

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

Yuri Tavares Gomes

**TOLERÂNCIA AO HERBICIDA INDAZIFLAM PELO CLONE DE EUCALIPTO**  
**AEC 2034**

São João Evangelista

2026

YURI TAVARES GOMES

**TOLERÂNCIA AO HERBICIDA INDAZIFLAM PELO CLONE DE EUCALIPTO**

**AEC 2034**

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

2026

---

G633t Gomes, Yuri Tavares.  
Tolerância ao herbicida indaziflam pelo clone de eucalipto AEC  
2034 / Yuri Tavares Gomes – 2026.

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, 2026.

1. Manejo de herbicidas. 2. Pré-emergente. 3. Eucalyptus. I.  
Gomes, Yuri Tavares. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus*  
SJE. III. Título.

CDD 634.973

---

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Yuri Tavares Gomes

**TOLERÂNCIA AO HERBICIDA INDAZIFLAM PELO CLONE DE EUCALIPTO  
AEC 2034**

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.

Aprovado em: 30/01/2026 pela banca examinadora:

---

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

---

Me. Ricardo Gomes de Oliveira - IFMG

---

Luiz Felipe de Oliveira

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda à minha família, meus pais e meu irmão agradeço por acreditarem em mim e 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 plantio de eucalipto é essencial para a economia do Brasil, sendo amplamente empregado na fabricação de celulose, madeira e biomassa. Nos estágios iniciais do cultivo, a presença de plantas específicas pode afetar o desenvolvimento das mudas, tornando necessário o uso de herbicidas. Este estudo objetivou-se avaliar a tolerância do clone de eucalipto AEC 2034 ao indaziflam associado à aplicação de fertilizante foliar. O experimento foi realizado no município de São João Evangelista-MG, sob delineamento em bloco casualizado com quatro doses do herbicida (0, 25, 50 e 100% da dose recomendada) e presença ou ausência de adubação foliar, totalizando oito tratamentos. Foram avaliadas as variáveis biométricas altura, diâmetro do caule, teor de clorofila (SPAD) e massa da matéria seca da parte aérea após a aplicação do herbicida. Os resultados evidenciaram que a altura e o diâmetro do coleto foram significativamente influenciadas pela interação entre a dose do herbicida e o fertilizante foliar. O efeito da dose do produto na altura da planta dependeu do período em que foi avaliado. A dose comercial do herbicida reduziu a produção de matéria seca bem como aumentou os níveis de intoxicação. A resposta do clone AEC 2034 ao indaziflam foi analisada com base na produção de matéria seca e nos níveis de intoxicação determinados por escala visual de fitotoxicidade. Conclui-se que a aplicação do herbicida indaziflam comprometeu o crescimento do clone AEC 2034 de eucalipto, reduzindo significativamente a altura das plantas. O uso do Crop® atenuou parcialmente os efeitos negativos do herbicida, principalmente na maior dose testada. O fertilizante foliar não influenciou os níveis de intoxicação nas plantas, indicando que sua aplicação não foi suficiente para mitigar completamente os efeitos do indaziflam. O clone AEC 2034 apresentou maior sensibilidade ao herbicida indaziflam, especialmente nas doses correspondentes a 50 e 100% da dose recomendada. demonstrou sensibilidade ao herbicida indaziflam, especialmente nas doses mais elevadas.

**Palavras-chave:** Manejo de herbicidas. Pré-emergente. *Eucalyptus*.

## ABSTRACT

Eucalyptus planting is essential to the Brazilian economy, being widely used in the production of pulp, timber, and biomass. In the early stages of cultivation, the presence of specific weed species may affect seedling development, making the use of herbicides necessary. This study aimed to evaluate the tolerance of the eucalyptus clone AEC 2034 to indaziflam associated with foliar fertilizer application. The experiment was conducted in the municipality of São João Evangelista, Minas Gerais, Brazil, using a randomized block design with four herbicide doses (0, 25, 50, and 100% of the recommended rate) and the presence or absence of foliar fertilization, totaling eight treatments. The biometric variables evaluated were plant height, stem diameter, chlorophyll content (SPAD), and shoot dry matter after herbicide application. The results showed that plant height and stem diameter were significantly influenced by the interaction between herbicide dose and foliar fertilizer. The effect of the herbicide dose on plant height depended on the evaluation period. The commercial dose of the herbicide reduced dry matter production and increased intoxication levels. The response of clone AEC 2034 to indaziflam was analyzed based on dry matter production and intoxication levels determined by a visual phytotoxicity scale. It was concluded that the application of the herbicide indaziflam compromised the growth of the eucalyptus clone AEC 2034, significantly reducing plant height. The use of Crop® partially mitigated the negative effects of the herbicide, especially at the highest tested dose. The foliar fertilizer did not influence intoxication levels in the plants, indicating that its application was not sufficient to fully counteract the effects of indaziflam. The clone AEC 2034 showed greater sensitivity to the herbicide indaziflam, particularly at doses corresponding to 50 and 100% of the recommended rate.

