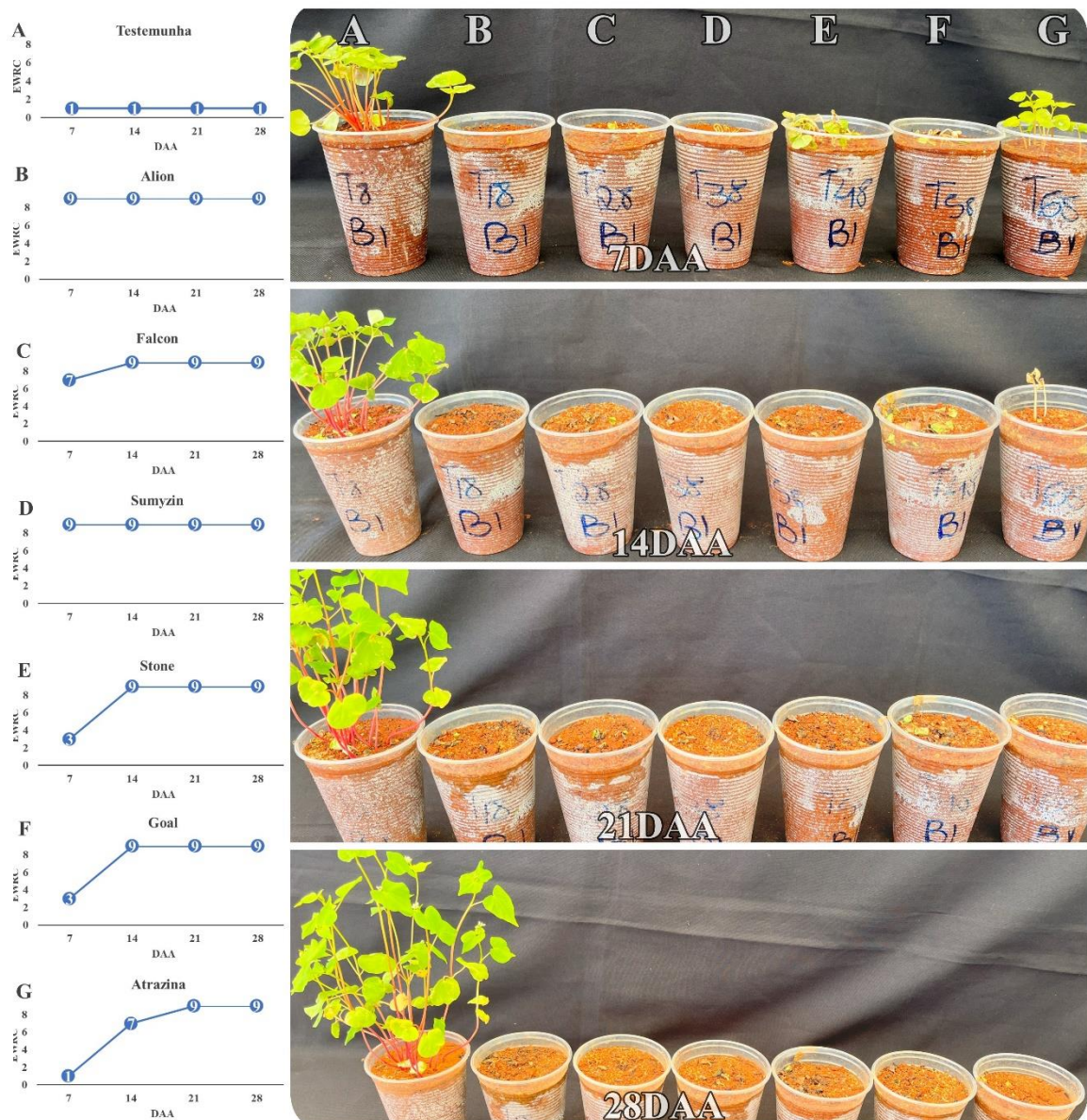


Fonte: Do Autor (2024).

Pesquisas demonstram que *Crambe abyssinica* Hochst apresenta uma sensibilidade significativa a certos herbicidas pré-emergentes. Em um estudo conduzido por Rodrigues et al. (2021), a resposta do Crambe a herbicidas como Atrazina e Clomazone foi analisada. O estudo indicou que o Crambe é sensível, a doses acima da recomendação comercial da fabricante desses herbicidas. Assim, demonstrando sinais de fitotoxicidade que incluem clorose, redução no crescimento vegetativo e diminuição da produção de biomassa. As doses recomendadas foram observadas para minimizar esses efeitos, com Atrazina mostrando uma maior tendência a causar fitotoxicidade comparada ao Clomazone.

O trigo mourisco apresentou sensibilidade a utilização dos herbicidas pré-emergentes que constituíram os tratamentos (Figura 8). Salienta-se, que somente no tratamento com Atrazina, aos 7 e 14 dias após aplicação, o trigo mourisco se desenvolveu, apresentando baixas notas de fitotoxicação. Porém, posterior a esse resultado, nota-se a morte da planta.

