

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS - CAMPUS SÃO JOÃO
EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Heraldo Carlos Perpetuo Damaceno

**AVALIAÇÃO DE TOLERÂNCIA AO HERBICIDA SEQUENCE DO CLONE
DE EUCALIPTO AEC 144**

São João
Evangelista 2025

HERALDO CARLOS PERPETUO DAMACENO

**AVALIAÇÃO DE TOLERÂNCIA AO HERBICIDA SEQUENCE DO CLONE
DE EUCALIPTO AEC 144**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Minas Gerais – Campus São João
Evangelista como exigência parcial
para obtenção do título de bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alisson José
Eufrásio de Carvalho.

São João
Evangelista 2025

D155a Damaceno, Heraldo Carlos Perpetuo.

Avaliação de tolerância ao herbicida sequense do clone de eucalipto AEC 144/Heraldo Carlos Perpetuo Damaceno – 2025.

30f.: il.

Orientador: Dr. Alisson José Eufrásio de Carvalho.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2025.

1. Manejo de herbicidas. 2. Glyphosate. 3. S-metalacloro. 4. Adubação foliar. I. Damaceno, Heraldo Carlos Perpetuo. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 634.97342

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

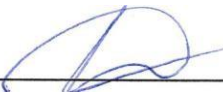
Heraldo Carlos Perpetuo Damaceno

**AVALIAÇÃO DE TOLERÂNCIA AO HERBICIDA SEQUENCE DO CLONE
DE EUCALIPTO AEC 144**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Minas Gerais — Campus São João
Evangelista como requisito parcial para
a obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alisson José
Eufrásio de Carvalho.

Aprovada em 28 /02/2025 pela banca examinadora:



Prof. Dr. Alisson José Eufrásio de Carvalho— IFMG (Orientador)



Prof. Dr. Jarbas Magno Miranda – IFMG



Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos - IFMG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda à minha família, meus pais e meu irmão agradeço por acreditarem em mim pelo incentivo constante na realização deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador e a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

RESUMO

O cultivo de eucalipto desempenha um papel fundamental na economia brasileira, sendo amplamente utilizado na produção de celulose, madeira e biomassa. Durante as fases iniciais do cultivo, a competição com plantas daninhas pode comprometer o crescimento das mudas, exigindo o uso de herbicidas. Este estudo avaliou o impacto do herbicida Sequence (glyphosate + S-metolacoloro) no crescimento do clone AEC 144 de eucalipto e a eficácia da adubação foliar na mitigação dos efeitos fitotóxicos. O experimento foi realizado no município de São João Evangelista-MG, sob delineamento em blocos casualizados com cinco doses do herbicida (0, ¼, ½, ¾ e 1x a dose recomendada) e presença ou ausência de adubação foliar, totalizando dez tratamentos. Foram avaliadas as variáveis biométricas altura, diâmetro do caule, teor de clorofila (SPAD) e massa da matéria seca das raízes e da parte aérea, aos 60 e 120 dias após a aplicação do herbicida. Os resultados evidenciaram que o herbicida reduziu significativamente ($p \leq 0,05$) a altura e o diâmetro do caule das plantas. A altura média das plantas tratadas foi 35,1% menor em relação à testemunha, e a maior redução no diâmetro (16,6%) ocorreu na dose ½. A massa da matéria seca de raiz também foi reduzida com o aumento das doses do herbicida. Embora nenhuma planta tenha morrido, sintomas visíveis de intoxicação foram observados, e a recuperação parcial ocorreu aos 120 dias. A adubação foliar não mitigou os efeitos do herbicida. O teor de clorofila (SPAD) não apresentou variação significativa entre os tratamentos. Conclui-se que a aplicação do herbicida Sequence comprometeu o crescimento do clone AEC 144 de eucalipto, reduzindo altura, diâmetro do caule e massa da matéria seca radicular. A adubação foliar não foi eficiente para reduzir os efeitos fitotóxicos, indicando a necessidade de manejo criterioso do herbicida para evitar prejuízos ao desenvolvimento das plantas. O clone de eucalipto AEC 144 evidencia sensibilidade ao herbicida Sequence.

Palavras-chave: Manejo de herbicidas. Glyphosate. S-metolacoloro. Adubação foliar

ABSTRACT

The cultivation of eucalyptus plays a fundamental role in the Brazilian economy, being widely used in the production of pulp, wood, and biomass. During the early stages of cultivation, competition with weeds can compromise seedling growth, requiring the use of herbicides. This study evaluated the impact of the herbicide Sequence (glyphosate + Smetolachlor) on the growth of the AEC 144 eucalyptus clone and the efficacy of foliar fertilization in mitigating phytotoxic effects. The experiment was conducted in the municipality of São João Evangelista-MG, under a completely randomized design with five herbicide doses (0, 1/4, 1/2, 3/4, and 1x the recommended dose) and the presence or absence of foliar fertilization, totaling ten treatments. Biometric variables such as height, stem diameter, chlorophyll content (SPAD), and dry mass of roots and shoots were assessed at 60 and 120 days after herbicide application. The results showed that the herbicide significantly ($p \leq 0.05$) reduced plant height and stem diameter. The average height of treated plants was 35.1% lower than the control, and the greatest reduction in diameter (16.6%) occurred at the 1/2 dose. Root dry mass also decreased with increasing herbicide doses. Although no plants died, visible symptoms of intoxication were observed, and partial recovery occurred at 120 days. Foliar fertilization did not mitigate the herbicide's effects. Chlorophyll content (SPAD) showed no significant variation among treatments. It is concluded that the application of the herbicide Sequence compromised the growth of the AEC 144 eucalyptus clone, reducing height, stem diameter, and root mass. Foliar fertilization was not effective in reducing phytotoxic effects, indicating the need for careful herbicide management to prevent damage to plant development. The AEC 144 eucalyptus clone demonstrated sensitivity to the herbicide Sequence.

Keywords: Herbicide management. Glyphosate. S-metolachlor. Foliar fertilization.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Características físico-químicas das amostras de solo utilizadas no experimento..... | 16 |
| Tabela 2 - Escala de notas utilizada para avaliação dos sintomas de intoxicação. | 16 |
| Tabela 3. Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto..... | 17 |
| Tabela 4. Altura e diâmetro de eucalipto clonem AEC 144 submetido a diferentes doses do herbicida glyphosate + s-metolacoloro..... | 18 |
| Tabela 5. Altura de eucalipto avaliado até os 120 dias após o transplântio das mudas com aplicação de do herbicida glyphosate + s-metolacoloro..... | 20 |
| Tabela 6. Diâmetro de eucalipto avaliado até os 120 dias após o transplântio das mudas com aplicação de do herbicida glyphosate + s-metolacoloro..... | 20 |
| Tabela 7. Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto..... | 21 |
| Tabela 8. Massa da matéria seca da parte aérea e radicular, níveis de intoxicação e teor de clorofila de mudas de eucalipto submetido a doses do herbicida glyphosate + s-metolacoloro..... | 22 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 09 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 2.1 | Manejo de plantas daninhas em cultivos agrícolas | 11 |
| 2.2 | Uso de herbicidas na cultura do eucalipto..... | 12 |
| 2.3 | Adubação foliar..... | 13 |
| 3 | METODOLOGIA | 14 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 17 |
| 4.1 | Altura e diâmetro..... | 17 |
| 4.2 | Massa da matéria seca parte aérea..... | 21 |
| 5 | CONCLUSÕES | 24 |
| | REFERÊNCIAS | 25 |

1 INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto (*Eucalyptus spp.*) é utilizada em vários segmentos no Brasil. A adaptabilidade edafoclimática, o rápido crescimento e à aptidão do material extraído promove progressivamente a expansão do seu cultivo no país (RODRIGUES *et al.*, 2021). Em 2022, a área plantada de eucalipto era aproximadamente 7,5 milhões de hectares, correspondendo a 77,3% da área total de florestal plantada (PEVS/IBGE, 2024).

