



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Juliano Miari Corrêa

**TOLERÂNCIA DE MUDAS DE EUCALIPTO AOS HERBICIDAS CLOMAZONE,
SULFENTRAZONE E DIURON**

Diamantina

2020



Juliano Miari Corrêa

**TOLERÂNCIA DE MUDAS DE EUCALIPTO AOS HERBICIDAS CLOMAZONE,
SULFENTRAZONE E DIURON**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Siqueira da Silva

Co-orientador: Prof. José Barbosa dos Santos

Diamantina

2020

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C824e

Corrêa, Juliano Miari

Tolerância de mudas de eucalipto aos herbicidas clomazone, sulfentrazone e diuron / Juliano Miari Corrêa, 2021.

32 p.: il.

Orientador: Ricardo Siqueira da Silva

Coorientador: José Barbosa dos Santos

Dissertação (Mestrado– Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021.

1. Fitotoxicidade. 2. Seletividade. 3. Tolerância. 4. Eucaliptocultura. I. Silva, Ricardo Siqueira da. II. Santos, José Barbosa dos. III. Título. VI. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 634.9

Ficha Catalográfica – Sistema de Bibliotecas/UFVJM

Bibliotecária: Viviane Pedrosa – CRB6/2641



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

JULIANO MIARI CORRÊA

TOLERÂNCIA DE MUDAS DE EUCALIPTO AOS HERBICIDAS CLOMAZONE, SULFENTRAZONE E DIURON

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, nível de Mestrado, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Ricardo Siqueira da Silva

Data de aprovação 28/12/2020.

Prof. Dr. Evander Alves Ferreira - (Universidade Federal de Minas Gerais)

Prof. José Barbosa dos Santos- (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)

Prof. Ricardo Siqueira da Silva - (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)



Documento assinado eletronicamente por **Jose Barbosa dos Santos, Servidor**, em 28/12/2020, às 13:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Siqueira da Silva, Servidor**, em 28/12/2020, às 13:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **EVANDER ALVES FERREIRA, Usuário Externo**, em 28/12/2020, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufvjm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0252183** e o código CRC **7946854A**.

DEDICO
Aos meus pais
Minha esposa Emília
Minhas filhas Virgínia e Beatriz.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Virgínia e Ernani, pelo incentivo aos estudos.

A Emília, minha esposa, por toda paciência e companheirismo durante essa jornada.

Aos professores Dr. José Barbosa dos Santos e Dr. Ricardo Siqueira Silva pela orientação, paciência, confiança, incentivo, pelas oportunidades e valiosos ensinamentos.

A colega e parceira de trabalho Gabriela, pela orientação, paciência e ajuda imensurável.

Aos colegas do grupo de pesquisa INOVAHERB pela parceria, amizade e ajuda nos experimentos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de Financiamento 001. Assim agradeço a CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

Obrigada a todos!

RESUMO

Conhecer a eficiência dos herbicidas utilizados em plantios de eucalipto, em relação ao controle das plantas daninhas e aos efeitos fitotóxicos são informações importantes para a implantação de um plantio desta espécie. Entre os herbicidas com registro para plantio de eucalipto usadas antes ou após o plantio, alguns podem causar fitotoxicidade às mudas, podendo provocar redução do crescimento ou a morte das plantas jovens. O objetivo desse trabalho foi testar a tolerância do clone I144 de eucalipto aos herbicidas clomazone, sulfentrazone e a mistura pronta do sulfentrazone + diuron, variando textura e umidade do solo além da condição de aplicação (pré e pós-plantio). O trabalho foi realizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, campus JK, Diamantina-MG, conduzido em casa de vegetação, sendo utilizado o Clone I144, variedade urograndis. Foi utilizado um esquema fatorial 2x6, onde o primeiro fator foram: duas umidades do solo (60 e 80% da capacidade de campo) e seis aplicações de herbicidas (sulfentrazone em pré e pós plantio, clomazone em pré plantio e a mistura diuron + sulfentrazone em pré e pós plantio, além do tratamento controle, sem aplicação de herbicidas). Aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação em pré-plantio dos herbicidas foram realizadas as avaliações de fitotoxicidade provocada pelos herbicidas. Em todas as situações, plantas de eucalipto sob ação do sulfentrazone, aplicado em pré plantio, apresentaram menor incremento em altura. Quanto à intoxicação, o sulfentrazone e a mistura de sulfentrazone + diuron nos solos arenosos apresentaram maiores danos as plantas. Ao longo do tempo as mudas que haviam apresentado sintomas visuais de fitotoxicidade, recuperaram e voltaram a apresentar aspecto melhor depois dos 60 dias após aplicação. Os herbicidas causam fitotoxicidade nas mudas bem como reduções na altura, diâmetro e matéria seca.

Palavras-chave: Fitotoxicidade, seletividade, tolerância, eucaliptocultura.

ABSTRACT

Knowing the efficiency of the herbicides used in eucalyptus plantations, in relation to the control of weeds and also to the phytotoxic effects are fundamental information for the implantation of a planting of this species. Among the molecules registered for eucalyptus planting, used before or after planting, some can cause phytotoxicity to seedlings, which can cause reduced growth and even death. The objective of this work was to test the tolerance of eucalyptus clone I144 to the herbicides clomazone, sulfentrazone and the ready mixture of sulfentrazone + diuron, varying soil texture and moisture in addition to the application condition (pre and post-planting). The work was carried out at the Federal University of the Valleys of Jequitinhonha and Mucuri - UFVJM, JK campus, Diamantina-MG, conducted in a greenhouse, using Clone I144, urograndis variety. A 2x6 factorial scheme was used, where the first factor was composed of two soil moisture (60 and 80% of field capacity) and factor two for six herbicide applications (sulfentrazone in pre and post planting, clomazone in pre planting and the mixture diuron + sulfentrazone in pre and post planting, in addition to the control treatment, without application of herbicides). At 30, 60, 90 and 120 days after application in the pre-planting of the herbicides, plant height and visual poisoning caused by the herbicides were measured. The content of chlorophyll diameter and stem diameter was measured at 120 days, the latter being compared to the initial value. In all situations, eucalyptus plants under the action of sulfentrazone, applied in pre-planting, showed less increase in height. As for intoxication, sulfentrazone and the mixture of sulfentrazone + diuron in sandy soils showed greater damage to plants. Over time the seedlings that had shown visual symptoms of phytotoxicity, recovered and returned to appear better after 60 days after application. The herbicides used in the experiment provided some visual symptoms of phytotoxicity in the seedlings as well as reductions in height, diameter and dry matter.