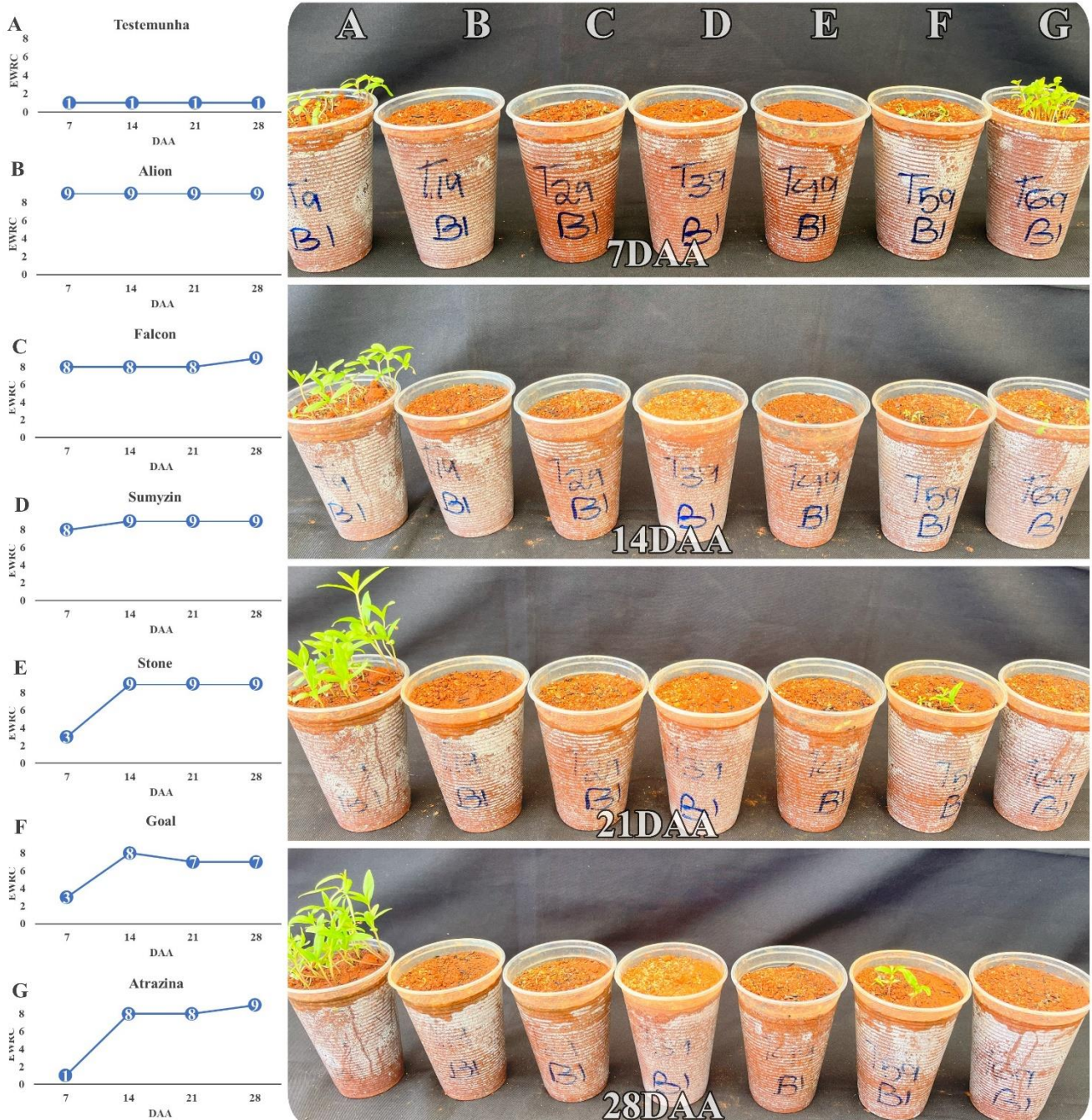
Figura 8 - Fitotoxicidade gerada ao Trigo mourisco aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



Fonte: Do Autor (2024).

Na Figura 9 observa-se que o tratamento com Oxyflourfen permitiu a germinação de Níger, entretanto, com crescimento menor comparado à testemunha.

Figura 9 - Fitotoxicidade gerada ao Níger aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



Fonte: Do Autor (2024).

O uso de herbicidas pré-emergentes na cultura do Níger (*Guizotia abyssinica*) tem sido estudado para entender melhor a seletividade e os impactos na produtividade da cultura. Em particular, o oxyfloufen (Oxyfloufen) tem se destacado pela sua eficácia no controle de plantas daninhas. Segundo Carvalho et al. (2023), o oxyfloufen aplicado na dose de $0,5 \text{ L/ha}^{-1}$ mostrou

alta seletividade para a cultura do Níger, com baixo índice de fitotoxicidade. O estudo indicou que doses superiores a $0,75 \text{ L/ha}^{-1}$ resultam em sinais de clorose e redução no crescimento das plantas, sugerindo a necessidade de um manejo cuidadoso das doses aplicadas para maximizar a eficiência do controle de plantas daninhas enquanto se minimiza o impacto negativo sobre a cultura.

A *Brassica rapa* cultivar Hunter (figura 10) demonstrou as menores notas de fitotoxicação para o tratamento com Atrazina, ao longo dos dias 7, 14, 21 e 28 após aplicação dos tratamentos (Figura 10). Os herbicidas Stone e Oxyfloufen também apresentaram menores notas de fitotoxicidade, aos 7 e 14 dias.

Estudos sobre a aplicação de Atrazina em diferentes cultivares de *Brassica* spp. indicam que a seletividade do herbicida pode variar significativamente. Segundo Ferreira et al. (2021), a aplicação de Atrazina em doses superiores a $1,0 \text{ kg/ha}^{-1}$ em *Brassica rapa* resultou em sinais de fitotoxicidade, como clorose e redução no crescimento vegetativo. A pesquisa enfatiza a importância de ajustar as doses de Atrazina para minimizar os efeitos adversos e garantir a seletividade para cultivares específicos, como a Hunter.

Figura 10 - Fitotoxicidade gerada ao Hunter aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Lavras/MG (2024).



Fonte: Do Autor (2024).

No geral, por meio das avaliações da fitotoxicidade nas plantas de cobertura utilizadas, foi possível observar que o herbicida de ação sistêmica que possui o grupo químico Atrazina na formulação de suspensão concentrada foi o tratamento que demonstrou maior seletividade após aplicação, para o Guandu, *Urochloa ruziziensis* e o Milheto. Os demais tratamentos, demonstraram ser fitotóxicos as plantas.

Para a matéria seca, verifica-se que ao comparar cada herbicida dentro das espécies de plantas de cobertura utilizadas, ao aplicar atrazina as plantas de cobertura em geral apresentaram maior peso de matéria seca de parte aérea, quando comparados aos demais, ressaltando a *C. Spectabilis*, Níger e o Crambe que apresentaram 100% de mortalidade quando expostos aos outros tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios obtidos de matéria seca foliar das plantas de cobertura em relação dos herbicidas utilizados nos tratamentos. Lavras, MG (2024).

Espécies	Matéria Seca de Parte Aérea (g/vaso)						
	Testemunha	Alion	Falcon	Sumyzin	Stone	Goal	Atrazina
<i>C. ochroleuca</i>	0,14aD	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,01aC
<i>C. spectabilis</i>	0,39aB	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bC
Feijão Guandu	0,63aA	0,04bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,04bA	0,56aA
<i>Urochloa ruziziensis</i>	0,28aC	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,36aB
Milheto	0,42a	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,41aB
Nabo Forrageiro	0,41aB	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,05bA	0,07bA	0,11bC
Crambe	0,29aC	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bC
Trigo Mourisco	0,60aA	0,07bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,06bC
Níger	0,14aD	0,00aA	0,00A	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aC
Hunter	0,47aB	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,01bA	0,06bC

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

A atrazina é conhecida por sua ação como inibidor da fotossíntese. Ela interfere na reação de Hill, um processo crucial na fotossíntese, o que pode resultar em uma redução significativa no crescimento das plantas. A toxicidade seletiva da atrazina é maior em plantas de folhas largas, sendo menos prejudicial a culturas como o milho e a cana-de-açúcar, para as quais é comumente aplicada (SEGHERS et al., 2003).