O melhoramento genético possibilita a obtenção de clones mais produtivos, beneficiando toda a cadeia produtiva. Esse avanço impulsiona a geração de empregos e contribui para a melhoria da qualidade de vida das famílias envolvidas nas atividades relacionadas à cultura do eucalipto, tanto nas propriedades rurais quanto nos locais onde a madeira é beneficiada (OLIVEIRA, 2021).

Contudo, apesar do gênero apresentar espécies de rápido crescimento e de boa competitividade quanto ao seu estabelecimento no campo, isso não o isenta da interferência das plantas espontâneas, tendo como consequência o decréscimo quantitativo e qualitativo da sua produção (NETO *et al.*, 2021). A presença de plantas espontâneas tem sido um dos maiores desafios encontrados no seu cultivo. Além de competir nutricionalmente com a cultura, podem dificultar os tratos culturais e a colheita. Quando se faz necessário, o controle pode ser realizado adotando diferentes métodos, de forma isolada ou combinada (TOLEDO, 2003).

Por sua praticidade, o método químico é o mais utilizado, pois permite resultado mais rápido, eficiente e mais prolongado. Possibilita, ainda, o controle das plantas espontâneas em pré e pós-emergência (SILVA, 2022). Entretanto, a aplicação desse método deve ser criteriosa, uma vez que o uso indiscriminado pode induzir a seleção de plantas-alvo tolerantes ou resistentes. Esse processo compromete a eficiência do controle, tornando o método previamente considerado eficaz e de baixo custo inadequado para mitigar os danos causados pela população-alvo (SANTOS *et al.*, 2005).

De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT), existem 315 herbicidas registrados para eucalipto no Brasil, sendo o glyphosate o de maior abrangência (BRASIL, 2025). O glyphosate + s-metolacloro apresentam mecanismos de ação dos inibidores da divisão celular e inibidores da EPSPs (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase), e é utilizado em pré-plantio ou em jato dirigido em eucalipto. Além da importância do manejo de plantas espontâneas, estratégias complementares, como a adubação foliar,

desempenham um papel crucial no equilíbrio nutricional das plantas.

Utilizada frequentemente como complemento à adubação mineral, a adubação foliar tem ganhado destaque por fornecer micronutrientes que promovem maior crescimento, melhor adaptação das mudas ao campo e redução das perdas pós-plantio (SOUSA, 2013). A adubação foliar contribui para um melhor desenvolvimento do eucalipto, tornando a planta mais saudável e menos suscetível à ação de herbicidas. Neste sentido, os fertilizantes foliares podem ser utilizados como protetores de culturas e auxiliar no manejo de plantas daninhas em áreas florestais (CARRERO *et al.*, 2018; MACHADO *et al.*, 2017). Entretanto, a maioria dos herbicidas registrados não é seletiva para o eucalipto e, quando aplicados em pós-emergência, mesmo em aplicações direcionadas, podem causar fitotoxicidade e alterações no crescimento das plantas (MINOGUE *et al.*, 2018). Em virtude da heterogeneidade de espécies de plantas espontâneas, muitos desses produtos são utilizados em misturas (RABELO, 2019).

Perante ao exposto, objetivou-se avaliar a tolerância do clone de eucalipto AEC 144 ao herbicida Sequence (glyphosate + S-metolacoloro), associado à aplicação de fertilizante foliar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente o gênero *Eucalyptus* está entre as espécies florestais cultivadas em maior escala no mundo, pelas condições climáticas, avanço nas tecnologias de produção tais como novas técnicas de manejo e melhoramento genético, vem contribuindo para o aumento da produtividade (ELLIET *et al.*, 2020). Juntamente com o crescimento das áreas de cultivo, a utilização de produtos químicos acompanha essa evolução, sendo necessário à avaliação do uso, e eficiência de aplicação.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2024), a área de cultivo de eucalipto no Brasil em 2022 era de aproximadamente 7,5 milhões de hectares. Minas Gerais é o estado com a maior área de floresta plantada (22% do total) em 2022, quase inteiramente formada por florestas de eucaliptos (97%). Os cinco estados com maior área de floresta plantada sendo eles : Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, representavam 80% do total de florestas plantadas no Brasil.

O conceito de sustentabilidade faz com que os produtores busquem produzir de forma sustentável utilizando recursos naturais de forma mais consciente, o setor madeireiro atua há anos produzindo papel higiênico, móveis, livros e embalagens. Produtos esses que são de matéria prima renovável e estão presentes nos sistemas agroflorestais (AMORIM *et al.*, 2021).

2.1 Manejo de plantas daninhas em cultivos agrícolas

As plantas espontâneas representam um fator de grande relevância, pois, possuem alta capacidade de competição causando problemas para a cultura e conseqüentemente prejuízos financeiros (CARVALHO, 2013). Plantas espontâneas são plantas que se desenvolvem com a cultura de interesse econômico, elas possuem muitos mecanismos que às proporcionam alta capacidade de se manterem presentes nas áreas, isso faz com que elas sejam boas competidoras e tolerem condições as quais outras plantas teriam dificuldade para sobreviver.(CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2003; LONDERO *et al.*, 2012).

As espécies *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria insularis* e *Brachiaria brizantha*, estão entre as principais plantas infestantes das áreas de eucalipto, reflexo do aumento da substituição de áreas de pastagens por plantios de eucalipto (DINARDO *et al.*, 2003).

O capim colchão possui no Brasil três espécies, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria ciliaris* e *Digitaria sanguinalis*, amplamente encontradas em áreas de produção agrícola (CANTO-DOROW, 2001; DIAS *et al.*, 2007). O glyphosate apresenta um bom controle dessas plantas com até dois perfilhos (PLACIDO, 2019). No Brasil, foram identificados alguns casos de resistência em locais com sucessivas aplicações de herbicidas inibidores da Acetil Co-A (OVEJERO *et al.*, 2007).

