

# Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência para eucalipto e pinus

## Selectivity of herbicides applied in pre-emergence for eucalyptus and pinus

Renan F. L. Viche<sup>a</sup>, Allan L. Bacha<sup>a\*</sup>, Ebson Silva<sup>a</sup>, Willians C. Carrega<sup>a</sup>, Pedro L. da C. A. Alves<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Biologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP, Brasil.

**Resumo: Introdução:** Fatores como formulação, dose, tecnologia de aplicação, características do solo, espécie e temperatura, influenciam na seletividade de herbicidas, sendo que culturas como eucalipto e pinus são carentes de produtos registrados para o controle de plantas daninhas.

**Objetivo:** Objetivou-se avaliar a seletividade de herbicidas pré-emergentes aplicados antes ou depois do plantio de eucalipto e pinus.

**Métodos:** Dois experimentos foram conduzidos em vasos, em delineamento de blocos inteiramente casualizados e cinco repetições. Foram testadas as modalidades de aplicação 'aplique-plante' (AP) e 'plante-aplique' (PA) em *Eucalyptus urograndis* – Clone 1407 e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para cinco ingredientes ativos: flumioxazina (90 g i.a. ha<sup>-1</sup>), indaziflam (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>), isoxaflutol (150 g i.a. ha<sup>-1</sup>), oxifluorfem (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (800 g i.a. ha<sup>-1</sup>), acrescido de uma testemunha sem herbicida. Os tratamentos consistiram de um fatorial 2x6, sendo duas modalidades de aplicação e seis tratamentos químicos (incluindo o controle). Foram feitas avaliações de fitointoxicação, altura, diâmetro do caule e massa seca (MS) das plantas, além do cálculo de taxa de crescimento absoluto.

**Resultados:** Para a MS, área foliar e altura do eucalipto, verificou-se que não houve diferença entre as modalidades de aplicação e os herbicidas testados. Para o diâmetro do caule do pinus, não houve diferença entre os tratamentos nas modalidades AP e entre os herbicidas na modalidade PA.

**Conclusões:** Indaziflam e isoxaflutol foram prejudiciais ao pinus na modalidade AP, causando reduções de 38% e 25% na MS, respectivamente, em relação à testemunha.

**Palavras-chave:** Fitotoxicidade, época de aplicação, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Eucalyptus urograndis*.

**Abstract: Background:** Factors such as herbicide formulation, dose, application technology, soil characteristics, species and temperature, influence the selectivity of herbicides. Crops such as eucalyptus and pinus lack registered products in Brazil.

**Objective:** This study aimed to evaluate the selectivity of pre-emergent herbicides applied before or after planting eucalyptus and pinus.

**Methods:** Two experiments were conducted in pots, in a randomized block design with five replications. The application modalities 'spray and plant' (SP) and 'plant and spray' (PS) were tested for *Eucalyptus urograndis* – Clone 1407 and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* to five active ingredients: flumioxazin (90 g a.i. ha<sup>-1</sup>), indaziflam (75 g a.i. ha<sup>-1</sup>), isoxaflutole (150 g a.i. ha<sup>-1</sup>), oxifluorfem (960 g a.i. ha<sup>-1</sup>) and sulfentrazone (800 g a.i. ha<sup>-1</sup>), plus a control without herbicide. The treatments consisted of a 2x6 factorial, with two application modalities and six chemical treatments (including the control). Evaluations of injury, plant's height, stem diameter and dry matter (DM) were carried out, in addition to the calculation of the absolute growth rate.

**Results:** For eucalyptus DM, leaf area and height, there was no difference between the application modalities and the tested herbicides. For pine's stem diameter, there was no difference between the treatments in the SP modality, and between the herbicides tested in the PS modality.

**Conclusion:** Indaziflam and isoxaflutole were harmful to pine in the SP modality, causing reductions of 38% and 25% in DM, respectively, compared to control.

**Keywords:** Phytotoxicity, application time, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Eucalyptus urograndis*.

### Journal Information:

ISSN: 2763-8332

Website: <https://www.weedcontroljournal.org/>

Jornal da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas

**Como citar:** Viche RFL, Bacha AL, Silva E, Carrega WC, Alves PLCA. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência para eucalipto e pinus. Weed Control J. 2026;25:e202600804. <https://doi.org/10.7824/wcj.2026;25:00804>

### Aprovado por:

Editor-Chefe: Cristiano Piasecki

Editor Associado: Daniel Valadão Silva

**Conflitos de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesses em relação à publicação deste manuscrito.

**Recebido:** 28 de Setembro, 2022

**Aprovado:** 4 de Fevereiro, 2026

### \* Autor Correspondente:

<allan\_lb@hotmail.com>



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Copyright: 2026

## 1. Introdução

Segundo relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), o setor florestal brasileiro é responsável por 10,2 milhões de hectares de florestas plantadas para fins industriais no país, e é líder mundial de produtividade de madeira. Nestas áreas, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. se destacam na produção madeireira, uma vez que estes gêneros foram responsáveis por 1,9 e 7,8 milhões de ha, respectivamente, da área plantada de florestas para fins comerciais em 2023, o que corresponde a 94,81% das áreas destinadas para a produção silvícola (IBÁ, 2024).

A posição de destaque em termos de produção em que as florestas plantadas brasileiras se encontram, é fruto do desenvolvimento dos programas de melhoramento genético no país (Gonçalves et al., 2013), bem como das melhorias nos processos de manejo e tratos culturais, no qual se inclui as práticas de controle de plantas daninhas (Pereira et al., 2012). A presença de plantas daninhas em determinado ambiente pode ocasionar um conjunto de ações negativas que afetam qualquer atividade humana, sendo tal fenômeno caracterizado como o processo de interferência (Pitelli, 1987).

Durante o estabelecimento das culturas florestais, como eucalipto e pinus, as mudas estão sujeitas à competição por recursos (como água, luz e nutrientes) com as plantas daninhas. Assim, dependendo do período de coexistência dessas plantas, podem ocorrer mudanças morfofisiológicas na cultura (Santos et al., 2015), ocasionando prejuízos em seu desenvolvimento e afetando a quantidade e qualidade da madeira produzida (Garau et al., 2009; Bacha et al., 2016; Colmanetti et al., 2017; 2019; Costa et al., 2021; Tiburcio et al., 2023; Guidugli et al., 2024).