Para o herbicida Oxiflorfen, o maior peso de matéria seca ocorreu na espécie *Raphanus sativus* L. com uma média de 0,07 g/vaso. Logo em seguida, do Feijão Guandu com uma média de 0,04 g/vaso (Tabela 3). O herbicida Oxyfluorfen é pouco solúvel em água e fortemente adsorvido nas partículas do solo, por isso é dificilmente lixiviado; fica na camada superficial e ali se decompõe, sem deixar resíduos perigosos, além de apresentar eficiente controle de várias espécies de plantas daninhas (Pereira, 1987).

Já para o herbicida Sulfentrazone + Diurom, apenas a espécie *Raphanus sativus* L.

apresentou sobrevivência, com uma média de matéria de 0,05 g/vaso, diferindo das demais, que morreram (Tabela 3). O herbicida Sulfentrazone, com registro para as culturas da soja, citros, cana-de-açúcar, fumo, café e abacaxi (FMC, 2019), pertence aos inibidores da enzima Protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), no grupo químico das Triazolinonas. Os inibidores da PROTOX atuam na rota de síntese da clorofila e dos citocromos 16 (síntese de porfirinas ou tetrapirroles), com sintomas como clorose, branqueamento, dessecação e necrose (MEROTTO JR; VIDAL, 2001). A meia-vida de Sulfentrazone no solo é estimada entre 110 e 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais (FMC, 1995). Atualmente, apresenta formulação comercial denominada Stone[®], associada ao herbicida Diuron.

Para os herbicidas Piroxasulfona + Flumioxazinina e Flumioxazina não houve nenhuma sobrevivência dentre as espécies de plantas de cobertura testadas. Por essa razão, estes herbicidas demonstraram ser praticamente inviáveis no manejo químico de pré-emergência para o estabelecimento dos adubos verdes no sistema de produção. Notadamente, Flumioxazina, Carfentrazone-ethyl e Saflufenacil são herbicidas de contato, com expressivos danos causados à estrutura foliar, e em curto espaço de tempo, contribuem para a baixa translocação dos herbicidas às demais partes da planta (Carvalho & López-Ovejero et al, 2008).

Considerando o herbicida Indaziflam, somente Trigo Mourisco e Feijão Guandu apresentaram sobrevivência, respectivamente com 0,07 g/vaso e 0,04 g/vaso. Trabalhos conduzidos no Brasil demonstraram que a aplicação de indaziflam em doses a partir de 100 g/ha⁻¹ em pré-emergência nas espécies *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia*, *Digitaria horizontalis* e *Bidens pilosa* promoveu controle satisfatório por período de até 120 dias após a aplicação (Christoffoleti et al., 2012).

A seletividade deste herbicida também vem sendo estudada por pesquisadores brasileiros, principalmente em relação a efeitos de longo prazo que possam eventualmente ser observados em culturas perenes. As culturas do cafeeiro (Blanco & Ramos, 2012a) e de citros (Blanco & Ramos, 2012b; Nicolai et al., 2012b; Blanco et al., 2012) não apresentaram qualquer injúria após a aplicação de doses entre 75 e 150 g/ha⁻¹.

Corroborar-se, que na testemunha onde não houve a pulverização de herbicidas, todas as plantas germinaram e cresceram. Demonstrando, assim a funcionalidade dos herbicidas dentro de cada espécie de adubo verdes estudados. No entanto, a seletividade de um herbicida deve aliar tanto o sucesso no controle químico de plantas daninhas quanto o potencial de uso na espécie cultivada. Assim, quanto maior a razão de tolerância entre a cultura e a planta daninha,

maior a segurança no manejo e registro para aplicação (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Já para a matéria seca radicular, observa-se que ao comparar cada herbicida dentro das espécies de planta de cobertura utilizadas, a aplicação de Atrazina apresentou notoriamente maiores médias, quando comparados aos demais. Em contrapartida o nabo forrageiro apresentou maior matéria seca quando exposto ao tratamento com Oxiflorfen. O Níger apresentou 100% de mortalidade em os tratamentos, apresentando um resultado diferente no agrupamento de médias, quando comparada aos outros tratamentos, com pulverização de herbicidas que obtiveram alta mortalidade e/ou uma baixa emergência (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios obtidos de matéria seca radicular das plantas de cobertura em relação dos herbicidas utilizados nos tratamentos. Lavras, MG (2024).

Espécies	Matéria Seca Radicular (g/planta)						
	Testemunha	Alion	Falcon	Sumyzin	Stone	Goal	Atrazina
<i>C. Uchroleuca</i>	0,20aC	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,03aB
<i>C. Spectabilis</i>	0,33aC	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,11aB
Feijão Guandu	0,77aB	0,05bA	0,00bA	0,00bA	0,07bA	0,17bA	0,76aA
<i>Urochloa ruziziensis</i>	0,48aC	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,56aA
Milheto	0,78aB	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,78aA
Nabo Forrageiro	1,48aA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,01bA	0,46bA	0,21bB
Crambe	0,49aC	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aB
Trigo Mourisco	0,92aB	0,03bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,08bB
Níger	0,42aC	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aA	0,00aB
Hunter	0,71aB	0,00bA	0,01bA	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,18bB

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

Para o herbicida Oxiflorfen, o maior peso de matéria seca radicular foi observado dentro da espécie *Raphanus sativus* L. com uma média de 0,46 g/vaso, e o Guandu com uma média de 0,17 g/vaso (Tabela 4). O comportamento de um herbicida no solo é influenciado por processos de retenção, transformação e transporte. A mobilidade do herbicida no solo altera diretamente o seu desempenho no controle de plantas daninhas e sua dissipação no ambiente (Silva et al., 2007), constituindo-se numa variável relevante no estudo de impacto ambiental desses produtos.