Key words: Phytotoxicity, selectivity, tolerance, eucalyptus culture.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Vista geral do experimento na casa de vegetação.....12
- Figura 2** Altura de plantas de eucalipto, avaliada aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo argiloso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).....16
- Figura 3** Altura de plantas de eucalipto, avaliada aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo Franco Argilo Arenoso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).....17
- Figura 4** Plantas de eucalipto sem aplicação de herbicida (esquerda) e com aplicação de sulfentrazone + diuron pós plantio (direita).....18
- Figura 5** Intoxicação visual avaliada em mudas de eucalipto aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo Argiloso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).....19
- Figura 6** Intoxicação visual avaliada em mudas de eucalipto aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo Argiloso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).....20
- Figura 07** Planta de eucalipto tratada com sulfentrazone pós plantio.....24
- Figura 08** Planta de eucalipto tratada com clomazone em pré-plantio.....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Caracterização físico-química da amostra dos solos.....	13
Tabela 02	Relação dos tratamentos em cada experimento para avaliação da tolerância do clone I144 de eucalipto aos herbicidas clomazone, sulfentrazone e a mistura do sulfentrazone com o diuron.....	14
Tabela 03	Relação dos herbicidas, ingredientes ativos, concentração e doses utilizados no experimento	15
Tabela 04	Diâmetro, clorofila e matéria seca total das plantas de eucalipto plantadas em solo argiloso ou arenoso sob efeito dos herbicidas clomazone e sulfentrazone (isolado ou em mistura ao diuron) em dois níveis de umidade	21

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2.1 Local, mudas e solo	12
2.2 Delineamento experimental.....	13
2.3 Condução do experimento e avaliações.....	15
2.4 Estatística.....	15
3 RESULTADOS	16
4. Discussão	23
5. Conclusão	28
6. Considerações Finais	28
Referências	28

1 INTRODUÇÃO

Entre os fatores que causam redução da produtividade das espécies do gênero *Eucalyptus*, destaca-se a interferência pelas plantas daninhas, principalmente nos primeiros anos de cultivo. O eucalipto é altamente sensível à competição dessas espécies, sendo mais severa durante o período inicial de crescimento, até cerca de um ano após plantio (PITELLI E MARCHI, 1991). Além de competir com a cultura por luz, água e nutrientes, liberam compostos alelopáticos no ambiente, o que pode interferir no crescimento do eucalipto (TOLEDO et al., 2003). Além disso, a presença de plantas daninhas aumenta o custo de outras operações como o controle de formigas. Estima-se que o controle das plantas daninhas alcance até 25% do custo de implantação em florestas plantadas no Brasil (WOCH, 2014). Embora as perdas sejam variáveis em função de fatores edafoclimáticos, em casos extremos de competição a redução no incremento de madeira chega a 80% aos três anos, com redução em altura de 50% e em diâmetro de 35% (GARAU et al., 2009). Para contornar essas perdas, o controle das plantas daninhas pode ser realizado de forma integrada, pelos métodos culturais, físicos e químicos.

O controle das plantas daninhas durante o estabelecimento inicial melhora significativamente o crescimento e o rendimento da cultura (JUNIOR et al., 2020). Com a expansão do setor florestal, áreas cada vez mais extensas, escassez de mão de obra e busca pela máxima produtividade, o uso de herbicidas tem sido o principal método de controle de plantas daninhas (DA COSTA et al., 2012).

O controle pode ser realizado com herbicidas seletivos ou não à cultura, em pré ou pós-emergência de plantas daninhas ou em pré e pós plantio da cultura. A deriva do produto aplicado em pós plantio e a intoxicação causada pela aplicação inadequada de herbicidas estão entre os principais problemas relatados quando se utiliza o controle químico (TAKAHASHI et al., 2009).

Apesar de o método químico ser um dos mais utilizados para o controle de plantas daninhas ainda é bastante incipiente o conhecimento sobre os efeitos do controle químico em sistemas florestais, principalmente a influência que os herbicidas podem ter sobre as espécies florestais na fase inicial de implantação das mudas (Ferreira *et al.*, 2005).

Estão registrados no Brasil 124 herbicidas para uso no setor florestal do eucalipto, sendo que o mais utilizado é o glyphosate, recomendado para controle em pós-emergência de plantas daninhas nessa cultura (MAPA, 2020). Outros produtos contêm flumioxazin, indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen, saflufenacil, carfentrazone-etílica, cletodim, clomazone,

clorimurrom-etílico, diurom, flumioxazina, fluroxipir-meptílico, triclopir-butotílico (MAPA, 2020).

Dentre as espécies de plantas daninhas com maior agressividade, destacam-se as gramíneas, devido a adaptabilidade ambiental (TOLEDO, 1994). Alguns pesquisadores relatam a interferência negativa de braquiárias no crescimento de algumas espécies de eucalipto (TOLEDO et al., 2000; SILVA et al., 2000; SOUZA et al., 2003). Atualmente o controle de gramíneas tem sido realizado principalmente em pós-emergência e pós plantio, com produtos à base de glyphosate. Alternativamente, além de complementar, o uso de outros herbicidas com efeito pré-emergente tem crescido (MAPA, 2020), visando diminuir o uso repetido de glyphosate e manter o eucalipto livre da matocompetição por mais tempo. Dentre os herbicidas utilizados, destacam-se o flumioxazin, glyphosate, indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e saflufenacil (CARBONARI et al., 2019; DA COSTA et al., 2012; SEBASTIAN et al., 2017; MINOGUE e OSIECKA, 2015).

Os inibidores da PROTOX são herbicidas não sistêmicos que controlam plantas dicotiledôneas (folhas largas) como corda-de-viola (*Ipomoea* sp.), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), picão-preto (*Bidens pilosa*), picão-branco (*Galinsoga parviflora*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e tiririca (*Cyperus rotundus*) (VIDAL; MEROTTO JUNIOR, 2001). Entretanto, em aplicações em pré-emergência apresentam ação em monocotiledôneas (folhas estreitas) como braquiárias (*Brachiaria* sp.) (BRASIL, 2014). Os herbicidas flumioxazin e sulfentrazone são utilizados em pré emergência; o carfentrazone é utilizado em pós-emergência e o oxyfluorfen tanto em pré como em pós-emergência. Desses produtos, somente o carfentrazone não é seletivo ao eucalipto e, por isso, não deve ser aplicado sobre mudas ou folhagem (EMBRAPA, 2015). Já os herbicidas inibidores de síntese de pigmentos atuam bloqueando as enzimas na rota de síntese de pigmentos carotenóides. A ausência dos carotenóides leva a foto-oxidação da clorofila (EMBRAPA, 2015). O clomazone pertence a esse grupo sendo recomendado para uso em pré-emergência de gramíneas e algumas eudicotiledôneas no eucalipto (MAPA, 2020).

Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo testar a fitotoxicidade do clone I144 de eucalipto aos herbicidas clomazone, sulfentrazone e a mistura do sulfentrazone + diuron, variando textura e umidade do solo além da condição de aplicação, pré e pós plantio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local, mudas e solo

O trabalho foi realizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, campus JK, Diamantina-MG (18°10'S de latitude, 43°30'W de longitude e altitude 1.387 m). O experimento foi conduzido em casa de vegetação (máxima de 48°C, média de 30°C e mínima de 19°C).