Para que seja possível o desenvolvimento das culturas livres da interferência das plantas daninhas, existem diversas formas de controle, sendo o controle

químico um método com menor dependência de mão-de-obra e custo. No entanto, é importante ressaltar que estudos ou testes preliminares devem ser realizados para cada situação, pois dependendo de fatores como herbicida, dose, espécie ou clone, condições edafoclimáticas, pode haver variação da seletividade do produto (Pereira e Alves, 2015).

A modalidade de aplicação dos produtos também é fator relevante no que tange ao custo do processo, bem como na logística de plantio das mudas no campo. Assim, dependendo do produto utilizado, a aplicação dos herbicidas nas culturas do eucalipto e pinus podem variar desde pulverização em área total, até o processo de aplicação em jato dirigido (“catação”) (Agrofit, 2022). Sendo assim, trabalhos que objetivem testar diferentes modalidades de aplicação, com herbicidas distintos, podem proporcionar informações relevantes aos produtores e à comunidade científica, de maneira a reduzir o custo das aplicações e/ou simplificar a logística de plantio das mudas no campo.

Com isso, o presente trabalho objetivou avaliar a seletividade de herbicidas pré-emergentes aplicados antes e após o plantio de mudas de eucalipto e pinus.

## 2. Material e Métodos

Dois experimentos (um para o eucalipto e outro para o pinus) foram conduzidos concomitantemente, em área aberta e em condições parcialmente controladas, na UNESP de Jaboticabal, SP, Brasil. O clima da região é do tipo Cwa, subtropical, seco no inverno, com chuvas de verão. A altitude do local é de 590 m e as coordenadas geográficas são: latitude 21°15'17”S e longitude 48°19'20”W. Os dois experimentos foram conduzidos por 96 dias após o transplante das mudas (DAP). Durante o período experimental (de maio a agosto de 2018) foram anotadas médias de: 60,5% de umidade relativa do ar; 29,2°C; 20,7°C e 14,3°C para temperaturas máximas, médias e mínimas, respectivamente; e precipitação média de 13 mm.

Cada vaso, com uma planta de eucalipto ou pinus foi considerada uma parcela experimental. Como recipientes foram utilizados vasos de plástico com capacidade volumétrica para 15 L preenchidos com uma mistura de terra coletada na camada superficial de um Latossolo Vermelho Escuro (Santos et al., 2018) e areia grossa na proporção de 2:1 (v/v). O solo apresentava textura franco argilo arenosa com as seguintes características químicas: 5,2 de pH (CaCl<sub>2</sub>); 23,6 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 64,7 mg dm<sup>-3</sup> de P(resina); V(%) de 71%; e 2,8; 39; 21; 25,7; 62,8 e 88,5 mmolc dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H+Al<sup>3+</sup>, SB e CTC, respectivamente.

Mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis* – Clone 1407) e de pinus (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*), com aproximadamente 120 dias de idade, respectivamente, foram plantadas no centro dos vasos. Foi feita adubação equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 4-14-8 (realizado aos 6 dias após a aplicação dos tratamentos, na superfície de cada vaso). Os experimentos foram conduzidos sem restrição hídrica, com irrigação diária até a capacidade de campo.

Foram avaliadas duas modalidades de aplicação de herbicidas: “aplique-plante” (AP) e “plante-aplique” (PA). O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados com 5 repetições, e os tratamentos foram arrançados no esquema fatorial 2x6, sendo duas formas de

aplicação (aplique-plante; plante-aplique) e seis tratamentos herbicidas (cinco herbicidas pré-emergentes e uma testemunha sem aplicação).

Os herbicidas utilizados foram: flumioxazina 90 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Flumyzin® 500, 500 L<sup>-1</sup> g i.a., WP, Sumitomo), indaziflam 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Alion®, 500 L<sup>-1</sup> g i.a., SC, Bayer), isoxaflutol 150 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Fordor® 750 WG, 750 L<sup>-1</sup> g i.a., WG, Bayer), oxifluorfem 960 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Goal® BR, 240 L<sup>-1</sup>, g i.a., EC, Dow AgroSciences) e sulfentrazone 800 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Solara® 500, 500 L<sup>-1</sup> g i.a., SC, FMC).

No dia do transplante das mudas, às 9 horas da manhã, todos os vasos foram molhados até escorrimento superficial; o plantio da forma de aplicação PA ocorreu das 10h às 12h, com temperatura e umidade relativa do ar variando entre 25 e 29 °C, 80 a 65%, respectivamente. A aplicação dos herbicidas ocorreu em sala de pulverização, utilizando pulverizador costal munido de barra com duas pontas TT 11002 à pressão constante (CO<sub>2</sub>), regulado para o volume de 200 L ha<sup>-1</sup>. A temperatura do ar era de 29 °C e a umidade relativa de 47%. Após a pulverização dos herbicidas no solo dos vasos, ocorreu o transplante das mudas da modalidade AP. Para a modalidade PA, a pulverização dos herbicidas ocorreu sobre as mudas, as quais já haviam sido previamente transplantadas.

Aos 7, 18, 26, 31, 41, 53, 60, 75 e 96 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, foram avaliadas a altura das plantas (com uma régua graduada em milímetros), o diâmetro do caule (com auxílio de paquímetro), e fitotoxicidade (EWRC,1964). A escala utilizada apresentou variação de 1 a 9, a saber: nota 1 = ausência de sintoma; 2 = sintoma muito leve; 3 = leve; 4 = regular; 5 = médio; 6 = quase forte; 7 = forte; 8 = muito forte; e 9 = morte das plantas. O critério para a indicação de herbicidas não seletivos se deu pela ocorrência de notas maiores que 7, ou redução significativa no crescimento das plantas, em relação ao controle, ao final do experimento.