Já para o herbicida sulfentrazone+diuron a espécie, *Raphanus sativus* L. apresentou uma média de matéria seca radicular de 0,01 g/vaso e o Guandu com 0,07 g/vaso, diferindo das demais que morreram (Tabela 4).

Para os herbicidas Piroxasulfona + Flumioxazinina e Flumioxazina não houve nenhuma sobrevivência dentre as espécies de plantas de cobertura testadas (Tabela 4). Por essa razão, estes herbicidas demonstraram ser praticamente inviáveis no manejo químico de pré-emergência para o estabelecimento dos adubos verdes no sistema de produção.

No entanto nos tratamentos em que foram aplicados o herbicida Indaziflam, somente as plantas de cobertura Trigo Mourisco e Guandu apresentaram sobrevivência, respectivamente com 0,03 g/vaso e 0,05 g/vaso. Destaca-se, que o Indaziflam pertence também a uma nova classe química denominada Alkylazine, atua na biossíntese de parede celular e é considerado o mais potente inibidor da parede celular já descoberto (Myers et al., 2009; Kaapro & Hall, 2012). A formação de parede celular é inibida, mas a síntese de polímeros de polissacarídeos não é afetada. A inibição provavelmente ocorre em algum ponto na etapa da reticulação das microfibrilas de celulose. A inibição da divisão celular do tecido meristemático também tem sido proposta, como um modo de ação secundário (Griffin, 2005).

4.2 Campo

Para o campo, não se realizou avaliações de fitotoxicidade. De acordo com a (Tabela 5), nota-se que os melhores resultados para produção de biomassa total, (plantas coletadas dentro da parcela experimental) aos 28 dias após aplicação, são os herbicidas, Sulfentrazone + Diuron, seguido pela Flumioxazina, quando comparados a testemunha (parcela sem pulverização de herbicida).

Tabela 5 - Valores médios obtidos através do aplicativo Canopeo para estimação da cobertura vegetal existente na parcela de campo em relação aos herbicidas utilizados nos tratamentos. Lavras, MG (2024).

Tratamentos	Dias			
	7	14	21	28
Indaziflam	2,55% ^a B	4,78% ^b B	5,94% ^b B	30,31% ^c A
Piraxosulfona+Flumioxazina	3,98% ^a B	5,17% ^b B	7,31% ^b B	36,81% ^c A
Oxyflourfen	3,51% ^a B	4,23% ^b B	7,84% ^b B	31,18% ^c A
Sulfentrazone+Diuron	1,98% ^a B	3,94% ^b B	9,60% ^b B	53,18% ^b A
Flumioxazina	3,91% ^a C	5,68% ^b C	13,05% ^b B	51,75% ^b A
Testemunha	6,03% ^a D	16,04% ^a C	38,66% ^a A	67,68% ^a A

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott (P> 0,05)

Um dos principais benefícios da cobertura vegetal é a proteção do solo contra erosão e a manutenção de uma temperatura mais amena, o que favorece a adição de matéria orgânica. Em complemento, as plantas de cobertura permitem que o solo esteja coberto durante todo o ano, o que diminui a temperatura e favorece a formação de matéria orgânica no sistema de produção (Cooxupé, 2024). Além disso, as plantas de cobertura ajudam a descompactar o solo e melhorar sua estrutura. O cooperado Adriano José Vilas Boas relata que a utilização dessas plantas reduziu significativamente a compactação do solo e eliminou a necessidade de herbicidas para controle de plantas daninhas (Cooxupé, 2024). Portanto, o uso de plantas de cobertura na cafeicultura não só melhora a produtividade e a saúde das plantas de café, mas também contribui para a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas de cultivo. Corroborando-se, que os adubos verdes associados a um bom manejo químico na entrelinha do café, com herbicidas seletivos as plantas de interesse, podem ser uma boa opção ao produtor para o controle de plantas daninhas no cafeeiro e a sustentabilidade no sistema de produção.

Destaca-se na Tabela 6, valores médios de matéria seca das plantas coletadas aos 30 dias após aplicação, partindo-se do quadrado de inventário. As médias na produção de matéria seca entre os tratamentos não apresentaram diferenças significativas. No entanto, esse resultado pode ser explicado em razão, na qual nos primeiros 18 dias após plantio e instalação do experimento em campo não houve a ocorrência de chuvas na região.

Tabela 6 - Valores médios obtidos de matéria seca das plantas (g/m^2) existentes na parcela experimental de campo, em relação dos herbicidas utilizados para compor os tratamentos. Lavras, MG (2024).

Espécies	28 DIAS					
	Testemunha	Alion	Falcon	Sumyzin	Stone	Goal
Quadrado de inventário	14,25a	11,51a	11,87a	17,29 ^a	17,04a	16,15a

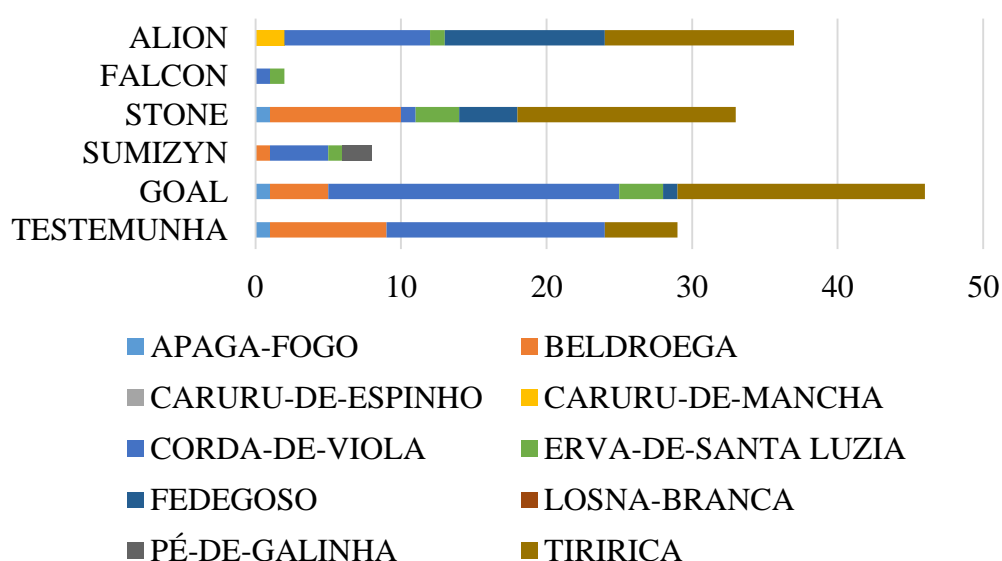
*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$)

A ativação de herbicidas pré-emergentes depende da umidade do solo, uma vez que esses produtos precisam ser incorporados no solo para alcançar a camada onde as sementes das ervas daninhas estão germinando. A ausência de precipitação adequada pode retardar ou impedir essa ativação, comprometendo a eficácia do controle de ervas daninhas" (Tuffi Santos

& Ferreira, 2006). A persistência de herbicidas no solo também é afetada pela umidade. A falta de chuva pode resultar na volatilização ou fotodegradação dos herbicidas, diminuindo seu período de controle. Além disso, sem umidade suficiente, o herbicida pode não penetrar adequadamente no solo, reduzindo sua eficácia" (Monquero & Christoffoleti, 2003).