O controle químico de *Brachiaria* em pós-emergência pode sofrer influência de fatores como o tamanho das plantas no momento da aplicação. O sucesso do controle está relacionado ao estágio de desenvolvimento das plantas (MARQUES *et al.*, 2011). Além da competição por nutrientes as plantas podem competir por luz e água, podem exercer pressão alelopática, favorecer incêndios. (SANTOS *et al.*, 2020).

O capim-amargoso é uma das espécies infestantes de áreas de cultivos que apresentam maior dificuldade de controle devido a sua velocidade de crescimento e sua alta adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas (SILVA *et al.*, 2017). Os herbicidas têm grande importância no controle de plantas invasoras, mas o uso sucessivo como única forma de controle tem favorecido ao aparecimento de plantas resistentes ou tolerantes como é caso do capim-amargoso (MELO *et al.*, 2017).

O controle de plantas espontâneas se faz importante, pois, é fator que pode comprometer a produtividade competindo com a cultura por nutrientes e recursos hídricos (VARGAS *et al.* 2018). Atualmente as gramíneas são as maiores causadoras de problemas, por serem bem

adaptadas ao nosso clima, com alta capacidade de competição e fácil dispersão de propágulos (BACHA *et al.* 2016).

As práticas de controle de plantas espontâneas têm como objetivo aumentar a produtividade da cultura, diminuindo fatores como competição por água e nutrientes que podem comprometer a produção, esse manejo pode levar a um incremento de 25% no valor de instalação e condução do plantio (ARAUJO NETO *et al.*, 2021).

2.2 Uso de herbicidas na cultura do eucalipto

Logo após o transplante a muda de eucalipto possui boa competição por nutrientes, porém tem seu desenvolvimento prejudicado pela presença de plantas espontâneas. A utilização de herbicidas pré-emergente auxilia no controle das invasoras, diminuindo a competição, possibilitando que a cultura apresente maior desenvolvimento no início do ciclo produtivo (FERREIRA *et al.*, 2020).

O glyphosate é um dos herbicidas mais utilizados devido a sua capacidade de combater inúmeras espécies de plantas espontâneas, porém, sua deriva pode causar intoxicação na cultura do eucalipto e gerar perdas de produtividade (TIBURCIO *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2014). Uma das maneiras encontradas para diminuir esse problema foi a desrama precoce que diminui a possibilidade de contato do produto com os ramos mais baixos das plantas (MACHADO *et al.*, 2014) e utilizar produtos que controle as plantas invasoras e que seja seletivo para o eucalipto (TIBURCIO *et al.*, 2010).

Com mecanismo de ação sistêmico e não havendo seletividade, o glyphosate é utilizado em aplicações dirigidas, com bomba costal ou pulverizadores de barra protegida, apesar dos cuidados na aplicação, ainda apresenta riscos de deriva do produto podendo causar intoxicação das plantas (SANTOS *et al.*, 2006). Alguns fatores podem interferir no processo de aplicação de herbicidas causando deriva podendo estar relacionada com a técnica e o equipamento utilizado, concentração do produto e condições climáticas no momento da aplicação (TIBURCIO; FERREIRA; PAES; MELO; MEDEIROS *et al.*, 2012).

Mesmo com o surgimento de novas moléculas herbicidas que são específicas para culturas florestais, ainda são utilizados produtos que não são específicos para a cultura, o que pode acarretar problemas de intoxicação quando não se avalia a forma de aplicação e o estágio de desenvolvimento das plantas (TIBURCIO *et al.*, 2012).

Oglyphosate destaca-se como o mais relevante, amplamente recomendado para o controle de plantas daninhas em pós-emergência. Sua aplicação abrange diversas culturas agrícolas e florestais, incluindo ameixa, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citrus, maçã, nectarina, pera, pêsego, uva, pastagem, pinus e eucalipto, devido à sua eficácia no manejo de espécies indesejáveis (AGROFIT, 2025).

A utilização de herbicidas para controle pré-emergente pode ocasionar fitotoxicidade em mudas de eucalipto (TAKAHASHI, 2007), esse efeito pode se apresentar pela dosagem, material genético, e método de aplicação (SCHRODER; ZANELLA, 2008). A mistura do glyphosate e s-metaclo-ro tem sido utilizado em pós- emergência de plantas daninhas na cultura do eucalipto. Essa mistura origina um produto de ação sistêmica atuando nas espécies encontradas na área, e por conter o s-metaclo-ro apresenta efeito residual sobre a germinação de novas plantas daninhas (BRASIL, 2022)

Entre as moléculas herbicidas registradas para a cultura do eucalipto, as graminicidas com seu poder residual ganham destaque em função do grande banco de sementes dessa espécie de planta. E possuem ênfase no controle de *Digitaria* sp. e *Brachiaria* sp, porém grande parte das moléculas não possuem seletividade à cultura do eucalipto podendo gerar danos (MINOGUE *et al.*, 2018).

2.3 Adubação foliar

A adubação foliar é uma das ferramentas importantes para que haja uma gestão produtiva e sustentável, no entanto é preciso compreender fatores que influenciam a eficiência para que se obtenha melhores resultados. Possui resposta mais rápida e eficiente quando comparado à adubação realizada no solo, pois os nutrientes podem ser aplicados diretamente no tecido da planta em momentos críticos (FERNÁNDEZ *et al.*, 2015).

A adubação foliar tem se desenvolvido intensamente nos últimos anos, e sendo utilizada em inúmeras culturas de interesse econômico. Pois com os avanços científicos foi possível compreender a dinâmica dos nutrientes ao entrarem na planta, e a melhoria da diagnose de deficiência nutricional através análise química do tecido foliar (MOCELLIN, 2004).

A utilização da adubação foliar possibilita que as plantas obtenham um maior desenvolvimento e futuramente maior rendimento no campo (BACHA *et al.* 2016). Tornando-as mais saudáveis para que possam tolerar o contanto com a deriva de moléculas químicas,

assim podendo ser utilizado como auxiliares dentro do manejo e controle de plantas espontâneas (BACHA *et al.* 2016).

A utilização de adubo via foliar visa complementar a nutrição mineral das plantas para que possam alcançar seu maior potencial produtivo, sendo indicada também para manter ou aumentar a concentração de determinados nutrientes nas folhas (SOUZA *et al.*, 2008).