Ao final do período experimental (96 DAA), foi realizado o corte do caule rente ao solo, para a determinação da massa seca (MS) da parte aérea do pinus e do eucalipto. Para o eucalipto, as folhas foram destacadas e a área foliar mensurada (Li-Cor, mod. Li 3100). Para determinação da MS, o material vegetal permaneceu em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 96 h, para posterior pesagem em balança eletrônica de precisão.

Com os dados de altura e diâmetro foram calculadas a Taxa de Crescimento Absoluto em relação a medida obtida aos 7 DAA, de acordo com a equação:  $TCA = \frac{(W_t - W_7)}{\Delta t - 7}$ ;  $W_t$  = avaliação aos 7 DAA,  $W_7$  = avaliação no tempo t;  $\Delta t$  = diferença em dias entre a avaliação aos 7 DAA e t.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (teste F), e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com a utilização do software AgroEstat®.

## 3. Resultados e Discussão

### Experimento com eucalipto

Aos 7 DAA, todos os tratamentos contendo aplicação de herbicidas causaram injúrias às plantas de eucalipto

(Tabela 1). Foram observados sintomas leves (notas entre 2 e 3) durante todo o período de avaliação, segundo escala proposta pela EWRC (1964). Os eucaliptos tratados na

modalidade AP apresentaram maiores notas de fitointoxicação (entre 2,53 e 1,13) em relação à modalidade PA (entre 2 e 1) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Notas visuais de fitointoxicação nas plantas de eucalipto decorrentes dos tratamentos experimentais, avaliadas dos 7 aos 60 DAA.

	7 DAA	18 DAA	26 DAA	31 DAA	60 DAA
AP	2,33 a	2,53	1,63	1,43	1,13
PA	2,00 b	1,93	1,40	1,17	1,00
Flumioxazina	2,30 a	2,00	1,30	1,00	1,00
Indaziflam	2,50 a	2,60	2,00	2,00	1,40
Isoxaflutol	2,60 a	2,80	1,80	1,50	1,00
Oxifluorfem	2,50 a	2,50	1,70	1,30	1,00
Sulfentrazona	2,10 a	2,50	1,30	1,00	1,00
Testemunha	1,00 b	1,00	1,00	1,00	1,00
F Modalidade (M)	7,53**	16,91**	2,73 <sup>ns</sup>	6,64*	16,01**
F Herbicida (H)	16,21**	13,60**	4,73**	9,96**	16,01**
F MxH	2,11 <sup>ns</sup>	6,27**	3,13*	4,40**	16,01**
CV (%)	21,73	25,35	36,11	30,84	12,10

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* e \*\* = Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. PA = plante-aplique; AP = aplique-plante.

O efeito fitotóxico dos herbicidas ao eucalipto para a modalidade PA foram leves aos 18 DAA (notas entre 1,6 e 2,8) (Tabela 2). Nas avaliações seguintes, não houve diferença entre os herbicidas nesta modalidade de aplicação (notas menores que 1,8). Em relação aos produtos avaliados, flumioxazina, indaziflam e isoxaflutol proporcionaram as

maiores notas de fitotoxicidade na modalidade AP (entre 2,4 e 3,6), em relação ao PA, na avaliação aos 18 DAA. Nas avaliações seguintes, indaziflam e isoxaflutol permaneceram com as maiores notas para o AP (entre 2,6 e 1,8). Já aos 60 DAA, somente o indaziflam diferiu dos demais tratamentos, com maiores notas (1,8) de fitotoxicidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Interação entre modalidade de aplicação e efeito fitotóxico dos herbicidas em eucalipto dos 18 aos 60 DAA.

	18 DAA			26 DAA		
	AP	PA	F	AP	PA	F
Flumioxazina	2,4 Abc	1,6 Bbc	5,02*	1,2 Abc	1,4 Aa	0,33 <sup>ns</sup>
Indaziflam	3,4 Aab	1,8 Babc	20,11**	2,6 Aa	1,4 Ba	12,15**
Isoxaflutol	3,6 Aa	2,0 Babc	20,11**	2,2 Aab	1,4 Ba	5,53*
Oxifluorfem	2,2 Ac	2,8 Aa	2,82 <sup>ns</sup>	1,6 Aabc	1,8 Aa	0,33 <sup>ns</sup>
Sulfentrazona	2,6 Aabc	2,4 Aab	0,31 <sup>ns</sup>	1,2 Abc	1,4 Aa	0,33 <sup>ns</sup>
Testemunha	1,0 Ad	1,0 Ac	-	1,0 Ac	1,0 Aa	-
F	13,7**	6,19**		6,79**	1,01 <sup>ns</sup>	
	31 DAA			60 DAA		
	AP	PA	F	AP	PA	F
Flumioxazina	1,0 Ac	1,0 Aa	-	1,0 Ab	1,0 Aa	-
Indaziflam	2,6 Aa	1,4 Ba	22,44**	1,8 Aa	1,0 Ba	96,10**
Isoxaflutol	1,8 Ab	1,2 Ba	5,60*	1,0 Ab	1,0 Aa	-
Oxifluorfem	1,2 Abc	1,4 Aa	0,62 <sup>ns</sup>	1,0 Ab	1,0 Aa	-
Sulfentrazona	1,0 Ac	1,0 Aa	-	1,0 Ab	1,0 Aa	-
Testemunha	1,0Ac	1,0 Aa	-	1,0 Ab	1,0 Aa	-
F	13,2**	1,20 <sup>ns</sup>		32,0**	-	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* e \*\* = Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. PA = plante-aplique; AP = aplique-plante.

Aos 96 DAA, indaziflam e oxifluorfem proporcionaram menores valores de diâmetro do caule das plantas de eucalipto (Tabela 3). Já para as demais variáveis, não foi observada diferença entre os tratamentos testados.