Figura 1: Vista geral do experimento na casa de vegetação.

As mudas foram adquiridas por meio de doação pela empresa FMC – Agrícola, sendo utilizado o Clone I144, variedade urograndis (cruzamento de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*).

No experimento foram utilizados dois tipos de solo, sendo o primeiro um solo argiloso e o segundo, solo classificado como arenoso (Tabela1).

Tabela 1 - Caracterização físico-química da amostra dos solos.

Amostra de solo argiloso													
Análise Física													
Areia			Argila				Silte			Classe textural			
(dag kg ⁻¹)													
6			69				25			Argiloso			
Análise Química													
pH	P	K	Ca	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	MO	
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)				(cmol _c dm ⁻³)					(%)		(dag kg ⁻¹)	
5,2	4,08	110	1,85	0,77	0,4	4,29	2,	3,3	7,19	40,3	12,1	2,42	
9													
Amostra de solo arenoso													
Análise Física													
Areia			Argila				Silte			Classe textural			
(dag Kg ⁻¹)													
51,1			31				17,9			Franco-argilo-arenoso			
Análise Química													
pH	P	K	Ca	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	M	MO	
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)				(Cmol _c dm ⁻³)					(%)		(dag kg ⁻¹)	
5,5	2,16	49,64	1,38	0,8	0,15	2,02	2,31	2,46	4,33	53,3	6,14	0,76	
7													

Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solo Viçosa, Viçosa, MG

Amostra do solo foi peneirada em uma peneira de malha 4 mm e adubado com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, conforme normas de recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5^a Aproximação (SOUZA, 1999), para a cultura do eucalipto. Vasos plásticos com capacidade para 10 L foram preenchidos com nove litros do substrato corrigido e após sete dias as mudas foram transplantadas para os vasos.

2.2 Delineamento experimental

Aos 15 dias após plantio, foram aplicados os tratamentos em dois experimentos distintos conforme descrito na Tabela 02.

Cada experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), compostos por doze tratamentos e quatro repetições cada. O fator um foi a umidade do solo (60 e 80% da capacidade de campo) e o fator dois foi composto por seis aplicações de herbicidas sulfentrazone (Solara) em pré e pós plantio, clomazone (Gamit CS) em pré plantio e a mistura diuron + sulfentrazone (Stone) em pré e pós plantio, além da testemunha sem herbicidas (Tabela 02).

Tabela 02 – Relação dos tratamentos em cada experimento* para avaliação da tolerância do clone I144 de eucalipto aos herbicidas clomazone, sulfentrazone e a mistura do sulfentrazone com o diuron.

Tratamento	Herbicidas**	Umidade média no substrato (%)***
01	Clomazone (pré)	60
02	Clomazone (pré)	80
03	Sulfentrazone (pré)	60
04	Sulfentrazone (pré)	80
05	Sulfentrazone (pós)	60
06	Sulfentrazone (pós)	80
07	Sulfentrazone + diuron (pré)	60
08	Sulfentrazone + diuron (pré)	80
09	Sulfentrazone + diuron (pós)	60
10	Sulfentrazone + diuron (pós)	80
11	Testemunha (sem herbicida)	60
12	Testemunha (sem herbicida)	80

*/Experimento 01 em solo argiloso e experimento 2 em solo arenoso, conforme análises descritas, respectivamente nas tabelas 01 e 02.

**/umidade média do substrato, com variação de 5%.

Na Tabela 03 é apresentada a relação dos princípios ativos e das respectivas formulações comerciais registradas junto ao Ministério da Agricultura (MAPA).

Tabela 03 – Relação dos herbicidas, ingredientes ativos, concentração e doses utilizados no experimento.

Produto comercial®	Ingrediente ativo (i.a)	Grupo químico	Concentração (%)	Dose (L/ha)
Solara	Sulfentrazone	Triazolona	50	1
Gamit 360cs	Clomazone	Isoxazolidinona	36	2
Stone	Sulfentrazone + Diuron	Triazolona + ureia substituída	17,5 + 35	2

2.3 Condução do experimento e avaliações

Os herbicidas foram aplicados utilizando-se pulverizador costal elétrico (Yamaha FT5®, com capacidade de 5 L) em solução com volume de pulverização de 120 L ha⁻¹.

Os vasos foram irrigados diariamente por meio de aspersores e gotejadores, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo desejada (60 e 80%). A capacidade de retenção de água foi obtida pela determinação da massa dos solos na capacidade de campo, subtraída da massa de água remanescente, obtida após a secagem livre (natural) do solo. Para tanto, o material é pesado logo após atingir a capacidade de campo e, depois, diariamente, até atingir peso constante.

No momento do transplântio das mudas foram feitas as medições das alturas e diâmetros do caule dos eucaliptos. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas pré plantio foram medidas as alturas e a intoxicação visual pelo herbicida. Foi calculado o incremento das alturas por meio da diferença da altura aos 30, 60, 90 e 120 dias e a altura inicial. O diâmetro foi medido novamente ao final do experimento e calculado seu incremento. Aos 120 dias também foi medido o teor de clorofila total das mudas. Para a intoxicação, foram realizadas avaliações visuais de controle das espécies, de acordo com escala pré-estabelecida, onde 100% correspondeu ao maior nível de intoxicação intoxicadas e 0% à nenhuma intoxicação.

2.4 Análise dos dados

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância a 95% de probabilidade. Quando pertinente, procedeu-se o teste de médias (Tukey) ou regressão linear, também a 95% de probabilidade.

3 RESULTADOS ESTATÍSTICOS

De maneira geral, os herbicidas afetaram as plantas de eucalipto de forma diferenciada entre produtos e variáveis analisadas. Em solo argiloso, plantas apresentaram altura média maior em substrato com umidade próxima a 80% (Figura 2). Em solo arenoso altura média final foi semelhante, próxima a 40 cm aos 120 dias após plantio (Figura 3).

Para a umidade de 60% no solo argiloso, a taxa de crescimento foi maior nas plantas tratadas com a mistura sulfentrazone+diuron em pré plantio ($0,44 \text{ cm dia}^{-1}$). As demais taxas foram de 0,39, 0,36, 0,35, 0,31 e $0,28 \text{ cm dia}^{-1}$, respectivamente para as plantas tratadas com clomazone em pré plantio, sulfentrazone em pós plantio, controle sem herbicida, sulfentrazone+diuron em pós plantio e sulfentrazone em pré plantio (Figura 2A).

Em substrato com umidade em torno de 80%, verificou-se maior taxa média de crescimento, sendo a melhor resposta em altura para plantas tratadas com a mistura sulfentrazone+diuron em pós plantio ($0,60 \text{ cm dia}^{-1}$). Crescendo sob essa umidade, plantas sem aplicação de herbicidas (controle) apresentaram menor taxa de crescimento, $0,32 \text{ cm dia}^{-1}$ (Figura 2B).