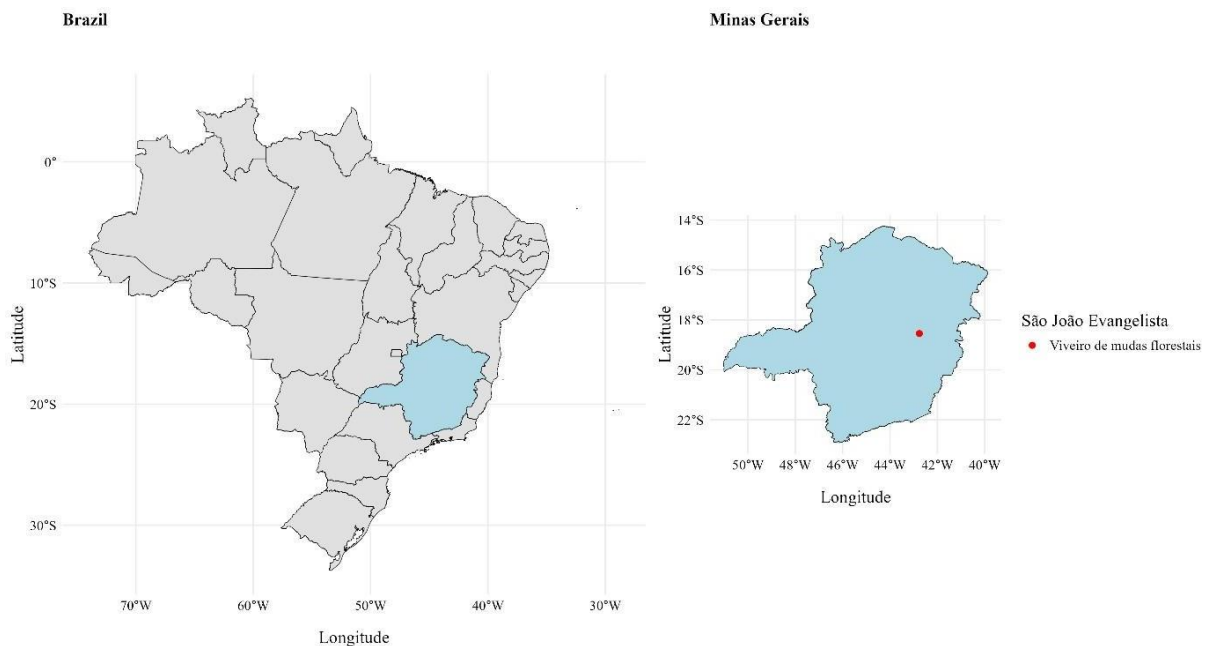
O fornecimento de minerais via adubação foliar pode influenciar no melhor desenvolvimento de diversas culturas, proporcionando maior produção e plantas mais equilibradas nutricionalmente (FARINELLI *et al.*, 2006). A adubação foliar consiste em fornecer para as plantas nutrientes pelas folhas em quantidade e qualidade buscando aumento da produção e melhor desenvolvimento das plantas (GHILARDI *et al.*, 2013).

3 METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no setor Viveiro de mudas florestais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista (IFMG – SJE), município de São João Evangelista – MG (Latitude: 18° 32' 46" S, Longitude: 42° 45' 35" W) (IBGE, 2018) (Figura 1). O experimento foi conduzido no período de fevereiro a julho de 2020.

Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta características climáticas distintas, específicas para região de clima tropical, sendo o inverno seco e o verão chuvoso, tendo uma temperatura média mínima de 21 °C e sua média máxima de 27 °C por ano, a altitude média é de 692 m, com uma precipitação anual de certa de 1180 mm (SILVA, 2013).

Figura 1 – Local de condução do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Os tratamentos foram atribuídos sob delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4×2 , com cinco repetições. O primeiro fator foi constituído pelo tratamento controle (sem herbicida) mais o herbicida Sequence[®] - glyphosate ($265, 7 \text{ g L}^{-1}$) + S-metolachlor ($353,8 \text{ g L}^{-1}$) com dose comercial de 6 L ha^{-1} nas doses correspondentes a: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ e 1 vezes a dose comercial recomendada para a cultura (AGROFIT, 2019), com volume de calda de 150 L ha^{-1} . O segundo fator foi composto pela aplicação e ausência de aplicação do adubo foliar CROP[®] (composição em g L^{-1} de 78; 13; 40,3; 1,17; 0,78; 16,9; 13; 14,3; 0,52 e 29,9, respectivamente, para C, N, S, B, Co, Fe, Cu, Mn, Mo e Zn).

As mudas de eucalipto, do clone AEC 144, com 45 dias de idade foram transplantadas para vasos com capacidade para 25 litros. O solo utilizado foi previamente submetido à análise química (Tabela 1), e a adubação realizada conforme recomendação para a cultura (RIBEIRO *et al*, 1999). A aplicação dos herbicidas foi realizada sobre as mudas 30 dias após o transplante, com pulverizador costal elétrico (Yamaha FT5[®], com capacidade de 5 L). A adubação foliar foi realizada com pulverizador costal elétrico na dose de 500 mLha^{-1} , sendo aplicado sobre as mudas uma hora antes da aplicação dos herbicidas.

Tabela 1- Características físico-químicas das amostras de solo utilizadas no experimento.

| Matéria Orgânica (%) | Areia (%) | Silte (%) | Argila (%) | Classe de Textura | |
|--|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| -----%----- | | | | | |
| 0,87 | 65 | 11 | 24 | Solo Arenoso | |
| pH (H₂O) | K⁺ | Ca²⁺ | Mg²⁺ | Al³⁺ | H + Al |
| ----- cmol _c /dm ³ ----- | | | | | |
| 5,9 | 60 | 2,05 | 0,95 | 0 | 2,03 |

Extrator PK Mehlich 1; Extrator Ca-Mg-Al: KCl-1 mol/L; Extrator H + Al-Acetato de Cálcio 0,5 mol/L- pH 7,0; Matéria orgânica = C.Org × 1724-Walkley-Black.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

As variáveis altura (ALT) e diâmetro do caule (DIAM) foram medidas no dia da aplicação do herbicida e, após 120 dias, os incrementos foram calculados com base na diferença entre as medidas finais e iniciais. As medidas de incremento (entre a final e a inicial) foram utilizadas nas análises e tabelas. A altura foi medida com régua e o diâmetro do caule com paquímetro digital.

A massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) foi coletada 120 dias após a aplicação dos herbicidas e colocada em estufa de circulação forçada a 60 °C até peso constante. O teor de clorofila (índice SPAD) foi medido com clorofilômetro (SPAD-502 PLUS).