**Keywords:** Herbicide management. Pre-emergence. *Eucalyptus*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Local de condução do experimento. ....	17
Figura 2 - Altura e diâmetro (cm) de eucalipto clone AEC 2034 submetido a adubação com Crop®. ....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físico-químicas das amostras de solo utilizadas no experimento. ...	18
Tabela 2 - Escala de notas utilizada para avaliação dos sintomas de intoxicação.....	19
Tabela 3 - Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto. ....	20
Tabela 4 - Altura e diâmetro do clone AEC 2034 de eucalipto submetido a diferentes doses de indaziflam. ....	21
Tabela 5 - Crescimento do clone de eucalipto AEC 2034 avaliado até os 120 dias após o transplântio das mudas que receberam aplicação do herbicida indaziflam. ....	23
Tabela 6 - Altura de eucalipto avaliado aos 120 dias após o transplântio de mudas com aplicação do adubo foliar Crop®.....	23
Tabela 7 - Altura de eucalipto avaliado até aos 120 dias após o transplântio de mudas com aplicação do herbicida indaziflam. ....	24
Tabela 8 - Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto. ....	24
Tabela 9 - Massa seca da parte aérea e intoxicação de plantas de eucalipto clone AEC 2034 submetido a diferentes doses do herbicida Indaziflam.....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 A cultura do eucalipto .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Plantas espontâneas e métodos de controle.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Herbicida Esplanade (Indaziflam).....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Adubação foliar .....</b>	<b>15</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Altura e diâmetro de coleta.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Massa da matéria seca parte aérea .....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto (*Eucalyptus spp.*) é utilizada em vários segmentos no Brasil. Sua expansão contínua é impulsionada pela capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas, pelo rápido crescimento e pela versatilidade dos materiais obtidos (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 florestas plantadas (PEVS/IBGE, 2024). As espécies de eucalipto com maior destaque são: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus viminalis*, híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e *Eucalyptus dunnii* (IBÁ, 2019).

O melhoramento genético bem como os avanços tecnológicos da cultura objetivam a obtenção de clones mais produtivos e estratégias que facilitem o manejo de pragas e plantas espontâneas (OLIVEIRA, 2021). O manejo de plantas espontâneas é uma prática crucial para o estabelecimento do eucalipto. Estas atingem a cultura com maior incidência nos dois primeiros anos pós-plantio. As plantas espontâneas podem influenciar negativamente o desenvolvimento das mudas de eucalipto, pois competem por luminosidade, nutrientes e água (FARIAS *et al.*, 2024). Quando se faz necessário o controle dessas plantas pode ser realizado adotando diferentes métodos, de forma isolada ou combinada (TOLEDO, 2003).

O método químico é o mais utilizado, pois permite resultado mais rápido, eficiente e mais prolongado. Ademais, possibilita o manejo de plantas espontâneas tanto na fase de pré-emergência quanto na de pós-emergência (SILVA, 2022). No entanto, sua aplicação deve ser criteriosa, pois o uso excessivo pode favorecer a seleção de plantas-alvo com tolerância ou resistência, reduzindo a eficácia do controle. Como consequência, um método inicialmente considerado eficiente e de baixo custo pode tornar-se inadequado para conter a população-alvo e mitigar seus danos (SANTOS *et al.*, 2005).

De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT), existem 323 herbicidas registrados para eucalipto no Brasil, sendo o glyphosate o de maior abrangência (AGROFIT, 2025). No entanto, os herbicidas registrados para a cultura do eucalipto, em sua maioria não são seletivos, o que requer aplicação dirigida. Dessa forma, mesmo em aplicações direcionadas, podem causar fitotoxicidade e alterações no crescimento das plantas (MINOGUE *et al.*, 2018).

O indaziflam é um ingrediente ativo com efeito herbicida, cujo mecanismo de ação é a inibição da biossíntese de celulose, pertencente à classe química alquilazinas (TOMPKINS, 2010). Este apresenta seletividade principalmente às culturas semi-perenes e perenes, sendo

pouco seletivo para culturas anuais. É recomendado para o controle tanto monocotiledôneas e eudicotiledôneas com aplicação em pré ou pós-emergência inicial (BROSINAN *et al.*, 2012).

O estado nutricional dos vegetais está diretamente ligado a condições das plantas de resistir às intempéries, estresses abióticos e bióticos (HODECKER *et al.*, 2014). Uma possibilidade para auxiliar as plantas na capacidade de tolerância a estresses ocorre com o uso da adubação foliar, que é uma prática utilizada que fornece nutrientes às plantas, implicando a assimilação deles pelas folhas. 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 espontâneas em áreas florestais (CARRERO *et al.*, 2018; MACHADO *et al.*, 2017).

Perante ao exposto, objetivou-se avaliar a tolerância do clone de eucalipto AEC 2034 ao indaziflam associado à aplicação de fertilizante foliar.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do eucalipto

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 seis estados com maior área de floresta plantada representam 80% do total de florestas plantadas no Brasil. As áreas de florestas de eucalipto plantadas brasileiras estão distribuídas em todo território nacional.

O gênero *Eucalyptus* tem a sua origem na Austrália, Indonésia e outras ilhas da Oceania. O eucalipto pertence à família das mirtáceas do gênero *Eucalyptus*, compreendendo mais de 730 espécies. Os germoplasmas mais utilizados no momento, em função das características de suas madeiras e importância econômica, são: *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *Corymbia citriodora*, híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e outros híbridos interespecíficos (SILVA, 2022).

O objetivo final da madeira brasileira é bastante diversificado, como produção de carvão vegetal, celulose, biomassa para bioenergia, papel, painéis, pisos laminados e madeira serrada. Os plantios de eucalipto estão localizados, principalmente, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país, com destaque para Minas Gerais (29%), Mato Grosso Sul (15%) e São Paulo (13%) (IBÁ, 2022).

A eucaliptocultura no Brasil vem crescendo a cada ano, tornando necessário o melhoramento genético para obter árvores mais adaptadas a cada região. Além disso, busca-se desenvolver híbridos mais produtivos, resistentes a pragas e doenças, e tolerantes a condições de estresse. O eucalipto possui aptidão para cruzamentos entre diferentes espécies, processo chamado de hibridação, sendo o híbrido mais conhecido e utilizado o *Eucalyptus urograndis*. Esse cruzamento combina as melhores características do *Eucalyptus grandis*, como crescimento rápido e qualidade da madeira, com a adaptação e resistência a doenças do *Eucalyptus urophylla* (MASIERO *et al.*, 2022).