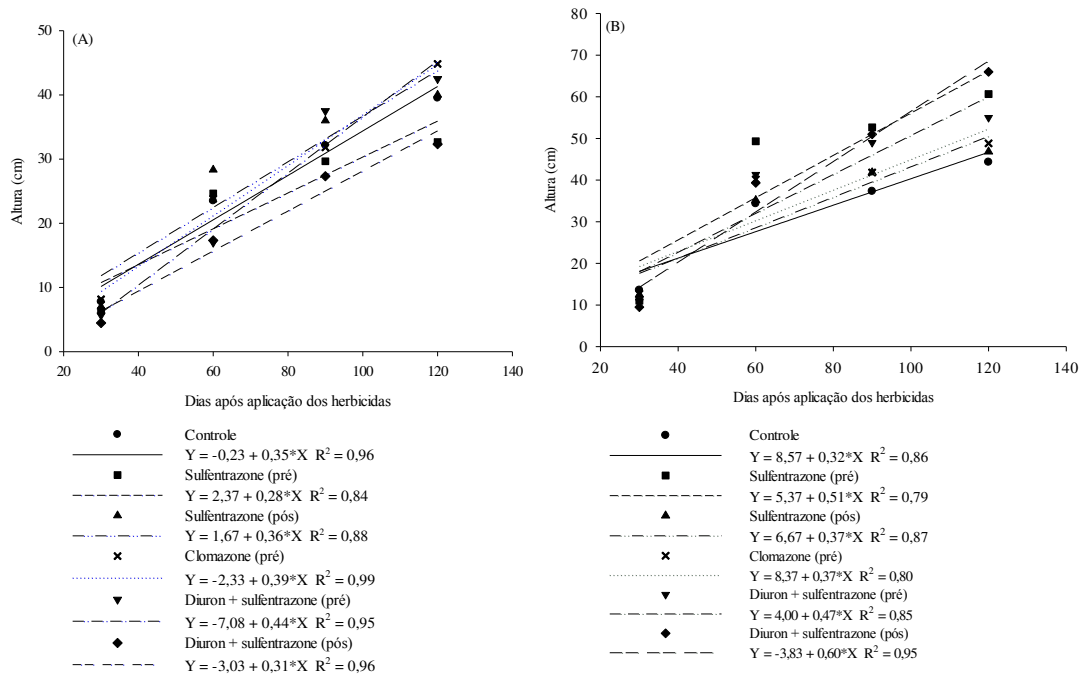


Figura 2. Altura de plantas de eucalipto, avaliada aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo argiloso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).

Para a umidade de 60% no solo arenoso, a taxa de crescimento foi maior nas plantas tratadas com sulfentrazone em pré plantio ($0,44 \text{ cm dia}^{-1}$), sendo a melhor resposta em altura para plantas tratadas nesse tipo de solo. As demais taxas foram de $0,41$, $0,38$, $0,35$, $0,33$ e $0,26 \text{ cm dia}^{-1}$, respectivamente para as plantas tratadas com controle sem herbicida, clomazone em pré plantio, sulfentrazone+diuron em pós plantio, sulfentrazone em pós plantio, sulfentrazone + diuron em pós plantio (Figura 3A).

Em substrato com umidade em torno de 80%, a melhor resposta em altura foi para plantas tratadas com a mistura clomazone em pré plantio ($0,41 \text{ cm dia}^{-1}$). Crescendo sob essa umidade, plantas sem aplicação de herbicidas (controle) apresentaram menor taxa de crescimento, $0,28 \text{ cm dia}^{-1}$ (Figura 3B).

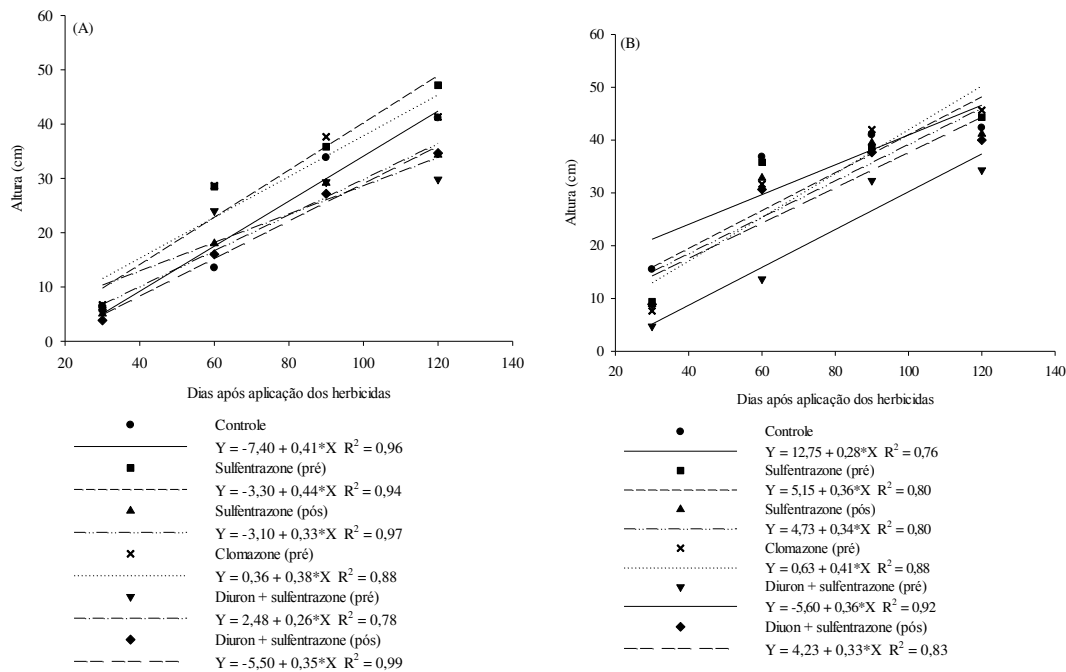


Figura 3. Altura de plantas de eucalipto, avaliada aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo Franco Argilo Arenoso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).

Quanto à intoxicação, a maioria dos herbicidas apresentou um comportamento quadrático, ou seja, tiveram um aumento da intoxicação até os 90 dias e após esse período se recuperaram da intoxicação diminuindo os sintomas. Exceção foi observada para plantas tratadas com a mistura sulfentrazone+diuron que promoveu maior porcentagem de intoxicação no início da avaliação quando aplicada em pós plantio e ao final do período de avaliação quando aplicada em pré plantio (Figura 4).



Figura 4: Plantas de eucalipto sem aplicação de herbicida (esquerda) e com aplicação de sulfentrazone + diuron pós plantio (direita).

Para o solo argiloso, com 60% de umidade, as plantas tratadas com sulfentrazone em pré plantio e em pós plantio, apresentaram menores valores e taxas de intoxicação aos 120 dias, seguidas pelo clomazone em pré plantio e a mistura de sulfentrazone + diuron em pós plantio (Figura 5A).