Os sintomas de intoxicação (INTO) foram medidos por meio de avaliação visual, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos herbicidas (VELINE; OSIPE; GAZZIERO, 1995), atribuindo-se notas de 0 (sem sintomas de intoxicação) a 100% (morte da planta), conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Escala de notas utilizada para avaliação dos sintomas de intoxicação.

| Porcentagem (%) | Grau de intoxicação |
|------------------------|--|
| 0-40 | Nenhum sintoma visível de intoxicação. |
| 1-10 | Sintomas muito leves, como leve descoloração ou clorose nas folhas mais jovens. |
| 11-30 | Sintomas leves, incluindo clorose mais pronunciada e início de necrose em áreas limitadas. |
| 31-60 | Sintomas moderados, com necrose evidente, redução no crescimento e possível murcha. |
| 61-90 | Sintomas severos, como necrose extensa, deformações significativas e comprometimento do desenvolvimento da planta. |
| 91-100 | Morte da planta ou sintomas que indicam morte iminente. |

Fonte: Adaptado de Veline; Osipe; Gazziero, 1995

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias, quando significativas, comparadas segundo o Teste de Tukey, a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Altura e diâmetro

As variáveis ALT e DIAM apresentaram resultado significativo ($p \leq 0,05$) para as fontes de variação dose, período e da interação dose x período (Tabela 3). As demais fontes de variação para ambas as variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto.

| FV | GL | QM | |
|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| | | ALT | DIAM |
| Bloco | 4 | 147,8879 | 147,8879 |
| Dose | 3 | 797,9831** | 797,9831** |
| Crop | 1 | 24,7039 ^{ns} | 24,7039 ^{ns} |
| Período | 3 | 1102,2218** | 1102,2218** |
| Dose x Crop | 3 | 26,1116 ^{ns} | 26,1116 ^{ns} |
| Dose x Período | 9 | 122,6357** | 122,6357** |
| Crop x Período | 3 | 22,3225 ^{ns} | 22,3225 ^{ns} |
| Dose x Crop x Período | 9 | 25,4239 ^{ns} | 25,4239 ^{ns} |
| Erro | 124 | 17,2968 | 2,9148 |
| Total | 159 | | |
| CV (%) | | 118,97 | 19,22 |

^{ns} não significativo pelo teste F a 5 %; ** significativo a 1 % pelo teste F; ALT: Altura parte aérea; DIAM:

Diâmetro do coleto.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

A aplicação do herbicida glyphosate + s-metolaclo-ro influenciou no crescimento das plantas de eucalipto. Houve uma redução média de 35,1 % no crescimento das plantas expostas ao herbicida (Tabela 4). A menor dose do herbicida proporcionou a menor redução do crescimento das plantas em relação à testemunha. Portanto, a aplicação deste herbicida deve ser controlada para evitar a ocorrência de deriva do produto, principalmente pela presença do princípio ativo glyphosate na formulação.

Tabela 4. Altura e diâmetro de eucalipto clonem AEC 144 submetido a diferentes doses do herbicida glyphosate + s-metolaclo-ro.

| Doses herbicida | ALT (cm) | DIAM (cm) |
|---------------------|----------|-----------|
| Testemunha | 38,1 a | 5,06 a |
| ¼ da dose comercial | 26,7 b | 4,61 ab |
| ½ da dose comercial | 25,2 b | 4,31b |
| Dose comercial | 22,1 c | 4,56 ab |

ALT: Altura parte aérea; DIAM: Diâmetro do coleto. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Santos *et al.* (2005), ao estudarem a simulação de deriva em eucalipto, constataram que a manifestação dos sintomas estava associada à quantidade de produto que entrou em contato com as plantas. Além disso, necroses e cloroses foliares foram identificadas já no quinto dia após a aplicação. Os autores relataram que, aos 45 dias após a aplicação (DAA), as plantas tratadas com doses de 172,8 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram recuperação, evidenciada pela emissão de novas brotações, embora os sintomas de intoxicação permanecessem nas partes mais velhas das plantas. O herbicida Sequence apresenta na sua composição 265,7 g L⁻¹ de glyphosate, sendo recomendado a dose de 4,8 a 6 L ha⁻¹, isto é 1,2 a 1,6 kg ha⁻¹, dose superior à apresentada pelos autores citados anteriormente.

As plantas de eucalipto em contato com o glyphosate apresentam seu crescimento comprometido, sendo a amplitude da redução do crescimento dependente da dose de glyphosate a que a planta foi submetida. O resultado do presente estudo corrobora com os resultados encontrados em outros experimentos (SANTOS; FERREIRA; MEIRA; BARROS; FERREIRA; MACHADO, 2005).

A aplicação do herbicida glyphosate + s-metolaclo-ro influenciou no diâmetro das plantas de eucalipto. As doses ¼ da dose comercial e a dose comercial não se diferenciou

estatisticamente da testemunha. A dose $\frac{1}{2}$ da dose comercial apresentou o menor valor, sendo 16,6 % inferior à testemunha (Tabela 4) .

Algumas plantas possuem mecanismos de resistência ou tolerância que são mais eficazes em doses altas, como a ativação de enzimas que metabolizam o herbicida, enquanto em doses muito baixas, os efeitos são insuficientes para causar sintomas visíveis. Além disso, a translocação do herbicida dentro da planta pode ser mais eficiente ou afetar tecidos sensíveis de forma mais significativa nas doses intermediárias, resultando em sintomas de intoxicação (MARCHI; MARCHI; GUIMARÃES, 2008).

No estudo de Santos *et al.* (2005), os autores constaram que aos 180 dias após a aplicação, os sintomas visuais de intoxicação por glyphosate não são mais perceptíveis no eucalipto. Contudo, a dose adotada pelos autores foi de 1440 g.ha⁻¹ e volume de calda de 90 L ha⁻¹. Enquanto nesse estudo a dose foi de 1600 g.ha⁻¹ e volume de calda de 150 L ha⁻¹. Portanto, no presente trabalho, as mudas do clone AEC 144 tiveram maior tolerância ao glifosate. Ao inibir EPSPs e bloquear a via do chiquimato , o glyphosate inibe a biossíntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano necessários para a síntese de proteínas pelas plantas (FRANZ *et al.*, 1997), que são essenciais para o crescimento e sobrevivência das plantas (HERRMANN, 1995).

Em todas as avaliações (30, 60, 90 e 120 dias) sob as diferentes doses, observa-se variação na ALT e no DIAM das plantas do clone AEC 144 com aplicação de glyphosate + smetolaclopro (Tabela 6 e 7). Essa variação ao longo do tempo sugere que o impacto do tratamento pode ser cumulativo ou dependente da idade das plantas. Nos estágios iniciais, as plantas podem apresentar uma maior tolerância devido à menor demanda metabólica, enquanto nos estágios posteriores, a sensibilidade pode aumentar, possivelmente devido a alterações fisiológicas associadas ao crescimento e desenvolvimento da planta, bem como ocorrer a recuperação das plantas (SANTOS, 2006).

As espécies de eucalipto *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. pellita* e *E. grandis* após o contato com deriva simulada do glyphosate nas doses 172,8 e 345,6 g ha⁻¹ apresentaram redução da altura das plantas ao longo do período de 45 dias após a aplicação do produto. A espécie *E. resinífera* teve um ganho maior de diâmetro quando comparadas à deriva do produto nas doses 172,8 e 345,6 g ha⁻¹ (SANTOS *et al.*, 2006). No mesmo trabalho desses autores, plantas de eucalipto que foram submetidas à deriva do glyphosate em dosagens acima de 86,4 g ha⁻¹ sofreram intoxicação prejudicando o desenvolvimento do diâmetro do caule, massa da matéria seca, crescimento e altura avaliando o período de 45 dias após a aplicação do produto. No

estudo de Junior *et al.* (2020) A altura da planta, o diâmetro do caule, o número de folhas, a área foliar e a massa da matéria seca da parte aérea foram significativamente reduzidos pelo uso de doses mais altas de glifosate, especialmente $\geq 180 \text{ g ha}^{-1}$ AE (gramas por hectare de equivalente de ácido gálico), nos clones de eucalipto GG100 e I144.