A atividade florestal pode ser uma atividade extra de alguns produtores, contribuindo pela diversificação da renda e qualidade de vida. As florestas de eucalipto têm a capacidade de proporcionar melhoria da qualidade do ar, conforto térmico, redução dos níveis de poluição sonora, redução da intensidade da erosão, melhoria da vazão de mananciais

hídricos, recuperação de áreas degradadas, redução da pressão sobre as florestas nativas e aumento da biodiversidade (RODRIGUES; TEIXEIRA, LOPES, 2021).

## 2.2 Plantas espontâneas e métodos de controle

Em povoamentos de eucalipto, a infestação por plantas espontâneas representa um dos principais desafios de manejo. A intensidade dos efeitos diretos e indiretos ocasionados pela presença das plantas espontâneas sobre as atividades humanas determina o grau de interferência, que pode ser classificado como a redução percentual da produção econômica de determinada cultura (ou qualquer atividade humana), em consequência da interferência de plantas espontâneas (PITELLI, 1985).

A infestação por plantas espontâneas ocorre devido ao extenso banco de sementes presente no solo, cujas sementes germinam e se desenvolvem gradualmente ao longo do tempo, competindo por água, luminosidade, nutrientes. Ademais servem como hospedeiros alternativos de pragas (BORGES, 2022). Há evidências na literatura que, sem um manejo adequado dessas plantas nos estágios iniciais do cultivo, podem ocorrer reduções de até 71% no diâmetro médio e 68% na altura das árvores (OLIVEIRA, 2023). Além disso, a interferência das plantas espontâneas pode resultar em perdas de até 50% na produtividade e mais de 90% de redução na rentabilidade das áreas florestais (BRAGA *et al.*, 2018).

O controle das plantas espontâneas é realizado basicamente de 12 a 18 meses após plantio, devido ao eucalipto estar com porte baixo e vulnerável. Após um ano de plantio, as plantas espontâneas tendem a diminuir a incidência em função do sombreamento causado pelo eucalipto e pelo aprofundamento das raízes no solo. Em alguns casos, quando há uma grande incidência de gramíneas do gênero *Panicum* e *Brachiaria* justifica-se práticas de manejo para o controle das mesmas (GOULART, 2014).

As práticas de controle de plantas espontâneas são variadas, mas sempre buscam o melhor resultado, evitando perdas ocasionadas por elas. O manejo preventivo de incidência de daninhas é muito importante, pois é o método mais barato. Esse método consiste na limpeza dos equipamentos utilizados em áreas infestadas e adquirir mudas livres de plantas espontâneas no substrato (OLIVEIRA, 2021).

Outra prática importante é o coroamento, no qual é realizado a retirada das plantas nocivas em raio de 0,5 m. Pode ser realizado por capina manual, aplicação de herbicidas dirigido ou aplicação de cobertura morta (mulching). A roçada é uma prática utilizada entre as linhas de plantio, podendo ser complementada com o coroamento das plantas, afim de manter

uma cobertura morta no solo. Essa cobertura tem efeito benéfico, no qual protege o solo contra intempéries e aumenta o nível de matéria orgânica (GOULART, 2014; OLIVEIRA, 2021).

O controle químico na eucaliptocultura é muito utilizado em cultivos em grande escala, no qual os herbicidas tem a finalidade de inibir funções vitais no metabolismo das plantas. Os herbicidas são classificados em pré emergentes e pós emergentes. O pré emergente é aplicado antes das plantas espontâneas emergirem, atuando nas sementes presentes no solo. Os herbicidas pós emergentes são utilizados em plantas espontâneas já desenvolvidas, agindo diretamente nas folhas. Esses herbicidas devem ser selecionados de acordo com as plantas espontâneas presentes na floresta (MENDES; SILVA, 2022).

No Brasil, existem 323 herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a cultura do eucalipto, sendo formulados a base de 36 ingredientes ativos (BRASIL, 2025). Devido à baixa disponibilidade de herbicidas seletivos para a cultura, e que controlam as gramíneas, no momento da aplicação, há a necessidade de dirigir o jato, para que não atinja a planta de eucalipto (SILVA, 2020). Culturas florestais e agrícolas podem ter seu desenvolvimento afetado devido ao contato com os herbicidas, ocorrendo a fitointoxicação (SILVA, 2020).

Em 8 de outubro de 2022, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou a Portaria nº 112 no Diário Oficial da União, estabelecendo as pragas de maior risco fitossanitário para as culturas agrícolas nacionais. O objetivo foi priorizar a análise dos processos de registro de produtos e tecnologias de controle. Para a cultura do eucalipto, foram destacadas moléculas destinadas ao controle das seguintes plantas daninhas: *Digitaria insularis* (capim-amargoso), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Panicum maximum* (capim-colonião), *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) e *Brachiaria brizantha* (braquiarião).

### 2.3 Herbicida Esplanade (Indaziflam)

O indaziflam (N-[(1R,2S)-2,3-dihidro-2,6-dimetil-1H-inden-1-il]-6-[(1R)-1-fluoroetilo]-1,3,5-triazina-2,4-diamina) é um ingrediente ativo com efeito herbicida, pertencente à classe química das alquilazinas. Seu mecanismo de ação é a inibição da biossíntese de celulose, sendo de amplo espectro agindo na pré-emergência das plantas daninhas (BRASIL, 2025). O indaziflam é registrado para as culturas do eucalipto, pínus, caju, coco, dendê, goiaba, manga, banana, maçã, uva, café, cana-de-açúcar e citros, podendo ser

utilizado em aplicações dirigidas ou em área total na pré emergência da cultura (BRASIL, 2025).