Plantas daninhas foram identificadas e quantificadas dentro das parcelas experimentais aos 30 dias após aplicação dos tratamentos (Figura 11). As espécies, como: Apaga fogo (*Alternanthera tenella*); Beldroega (*Portulaca oleracea*); Caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*); Caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus* L.); Corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*); Erva-de-santa-luzia (*Euphorbia hirta*); Fedegoso (*Senna obtusifolia* L.); Losna-branca (*Parthenium hysterophorus*); Pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e Tiririca (*Cyperus rotundus*) foram observadas. Na figura abaixo, cada barra representa a somatória da presença de plantas daninhas, ou seja, quanto menor a barra, melhor o resultado do tratamento.

Figura 11 - Quadrado de inventário de plantas daninhas encontradas dentro das parcelas experimentais aos 30 dias após aplicação dos tratamentos.

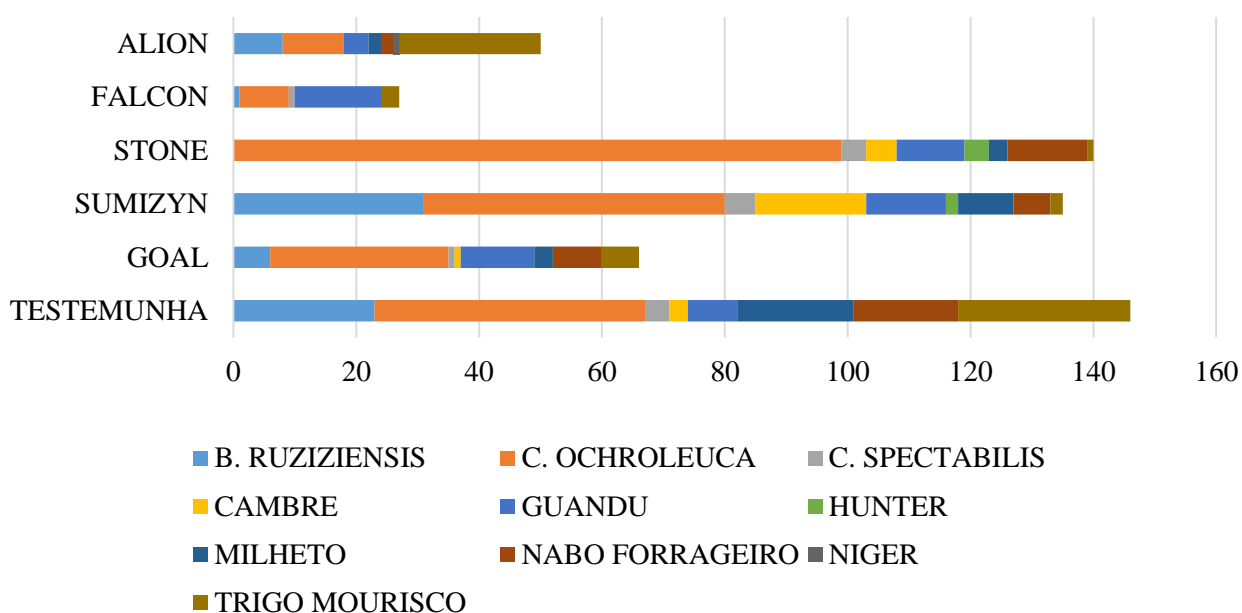


Fonte: Do Autor (2024).

É possível observar que os melhores controles para plantas daninhas foram os tratamentos com Falcon (Piraxasulfona + Flumioxazina) e Sumizyn (Flumioxazina). Estes tratamentos demonstram maior eficácia no controle das plantas daninhas, com as menores barras na figura. Por outro lado, Alion (Indaziflan) e Oxyfloufen (Oxyflourfen) resultou em desempenho moderado, enquanto a testemunha apresenta o maior número de plantas daninhas.

A Figura 12 retrata o quadrado de inventário de plantas de cobertura dentro das parcelas experimentais aos 30 dias após aplicação. A germinação e sobrevivência das plantas de cobertura após 30 dias da aplicação foram bem mais elevadas quando comparadas aos resultados de casa de vegetação, na presente pesquisa. Tal fato pode ser justificado, em razão de que na segunda parte, em campo, quando foi realizado a semeadura das plantas e a pulverização dos tratamentos, não se contou com a incidência de chuvas durante as duas primeiras semanas da pesquisa. Ou seja, a falta de água neste tempo influenciou negativamente na ação dos herbicidas.

Figura 12 - Quadrado de inventário de forma gráfica, representando as plantas de cobertura dentro das parcelas experimentais aos 30 dias após aplicação.



Fonte: Do Autor (2024).