Tabela 5. Altura de eucalipto avaliado até os 120 dias após o transplântio das mudas com aplicação de do herbicida glyphosate + s-metolacloro.

| Período (dias) | Dose comercial | | | |
|----------------|----------------|---------|---------|----------|
| | 0 | ¼ | ½ | 1 |
| 30 | 28,1Ad | 27,36Ac | 26,38Ac | 28,68Ab |
| 60 | 35,16Ac | 28,83Bc | 26,11Bc | 28,83Bab |
| 90 | 41,88Ab | 34,17Bb | 31,71Bb | 24,76Cab |
| 120 | 47,16Aa | 41,06Ba | 38,29Ba | 30,69Ca |

ALT: Altura parte aérea; DIAM: Diâmetro do coleto. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Tabela 6. Diâmetro de eucalipto avaliado até os 120 dias após o transplântio das mudas com aplicação de do herbicida glyphosate + s-metolacloro.

| Período (dias) | Dose comercial | | | |
|----------------|----------------|----------|---------|---------|
| | 0 | ¼ | ½ | 1 |
| 30 | 3,9Ab | 3,5Ac | 3,36Ac | 3,84Ab |
| 60 | 4,54Ab | 4,21Abc | 4,25Abc | 4,12Ab |
| 90 | 5,71Aa | 5,07ABab | 4,39Bac | 5,13ABa |
| 120 | 6,09Aa | 5,67Aa | 5,24Aa | 5,17Aa |

ALT: Altura parte aérea; DIAM: Diâmetro do coleto. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O s-metolacloro é um herbicida pré-emergente que inibe o crescimento inicial das plantas ao afetar a biossíntese de ácidos graxos. Em doses elevadas ou solos com alta retenção, pode causar fitotoxicidade, reduzindo altura, raízes e área foliar, especialmente em plantas jovens. Espécies tolerantes, como milho e soja, são menos afetadas, enquanto combinações com outros herbicidas, como glyphosate, aumentam os danos em espécies sensíveis, como clones de eucalipto. O manejo deve considerar dose, solo e genótipo para minimizar impactos e otimizar a eficiência (ROSENTHAL *et al.* 2006).

4.2 Massa da matéria seca parte aérea

A aplicação do herbicida juntamente com o adubo foliar não influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) as variáveis MSPA, SPAD e INTO (Tabela 8). O teor de clorofila não foi influenciado por nenhuma das fontes de variação. As doses do herbicida influenciaram significativamente as variáveis MSR e a INTO (Tabela 8). Embora as plantas tenham apresentado danos morfológicos consideráveis, nenhuma das doses aplicadas nesse ensaio foi suficiente para causar a morte das plantas.

Tabela 7. Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto.

| FV | GL | QM | | | |
|-------------|----|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | MSPA | MSR | SPAD | INTO |
| Bloco | 4 | 71,4034 | 4,8676 | 64,3055 | 197,4819 |
| Dose | 3 | 142,1370 ^{ns} | 10,5869 ^{**} | 163,4664 ^{ns} | 2578,8555 ^{**} |
| Crop | 1 | 54,0795 ^{ns} | 1,7044 ^{ns} | 122,8502 ^{ns} | 0,5444 ^{ns} |
| Dose x Crop | 3 | 133,3987 ^{ns} | 0,6118 ^{ns} | 266,2292 ^{ns} | 12,3666 ^{ns} |
| Erro | 28 | 77,8301 | 1,2295 | 102,6815 | 103,3803 |
| Total | 39 | | | | |
| CV (%) | | 118,97 | 48,42 | 35,93 | 52,46 |

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 %; ^{*}: significativo a 5 % pelo teste F; MSPA: Massa fresca parte aérea; MSR: Massa da matéria seca raiz; SPAD: Índice SPAD; INTO: Intoxicação das plantas. Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

No estudo de Barroso *et al.* (2022), os resultados evidenciaram que o fertilizante foliar intensificou os sintomas nos tratamentos com clomazone e diuron + sulfentrazone no clone AEC 144. Embora o adubo foliar seja aplicado como protetor foliar pode ter efeito negativo devido à interação dos produtos. Essa interação pode ser atribuída ao aumento da absorção e translocação dos herbicidas pelas folhas, induzido pela maior atividade metabólica promovida pelo fertilizante. A sensibilidade específica do clone AEC 144 destaca a necessidade de estudos mais aprofundados sobre interações entre fertilizantes e herbicidas, visando estratégias de manejo que minimizem impactos negativos e preservem o desenvolvimento das plantas (CRUZ, 2023).

Machado *et al.* (2017) com o objetivo de avaliarem o Fertiactyl Pós® como protetor em plantas de eucalipto submetidas à aplicação de glyphosate, concluíram que o produto foi eficiente na redução dos danos causados pelo glyphosate até a dose de 720 g ha⁻¹ em plantas

de eucalipto, mas em doses acima desse valor, o produto pode prejudicar a cultura. O fertilizante líquido Fertiactyl Pós® é composto por uma fração orgânica selecionada para fornecer ácidos húmicos e fúlvicos, glicina-betaína e zeatina (complexo GZA) e uma fração mineral, o desenvolvedor mantém em sigilo outras informações complementares sobre o produto (SILVA *et al.*, 2014).

Segundo Senem *et al.*(2009), altas concentrações de alguns nutrientes catiônicos, quando absorvidos pelas plantas, podem reduzir a fitotoxicidade do glyphosate por meio da formação de complexos pouco solúveis com moléculas deste herbicida no tecido vegetal.

A dose comercial do herbicida proporcionou menor acúmulo de MSR e maior nível de INTO (Tabela 9). Em comparação à testemunha, a massa da matéria seca de raiz teve redução de 3,5 vezes sob a dose comercial. A aplicação do herbicida glyphosate + s-metolacoloro promoveu intoxicação significativa nas plantas de eucalipto com elevação correlacionada com o aumento da dose do herbicida. Após penetrar e ser absorvido nas folhas, o glyphosate é translocado para os pontos de crescimento, o que pode explicar o rápido efeito obtido na redução da matéria seca acumulada (CAKMAK; SATCHIVI, 2009).

Esses resultados corroboram com Barros *et al.* (2023). Os autores observaram que o aumento nas doses de glyphosate promoveu crescimento linear na intoxicação por *E. urophylla* e reduziu significativamente a massa da matéria seca total e a produção de raízes. A redução da matéria seca está atrelada a redução das taxas de condutância fotossintética, transpiratória e estomática (JÚNIOR *et al.*, 2015).