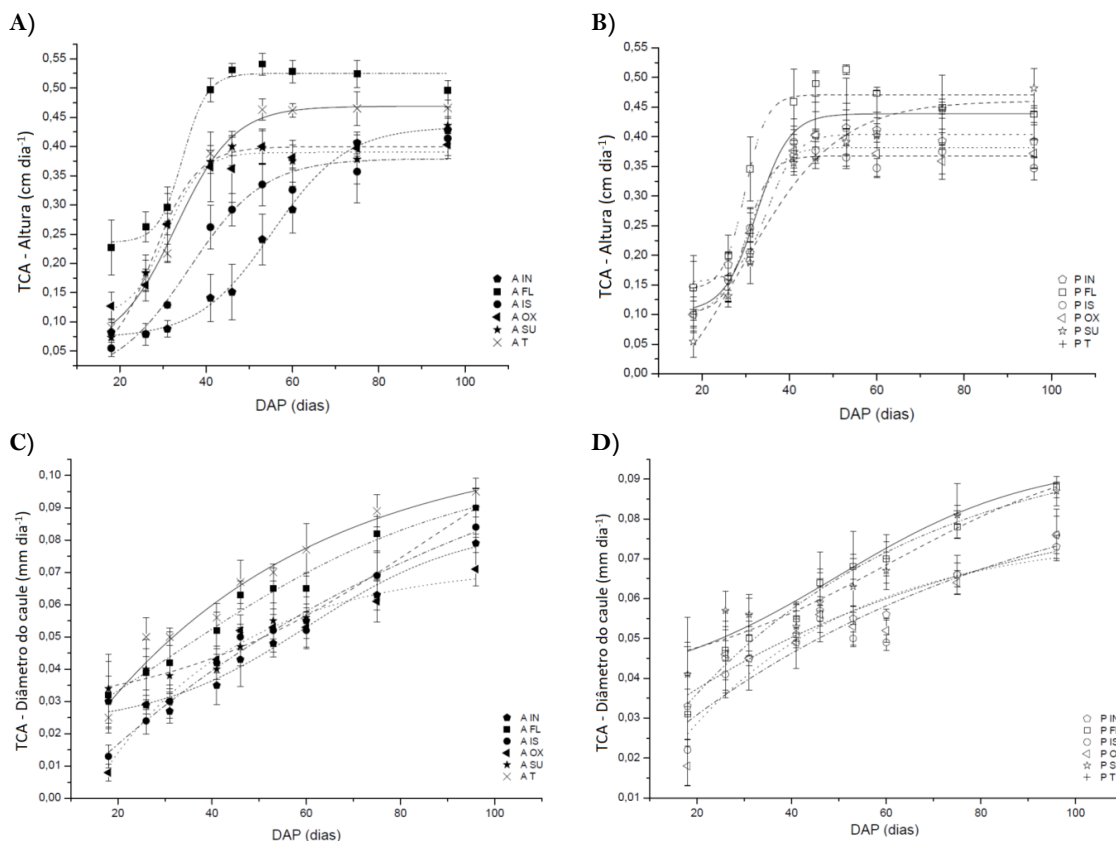
Os eucaliptos com aplicação de flumioxazina obtiveram uma taxa de crescimento absoluto (TCA) em

altura maior em relação à testemunha na modalidade AP (Figura 1A). Já as plantas da testemunha apresentaram a segunda maior TCA a partir dos 53 DAA. Por outro lado, as plantas tratadas com indaziflam obtiveram os menores valores de TCA até os 53 DAA (Figura 1).

**Tabela 3.** Altura, diâmetro, área foliar e matéria seca (MS) de folhas, caule e total de eucalipto em resposta aos tratamentos experimentais, aos 96 DAA.

	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	MS Folhas (g)	MS Caule (g)	MS Total (g)
AP	69,45	10,7	1840,2	29,8	19,0	48,8
PA	66,80	10,4	1913,2	30,5	19,2	49,7
Flumioxazina	70,30	10,9 ab	1946,4	24,7	17,4	42,1
Indaziflam	66,55	9,89 b	1714,0	30,6	19,2	49,8
Isoxaflutol	65,78	10,1 ab	1679,0	27,3	16,5	43,8
Oxifluorfem	65,50	9,88 b	1880,1	31,9	19,6	51,5
Sulfentrazona	71,00	11,4 a	2079,1	35,3	22,2	57,4
Testemunha	69,90	11,2 ab	1961,6	31,3	19,7	50,9
F Modalidade (M)	3,71 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
F Herbicida (H)	2,11 <sup>ns</sup>	4,48 <sup>**</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>
F MxH	1,80 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>
CV (%)	7,83	9,74	17,01	16,30	20,53	17,11

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* = Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup> = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. PA = plante aplique; AP = aplique plante.



**Figura 1.** Taxa de crescimento absoluto (TCA) em altura de plantas de eucalipto nas modalidades "aplique-plante" (A) e "plante-aplique" (B); e para o diâmetro do eucalipto para as modalidades "aplique-plante" (C) e "plante-aplique" (D). A = "aplique-plante"; P = "plante-aplique"; IN = indaziflam; FL = flumioxazina; IS = isoxaflutol; OX = oxifluorfem; SU = sulfentrazona; T = testemunha; DAP = dias após o plantio.

No que tange à modalidade de aplicação PA, a TCA em altura dos eucaliptos tratados com sulfentrazona, aos 26 DAA, foi de 0,13 cm dia<sup>-1</sup>, não diferindo de isoxaflutol, oxifluorfem e controle (Figura 1B). Já aos 96 DAA, este tratamento proporcionou os maiores valores de TCA (0,48 cm dia<sup>-1</sup>), não diferindo de flumioxazina (0,43 cm dia<sup>-1</sup>) e testemunha (0,39 cm dia<sup>-1</sup>) (Figura 1B). As menores TCAs aos 96 DAA foram das plantas tratadas com isoxaflutol (0,34 cm dia<sup>-1</sup>) e oxifluorfem (0,37 cm dia<sup>-1</sup>) (Figura 1B).

Para a TCA do diâmetro na modalidade AP, as testemunhas apresentaram os maiores valores, seguidos das plantas expostas ao flumioxazina (Figura 1C). Aos 96 DAA, as menores TCAs foram anotadas para os tratamentos com oxifluorfem e indaziflam, com valores de 0,071 e 0,079 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1C).