Em substrato com umidade de 80%, plantas tratadas como sulfentrazone + diuron em pós emergência tiveram alto valor inicial de intoxicação, mas ao longo do tempo houve decréscimo desta variável. Plantas com aplicação em pré plantio da mesma mistura, apresentaram baixa intoxicação nos primeiros dias, sendo que essa intoxicação se agravou depois dos 60 dias (Figura 5B).

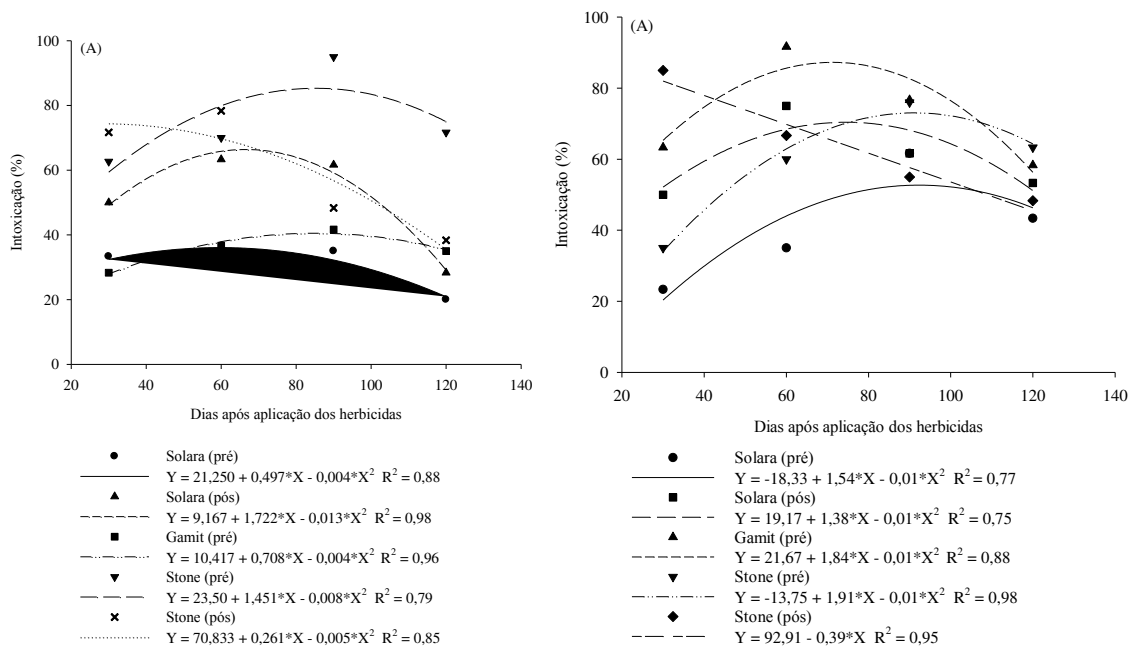


Figura 5. Intoxicação visual avaliada em mudas de eucalipto aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo Argiloso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).

Para a umidade de 60% no solo arenoso, a taxa de intoxicação foi maior nas plantas tratadas com aplicação da mistura de sulfentrazone + diuron em pós plantio, apresentando um comportamento linear crescente. Plantas tratadas com clomazone apresentaram menores índices de intoxicação aos 120 dias (Figura 6A).

Solos arenosos com maior umidade, a menor intoxicação das plantas aos herbicidas foi observada com a aplicação de sulfentrazone em pré plantio. A mistura dos herbicidas sulfentrazone + diuron, aplicada em pós plantio nas plantas, provocou maior nível de intoxicação (Figura 6B).

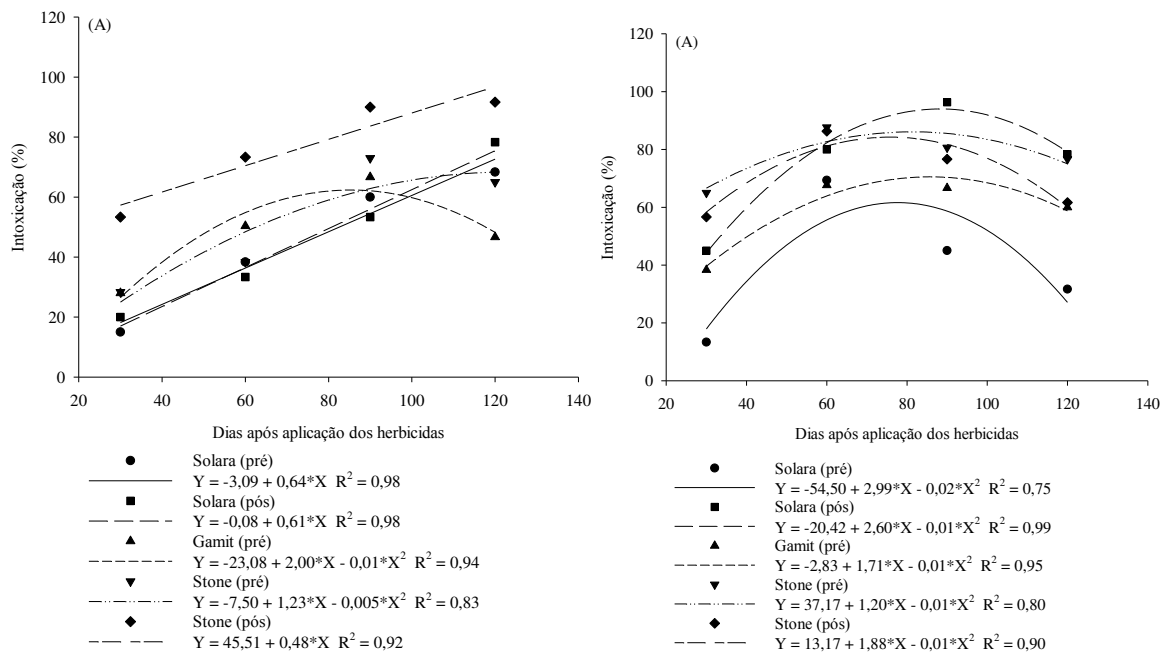


Figura 6. Intoxicação visual avaliada em mudas de eucalipto aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação dos herbicidas clomazone, sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em solo Franco Argilo Arenoso, com umidade de 60% (A) e 80% (B).

Quanto às avaliações diâmetro de caule, teor de clorofila e massa seca total, não se observou diferença significativa entre os tratamentos com herbicidas para na maioria dos tratamentos (Tabela 04).

Quanto ao teor de clorofila, em todos os tratamentos, independente do tipo de solo e umidade, as plantas se mostraram homogêneas. Variando muito pouco em relação à testemunha.