O impacto fitotóxico de produtos à base de glyphosate em mudas de eucalipto é relatado na literatura. A combinação com outro princípio ativo não seletivo, como o Smetolacoloro, pode ter potencializado os sintomas de intoxicação, aumentando a suscetibilidade do clone aos herbicidas (BARROSO *et al.*, 2022). No estudo de Carvalho; Alves; Costa, (2015), os clones I144 e GG100 foram mais suscetíveis ao glyphosate, apresentando as doses necessárias para reduzir o peso seco em 50% de 113,4 e 119,6 g AE. ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 8. Massa da matéria seca da parte aérea e radicular, níveis de intoxicação e teor de clorofila de mudas de eucalipto submetido a doses do herbicida glyphosate + s-metolaclo-ro.

| Doses herbicida | MSPA (g) | MSR (g) | INTO | SPAD |
|---------------------|----------|---------|--------|-------|
| Testemunha | 7,50a | 2,94a | 2,73c | 32,4a |
| ¼ da dose comercial | 8,17a | 3,10a | 14,0bc | 2,42a |
| ½ da dose comercial | 11,56a | 2,28a | 19,8b | 30,9a |
| Dose comercial | 2,42a | 0,84b | 41,0a | 2,42a |

MSPA: Massa da matéria seca parte aérea; MSR: Massa da matéria seca Raiz. INTO: Níveis de intoxicação; SPAD: Índice SPAD.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O glyphosate pode gerar diversos efeitos indiretos em plantas, como a redução da atividade da enzima ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), responsável pela fixação de carbono (AHSAN *et al.*, 2008), e a desestruturação do aparato fotossintético (MARÍA *et al.*, 2005). Entre os principais impactos, destacam-se clorose e redução do crescimento, especialmente em tecidos metabolicamente ativos, como folhas jovens, brotos, botões florais e pontas de raízes. Em doses elevadas, esses efeitos podem culminar na morte vegetal.

Os sintomas de intoxicação para a simulação de deriva de glyphosate em diferentes clones de eucalipto classificados com 57, 1203, 386 e 1213 apresentaram clorose, murcha, e enrolamento das folhas, que puderam ser observados a partir do 5º dia após aplicação do produto (MACHADO *et al.*, 2010). Contudo, deve-se ressaltar a variabilidade existente entre clones de eucalipto na resposta à exposição ao glyphosate.

Nos estudos de Carvalho; Alves; Costa, (2015), os resultados evidenciam clones com maior e menor susceptibilidade ao glyphosate. Nesses resultados, os clones C219 e I224 foram menos suscetíveis ao glyphosate, sendo as doses permitidas para reduzir a massa da matéria seca em 50% de 237,5 e 313,5 g AE. ha⁻¹, respectivamente. Clones de eucalipto responderam diferentemente à exposição ao glyphosate, e entre I224, C219, GG100 e I144 a suscetibilidade é aumentada.

5 CONCLUSÕES

Aplicação do herbicida Sequence comprometeu o crescimento do clone AEC 144 de eucalipto, reduzindo altura, diâmetro do caule e massa da matéria seca radicular.

A adubação foliar não foi eficiente para reduzir os efeitos fitotóxicos, indicando a necessidade de manejo criterioso do herbicida para evitar prejuízos ao desenvolvimento das plantas.

O clone de eucalipto AEC 144 evidencia sensibilidade ao herbicida Sequence.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 7 fev. 2025.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 9 fev. 2025.
- AHSAN, N. et al. Glyphosate-induced oxidative stress in rice leaves revealed by proteomic approach. **Plant physiology and biochemistry**, v. 46, n. 12, p. 1062–1070, 2008.
- AMORIM, V. DA S. S. DE et al. Os benefícios ambientais do plantio de eucalipto: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e318101119604, 2021.
- ARAUJO NETO, A. C. et al. Eficiência e toxicidade do oxyfluorfen em água de irrigação na implantação a campo do gênero *Eucalyptus*. **Ciencia Florestal**, v. 31, n. 2, p. 634–657, 2021. Disponível < <https://www.scielo.br/j/cflo/a/bsqmcLXvC6gLVvWMGnXqnQy/>>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- BACHA, A. L. et al. Interference of seeding and regrowth of signalgrass weed (*Urochloa decumbens*) during the initial development of *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* x *E. urophylla*). **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 3, 2016.
- BARROS, R. E. et al. Root exudation of glyphosate in *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes**, v. 59, n. 12, p. 749–757, 2024.
- BARROSO, G. M. et al. Sensitivity of eucalyptus clones to herbicides associated with foliar fertilizers. **Forests**, v. 13, n. 9, p. 1490, 2022.
- BRASIL. **Bula Sequence.** Disponível em: <<https://www.syngenta.co>>. Acesso em: 9 fev. 2025.
- CAKMAK, I. et al. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in non-glyphosate resistant soybean. **European journal of agronomy: the journal of the European Society for Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 114–119, 2009.
- CANTO-DOROW, T. S. **Poaceae - Panicoideae - Poniceae) no Brasil.** Porto Alegre: [s.n.]. v. 386. 2011.
- CARRERO, O. et al. Productivity gains from weed control and fertilization of short-rotation *Eucalyptus* plantations in the Venezuelan Western Llanos. **Forest ecology and management**, v. 430, p. 566–575, 2018.
- CARVALHO, L. B. DE; ALVES, P. L. DA C. A.; COSTA, F. R. DA. Differential response of clones of eucalypt to glyphosate I. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 177–187, 2015.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta daninha**, v. 21, n. 3, p. 507–515, 2003. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rarv/a/CrpVqYdgMgwW5LCXjtSP9Qm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 fev. 2025.

CRUZ, H. C. **INTERAÇÃO DA MISTURA DE HERBICIDAS E FERTILIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE *Urochloa decumbens* E *Amaranthus hybridus***. Jaboticabal: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP, 2023.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; DE SOUZA, F. S; PIEDADE, A. R; LEMOS, L. B. Características agrônômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 59–65, 2006.v. Disponível < <https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/30> >. Acesso em: 12 fev. 2025.

DINARDO, W. et al. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 64, p. 59–68, 2003.

FERREIRA, D. Eficiência de Herbicidas pré-emergentes nos Controles de Plantas Daninhas em Silvicultura. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da Fait**, n. 2, p. 3–12, 2020. Disponível em <<https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/8887>>. Acesso em: 09 fev. 2025.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FRANZ, F. E.; MAO, M. K.; SIKORSKI, J. A. (EDS.). **Sikorski Uptake, transport and metabolism of glyphosate in plants** F. Washington DC: American Chemical Society, 1997.

GHILARDI, A. A. ET AL. **Adubação foliar na citricultura**. Disponível em: <https://ccsm.br/wp-content/uploads/2017/04/INFORMATIVO_CCSSM_10_2013.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.>. Acesso em: 9 fev. 2025.

MARCHI, G; MARCHI, E.C.S; GUIMARÃES, T.G. **Herbicidas: mecanismo de ação e uso**. PLANALTINA: EMBRAPA, 2008.