Na modalidade PA, os tratamentos testemunha e

sulfentrazona apresentaram as maiores TCAs durante o período experimental (Figura 1D). Já aos 96 DAA, as plantas da testemunha, flumioxazina e sulfentrazona obtiveram TCA próximo a 0,088 mm dia<sup>-1</sup>. Na mesma data, os herbicidas oxifluorfem, isoxaflutol e indaziflam proporcionaram TCA médio de 0,075 mm dia<sup>-1</sup> às plantas de eucalipto (Figura 1D).

### Experimento com pinus

Aos 18 DAA, todos os tratamentos com herbicidas diferiram da testemunha em relação às notas de fitotoxicidade. No entanto, deve-se ressaltar que os sintomas foram leves (nota 3) ou muito leves (nota 2), segundo classificação proposta pela EWRC (1964), a partir de 26 DAA (Tabela 4).

**Tabela 4.** Notas visuais de fitointoxicação em pinus decorrentes dos tratamentos experimentais, avaliadas dos 7 aos 60 DAA.

	7 DAA	18 DAA	26 DAA	31 DAA	41 DAA	60 DAA
AP	1,80 a	3,10 a	1,90	1,87	1,83	1,77
PA	1,20 b	2,17 b	1,33	1,33	1,27	1,10
Flumioxazina	1,60 a	3,40 a	2,20	2,00	2,00	1,70
Indaziflam	1,70 a	3,20 a	2,20	2,10	2,10	2,00
Isoxaflutol	1,50 a	2,60 a	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxifluorfem	1,70 a	2,90 a	2,20	2,20	2,00	1,80
Sulfentrazona	1,50 a	2,70 a	1,30	1,30	1,20	1,10
Testemunha	1,00 a	1,00 b	1,00	1,00	1,00	1,00
F Modalidade	15,91**	18,85**	18,42**	19,01**	27,72**	40,51**
F Herbicida	2,00 <sup>ns</sup>	10,52**	12,91**	14,19**	16,50**	12,31**
F MxH	1,53 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	3,13*	5,31**	6,09**	8,68**
CV (%)	38,35	31,61	31,50	29,53	26,81	28,22

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* e \*\* = Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. PA = plante aplique; AP = aplique plante.

Para o efeito dos herbicidas aos 26 DAA, observou-se maior fitotoxicidade na modalidade AP nas plantas de pinus tratadas com flumioxazina, indaziflam e oxifluorfem (entre 2,8 e 2,6) (Tabela 5). Este padrão de resposta se manteve até os 60 DAA. Isoxaflutol e sulfentrazona não diferiram da testemunha em todas as avaliações. Já para a modalidade PA, não houve efeito fitotóxico dos herbicidas ao pinus (Tabela 5).

Ao final do período experimental, não foi observada diferença entre modalidades de aplicação e herbicidas na altura das plantas de pinus (dados não apresentados). Em relação à interação entre os fatores para o diâmetro do caule, não houve diferença entre os tratamentos na modalidade AP (Tabela 6). Já para o PA, o controle obteve o maior diâmetro, não diferindo apenas das plantas tratadas com indaziflam (Tabela 6). Isoxaflutol e sulfentrazona causaram reduções no diâmetro de 23,7%, em comparação à testemunha, seguidos de flumioxazina (20,1%) e oxifluorfem (16,3%) (Tabela 6).

No que tange à MS, o indaziflam foi o único produto que causou redução desta variável (37,4%) quando as modalidades AP e PA foram comparadas (Tabela 6). Para o

AP, este herbicida proporcionou redução de 38,7% de MS em relação à testemunha; já o isoxaflutol ocasionou redução de 25,6% (Tabela 6). Para a modalidade PA, não houve diferença entre os herbicidas estudados (Tabela 6).

A absorção de um produto químico pela planta depende de diversos fatores relacionados tanto aos herbicidas, quanto à forma de aplicação. Quando aplicados no solo, os produtos são absorvidos principalmente pelas raízes ou primórdios radiculares das plântulas; já quando aplicados na parte aérea, podem ser absorvidos pelas folhas ou até mesmo pelo caule (Silva e Silva 2007).

No presente experimento, foi observado que flumioxazina, indaziflam e oxifluorfem ocasionaram maior fitointoxicação às plantas de pinus nas avaliações realizadas dos 26 aos 60 DAA (Tabela 5). Em relação às modalidades de aplicação, notou-se que quando o transplântio ocorreu após a aplicação dos produtos (aplique-plante – AP), as notas de fitointoxicação foram maiores em comparação à modalidade PA (Tabela 5). Segundo Rodrigues e Almeida (2011), os herbicidas flumioxazina e oxifluorfem podem ser absorvidos tanto pelas folhas quanto via sistema radicular. No entanto,

na modalidade de aplicação AP, as covas de plantio foram abertas após a pulverização dos produtos no solo, o que pode ter concentrado as partículas de herbicida neste local, fazendo

com que as raízes das mudas tivessem uma maior exposição ao produto, explicando a maior fitotoxicidade para as plantas de pinus na modalidade AP (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 5.** Interação entre modalidade de aplicação e efeito fitotóxico dos herbicidas em pinus dos 26 aos 60 DAA.