O indaziflam apresenta eficácia no controle de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas, podendo ser aplicado tanto em pré-emergência quanto em pós-emergência inicial (BROSNAN *et al.*, 2012). No entanto, sua eficiência no controle de dicotiledôneas tende a ser inferior à observada em monocotiledôneas (BROSNAN *et al.*, 2012).

Kaapro e Hall (2012) relataram que o indaziflam proporcionou maior controle sobre espécies monocotiledôneas em comparação com dicotiledôneas, tanto antes quanto após o plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* na Austrália. Para ampliar seu espectro de ação, os autores sugerem a combinação do indaziflam com herbicidas residuais, tendo sido testados o hexazinone para *Pinus* e os herbicidas simazine e sulfometuron para *Eucalyptus*.

A molécula de indaziflam, quando aplicado em pré-emergência, possui um período residual prolongado no solo em comparação a outros herbicidas da mesma categoria, podendo permanecer ativo por mais de 150 dias. Essa longevidade proporciona maior flexibilidade na escolha do momento ideal para sua aplicação (Kaapro; Hall, 2012).

No estudo de Brosnan *et al.* (2011) avaliaram a eficácia do indaziflam no controle de *Digitaria ischaemum* em diferentes períodos de aplicação, utilizando doses de 35, 52,5 e 70 g i.a. ha<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido em dois tipos de argissolos: um com textura franca (pH 6,2 e 2,1% de matéria orgânica) e outro franco-arenoso (pH 5,8 e 2,5% de matéria orgânica). Os resultados indicaram um controle superior a 98% até 105 dias após a aplicação em pré-emergência. Aos 195 dias, houve uma redução no controle, especialmente nas menores doses, mas os índices permaneceram acima de 90%, sem diferenças estatisticamente significativas entre as doses testadas.

Resultados semelhantes foram evidenciados por Perry *et al.* (2011), observando mais de 90% de controle de *Digitaria sanguinalis* até 203 dias após a aplicação. Os autores ressaltam que a persistência do efeito residual do indaziflam pode variar de acordo com a espécie de planta daninha presente na área.

## 2.4 Adubação foliar

A adubação foliar tem se expandido significativamente nos últimos anos, tornando-se uma prática comum em diversas culturas de importância econômica. Essa técnica visa complementar a nutrição mineral das plantas, promovendo o crescimento aprimorado e o aumento da produtividade. O uso de micronutrientes via adubação foliar tem crescido

continuamente, impulsionado pelo aumento no entendimento sobre a disponibilidade de nutrientes no solo e sua relação com o desenvolvimento das plantas (MATOS *et al.*, 2024). Além disso, o fornecimento de minerais por meio dessa prática pode resultar em um melhor equilíbrio nutricional, favorecendo o desenvolvimento mais eficiente das culturas (SOUZA *et al.*, 2013).

A adubação foliar é especialmente eficaz para a aplicação de micronutrientes, uma vez que esses elementos são exigidos em pequenas quantidades pelas plantas. Em contraste, a adubação de macronutrientes via foliar é limitada devido ao risco de fitotoxicidade, visto que a planta necessita de grandes quantidades desses nutrientes (NACHTIGALL *et al.*, 2010). Para os micronutrientes, poucas aplicações são suficientes para suprir as necessidades da planta, o que torna essa prática mais viável e eficiente (NACHTIGALL *et al.*, 2010).

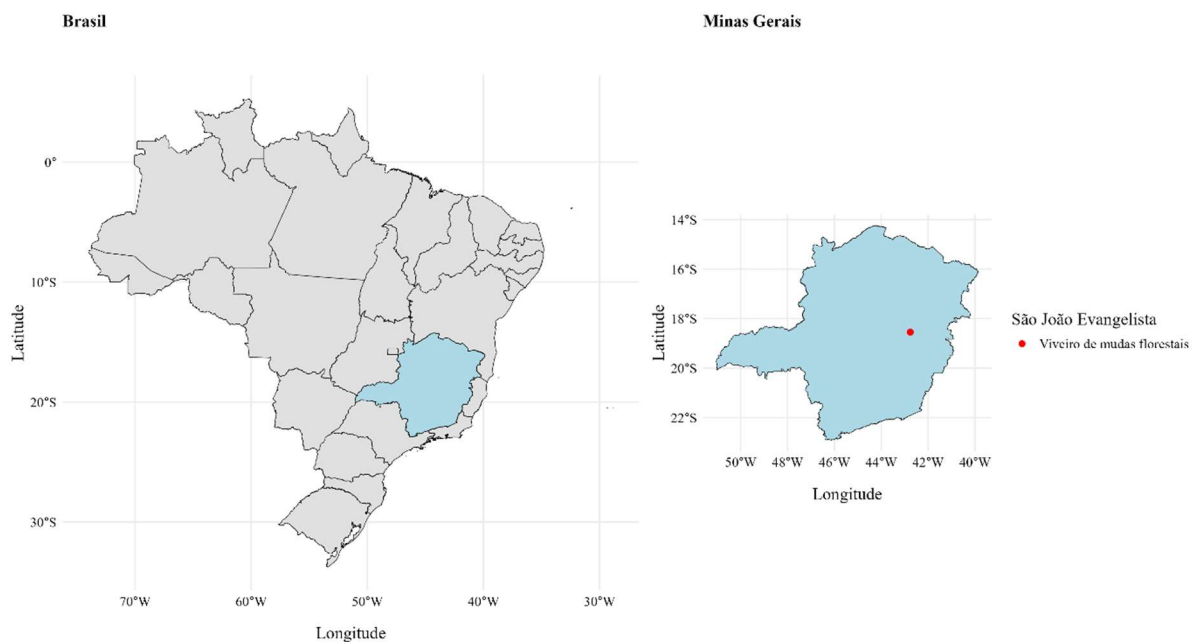
O processo de adubação foliar envolve a pulverização de fertilizantes que são absorvidos e assimilados pelas folhas. A cutícula, uma camada presente na superfície das folhas, desempenha um papel fundamental ao evitar a perda de água por transpiração (MATIOLI, 2019). A molhabilidade, ou a capacidade das gotículas de água e nutrientes se aderirem à folha e penetrar em seu interior, é uma propriedade crucial para a eficiência dessa técnica. Quando as plantas possuem baixa molhabilidade, devido à presença de camadas hidrofóbicas como a cutícula e cera nas folhas, o uso de produtos umectantes torna-se necessário para reduzir a tensão superficial e melhorar a absorção dos nutrientes. A absorção é realizada pelos poros da epiderme, atravessando a cutícula, uma vez que a absorção direta pelos estômatos é improvável (NACHTIGALL *et al.*, 2010; SOUSA, 2013).