Em solos argilosos com menor umidade, menor matéria seca total (MST) das plantas tratadas com herbicidas foi observada com a aplicação da mistura sulfentrazone + diuron em pós plantio. O mesmo herbicida, aplicado em pré-plantio nas plantas, em solos arenosos com a menor umidade também promoveu menor matéria seca total. (Tabela 4). Em solos arenosos, com maior umidade, observou-se uma diferença entre a testemunha e plantas tratadas com clomazone, porém a mesma não foi significativa.

Tabela 04 – Diâmetro, clorofila e matéria seca total das plantas de eucalipto plantadas em solo argiloso ou arenoso sob efeito dos herbicidas clomazone e sulfentrazone (isolado ou em mistura ao diuron) em dois níveis de umidade.

Solo Argiloso – 60% Umidade			
Herbicida	Diâmetro	Clorofila	MST
Controle	0,17 A	41,03 A	33,40 A
Sulfentrazone			
(pré)	0,13 A	38,00A	33,12 A
Sulfentrazone			
(pós)	0,13 A	37,07 A	27,75 A
Clomazone (pré)	0,17 A	39,80 A	31,56 A
Sulf.+Diuron (pré)	0,10 A	38,10 A	30,98 A
Sulf.+Diuron (pós)	0,10 A	37,10 A	22,52 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Solo Argiloso – 80% Umidade			
Herbicida	Diâmetro	Clorofila	MST
Controle	0,17 AB	40,80 A	30,87 A
Sulfentrazone			
(pré)	0,23 A	34,60 A	51,82 A
Sulfentrazone			
(pós)	0,13 AB	40,60 A	40,77 A
Clomazone (pré)	0,10 B	39,23 A	40,55 A
Sulf.+Diuron (pré)	0,20 AB	34,90 A	46,28 A
Sulf.+Diuron (pós)	0,20 AB	37,23 A	46,38 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Solo Arenoso – 60% Umidade			
Herbicida	Diâmetro	Clorofila	MST
Controle	0,17 A	41,03 A	32,14 A
Sulfentrazone	0,10 A		
(pré)		37,93 A	45,78 A
Sulfentrazone	0,13 A		
(pós)		35,23 A	37,36 A
Clomazone (pré)	0,13 A	36,03 A	30,21 A

Sulf.+Diuron (pré)	0,15 A	37,76 A	23,21 A
Sulf.+Diuron (pós)	0,13 A	42,80 A	32,76 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Solo Arenoso – 60% Umidade			
Herbicida	Diâmetro	Clorofila	MST
Controle	0,10 A	35,96 A	24,71 A
Sulfentrazone			
(pré)	0,17 A	32,43 A	41,45 A
Sulfentrazone			
(pós)	0,13 A	34,80 A	29,15 A
Clomazone (pré)	0,17 A	30,63 A	45,78 A
Sulf.+Diuron (pré)	0,17 A	35,56 A	29,58 A
Sulf.+Diuron (pós)	0,17 A	32,46 A	31,13 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO

No Brasil o eucalipto é cultivado em diversas regiões e submetido a diversos tipos de solos. Dessa forma, é esperado que herbicidas aplicados em pré-plantio tenham comportamentos diferenciados quanto sua ação, a qual é altamente dependente de características como material de origem, granulometria, teores de matéria orgânica e umidade do solo (MELO et al., 2010). O conhecimento prévio das características físicas e químicas do solo, espécies de plantas daninhas no local e condições ambientais, influenciam o comportamento e eficiência do herbicida.

Em nosso trabalho as plantas daninhas não foram controladas e competiram com as plantas de eucalipto, principalmente nos vasos sem aplicação de herbicidas. Esse fato explica a baixa altura média observada para plantas de eucalipto no controle sem herbicidas, ou quando tratadas com sulfentrazone em pré plantio. Contudo, menor taxa de altura de plantas de eucalipto quando tratadas com sulfentrazone + diuron não é resultado da competição com outras espécies, mas sim do efeito tóxico dos produtos quando aplicados sobre as folhas das plantas (Tiburcio et al., 2012). Resultados semelhantes utilizando misturas com sulfentrazone já foram relatados por outros autores (Tiburcio et al., 2012), porém trabalhando com clones diferentes. Assim, o efeito sinérgico da mistura pode estar relacionado à presença do

sulfentrazone. Já o sulfentrazone isolado parece não ter sido efetivo para controlar as plantas daninhas nas unidades amostrais, permitindo baixa taxa de crescimento de plantas em função da matocompetição (Figura 01).

Quando observada a altura de plantas em solos argilosos com maiores teores de umidade, a mistura de herbicidas sulfentrazone + diuron aplicados em pós plantio proporcionaram uma maior taxa de crescimento em relação aos outros herbicidas. Segundo Rodrigues & Almeida, (2005) o sulfentrazone apresenta elevada persistência no solo, sendo sua meia-vida em solos brasileiros de 180 dias. Ainda segundo esses autores, o produto apresenta solubilidade em água de 490 mg L^{-1} e mobilidade moderada, com baixa adsorção. Essas características do sulfentrazone ajudam a explicar a persistência dos efeitos mesmo aos 120 DAA. Também em 80% de umidade, as plantas de eucalipto não tratadas com herbicidas apresentaram menor incremento em altura ($0,32 \text{ cm dia}^{-1}$), o que pode ser explicado pela alta competição direta com as plantas daninhas.

O solo utilizado no experimento apresentou textura franco argilo-arenoso, 31% de argila, pH 5,5 e matéria orgânica de $0,76 \text{ (dag kg}^{-1}\text{)}$. Esses atributos do solo interferem diretamente na recomendação do herbicida sulfentrazone, já que possuem relação direta no comportamento e liberação do herbicida no solo. O teor de argila, matéria orgânica do solo influenciam na mobilidade do sulfentrazone, sendo maior com a diminuição desses valores, ou seja, maior potencial de lixiviação (FAUSTINO et al., 2015).

Quando se aumenta a umidade, o controle apresentou o menor crescimento quando se comparada às outras plantas, o que pode ser explicado pela competição com as plantas daninhas, onde as mesmas não foram controladas. Sob efeito da mistura de sulfentrazone+diuron em pós plantio ou sulfentrazone, aplicado em pré e pós plantio, as plantas se comportaram de forma semelhante, com incremento médio diário de $0,35 \text{ cm}$, contudo, abaixo daquele observado nas plantas sob efeito do clomazone. Pesquisa realizada por TAKAHASHI et al. (2006a) não encontrou efeito significativo do sulfentrazone na dose de $600 \text{ a } 1000 \text{ mL ha}^{-1}$ sobre altura de eucalipto tanto aos 30 como aos 90 dias após aplicação, sendo possível afirmar que o eucalipto foi tolerante ao produto em doses menores do que a utilizada neste trabalho. Rezende et al (2014), trabalhando em solos arenosos,— relatou que nas mudas que receberam o tratamento com o herbicida Sulfentrazone, constatou-se o pior desempenho nesta análise, com um incremento de $0,75 \text{ m}$ aos 90 DAA, resultado que coincidiu com os encontrado por Tiburcio (2012), que ao testar a influência de herbicidas pré-emergentes na altura de mudas de eucalipto, verificou que as mudas tratadas com

Sulfentrazone obtiveram menor crescimento inicial em altura em relação as mudas tratadas com outros herbicidas.