	26 DAA			31 DAA		
	AP	PA	F	AP	PA	F
Flumioxazina	2,6 Aa	1,8 Ba	6,14*	2,4 Aa	1,6 Ba	7,16**
Indaziflam	2,6 Aa	1,4 Ba	13,81**	2,8 Aa	1,4 Ba	21,95**
Isoxaflutol	1,0 Ab	1,0 Aa	-	1,0 Ab	1,0 Aa	-
Oxifluorfem	2,8 Aa	1,6 Ba	13,81**	2,8 Aa	1,6 Ba	16,11**
Sulfentrazone	1,4 Ab	1,2 Aa	0,38 <sup>ns</sup>	1,4 Ab	1,2 Aa	0,45 <sup>ns</sup>
Testemunha	1,0 Ab	1,0 Aa	-	1,0 Ab	1,0 Aa	-
F	14,1**	2,05 <sup>ns</sup>		17,7**	1,67 <sup>ns</sup>	
	41 DAA			60 DAA		
	AP	PA	F	AP	PA	F
Flumioxazina	2,4 Aa	1,6 Ba	9,22**	2,0 Ab	1,4 Ba	5,47*
Indaziflam	2,8 Aa	1,4 Ba	28,23**	2,8 Aa	1,2 Ba	38,90**
Isoxaflutol	1,0 Ab	1,0 Aa	-	1,0 Ac	1,0 Aa	-
Oxifluorfem	2,6 Aa	1,4 Ba	20,75**	2,6 Aab	1,0 Ba	38,90**
Sulfentrazone	1,2 Ab	1,2 Aa	-	1,2 Ac	1,0 Aa	0,61 <sup>ns</sup>
Testemunha	1,0 Ab	1,0 Aa	-	1,0 Ac	1,0 Aa	-
F	20,9**	1,69 <sup>ns</sup>		20,1**	0,85 <sup>ns</sup>	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* e \*\* = Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. PA = plante-aplique; AP = aplique-plante.

**Tabela 6.** Interação entre modalidade de aplicação e herbicidas no diâmetro e matéria seca total (MSTotal) de plantas de pinus aos 96 DAA.

	Diâmetro (mm)			MSTotal (g)		
	AP	PA	F	AP	PA	F
Flumioxazina	6,00 Aa	6,08 Ab	0,05 <sup>ns</sup>	6,45 Aab	6,23 Aa	0,16 <sup>ns</sup>
Indaziflam	5,29 Ba	6,60 Aab	11,25**	4,63 Bc	7,39 Aa	26,72**
Isoxaflutol	5,62 Aa	5,80 Ab	0,21 <sup>ns</sup>	5,62 Abc	6,45 Aa	2,46 <sup>ns</sup>
Oxifluorfem	5,92 Aa	6,37 Ab	1,32 <sup>ns</sup>	6,55 Aab	7,57 Aa	3,63 <sup>ns</sup>
Sulfentrazone	6,34 Aa	5,81 Ab	1,81 <sup>ns</sup>	6,97 Aab	7,04 Aa	0,02 <sup>ns</sup>
Testemunha	6,01 Ba	7,61 Aa	16,65**	7,55 Aa	8,25 Aa	1,72 <sup>ns</sup>
F	1,70 <sup>ns</sup>	5,99**		7,52**	3,90 <sup>ns</sup>	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* = Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup> = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. PA = plante-aplique; AP = aplique-plante.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a seletividade por posição é a principal forma de algumas culturas serem tolerantes aos herbicidas (Oliveira Jr e Inoue, 2011). Neste tipo de seletividade, o posicionamento do herbicida favorece a cultura em relação à planta daninha, uma vez que as espécies infestantes se encontram mais próximas da camada com maior concentração do herbicida. No caso da aplicação de herbicidas na superfície do solo, o contato com o ingrediente ativo, em geral, é menor nas espécies com raízes mais profundas em comparação às espécies com raízes superficiais (Azania e Azania, 2014).

O indaziflam obteve registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no ano de 2016 como um produto comercial, mas não registrado para as culturas de eucalipto e pinus. No entanto, em 2017, um produto comercial para essas culturas com o mesmo princípio ativo foi registrado (Agrofit, 2022). Seu primeiro registro foi feito em 2010 nos Estados Unidos para utilização em gramados, com uso potencial em pré e pós-emergência para controle de mono e dicotiledôneas (Kaapro e Hall, 2011). Por ter como principal modo de ação a inibição da biossíntese de celulose, é esperado que este herbicida tenha efeito negativo

reduzido sobre tecidos já desenvolvidos (Kaapro e Hall, 2011). Possivelmente por este motivo, as plantas de pinus que receberam este herbicida não obtiveram reduções na massa seca total ao final do período experimental, para a modalidade PA (Tabela 6).

Diversas espécies de pinus são amplamente cultivadas no exterior (Andrade, 2017). Com isso, a aplicação de herbicidas em área total (conhecida como modalidade “*over-the-top*”) é frequentemente utilizada (Andrade et al., 2022). Por pertencerem à família Pinaceae, essas plantas apresentam um ritmo de crescimento cíclico que é dividido em três fases: I) extinção do crescimento; II) dormência e resistência ao frio; e III) ruptura de gemas (Bigras e Colombo, 2001; Junttila, 2007). Assim, a aplicação “*over-the-top*” é realizada durante o período de dormência, por ser observada uma tolerância temporária das plantas aos herbicidas (Andrade, 2017).

Em experimento realizado com plantas de pinus de 19 meses idade, Andrade (2017) verificou que diferentes formulações de glyphosate isoladas ou misturadas com saflufenacil e indaziflam não afetaram o crescimento de *P. taeda*. Já em plantas mais jovens (9 meses), foi relatado uma redução na taxa de crescimento durante o período entre 15 e 30 dias após a aplicação. No entanto, após este período, houve a recuperação das plantas tratadas com glyphosate combinado com saflufenacil e indaziflam (Andrade, 2017). De maneira semelhante, no presente trabalho, a aplicação de indaziflam após o transplante do pinus não ocasionou efeito negativo ao crescimento das plantas (Tabela 6).

No que tange ao experimento com eucalipto, foi observado que as plantas apresentaram sintomas de fitointoxicação nas primeiras épocas de avaliação para todos os herbicidas testados (Tabela 2). Apesar disso, não houve efeito deletério ao crescimento da cultura ao final do período experimental (exceção ao diâmetro – Tabela 3). Semelhantemente, Azania e Azania (2014) ressaltam que nos primeiros dias após a aplicação de um herbicida pode haver sintomas de intoxicação característicos dos mecanismos de ação dos produtos utilizados, mesmo em culturas tolerantes. No entanto, é esperado que tais danos não comprometam a produção da cultura devido à recuperação das plantas, comumente observada (Azania e Azania, 2014).