Essa prática pode ser aplicada tanto em culturas perenes quanto anuais, contribuindo para um manejo mais assertivo da lavoura. Uma planta bem nutrida tende a ser mais resistente a estresses bióticos e abióticos, como ataques de pragas e variações climáticas (BARROSO, 2022; NACHTIGALL *et al.*, 2010). Em especial, a adubação foliar tem se mostrado útil na recuperação de plantas de eucalipto estressadas, sendo um foco de pesquisa recente (FONTAN *et al.*, 2021). Além de aumentar a produtividade e a resistência das plantas, a adubação foliar também pode ser vantajosa em estratégias de manejo e controle de plantas daninhas, pois favorece a saúde geral das plantas e sua capacidade de tolerar impactos externos, como a deriva de produtos químicos (NACHTIGALL *et al.*, 2010).

### 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).

Figura 1 - Local de condução do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Segundo a classificação de Köppen–Geiger (Cwa), 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). O local é abastecido pela bacia do Rio São Nicolau, que constitui a sub-bacia do Suaçuí Grande, compondo a bacia hidrográfica do Rio Doce, região Centro Nordeste do Estado de Minas Gerais.

Os tratamentos foram atribuídos sob delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 x 2, com cinco repetições. O primeiro fator é correspondente a 0, 25, 50 e 100%<sup>-1</sup> a dose comercial recomendada para a cultura (MAPA/AGROFIT, 2021), com volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup> do herbicida indaziflam (Esplanade®). O segundo corresponde à

aplicação e ausência de aplicação do adubo foliar CROP<sup>®</sup> (composição em gL<sup>-1</sup> 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 2034, 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). As plantas de eucaliptos receberam uma lâmina diária de 5mm de irrigação. A aplicação do herbicida foi realizada sobre as mudas 30 dias após o transplântio, com pulverizador costal elétrico (Yamaha FT5<sup>®</sup>, com capacidade de 5 L). A adubação foliar foi realizada com pulverizador costal elétrico na dose de 500 mL.ha<sup>-1</sup>, sendo aplicado sobre as mudas uma hora antes da aplicação do herbicida.

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

<b>Matéria Orgânica (%)</b>	<b>Areia (%)</b>	<b>Silte (%)</b>	<b>Argila (%)</b>	<b>Classe de Textura</b>	
-----%-----					
0,87	65	11	24	Média	
<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>H + Al</b>
----- cmol/dm <sup>3</sup> -----					
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 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação do herbicida, 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 seca da parte aérea (MSPA) foi coletada 120 dias após a aplicação dos herbicida 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) no dia da coleta das plantas.

Os sintomas de intoxicação (INTO) foram medidos por meio de avaliação visual, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação do herbicida (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.

<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Grau de intoxicação</b>
0-4	Nenhum sintoma visível de intoxicação.
5-10	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 de coleto

As variáveis ALT e DIAM foram significativamente influenciadas pela interação entre a dose do herbicida e o fertilizante foliar ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 3). Ambas as variáveis apresentaram resposta significativa para o período de avaliação. Contudo apenas a ALT foi influenciada pela interação entre o período e a dose do produto (Tabela 3).

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

FV	GL	QM	
		ALT	DIAM
Bloco	4	86,9664	1,809126
Dose	3	1097,2143**	3,3936 <sup>ns</sup>
Crop	1	206,7520*	6,6157*
Período	3	309,7956**	53,0172**
Dose x Crop	3	94,7791*	3,6086*
Dose x Período	9	198,9330**	1,6524 <sup>ns</sup>
Crop x Período	3	29,8972 <sup>ns</sup>	1,0836 <sup>ns</sup>
Dose x Crop x Período	9	14,1219 <sup>ns</sup>	0,9791 <sup>ns</sup>
Erro	124	35,2065	1,2467
Total	159		
CV (%)		15,77	19,53

<sup>ns</sup>: 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 indaziflam influenciou no crescimento das plantas de eucalipto, com o efeito da dose do produto variando em relação ao período de avaliação (Tabela 4). A altura das plantas de eucalipto foi reduzida em 23,9% na dose comercial do herbicida indaziflam em relação a testemunha (Tabela 4). Os resultados evidenciam que ½ da dose comercial proporcionou redução na altura das plantas do clone AEC 2034 de forma similar ao observado com a dose comercial. O diâmetro do coleto não foi influenciado pelas doses do herbicida.

