

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**JACKSON ROBERTO DIAS RIBEIRO**

**SULFENTRAZONE NO CONTROLE DE PLANTAS  
DANINHAS NA FASE INICIAL DA CULTURA DO  
EUCALIPTO**

**São Mateus – ES  
Dezembro de 2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**SULFENTRAZONE NO CONTROLE DE PLANTAS  
DANINHAS NA FASE INICIAL DA CULTURA DO  
EUCALIPTO**

**JACKSON ROBERTO DIAS RIBEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória

**São Mateus – ES  
Dezembro de 2016**

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)  
(Divisão de Biblioteca Setorial do CEUNES - BC, ES, Brasil)

---

Ribeiro, Jackson Roberto Dias, 1977-  
R484s Sulfentrazone no controle de plantas daninhas na fase inicial  
da cultura do eucalipto / Jackson Roberto Dias Ribeiro. – 2016.  
71 f. : il.

Orientador: Edney Leandro da Vitória.  
Coorientador: Marcelo Barreto da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário  
Norte do Espírito Santo.

1. Herbicidas. 2. Controle químico. 3. Eucalipto. 4. Plantas  
daninhas. 5. Pulverização na agricultura. I. Vitória, Edney  
Leandro da. II. Silva, Marcelo Barreto da. III. Universidade  
Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito  
Santo. IV. Título.

CDU: 63

---

Jackson Roberto Dias Ribeiro

**Sulfentrazone no controle de plantas daninhas na fase inicial da  
cultura do eucalipto**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

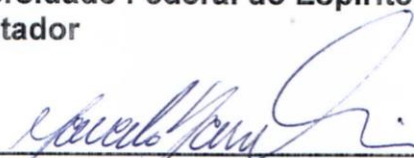
Aprovada em 15 de dezembro de 2016.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória**  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



---

**Prof. Dr. Marcelo Barreto da Silva**  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

**Dr. Reginaldo Gonçalves Mafia**  
Fibria Celulose S.A.

Ao meu pai Roberto por sempre confiar e prestar apoio na minha caminhada estudantil. Por acreditar que a educação é o mínimo que todo pai deve promover as suas gerações. Por fazer acreditar que em determinados momentos da vida, priorizar os estudos é fundamental.

### **Ofereço**

Dizem que parte da personalidade de um indivíduo é preenchida por heranças genéticas e outra pelas circunstâncias que fazem parte de seu desenvolvimento e experiências durante o decorrer de sua vida. Apesar dos anos, ainda sinto falta de sua espiritualidade, da forma sublime e otimista de enxergar as coisas, do coração generoso e espontâneo de ver a vida sempre no intuito de ajudar e aconselhar boas atitudes. Sei que de alguma forma ela me guia, apesar de minhas teimosias e fraquezas. Diante de tamanhas incertezas, às vezes presentes no cotidiano, é nela que sempre recorro, que sempre lembro. Muito mais que uma mãe, que uma avó, que uma verdadeira amiga. Eterna companheira Olga Maria da Penha Ribeiro (*in memoriam*).

### **Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus Cristo, em especial, por mais uma etapa na minha vida. Pela intermediação das palavras descritas no sublime livro sagrado, o que faz temer, acreditar e respeitar nosso Deus.

Ao meu pai Roberto que na altura de minha idade, esteve sempre ao meu lado, reforçando o princípio que nunca é tarde para se adquirir conhecimentos.

A meu orientador Edney pela oportunidade concedida, pela confiança prestada e compreensão das limitações em determinados momentos.

Aos companheiros Luciano Canal, Eduardo Oliveira, Thaimã Rodrigues, Gleison Oliosí, Pablo Souto, Carla Simon e demais colegas que de alguma forma prestaram sinceros apoios.

Agradeço a João Paulo Ferreira (Fibria Celulose S.A.), Fabiano Weber (Tecponta) e Thiago Santos (Equilíbrio Proteção Florestal) pela ajuda na liberação da área experimental, dos equipamentos e serviços prestados.

À Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus, pela oportunidade de ingressar no mestrado, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) na disponibilidade da bolsa.

Enfim, a todos professores e funcionários do Campus São Mateus, dos colegas de turma e desta cidade de São Mateus, que apesar de suas peculiaridades, me acolheu e me fez sentir ainda mais capixaba, ainda mais agrônomo. Meus sinceros agradecimentos!

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Jackson Roberto Dias Ribeiro, natural de Vitória, ES, nascido no dia 25 de janeiro de 1977, é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atuou como professor, de fevereiro de 2002 a junho de 2004, nas disciplinas de silvicultura e produção de mudas no Centro Estadual de Educação Rural de Boa Esperança, ES. Em julho deste mesmo ano a julho de 2005 desempenhou atividades no setor agrícola na empresa Nutrimaq na cidade de Teixeira de Freitas, BA. De agosto de 2005 a dezembro de 2014 foi Analista de Operações Florestais (fomento florestal) e Supervisor de Silvicultura na Fibria Celulose S.A., nas regionais Posto da Mata, Nova Viçosa, BA e Barra do Riacho, Aracruz, ES. Finalizou sua especialização em MBA – Gestão Empresarial (Pós-graduação *Latu Sensu*), pela Fundação Getúlio Vargas (Vitória, ES) em 2012. Iniciou o mestrado em Agricultura Tropical na Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus em março de 2015.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>1. CAPÍTULOS .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ESPECTRO DE GOTAS SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES OPERACIONAIS POR MEIO DA TÉCNICA DE DIFRAÇÃO DO RAIOS LASER .....</b>	<b>1</b>
Resumo .....	2
Abstract.....	3
Introdução .....	4
Material e Métodos .....	7
Resultados e Discussão.....	9
Conclusão .....	13
Referências.....	13
<b>1.2. FITOTOXIDADE DE SULFENTRAZONE EM CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> SUBMETIDOS À APLICAÇÃO EM PRÉ-PLANTIO .....</b>	<b>16</b>
Resumo .....	17
Abstract.....	18
Introdução .....	19
Material e Métodos .....	20
Resultados e Discussão.....	23
Conclusão .....	34