Para a comparação entre as modalidades de aplicação, aos 18 DAA, flumioxazina, indaziflam e isoxaflutol apresentaram maior fitotoxicidade às plantas de eucalipto na modalidade AP (Tabela 2), possivelmente em decorrência da abertura das covas de plantio após a aplicação dos produtos, resultando em maior acúmulo de herbicida na região do sistema radicular.

Já para o sulfentrazona, o tipo de aplicação não teve efeito distinto sobre as notas de fitointoxicação do eucalipto (Tabela 2). Esse resultado difere do observado por Rezende et al. (2014), em que os eucaliptos apresentaram dano causado pelo herbicida de forma mais lenta na aplicação de sulfentrazona na modalidade pré-plantio (absorção pela raiz), em comparação à modalidade pós-plantio (absorvido pelas folhas). Porém, vale ressaltar que este trabalho foi conduzido a campo, sendo que a aplicação em pré-plantio ocorreu aos 5 dias antes do plantio das mudas, o que provavelmente justifica a diferença nos resultados observados.

Herbicidas lipofílicos têm facilidade de serem

absorvidos pelas raízes pelo fato dos tecidos deste órgão também apresentarem características lipofílicas. Assim, ressalta-se que a zona fundamental de absorção radicular está localizada na região de 5 a 50 mm de sua extremidade (Silva e Silva, 2007). No entanto, Monquero e Hirata (2014) elucidam que devido às suas características físico-químicas, alguns herbicidas podem apresentar grande probabilidade de ficarem adsorvidos aos colóides do solo, dificultando a absorção pelas raízes.

Rezende et al. (2014) destacam que os ativos isolados isoxaflutol, flumioxazina e sulfentrazona não causaram sintomas de fitotoxicidade em *E. urophylla* na modalidade pré-plantio aos 10 DAA. Em pós-plantio, 25% das plantas tratadas com flumioxazina apresentaram sintomas de clorose em folhas da periferia da planta. Já os sintomas apresentados pelos eucaliptos tratados com sulfentrazona foram mais severos, com injúrias cloróticas nas folhas periféricas em 60% das plantas (Rezende et al., 2014). No presente trabalho, aos 7 DAA, foram observados sintomas de alteração na coloração das folhas do terço superior da planta (dados não apresentados). Apesar disso, vale ressaltar que os sintomas não chegaram ao ponto de necrose das folhas (o que pode ser constatado pelas notas de fitotoxicidade – Tabela 2), não comprometendo, assim, o crescimento das plantas de eucalipto ao final do período experimental (Tabela 3).

A seletividade dos herbicidas às culturas também pode depender de diversos fatores, tanto relacionados às condições edafoclimáticas, quanto à dose do herbicida ou espécie/clonagem de eucalipto utilizado (Pereira e Alves, 2015). Nesse sentido, Silva et al. (1994) verificaram que *Corymbia citriodora* foi a espécie mais sensível à aplicação do oxifluorfem, enquanto *E. calmdulensis* apresentou tolerância intermediária; já as espécies *E. grandis* e *E. saligna* foram tolerantes ao herbicida. Os autores ainda concluíram que *E. calmdulensis*, *E. grandis* e *E. saligna* se recuperaram totalmente dos sintomas de fitotoxicidade, tanto para as aplicações realizadas pré, como em pós-plantio das mudas (Silva et al., 1994).

Na modalidade AP, o herbicida indaziflam causou uma redução na taxa de crescimento absoluto (TCA) do eucalipto em altura de 41 DAA a 53 DAA (Figura 1A). Aos 31 DAA, as plantas apresentavam crescimento de 0,088 cm dia<sup>-1</sup>, próximo àquelas tratadas com isoxaflutol (0,129 cm dia<sup>-1</sup>), as quais também obtiveram TCA inferior aos demais tratamentos (Figura 1A). Apesar disso, nas avaliações realizadas após os 70 DAA, tais plantas apresentaram considerável recuperação, não diferindo da testemunha ao final do período experimental (Tabela 3), corroborando resultados obtidos por Andrade (2017), com pinus.

Em trabalho realizado com *E. grandis* (clone CRV1189), Tiburcio et al. (2012) observaram que flumioxazina (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) aplicado sobre as plantas apresentou fitotoxicidade leve aos 15 DAA. Os sintomas foram descritos como clorose nas folhas do terço inferior, sem efeito nas folhas novas ou brotações (Tiburcio et al., 2012). Ainda, oxifluorfem (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>) apresentou sintoma de fitotoxicidade ligeiramente maior do que sulfentrazona (500 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e flumioxazina (125 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Já no presente trabalho, aos 18 DAA, oxifluorfem proporcionou a maior nota de fitotoxicidade na modalidade PA, sendo diferente de flumioxazina (Tabela 2). Tal resultado indica que pode haver injúrias após a aplicação destes herbicidas em pós-emergência, mas por terem pequena translocação nas plantas

(Oliveira Jr., 2011), é esperado que tenham efeito concentrado nas partes expostas, não comprometendo, com isso, o crescimento das plantas de eucalipto por períodos iguais ou superiores a 96 DAA (Tabela 3).

#### 4. Conclusões

Os herbicidas isoxaflutol (150 g i.a. ha<sup>-1</sup>), flumioxazina (90 g i.a. ha<sup>-1</sup>), oxifluorfem (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (800 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram seletivos ao *Eucalyptus urograndis* (Clone 1407) tanto na modalidade aplique-plante como na

#### Referências

Agrofit. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. Available from: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Accessed: 27 set. 2022.

Andrade TCGR. Impact of herbicides, their relation with phosphate fertilization and effectiveness of weed control in pinus. [thesis]. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2017. Available from: [https://www.udesc.br/arquivos/cav/vid\\_cp\\_menu/1324/Tese\\_Thiago\\_Andrade\\_15675386585115\\_1324.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/vid_cp_menu/1324/Tese_Thiago_Andrade_15675386585115_1324.pdf)

Andrade TCGR, Bacha AL, Camargo MB, Carvalho LB. Influence of phosphorus fertilization on the response of pinus genotypes to glyphosate subdoses. *New Forests*. 2022;53(1):143-160. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09849-y>

Azania CAM, Azania AAPM. Seletividade de Herbicidas. In: Monquero PA. Aspectos da Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. São Carlos: RiMa; 2014.