Tabela 4 - Altura e diâmetro do clone AEC 2034 de eucalipto submetido a diferentes doses de indaziflam.

Doses herbicida	ALT (cm)	DIAM (cm)
Testemunha	44,8 a	5,9267 a
¼ da dose comercial	38,1 b	5,6997 a
½ da dose comercial	33,5 c	5,9286 a
Dose comercial	34,1 c	5,3102 a

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.

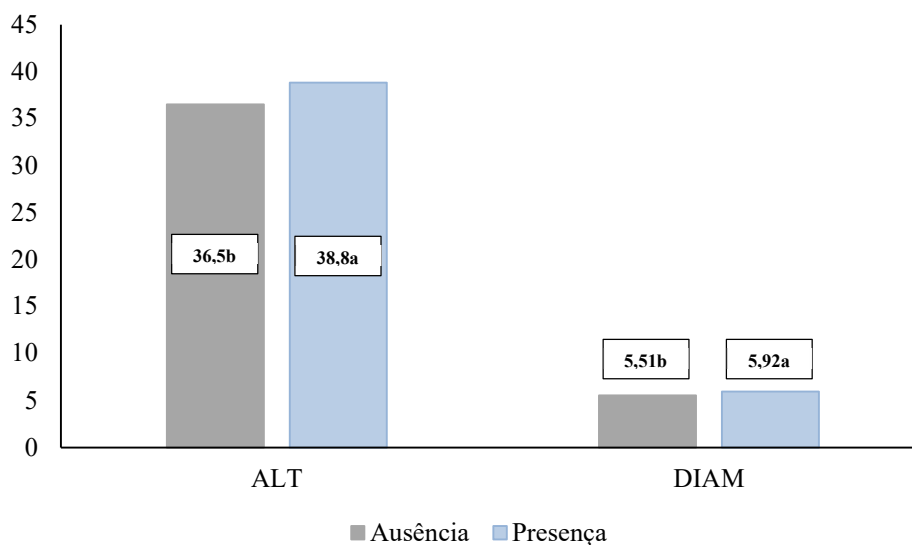
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

No estudo de Maciel *et al.* (2023), a altura do clone I144 foi menor em solo contaminado com 25% e 50% da dose comercial de indaziflam, com redução de 12,46% sob efeito de 50% da dose comercial em relação ao controle. A redução na altura das plantas de eucalipto sobre efeito do indaziflam está associada ao seu mecanismo de ação. Esse herbicida atua inibindo a biossíntese de celulose nas plantas, um componente essencial para a rigidez e sustentação estrutural das paredes celulares. Como resultado, a formação e o crescimento celular são comprometidos, afetando diretamente o desenvolvimento da planta (GONÇALVES *et al.*, 2021).

O diâmetro do caule depende, em grande parte, da atividade do câmbio vascular, que forma xilema e floema secundários. Esse processo pode ser menos sensível ao indaziflam, pois envolve a deposição de lignina e outros componentes estruturais além da celulose. Assim, mesmo com a inibição parcial da biossíntese de celulose, a formação de novas camadas de células pode continuar mantendo o diâmetro do caule relativamente inalterado (BRABHAM *et al.*, 2014).

A adubação foliar com o fertilizante Crop® possibilitou maior ALT e DIAM nas plantas de eucalipto (Figura 2). A presença do fertilizante promoveu incremento médio de 5,9% quando comparado ao crescimento sob ausência. No estudo de Machado (2017), com o uso do fertilizante Fertiactyl Pós não foram observadas intoxicação causadas pelo glyphosate no eucalipto em nenhuma das doses avaliadas. Os resultados evidenciaram que esse fertilizante é eficiente na redução dos danos causados pelo glyphosate até a dose de 720 g ha<sup>-1</sup> em plantas de eucalipto, mas em doses acima desse valor esse produto pode prejudicar a cultura. O fertilizante líquido Fertiactyl Pós® é composto por uma fração orgânica selecionada para fornecer ácidos húmicos e fúlvicos, glicina-betaina e zeatina (complexo GZA) e uma fração mineral, o desenvolvedor mantém em sigilo outras informações complementares sobre o produto (SILVA *et al.*, 2014).

Figura 2 - Altura e diâmetro (cm) de eucalipto clone AEC 2034 submetido a adubação com Crop®.



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.

A aplicação de fertilizantes foliares contendo nutrientes como carbono, nitrogênio, enxofre, boro cobalto, ferro, cobre, manganês, molibdênio e zinco pode mitigar os efeitos fitotóxicos do herbicida indaziflam na cultura do eucalipto. Esses nutrientes desempenham papéis cruciais na redução da absorção e translocação do herbicida, aumento da atividade antioxidante, detoxificação metabólica e recuperação do crescimento das plantas afetadas (LA CRUZ, 2023).

Estudos demonstram que a adubação foliar pode atenuar os efeitos tóxicos de herbicidas, equilibrando os nutrientes presentes nas plantas e promovendo a recuperação do crescimento após a intoxicação. Contudo, no estudo de Barroso (2021), o fertilizante Crop® intensificou os sintomas nos tratamentos com clomazone e diuron + sulfentrazone no clone AEC 144 e com sulfentrazone e diuron + sulfentrazone no clone AEC 2034.