Quanto aos sintomas de intoxicação, de um modo geral, a mistura dos herbicidas sulfentrazone + diuron, aplicados em pré plantio, se mostrou prejudicial em todos os tratamentos, independente da textura e da umidade do solo. Trabalho realizado por Corrêa & Burga, 2000, mostrou que plantas sensíveis tratadas com o carfentrazone-ethyl ocorre acúmulo de protoporfirinogênio IX, que, na presença da luz, catalisa a formação do oxigênio singleto, responsável pela peroxidação das membranas. Com isso, tem-se rápida dessecação das plantas tratadas com os sintomas, podendo ser observáveis no mesmo dia da aplicação.

Foram observados como principais sintomas: folhas arroxeadas com necroses, deformações destas e perda da dominância apical em algumas plantas. Esses sintomas são semelhantes aos descritos por Takahashi et al. (2009) ao relatarem que os sintomas do sulfentrazone iniciaram-se a partir do sétimo dia após a aplicação. Velini et al. (2005) afirmam que o sulfentrazone pode ser tóxico para o eucalipto e que as folhas jovens formadas entre o plantio e a aplicação demonstram maior sensibilidade ao produto, podendo apresentar lesões bastante acentuadas, como encontrado no nosso experimento (Figura 07).



Figura 07: Planta de eucalipto tratada com sulfentrazone pós plantio.

Pode-se observar que os herbicidas sulfentrazone e clomazone, aplicados em pré plantio apresentaram baixas taxas de intoxicação, o que pode ser explicado pela textura argilosa do solo associado com a baixa umidade, o que torna os herbicidas mais adsorvidos ao solo e menos disponíveis na solução para a planta (Junior et al., 2017). Carbonari et al (2016) trabalhando com sulfentrazone em eucalipto observou que quanto ao solo argiloso, os níveis de injúrias foram geralmente inferiores aos encontrados em solo arenoso, principalmente para *E. urograndis*.

Em substrato com umidade de 80%, plantas tratadas com sulfentrazone+diuron em pós plantio tiveram alto valor inicial de intoxicação, mas ao longo do tempo houve decréscimo rápido desta variável. Plantas com aplicação em pré plantio da mesma mistura, apresentaram baixa intoxicação nos primeiros dias, sendo que essa intoxicação se agravou depois dos 60 dias. Em resposta ao herbicida clomazone, as plantas apresentaram o maior pico de intoxicação aos 60 dias de avaliação, sendo que houve uma redução desses valores até os 120 dias.

Em solo arenoso, verifica-se a manutenção do comportamento das plantas, mesmo em umidade de 60%, de maior sensibilidade à mistura de herbicidas, da mesma foram, maior tolerância aos resíduos do clomazone (Figura 08)



Figura 08: Planta de eucalipto tratada com clomazone em pré-plantio.

Verificou-se em todos os tratamentos, tendência de redução de fitotoxidez nas mudas de eucalipto à medida que a avaliação DAA foi efetuada. Normalmente esse tem sido o comportamento de plantas de eucalipto, como *Eucalyptus globulus* e *E. saligna* sob efeito de isoxaflutole ou oxyfluorfem (Agostinetto et al., 2010). Contudo, os sintomas podem prevalecer se outros fatores como restrição nutricional ou condições climáticas dificultarem o completo restabelecimento da planta. Bom exemplo é o efeito de precipitação que pode diminuir a quantidade disponível de herbicidas junto às raízes das plantas. Carbonari et al. (2019) não observaram esta redução de fitotoxidez ao longo do tempo (15, 35, 62 e 90 DAA) nas doses do herbicida sulfentrazone (0, 200, 400 e 600 g ha⁻¹) em função da simulação de 50 mm de chuvas acumuladas.

Os estudos sobre deriva do clomazone e sulfentrazone sobre o eucalipto são poucos e superficialmente explorados, sendo algumas pesquisas mais específicas e detalhadas (TAKAHASHI, 2007), constituindo-se, assim uma área potencial de estudos.

Rezende et al (2014) relatou que o herbicida Clomazone ocasionou às mudas sintomas de cloroses, com folhas novas rosadas, amareladas e em alguns casos esbranquiçadas como um todo ou parte dela e as nervuras mantiveram-se verdes, em seguida a clorose evoluía para necroses e superbrotação, o que coincide com os resultados obtidos por Takahashi (2007), que verificou, além destes sintomas, que as folhas novas das mudas de eucalipto tratadas com essa molécula se apresentaram mais verdes e grossas. Isto ocorre devido ao Clomazone ser uma substância inibidora e destruidora da clorofila das folhas, que na sua ausência resultam na expressão destas características de aumento da espessura das folhas (BAUMANN *et al.*, 2007). Em um trabalho feito por Schroder & Zanella (2008), onde testaram os efeitos fitotóxicos ocasionados às mudas de eucalipto tratadas com herbicidas pré-emergentes, os autores demonstraram através dos seus resultados que os herbicidas Sulfentrazone e Clomazona foram estatisticamente mais fitotóxicos ao eucalipto, até 66 DAA, em relação à Oxilfluorfen, Isoxaflutole e Flumyozaxina.

Takahashi et al. (2004) observaram diferença significativa de crescimento em altura e diâmetro ao comparar dois clones plantados em solo com diferentes concentrações de resíduos de *Brachiaria decumbens* misturados ao solo. Para o mesmo solo, porém com umidade de 80%, plantas tratadas com clomazone apresentaram o menor valor entre os herbicidas, sendo que o maior valor foi encontrado nas plantas tratadas com sulfentrazone em pré plantio, diferindo estatisticamente.

Variáveis ligadas à fisiologia das plantas têm oferecido interessante leitura dos efeitos de xenobióticos no ambiente (Aguiar et al., 2018). Contudo, o teor de clorofila não se apresentou como opção nessa pesquisa. Acreditamos que, mesmo a maioria dos produtos atuando indiretamente na fotossíntese das plantas, é possível que efeitos de intoxicação ou mesmo redução de biomassa ou altura tenham resultado dos danos diretos aos tecidos sem comprometimento daqueles produzidos após a ação. Esses resultados são possíveis quando a translocação dos produtos é menor nas plantas, efeito verificado após aplicação de herbicidas inibidores da PROTOX como é o caso do sulfentrazone.

Takahashi et al, 2006 observaram que para massa seca de folhas, a redução foi de 57% (de 14,0 g para 6,0 g planta⁻¹) e se ajustou ao modelo linear. Em máxima massa seca de folhas estimadas a 14 g planta⁻¹ ocorreu redução de 0,0036 g planta⁻¹ para cada mL por

hectare de clomazone. Em solos arenosos, com maior umidade, observou-se uma diferença entre o controle e plantas tratadas com clomazone, porém a mesma não foi significativa.