Observa-se que para o Indaziflan (Alion) barras pequenas em comparação aos outros tratamentos, possuindo resultados modestos, com maior seletividade para *Urochloa ruziziensis* e Guandu (Figura 12). Já, para o Falcon (piraxasulfona+flumioxazina) verifica-se que algumas plantas germinaram e mantiveram seu crescimento, como por exemplo, o Milheto e Hunter. No entanto, esse resultado não é suficiente para implicar a seletividade deste herbicida sobre tais plantas. O Stone (Sulfentrazone + Diurom) exibe uma das maiores barras, especialmente para *C. ochroleuca* demonstrando também resultados notáveis para a *C. Spectabilis* e o Hunter. O Sumizyn (Flumioxazina) resultou em distribuição ampla de barras de tamanhos variados para várias plantas de cobertura, tais como: feijão guandu, milheto e nabo forrageiro. Por fim, o

Oxyfloufen (Oxyfluorfen) expressou resultados variáveis e com algumas barras de tamanho considerável, apresentando um bom resultado para o Hunter e Nabo forrageiro, mas menos eficaz para o Guandu e Milheto, quando comparado aos outros tratamentos.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que para todos os herbicidas pré-emergentes no experimento em casa de vegetação apresentaram resultados diferentes entre si. Ressalta-se, que o tratamento com Atrazina, em casa de vegetação, foi o que menos gerou fitotoxicidade e maior acúmulo de matéria seca dentro das plantas de coberturas, quando comparado a testemunha. O nabo forrageiro, mesmo apresentando fitotoxicidade apresentou um bom resultado de desenvolvimento, quando exposto aos herbicida Oxyfloufen (Oxyfloufen). Os demais tratamentos, em casa de vegetação, não demonstraram serem seletivos as plantas de cobertura, levando-os a morte com 28 dias após aplicação. Para o campo, verifica-se que o tratamento com Flumioxazina apresentou os melhores resultados no controle de plantas daninhas e na incidência de plantas de cobertura. Além disso, o mesmo deteve a segunda maior média de cobertura vegetal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Consulta de Produtos Formulados. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos sobre a produção de cafeeiros após 30 anos de aplicação nas entrelinhas de diversos métodos de controle plantas daninhas. In: Simpósio Internacional sobre o Glyphosate. Trabalhos Científicos. Botucatu: Unesp, p. 304-306, 2007.
- ALFREDO, Michele de Souza. **COLHEITA DE SEMENTE DE *Crotalaria ochroleuca* G. DON. EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.** CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO PATROCÍNIO. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.unicerp.edu.br/public/docs/e7161a5a4050-cea4.pdf>. Acesso em: 28 de março de 2024.
- ALMEIDA, F. S., SOUZA, R. T., & BARROS, J. F. (2018). Seletividade de herbicidas pré-emergentes no milheto: avaliação de doses e impactos fitotóxicos. *Planta Daninha*, 36(1), 89-97.
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, v.22, p.25-36, 2001.
- ALVES, GABRIEL JOVINO DE. **Implantação e manejo de forrageiras na potencialização de sistemas agropecuários nos clientes da empresa Mentalize Secagem e Armazenagem Ltda.** Universidade Federal de Pelotas, 2018. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pergamum.ufpel.edu.br/pergamumweb/vinculos/0000c2/0000c2e7.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2024.

- AMABI LE, R.F.; FANC ELLI, A.L.; CARVALH O, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e es pagamentos na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000
- AMIM, R. T. et al. Controle de plantas daninhas pelo indaziflam em solos com diferentes características físico-químicas. *Planta daninha*, v. 32, n. 4, p. 791–800, 2014.
- BALBINO, L. C., et al. "Plantas de cobertura na produção de café: uma revisão." *Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2011.
- BARROS, D. T.; JARDINE, G, J. et al. Nabo-forrageiro. **Empraba**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/materias-primas/nabo-forrageiro>>. Acesso em: 25 de maio de 2024.
- BARROS, TALITA DELGROSSI; JARDINE, JOSÉ GILBERTO. **Nabo-forrageiro**. Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/materias-primas/nabo-forrageiro>>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- BAYER. **ALION**. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uniagronegocios.com.br/cms/assets/uploads/files/3532d-alion_bula_julho.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- BLANCO, F.M.G.; RAMOS, Y.G. Avaliação da seletividade do herbicida indaziflam sobre as raízes e parte epígeas da cultura do citros cv. Valência. Resultado do primeiro ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28, 2012, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012b, p.54-59.
- BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; PUPO, E. I. H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café, em formação. *Biológico*, São Paulo, v.48, p.1, p.9-20, 1982.
- BOTREL, M. de A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região Sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.683-689, 1999.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madri: H. Blume, 1979. 820 p.
- BROSNAN, J. T. et al. PRE and POST control of annual bluegrass (*Poa annua*) with indaziflam. **Weed Technol.**, v. 26, n. 1, p. 48-53, 2012.
- BROSNAN, J. T. et al. Smooth crabgrass control with indaziflam at various spring timings. **Weed Technol.**, v. 25, n. 3, p. 363-366, 2011
- CARVALHO, A. M. de. Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília
- Carvalho, A. M., Guimarães Júnior, R., Oliveira, T. K. de, & Fonseca, A. R. (2018). Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura do café. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42, e0160113.
- CARVALHO, R. S.; LIMA, P. F.; SOUZA, A. M. Seletividade de herbicidas pré-emergentes na cultura do niger (*Guizotia abyssinica*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 19, n. 2, p. 154-162, 2023. DOI: 10.5039/agraria.v19n2a12.
- CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Ed.) **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. cap. 5, p. 69-77.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. Indaziflam: Novo mecanismo de ação para a cana-deaçúcar. In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28, 2012, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012, p.76-80.
- COOXUPÉ. **Plantas de cobertura melhoram produtividade e qualidade do café**. Disponível em: < <https://hubdocafe.cooxupe.com.br/>>. Acesso em: 4 ago. 2024.
- CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solo e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed) Cerrado: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.29-62, 2004.
- Costa, N. V., Silva, A. F., & Galvão, J. C. C. (2015). Plantas de cobertura e seus efeitos no manejo de plantas daninhas em cafezais. *Planta Daninha*, 33(3), 555-564.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J., & Carneiro, P. C. S. (2009).** "Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético". Editora UFV.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 1862-1866, 2007.
- Embrapa Milho e Sorgo. **Cultivo do MilhoMilheto**. Disponível em: < <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/993985/1/Sistema-de-Producao-Cultivo-do-MilhetoMilheto.pdf>>. Acesso em: 28 de março de 2024.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção. Disponível em: < <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/993985/1/Sistema-de-Producao-Cultivo-do-Milheto.pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2024.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS - EMATER. **Área de proteção ambiental do Município de Coqueiral**. Belo Horizonte, Unidade de Consultoria e Projetos, 2002.
- FAGHERAZZI, S.; DIAS, R.L.; BORTOLON, F. Impacto do exercício físico isolado e combinado com dieta sobre os níveis séricos de HDL, LDL, colesterol total e triglicerídeos. *Rev Bras Med Esporte*. Vol 14, no. 4, jul/ago, 2008.
- FERNANDES, L. S.; ALMEIDA, J. T.; SOARES, R. B. Sensibilidade de *Fagopyrum esculentum* a herbicidas pré-emergentes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 16, n. 3, p. 245-253, 2021. DOI: 10.5203/agraria.v16n3a8.
- FERREIRA, A. L.; MENDES, J. P.; OLIVEIRA, R. S. Efeito da atrazina em cultivares de Brassica rapa: Ajuste de doses e seletividade. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 20, n. 3, p. 235-242, 2021. DOI: 10.5935/2236-8944.20210030.
- Ferreira, L. R., Silva, A. A., & Santos, J. B. (2017). Seletividade de herbicidas em plantas de cobertura na cafeicultura. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 16(2), 123-133.
- FERRI, Miguel VW; RIZZARDI, Mauro A. Destino dos herbicidas no ambiente. VIDAL, RA; MEROTTO JUNIOR, A. (Ed.). *Herbicidologia*. Porto Alegre: Evangraf, 2001.
- FMC QUÍMICA DO BRASIL LTDA. **STONE**. Disponível em: https://www.google.com/search?q=%3Chttps%3A%2F%2Ffmcagricola.com.br%2FContent%2FFotos%2FBula%2520%2520Stone.pdf&oq=%3Chttps%3A%2F%2Ffmcagricola.com.br%2FContent%2FFotos%2FBula%2520%2520Stone.pdf&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQ5N2owajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: 24 de julho de 2024.
- FMC. **STONE®**. Disponível em: < <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.fmcagricola.com.br/Content/Fotos/Bula-Stone.pdf>>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- FURLAN, A. C. et al. Avaliação nutricional do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*, Moench) para coelhos em crescimento. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 1, p. 21-