Aos 120 dias após o transplante, observa-se a maior ALT e DIAM de plantas do clone eucalipto AEC 2034 (Tabela 5). A aplicação do herbicida indaziflam influenciou no crescimento e o diâmetro das plantas de eucalipto quando avaliado em um período de até 90 dias. As plantas apresentaram um crescimento médio em altura de 15,79% e diâmetro de 76,74% aos 120 dias em relação ao período de 30 dias. Estes resultados evidenciam a recuperação das plantas após a aplicação.

Tabela 5 - Crescimento do clone de eucalipto AEC 2034 avaliado até os 120 dias após o transplântio das mudas que receberam aplicação do herbicida indaziflam.

Período (dias)	ALT (cm)	DIAM (cm)
30	36,1 b	4,6 c
60	36,3 b	5,2 bc
90	36,4 b	5,8 b
120	41,8 a	7,3 a

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.

O indaziflam é um herbicida pré-emergente que inibe a biossíntese da celulose, afetando principalmente as raízes de plântulas em germinação. Ele tem pouca ou nenhuma ação pós-emergente, ou seja, plantas já estabelecidas sofrem menos impacto (AMIM *et al.*, 2014).

Sem o fertilizante Crop®, a altura das plantas reduziu significativamente entre dose 0 e doses ½ e 1 (Tabela 6). Com Crop®, a redução da altura foi significativa apenas nas doses ½ e 1, indicando que o Crop® pode ter reduzido o impacto das doses menores. Na dose comercial do herbicida, houve diferença significativa na altura das plantas, sugerindo um efeito protetor do Crop® contra o impacto negativo do herbicida.

Tabela 6 - Altura de eucalipto avaliado aos 120 dias após o transplântio de mudas com aplicação do adubo foliar Crop®.

Crop	Dose comercial			
	0	¼	½	1
Ausência	42,6 Ab	38,6 Aa	33,3 Ba	31,5 Bb
Presença	47,1 Aa	37,7 Ba	33,6 Ba	36,7 Ba

0: sem herbicida; ¼: 37,5 ml.ha<sup>-1</sup> de indaziflam; ½: 75 ml.ha<sup>-1</sup> de indaziflam 1: 150 ml.ha<sup>-1</sup> de indaziflam. 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.

Os resultados indicam que a aplicação do adubo foliar Crop® favoreceu o crescimento das plantas de eucalipto, especialmente na ausência do herbicida e na dose comercial de indaziflam. Esse efeito pode estar relacionado à melhora na absorção e assimilação de nutrientes, resultando em maior desenvolvimento vegetativo. Dessa forma, o uso de adubação foliar pode ser uma estratégia promissora para minimizar os impactos do indaziflam no crescimento inicial do eucalipto. Estudos adicionais são necessários para compreender melhor os mecanismos envolvidos nessa interação (LA CRUZ, 2023).

Em todas as avaliações (30, 60, 90 e 120 dias) sob as diferentes doses, observa-se variação na ALT das plantas do clone AEC 2034 com aplicação de indaziflam (Tabela 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).

Tabela 7 - Altura de eucalipto avaliado até aos 120 dias após o transplântio de mudas com aplicação do herbicida indaziflam.

Período (dias)	Dose comercial			
	0	¼	½	1
30	36,7 Ac	35,4 Ab	33,9 Aab	38,1 Aa
60	42,4 Abc	34,4 Bb	32,4 Bab	36,1 Aba
90	48,2 Aab	38,6 Bab	30,2 Cb	28,1 Cb
120	52,0 Aa	44,1 Ba	37,2 Ba	33,9 Cab

0: sem herbicida; ¼ : 37,5 ml.ha<sup>-1</sup> de indaziflam; ½: 75 ml.ha<sup>-1</sup> de indaziflam 1: 150 ml.ha<sup>-1</sup> de indaziflam. 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.

#### 4.2 Massa da matéria seca parte aérea

As variáveis MSPA e INTO foram influenciadas pela dose do indaziflam (Tabela 8). O fertilizante foliar Crop não influenciou as variáveis MSPA, SPAD e INTO ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância com os dados dos atributos avaliados na cultura do eucalipto.

FV	GL	QM		
		MSPA	SPAD	INTO
Bloco	4	4,5023 <sup>ns</sup>	25,0526 <sup>ns</sup>	102,2508 <sup>ns</sup>
Dose	3	20,0945*	32,4065 <sup>ns</sup>	1859,6053**
Crop	1	6,1701 <sup>ns</sup>	71,8240 <sup>ns</sup>	0,9090 <sup>ns</sup>
Dose x Crop	3	3,0243 <sup>ns</sup>	14,1930 <sup>ns</sup>	32,7113 <sup>ns</sup>
Erro	28	6,0278	26,8444	42,4891
Total	39			
CV (%)		29,37	18,52	34,33

<sup>ns</sup>: não significativo pelo teste F a 5 %; \* : significativo a 5 % pelo teste F; \*\* : significativo a 1 % pelo teste F; MSPA: Massa seca parte aérea; SPAD: Índice SPAD; INTO: Intoxicação das plantas.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A dose comercial do herbicida reduziu a produção de MSPA bem como aumentou os níveis de INTO (Tabela 9). As três doses testadas do herbicida não se diferenciaram entre si para a variável MSPA. As plantas que não receberam herbicida produziram maior massa seca de parte aérea, sendo 34,7 % superior as que receberam a dose comercial do herbicida.

Tabela 9 - Massa seca da parte aérea e intoxicação de plantas de eucalipto clone AEC 2034 submetido a diferentes doses do herbicida Indaziflam.