5. CONCLUSÃO

Os diferentes tipos de solos e umidades não foram determinantes para o desenvolvimento do eucalipto tratado com os herbicidas.

O teor de clorofila das plantas de eucalipto não foi influenciado pelos herbicidas.

Os herbicidas causaram intoxicação elevada, sendo a mistura sulfentrazone + diuron ou sulfentrazone isolado, mais prejudicial, superior a 80 %. O clone I144 de eucalipto se mostrou tolerante aos herbicidas clomazone e sulfentrazone, isolado ou em mistura ao diuron, em função da recuperação das plantas após 120 da aplicação, visto que as mesmas desenvolveram folhas e ramos novos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificamos nessa pesquisa que mudas de eucalipto podem ter o desenvolvimento inicial afetado pelas plantas daninhas e que o controle químico é uma opção. Apesar dos relatos de intoxicação de mudas em campo por herbicidas, verificamos que eventuais efeitos tóxicos podem ser permanentes ou transitórios, nesse caso, com plena recuperação das mudas. Clomazone e sulfentrazone foram os herbicidas pré-emergentes avaliados nessa pesquisa, regularmente usados na cultura do eucalipto com a finalidade de garantir o efeito residual e, com isso, evitar ou, pelo menos, diminuir a matocompetição. Evidenciamos que, independentemente de solo arenoso ou argiloso e dentro de uma faixa de umidade, o efeito tóxico ~~se~~ mantém. Contudo, mesmo com níveis de intoxicação médios de 60%, as plantas não morreram ao final do período de avaliação. A partir destes estudos evidenciamos que os herbicidas clomazone e sulfentrazone, e a mistura sulfentrazone+diuron, ~~-~~intoxicam o clone I144 eucalipto.

REFERÊNCIAS

Aguiar, L. M., Santos, J. B., Ferreira, E. A., Cabral, C. M., Pereira, I. M., Barroso, G. M., & Santos, N. M. C. (2018). Physiological Characteristics of Trees Recommended for the Phytoremediation of Soils Contaminated with Herbicides. *Planta Daninha*, 36.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários: AGROFIT**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 set. 2020.

BASSACO, M. V. M. et al. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for *Eucalyptus urograndis* plantations in southern Brazil. **New Forests**. v. 49, n. 5, p. 681-697, 2018.

BAUHUS, J.; VAN der MEER, P.J.; KANNINEN, M. **Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests**. Earthscan, 2010.

BROOKER, I. Botany of the eucalypts. In: COPPEN, J.J.W. **Eucalyptus The Genus Eucalyptus**. CRC Press, 2003. p. 17-49.

CAVALCANTI, A.C.; CALIL, F.N.; BORGES, J.D.; AFIUNE SOBRINHO, J.A. **O eucalipto em Goiás: técnicas, desafios e oportunidades**. [Goiânia]: Sebrae-GO: UFG, 2019.

CARBONARI, C. A. et al. Dynamics and efficacy of sulfentrazone, flumioxazin, and isoxaflutole herbicides applied on eucalyptus harvest residues. **New Forests**. p. 1-15, 2019.

DA COSTA, A. C. P. R. et al. Simulated drift effect of glyphosate in different parts of *Eucalyptus grandis* plants. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33, n. 5, p. 1663-1672, 2012.

GARAU, A.M.; GHERSA, C.M.; LEMCOFF, J.H.; BARAÑAO, J.J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, p. 251–264, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9121-8>

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2019**. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/ibarelatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Ibá 2017. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2017.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

JUNIOR, W. R. C. et al. Growth, morphological, metabolic and photosynthetic responses of clones of eucalyptus to glyphosate. **Forest Ecology and Management**. v. 470, p. 118218, 2020.

MINOGUE, P. J.; OSIECKA, A. Selective herbicides for cultivation of *Eucalyptus urograndis* clones. **International Journal of Forestry Research**. v. 2015, p. 1-12, 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Consensus document on the biology of *Eucalyptus* spp.** Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2014. (Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, 58).

PAYN, T.; CARNUS, J.M.; FREER-SMITH, P.; KIMBERLEY, M.; KOLLERT, W.; LIU, S.; ORAZIO, C.; RODRIGUEZ, L.; SILVA, L.N.; WINGFIELD, M.J. Changes in planted forests and future global implications. **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 57–67, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.021>

PEREIRA, F.C.M; ALVES, P.L.CA. Herbicidas para o controle de plantas daninhas em eucalipto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 14, n. 4, p. 414-425, 2015.

PITELLI, R.A., MARCHI, S.R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 1991. p.1-11.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.** Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 136 p.

SEBASTIAN, D. J. et al. Indaziflam: a new cellulose-biosynthesis-inhibiting herbicide provides long-term control of invasive winter annual grasses. **Pest Management Science**. v. 73, n. 10, p. 2149-2162, 2017.

TAKAHASHI, E. N. et al. Efeito da decomposição da *Brachiaria decumbens* no desenvolvimento de clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DA PLANTA DANINHA, 24., 2004, São Pedro. Anais. São Pedro: 2004. p.5.

TAKAHASHI, E. N. et al. Consequência do uso de três herbicidas pré-emergentes no desenvolvimento de clone de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DA PLANTA DANINHA, 25., 2006, Brasília. Resumos... Brasília: 2006. p.438.

TAKAHASHI, E. N.; SILVA A. C.; VALLE, C. V.; SILVA, C. R.; JACOB, W. S.; RANGEL, T. M. Hybrids clone (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) growth under irrigation and fertigation on sandy soils in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST SOILS AND ECOSYSTEM HEALTH, 2007a. Resumos... p.107.

TAKAHASHI, E. N. et al. Consequências da deriva de clomazone e sulfentrazone em clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 675-683, 2009.

TOLEDO, R.E.B. **Manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf. em área reflorestada com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e seu reflexo no crescimento e nutrição mineral da cultura**. Jaboticabal: UNESP, 1994. 162p. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 1994.

TOLEDO, R. E. B. et al. Efeito das faixas de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p. 383-393, 2000.

TOLEDO, R. E. B. et al. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Sci. For.**, v. 64, p. 78-92, 2003.

VIDAL, J.M.; EVANGELISTA, W.V.; SILVA, J.D.C.; JANKOWSKY, I.P. Preservação de madeiras no brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015. <https://doi.org/10.5902/1980509817484>

WOCH, R. Manejo de plantas daninhas em florestas plantadas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2014. v. 1.

JUNIOR, S. D., NUNES, E. S., MARQUES, R. P., ROSSINO, L. S., QUITES, F. J., SIQUEIRA, J. R., & MORETO, J. A. (2017). Controlled release behavior of sulfentrazone herbicide encapsulated in Ca-ALG microparticles: preparation, characterization, mathematical modeling and release tests in field trial weed control. *Journal of Materials Science*, 52(16), 9491-9507.