- 26, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewFile/660/406>> Acesso em: 6 de abril de 2024.
- GETINET, A.; SHARMA, S. M. Niger (*Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass. Promoting the aconservação and use of underutilized and neglected crops 5. Rome: international planta genetic resources Institute, 59p., 1996.
- Gomes, F. P. (2009). "Curso de Estatística Experimental".** Editora UFV.
- GRIFFIN, J.L. Inhibition of cell wall synthesis. In: ____Weed Course. 2005, p.150-153.
- GRONWALD, J.W. Resistance to photosystem II inhibiting herbicides. In: POWLES, S.; HOLTUM, J. (eds.). **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry** Boca Raton : CRC, 1994. p.27-60.
- Guy Carvalho, 2021. **Mix de plantas de cobertura.** Disponível em: <<https://guycarvalho.com.br/noticia/cafe/mix-de-plantas-de-cobertura>>. Acesso em: 28 de março de 2024.
- HALL, D.O., RAO, K.K. **Fotossíntese** São Paulo: EPU/ EDUSP, 1980. 89p.
- HRAC-BR (Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas). **MECANISMO DE AÇÃO.** Disponível em: <<https://www.hrac-br.org/>>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- HUANG, et al. *Impact of atrazine on soil enzyme activities in the laboratory.* Soil Biology & Biochemistry, v. 41, n. 7, p. 1453-1459, 2009.
- IHARA. **FALCON.** Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-03/falcon.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- KLEIN, Wilson Antonio et al. Trigo mourisco: uma planta de triplo propósito e uma opção para rotação de culturas em áreas sob plantio direto. Revista Plantio Direto, Aldeia Norte Editora, Passo Fundo. 117. ed., 2010. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=991 > Acesso em: 6 de abril de 2024.
- LORDELLO, LGE Nematóides das plantas cultivadas. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1973.
- LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 383p
- MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A.; PAREDES, F. P. J. Teores de nutrientes no milhetomilheto como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 196-204, 2011.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, v. 12, 495 p., 2005.
- MATIELLO, J. B., et al. "Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações." *Fundação Procafé*, 2015.
- Matiello, J. B., Santinato, R., Garcia, A. W. R., Almeida, S. R., & Fernandes, D. R. (2015). *Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações.* 4ª edição. Fundação Procafé.
- MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó: Ed. do Autor, 1991.
- MONQUERO, P. A. "Manejo de plantas daninhas na agricultura brasileira." *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2014.
- Monquero, P. A., & Christoffoleti, P. J. (2003). Seletividade de herbicidas para culturas utilizadas em rotação com cana-de-açúcar. *Scientia Agricola*, 60(3), 437-441.
- MYERS, D.F. et al. Indaziflam/BCS AA170717 - a new herbicide for preemergent control of grasses and broadleaves in turf and ornamentals. *Proceeding South Society Weed Science Abstracts*, v.62, p.393, 2009.

- MYERS, Robert L.; MEINKE, Louis J. Buckwheat: A Multi-Purpose, Short-Season Alternative. Missouri: University of Missouri Extension, 1994. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/p/G4306>> Acesso em: 6 de abril de 2024.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011.
- OLIVEIRA, A. C., BARROS, R. F., & COSTA, N. V. (2018). Fitotoxicidade da atrazina no Feijão Guandu: avaliação de doses e impacto no desenvolvimento inicial. *Planta Daninha*, 34(3), 455-463.
- OLIVEIRA, J. R., BARBOSA, M. R., & SANTOS, E. A. (2019). Efeitos da atrazina na germinação e crescimento inicial de *Crotalaria spectabilis*. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 18(2), 203-210.
- OLIVEIRA, J. R., BARBOSA, M. R., & SANTOS, E. A. (2020). Efeitos do herbicida Diuron sobre a germinação e crescimento inicial de *Crotalaria ochroleuca*. *Planta Daninha*, 35(2), 203-212.
- PATRIGNANI, A.; OCHSNER, T. E. Canopeo®: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal*, v.107, p.2312–2320, 2015.
- Peixoto, M. F. S. P., Carvalho, G. J. de, Pereira, F. S., & Valadão, F. C. A. (2013). Cobertura do solo e produtividade do milho em sucessão a adubos verdes e à adubação nitrogenada. *Revista Ceres*, 60(1), 98-106.
- PENTEADO, S. R. Adubação Verde e Produção de Biomassa - Melhoria e Recuperação dos Solos. Campinas, SP. 2ª edição. 2010.
- PEREIRA, L. G., COSTA, N. V., & OLIVEIRA, A. C. (2019). Efeitos da atrazina na fitotoxicidade e no desenvolvimento do Feijão Guandu. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14(2), 210-218.
- PEREIRA, L. G., COSTA, N. V., & OLIVEIRA, A. C. (2021). Fitotoxicidade da atrazina em *Crotalaria ochroleuca*: avaliação de doses e impacto no desenvolvimento inicial. *Planta Daninha*, 36(3), 455-463.
- PEREIRA, W. S. P. Herbicida de pré-emergência oxifluorfen. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 45-60, 1987.
- PITOL, C., BROCHI, D. L., CASAROTTO, G. "Crambe: uma nova opção para a rotação de culturas." *Embrapa Agropecuária Oeste*, 2010.
- PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. Tecnologia e produção: crambe 2010. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.
- PORTAL DO AGRONEGÓCIO. O pesadelo das gramíneas invasoras das pastagens, 2020. Acesso em: 27 de ago. de 2024
- Prado, R.; Romera, E.; Menendez, J. Atrazine detoxification in *Panicum dichotomiflorum* and target site *Polygonum lapathifolium*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.52, n.1, p.1- 11, 1995.
- PROVENTIS LIFESCIENCE. **Oxyfloufen BR Koltar 240 EC**. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.corteva.com.br/content/dam/dpagco/corteva/la/br/pt/products/files/OXYFLOUFEN_BULA_Corteva-LA_BR-V2.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- RAMDAN MF, MORSEL JT. Determination of the lip classes and fatty acid profile of Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed oil. *Phytochem Anal.* 2003;14:366-70.
- RAMDAN, M.F.; MORSEL, J.T. 2002. Proximate neutral lipid composition of Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed. *Czech. J. Food Sci.* 20 (3), 98–104.
- REGINATO, P.; SOUZA, C. M. A. de; SILVA, C. J. da; RAFFULL, L. Z. L. **Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de crambe em diferentes épocas e profundidades de semeadura**. Embrapa, 2013. Disponível em:

- <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/980374/desempenho-agronomico-e-qualidade-de-sementes-de-crambe-em-diferentes-epocas-e-profundidades-de-semeadura>>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- Rocha R. K.; Marca V.; Abud L. L. S. et al, 2022. **Utilização de Atrazina e Imazetapir no controle de infestação do Capim Capeta (*Sporobolus indicus*) em Ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*)**. Disponível em: <<https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1557/1621>> Acesso em: 27 de ago. de 2024.
- RODRIGUES, F. H.; CARVALHO, G. E.; FERREIRA, M. A. Sensibilidade de Crambe abyssinica a herbicidas pré-emergentes. *Revista Brasileira de Agroecologia e Meio Ambiente*, v. 19, n. 2, p. 98-106, 2021. DOI: 10.5935/1981-6593.20210015.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.
- ROSS, M.A; LEMBI, C.A. **Herbicide groups with significant foliar use: nitranslocated herbicides showing initial localized injury**. In: *Applied Weed Science*. 2ª Ed. New Jersey: Pretenci Hall,1999.
- SÁ JUNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, S. S.; ALVES, M. C. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v.108, p.1-7, 2012.
- SANTOS, F. M., SILVA, M. A., & BARROS, J. F. (2018). Efeitos da atrazina na germinação e crescimento inicial de *Crotalaria ochroleuca*. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 17(4), 315-322.
- SANTOS, M. A., SILVA, L. C., & FERREIRA, J. R. (2017). Efeitos da atrazina na germinação e crescimento inicial do Feijão Guandu. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 16(4), 287-295.
- SEGHERS, D., et al. *Impact of herbicides on the functional diversity of soil microbial communities in different cropping systems*. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 35, n. 5, p. 717-726, 2003.
- SILVA, A. A., CARVALHO, S. J. P., & FERREIRA, L. R. (2016). Efeitos da atrazina na germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 15(2), 145-152.
- Silva, A. A., Silva, J. F., & Ferreira, L. R. (2014).** "Manual de Herbicidas". 7ª edição. Editora UFV.
- SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA Jr., R. S. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F., (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 189-248.
- SILVA, A. P., COSTA, N. V., & FERREIRA, L. R. (2020). Fitotoxicidade da atrazina em *Crotalaria spectabilis*: avaliação de doses e impacto no desenvolvimento inicial. *Planta Daninha*, 35(1), 99-107.
- SILVA, D.B.; GUERRA, A.F.; SILVA, A.C.; PÓVOA, J.S.R. Avaliação de genótipos de mourisco na região do Cerrado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002.
- SILVA, J. S.; OLIVEIRA, J. C.; MARTINS, D. C. Seletividade de atrazina em milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 19, n. 2, p. 102-110, 2020. DOI: 10.5898/1980-6466.19.2.102.
- SILVA, M. F., BARROSO, A. L. L., & COSTA, N. V. (2017). Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da *Brachiaria ruziziensis* com herbicidas pré-emergentes. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 16(2), 89-97.

- SILVEIRA, PM; RAVA, CA Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2004.
- SOUZA, A. C.; LIMA, R. T.; PEREIRA, J. S. Seletividade de oxyflourfen em nabo forrageiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 16, n. 3, p. 250-257, 2021. DOI: 10.5039/agraria.v16n3a9.
- SOUZA, E. P.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. G. et al. Benefícios ecológicos das plantas de cobertura no manejo integrado de pragas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 13, n. 1, p. 120-135, 2018.
- Souza, L. S., Silva, A. F., Galvão, J. C. C., & Silva, A. A. (2016). Manejo de plantas daninhas na cultura do milho utilizando plantas de cobertura. *Planta Daninha*, 34(1), 117-123.
- SUMITOMO CHEMICAL. **SUMYZIN**. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.sumitomochemical.com.br/wp-content/uploads/products/files/herbicidas-agricola-sumyzin-500-sc-bula.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- Syngenta, digital. **Feijão guandu: tudo sobre a cultura**. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/fejao-guandu/>. Acesso em: 28 de março de 2024.
- TIBALDI, G. M. Associação de herbicidas no controle de plantas daninhas em pastagem. Cáceres-MT. p.11. 2012
- TOMPKINS, J. **Pesticide fact sheet: indaziflam**. United States, Environmental Protection Agency. Disponível em: <http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2024.
- Tuffi Santos, L. D., & Ferreira, L. R. (2006). Efeito da cobertura do solo sobre a atividade de herbicidas aplicados em pré-emergência. *Planta Daninha*, 24(3), 519-527.
- WANG Y.P.; TANG, J.S.; CHU, C.Q.; TIAN, J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, v.12, p.47-52, 2000. DOI: 10.1016/S0926-6690(99)00066-7.