Doses herbicida	MSPA (g)	INTO (%)
Testemunha	9,8 a	0,3 c
¼ da dose comercial	8,7 ab	17,5 b
½ da dose comercial	8,6 ab	28,4 a
Dose comercial	6,4 b	29,8 a

MSPA: Massa seca parte aérea; INTO: Intoxicação das plantas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Esses resultados estão alinhados com estudos anteriores que demonstram que o aumento das doses de indaziflam provoca intensificação dos sintomas de fitointoxicação e reduções nas variáveis de crescimento, incluindo altura das plantas, MSPA, massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) (DIAS *et al.*, 2019). O indaziflam é um herbicida que atua como inibidor da biossíntese de celulose, afetando diretamente a formação da parede celular das plantas. Essa inibição resulta em menor crescimento e desenvolvimento vegetal, impactando negativamente MSPA (GHIRARDELLO, 2020). Estudos demonstram que doses crescentes de indaziflam aumentam a fitotoxicidade e reduzem a MSPA em diversas culturas.

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação do herbicida indaziflam comprometeu o crescimento do clone AEC 2034 de eucalipto, reduzindo significativamente a altura das plantas.

O uso do Crop® atenuou parcialmente os efeitos negativos do herbicida, principalmente na maior dose testada.

O fertilizante foliar não influenciou os níveis de intoxicação nas plantas, indicando que sua aplicação não foi suficiente para mitigar completamente os efeitos do indaziflam.

O clone AEC 2034 demonstrou sensibilidade ao herbicida indaziflam, especialmente nas doses mais elevadas.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 9 fev. 2025.
- AMIM, R. T. et al. Weed control with indaziflam in soils with different physico-chemical attributes. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 791-799, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- ASSIS, T. F.; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. M. Melhoramento genético do eucalipto. In: SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. (org.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM, 2016.
- BARROSO, G. M. et al. Sensitivity of eucalyptus clones to herbicides associated with foliar fertilizers. **Forests**, v. 13, n. 9, p. 1490, 2022.
- BORGES, P. H. D. **Períodos de controle de plantas de sub-bosque na cultura do eucalipto**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2022.
- BRABHAM, C. et al. Indaziflam herbicidal action: a potent cellulose biosynthesis inhibitor. **Plant Physiology**, v. 166, n. 3, p. 1177-1185, 2014.
- BRAGA, A. F. et al. Population interference of glyphosate resistant and susceptible ryegrass on eucalyptus initial development. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.
- BRASIL. **Instrução normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018**. Brasília: MAPA, 2018. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br>. Acesso em: 9 fev. 2025.
- BRASIL. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br>. Acesso em: 7 fev. 2025.
- BROSNAN, J. T. et al. PRE and POST control of annual bluegrass (*Poa annua*) with indaziflam. **Weed Technology**, v. 26, n. 1, p. 48-53, 2012.
- BROSNAN, J. T.; MCCULLOUGH, P. E.; BREEDEN, G. K. Smooth crabgrass control with indaziflam at various spring timings. **Weed Technology**, v. 25, n. 3, p. 363-366, 2011.
- CARRERO, O. et al. Productivity gains from weed control and fertilization of short-rotation Eucalyptus plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 566-575, 2018.
- DE LA CRUZ, H. C. **Interação da mistura de herbicidas e fertilizantes foliares no controle de *Urochloa decumbens* e *Amaranthus hybridus***. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2023.
- DE OLIVEIRA, M. C. **Plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2023.

DIAS, R. C. et al. Seleção de espécies bioindicadoras para o herbicida indaziflam. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 2, p. 650, 2019.

FONTAN, I. C. et al. Resposta de plantas estressadas de clone de eucalipto à adubação foliar complementar. In: **Ciências Rurais em Foco**. Brasília, 2021.

GHIRARDELLO, G. A. **Eficácia e seletividade do herbicida indaziflam sobre gramíneas infestantes na cultura da cana-de-açúcar**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

GONÇALVES, V. A. et al. Sorption of indaziflam in Brazilian soils with different pH values. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 494-504, 2021.

GOULART, I. C. et al. **Herbicidas registrados para a cultura do eucalipto**. Colombo: EMBRAPA, 2015.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2019**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://iba.org>. Acesso em: 2 set. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geociências**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2025.

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam: a new herbicide for pre-emergent control of weeds. **Weed Science Research**, v. 18, p. 267-270, 2012.

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.

MACIEL, J. C. et al. Development of commercial eucalyptus clone in soil with indaziflam herbicide residues. **Forests**, v. 14, n. 9, p. 1923, 2023.

MATIOLI, T. F. **Adubação foliar**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br>. Acesso em: 14 out. 2025.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A. **Plantas daninhas: herbicidas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

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.

NACHTIGALL, G. R. et al. **Adubação foliar: fatos e mitos**. Porto Alegre: Emater, 2010.

OLIVEIRA, A. R. **Manejo de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. São João Evangelista: IFMG, 2021.

PEVS/IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Disponível em: <https://publicacoes-snif.florestal.gov.br>. Acesso em: 7 fev. 2025.

PERRY, D. H. et al. Indaziflam utilization for controlling problematic turfgrass weeds. **Applied Turfgrass Science**, v. 8, 2011.

PITELLI, R. A. **Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 27, p. 1-16, 1985.

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

SILVA, C. H. **Deriva simulada de dicamba na cultura do eucalipto**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2020.

SILVA, H. D. **Eucalipto**. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SOUSA, A. C. **Eficiência da adubação de base e da adubação foliar em mudas de Eucalyptus grandis**. 2013. Monografia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

TOLEDO, R. E. B. Faixas de controle de plantas espontâneas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 78-92, 2003.

TOMPKINS, J. **Indaziflam – Pesticide Fact Sheet**. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 2010. Disponível em: [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-080818\\_26-Jul-10.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf). Acesso em: 15 mar. 2025.