HERRMANN, K. M. The shikimate pathway: Early steps in the biosynthesis of aromatic compounds. **The plant cell**, v. 7, n. 7, p. 907, 1995.

JUNIOR, W. R. et al. Growth, morphological, metabolic and photosynthetic responses of clones of eucalyptus to glyphosate. **Forest ecology and management**, v. 470–471, n. 118218, p. 118218, 2020.

LONDERO, E. K. et al. Influência de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas em eucalipto. **CERNE**, v. 18, n. 3, p. 441–447, 2012. Disponível em

<https://www.scielo.br/j/cerne/a/WYhmGyH73HN7QNqwqrBVfWv/abstract/> < Acesso em: 10 fev. 2025.

MACHADO, A. F. L. et al. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta daninha**, v. 28, n. 2, p. 319–327, 2010. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/pd/a/RtY3tB3fGFWf9J6BX6xLWZC/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

MACHADO, M. S. et al. Métodos de controle de plantas daninhas e desrama precoce no crescimento do eucalipto em sistema silvipastoril. **Planta daninha**, v. 32, n. 1, p. 133–140, 2014. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/pd/a/CVfLb7YTc8G9Fd5rBwbLpqq/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 10 fev. 2025. Acesso em: 08 fev. 2025.

MACHADO, M. S. et al. Use of liquid fertilizer to reduce the phytotoxic effects of glyphosate on eucalyptus. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 730–737, 2017. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rcaat/a/rtyXL8pxbMB4BtxwKJ7mmZC/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 08 fev. 2025.

MARÍA, N.; FELIPE, M. R.; FERNÁNDEZ-PASCUAL, M. Alterations induced by glyphosate on lupin photosynthetic apparatus and nodule ultrastructure and some oxygen diffusion related proteins. **Plant Physiology and Biochemistry**, p. 985–996, 2005.

MINOGUE, P. J.; OSIECKA, A.; LAUER, D. K. Selective herbicides for establishment of *Eucalyptus benthamii* plantations. **New forests**, v. 49, n. 4, p. 529–550, 2018.

MOCELLIN, R. S. P. **Princípios da Adubação**. Canoas: Omega, 2004.

NETO, A. Eficiência e toxicidade do oxyfluorfen em água de irrigação na implantação a campo do gênero *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, p. 634–657, 2021. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/cflo/a/bsqmcLXvC6gLVvWMGnXqnQy/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 08 fev. 2025

OVEJERO, R. F. Crescimento e competitividade de biótipos de capim-colchão resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 1, p. 1–8, 2007.

PEVS/IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <<https://publicacoes-snif.florestal.gov.br/florestasdobrasil/pt/recursos-florestais/extensao-dasflorestas-no-brasil/>>. Acesso em: 7 fev. 2025.

RABELO, J. **Identificação e controle de plantas daninhas regenerantes em povoamento de eucalipto no Cerrado**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

RODRIGUES, G. S. et al. **Eucalipto no Brasil: expansão geográfica e impactos ambientais**. Uberlândia: Composer, 2021.

ROSENTHAL, M. D. A. et al. Toxicidade do herbicida S-metolachlor em plantas de milho provenientes de sementes com diferentes formatos e dimensões. **Planta daninha**, v. 24, n. 2,

p. 319–327, 2005. SANTOS, L. D. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, n. 23, p. 133–142, 2005. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/pd/a/X3t7RgyhMKmGJ9RkMPyDbLk/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 15 fev. 2025

SANTOS, L. D. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. *Planta Daninha: revista da sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas*. **Viçosa Mg**, p. 1–3, 2005. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/pd/a/TzZm3s3RsnGnhd5KgZvmj7f/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 15 fev. 2025

SANTOS, L. D. et al. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta daninha**, v. 24, n. 2, p. 259–264, 2006a. <<https://www.scielo.br/j/pd/a/hgWwNDfg7bJ8RX5RFLMmFpC/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 08 fev. 2025

SANTOS, L. D. et al. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta daninha**, v. 24, n. 2, p. 259–264, 2006b. disponível em <<https://www.scielo.br/j/pd/a/hgWwNDfg7bJ8RX5RFLMmFpC/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 08 fev. 2025

SATCHIVI, N. M. et al. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed science**, v. 48, n. 6, p. 675–679, 2000.

SCHRODER, E.; ZANELLA, J. Avaliação de herbicidas em florestas de eucaliptos da Votorantim Celulose e Papel - Unidade Rio Grande do Sul. **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, v. 26, p. 402–411, 2008.

SENUM SU, Y. et al. Turfgrass species response exposed to increasing rates of glyphosate application. **European journal of agronomy: the journal of the European Society for Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 120–125, 2009.

SILVA, M. A. D. Publicação: **Controle de plantas daninhas e seletividade do herbicida falcon® em mudas de eucalipto**. ILHA SOLTEIRA: Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho, 2021.

SILVA, R. J. Efeito da aplicação de substâncias húmicas nas características morfológicas de mudas de *Eucalyptus urograndis* In: Amazon Soil - Anais do I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental. Gurupi, TO: [s.n.].

SOUSA, A. **Eficiência da Adubação de Base e da Adubação Foliar em Mudas de Eucalyptusgrandis**. 2013. 29 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal. Seropédica: [s.n.].

SOUZA, L. C. D. et al. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n. 2, p. 37–44, 2008. Disponível em <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50080205>>. Acesso em:09 fev. 2025

TAKAHASHI, E. N. **Doses críticas dos herbicidas clomazone e sulfentrazone em clones de Eucalyptusgrandis x E. urophylla**. 51 f. Dissertação: Mestrado - UNESP, 2007.

TIBURCIO, R. A. **Seletividade de Herbicidas Para Eucalipto visando extensão de uso Para Sistemas Agrossilviculturais**. v. 46, 2010.

TIBURCIO, R. A. S. et al. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **CERNE**, v. 18, n. 4, p. 523–531, 2012. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/cerne/a/ftQrnMGJLKDmZ7Rqk7fXyQJ/>>. Acesso em:10fev. 2025

TIBURCIO, Rafael Augusto Soares; FERREIRA, Francisco Affonso; PAES, Frederico Alfenas Silva Valente; MELO, Christiane Augusta Diniz; MEDEIROS, Wilker Nunes. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 65-73, fev. 2012. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/zqMTWKF9JtvD7rSwGXCRVRv/>>. Acesso em:09 fev. 2025

TOLEDO, R. E. B. Faixas de Controle de Plantas Daninhas e seus Reflexos no Crescimento de Plantas de eucalipto. **Sci. For.**, v. 64, p. 78–92, 2003. Disponível em <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr64/cap07.pdf>>. Acesso em:09 fev. 2025

VARGAS, F. et al. Long-term response to area of competition control in Eucalyptus globulus plantations. **New forests**, v. 49, n. 3, p. 383–398, 2018. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/322128095_Long-term_response_to_area_of_competition_control_in_Eucalyptus_globulus_plantations>. Acesso em:10 fev. 2025