Bacha AL, Pereira FCM, Pires RN, Nepomuceno MP, Alves PLCA. Interference of seeding and regrowth of signal grass weed (*Urochloa decumbens*) during the initial development of *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* × *E. urophylla*). *Aust J Crop Sci*. 2016;10(3):322-330. Available from: <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.03.p6995>

Bigras FJ, Colombo SJ. Conifer Cold Hardiness. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2001.

Colmanetti MAA, Bacha AL, Braga AF, Alves PLCA, Paula RC. Interference of *Urochloa decumbens* and *Panicum maximum* in the initial growth of six clones of *Eucalyptus urograndis*. *Aust J Crop Sci*. 2017;11:1261-1267. Available from: <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.10.pne514>

Colmanetti MAA, Bacha AL, Alves PLCA, Paula RC. Effect of increasing densities of *Urochloa brizantha* cv. Marandu on *Eucalyptus urograndis* initial development in silvopastoral system. *J For Res*. 2019;30:537-543. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0635-4>

Costa AGF, Bacha AL, Pires RN, Pavani MCMD, Alves PLCA. Interference of *Commelina benghalensis* in the initial

plante-aplique, enquanto o indaziflam (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foi seletivo somente na modalidade plante-aplique.

Para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, os herbicidas oxifluorfem (960 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (800 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram seletivos nas duas modalidades testadas. Além deles, também foram seletivos: indaziflam (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e isoxaflutol (150 g i.a. ha<sup>-1</sup>) na modalidade plante-aplique, bem como flumioxazina (90 g i.a. ha<sup>-1</sup>) na modalidade aplique-plante. Os herbicidas isoxaflutol (150 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e indaziflam (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) não foram seletivos ao pinus na modalidade aplique-plante.

growth of *Eucalyptus grandis* in winter and summer. *Ciência Florestal*. 2021;31:590-606. [Portuguese]. Available from: <https://doi.org/10.5902/1980509825556>

EWRC. European Weed Research Council. Report of the Third and Fourth Meetings of the European Weed Research Council Committee on Methods. *Weed Res*. 1964;4(1):88. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1964.tb00271.x>

Garau AM, Ghera CM, Lemcoff JH, Baraño JJ. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. *New For*. 2009;37:251-264. Available from: <https://doi.org/10.1023/A:1024490707175>

Gonçalves JLM, Alvares CA, Higa AR, Silva LD, Alfenas AC, Stahl J. et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalyptus plantations. *For Ecol Manag*. 2013;301:6-27. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.030>

Guidugli TB, Bacha AL, Martins HL, Novello BDP, Alves PLCA. Glyphosate-resistant *Digitaria insularis* effect on eucalyptus initial growth. *New For*. 2024;55:1209-1229. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11056-024-10028-y>

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório IBÁ 2024. Available from: <<https://iba.org/relatorio2024.pdf>> Accessed: 26 jan. 2025.

Junttila O. Regulation of annual shoot growth cycle in northern tree species. In: Taulavuori E, Taulavuori K. Physiology of northern plants under changing environment. Kerala: Research Signpost; 2007.

Kaapro J, Hall J. Indaziflam - A new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. Conference Proceedings. 23<sup>rd</sup> Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Queensland-AUS. 2011;1:224-227.

Monquero PA, Hirata ACS. Comportamento de herbicidas nas plantas. In: Monquero PA. Aspectos da Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. São Carlos: RiMa; 2014.

Oliveira Jr RS, Inoue MH. Seletividade de Herbicidas para Culturas e Plantas Daninhas. In: Oliveira Jr RS, Constantin J, Inoue MH. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax; 2011.

Oliveira Jr RS. Mecanismos de Ação de Herbicidas. In: Oliveira Jr RS, Constantin J, Inoue MH. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax; 2011.

Pereira FCM, Alves PLCA. Herbicides for weed control in eucalypt. *Revista Brasileira de Herbicidas*. 2015;14(4):333-347. Available from: <https://doi.org/10.7824/rbh.v14i4.425>

Pereira FCM, Yamauti MS, Alves PLCA. [Interaction between weed management and covering fertilization in the initial growth of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*]. *Rev Árvore*. 2012;36(5):941-949. [Portuguese]. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000500016>

Pitelli RA. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. Série técnica IPEF. [Portuguese]. 1987;4(12):1-24.

Rezende EH, Sousa NJ, Souza MD, Tetto AF, Malinovski RA. [Phytotoxicity of different pre-emergent herbicides on *Eucalyptus urophylla* seedlings under pre and post planting application]. *Enciclopédia Biosfera*. 2014;10(18):1781-1791. [Portuguese]. Available from: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/fitotoxicidade.pdf>

Rodrigues BN, Almeida FS. *Guia de Herbicidas*. 6. ed. Londrina: Grafmarke; 2011.

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumberras JF, Coelho MR. et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. EMBRAPA: Brasília; 2018.

Santos MV, Ferreira EA, Tuffi Santos LD, da Fonseca DM, Aspiazú I, Silva DV, et al. Physiological aspects of acacia and eucalyptus in competition with *Brachiaria*. *Aust J Crop Sci*. 2015;9(3):210-214.

Silva W, Silva JF, Cardoso AA, Barros NF. Tolerância de *Eucalyptus* spp. a diferentes herbicidas. *Rev Árvore*. 1994;18(3):287-300.

Silva AA, Silva JF. *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. UFV: Viçosa; 2007.

Tiburcio RA, Ferreira FA, Ferreira LR, Machado MS, Machado AFL. [Weed control and selectivity of flumioxazin in eucalyptus]. *Cerne*. 2012;18(4):523-531. Portuguese. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000400001>

Tiburcio RAS, Bacha AL, Alves PLCA, Salgado TP. Long-term growth response to weed-control strips in *Eucalyptus urograndis* plantations in Brazil. *Aust For*. 2023;86(1):22-30. Available from: <https://doi.org/10.1080/00049158.2023.2167155>