Referências.....	35
<b>1.3 VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO E DOSES DO HERBICIDA SULFENTRAZONE NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA FASE INICIAL DA CULTURA DO EUCALIPTO .....</b>	<b>39</b>
Resumo .....	40
Abstract.....	41
Introdução .....	42
Material e Métodos .....	44
Resultados e Discussão.....	47
Conclusão .....	56
Referências.....	56

## RESUMO

RIBEIRO, Jackson Roberto Dias; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; dezembro de 2016; **Sulfentrazone no controle de plantas daninhas na fase inicial da cultura do eucalipto**; Orientador: Edney Leandro da Vitória; Co-orientador: Marcelo Barreto da Silva.

O método químico é largamente utilizado no controle de plantas daninhas em plantios de eucalipto, principalmente no primeiro ano de cultivo. O presente trabalho teve como objetivo os seguintes objetivos: avaliar o comportamento do espectro de gotas da ponta TTI 110025, utilizada nas aplicações de herbicidas em plantios de eucalipto, exposta a diferentes pressões operacionais, compondo o primeiro capítulo; avaliar a sensibilidade do clone (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) ao sulfentrazone e os reflexos no seu desenvolvimento, descritos no segundo capítulo; determinar volume de pulverização e dose do herbicida sulfentrazone adequados para o controle de plantas daninhas na cultura do eucalipto, compondo o terceiro capítulo. No primeiro capítulo, empregou-se um delineamento inteiramente casualizado, representados pelas pressões 200, 300, 400, 500 e 600 kPa, com quatro repetições. As variáveis técnicas analisadas foram  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$ , amplitude relativa (AR), %  $V < 100 \mu m$  e %  $V > 500 \mu m$ . A ponta TTI 110025 apresentou os melhores resultados devido a diminuição das variáveis  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$  e %  $V > 500 \mu m$  à medida que aumentou a pressão de trabalho. O baixo valor reduzido da variável %  $V < 100 \mu m$  indicou baixo risco de deriva e o elevado valor %  $V > 500 \mu m$  sinalizou alto potencial de escorrimentos em aplicações pós-emergentes. Nos segundo e terceiro capítulos, empregou-se um delineamento em blocos casualizados de arranjo fatorial  $2 \times 5 + 2$ , sendo: dois volumes de calda (150 e  $200 L ha^{-1}$ ), cinco doses do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e  $800 g ha^{-1}$ ) + tratamento com o herbicida flumioxazina (padrão) + testemunha sem aplicação (controle). No segundo capítulo, avaliou-se a porcentagem de fitotoxidez nas plantas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA), o seu diâmetro do caule e altura aos 90 DAA. O clone foi sensível ao sulfentrazone na dose de  $800 g ha^{-1}$ , o que refletiu maior intensidade de necroses, deformações nas brotações novas e perda

de dominância apical. Os volumes de calda 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> não tiveram efeitos estimulantes na fitotoxidez e no desenvolvimento das plantas. No terceiro capítulo, foram realizadas avaliações do controle de plantas daninhas aos 45, 60, 75 e 115 DAA e seus valores de massa seca (dicotiledônea e monocotiledônea) aos 60 e 115 DAA. O efeito do controle entre as doses do sulfentrazone foi prejudicado pela redução de precipitação refletindo similaridade de controle entre as doses, tendo destaque a dose de 800 g ha<sup>-1</sup>. O volume de calda não interferiu no controle de plantas daninhas, sugere-se a utilização do menor volume nas aplicações. Aos 115 DAA somente a dose de 800 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone apresentou conceito de controle “bom” (71 a 80%), demais doses conceito “suficiente” (61 a 70%).

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação, Herbicidas, Controle químico, Eucalipto.

## ABSTRACT

RIBEIRO, Jackson Roberto Dias, M. Sc.; Federal University of Espírito Santo; December, 2016; **Sulfentrazone on weed in the early stages of eucalyptu culture.** Advisor: Edney Leandro da Vitória; Co-advisor: Marcelo Barreto da Silva.

The chemical method is widely used to control weeds in eucalyptus plantations, especially in the first year of cultivation. The present work had the following objectives: to evaluate the behavior of the tip spectra of TTI 110025, used in herbicide applications in eucalyptus plantations, exposed to different operational pressures, composing the first chapter; To evaluate the sensitivity of the clone (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) to sulfentrazone and its developmental reflexes, described in the second chapter; To determine the spray volume and dose of the herbicide sulfentrazone suitable for the control of weeds in the eucalyptus crop, composing the third chapter. In the first chapter, a completely randomized design was used, represented by pressures 200, 300, 400, 500 and 600 kPa, with four replications. The technical variables analyzed were  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$ , relative amplitude (AR), %  $V < 100 \mu\text{m}$  and %  $V > 500 \mu\text{m}$ . The tip TTI 110025 presented the best results due to the decrease of the variables  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$  and %  $V > 500 \mu\text{m}$  as the working pressure increased. The low value of the variable %  $V < 100 \mu\text{m}$  indicated low drift risk and the high value %  $V > 500 \mu\text{m}$  signaled a high potential for runoff in post-emergence applications. In the second and third chapters, a randomized block design of  $2 \times 5 + 2$  factorial arrangement was used: two volumes of syrup (150 and 200 L ha<sup>-1</sup>), five doses of the herbicide sulfentrazone (400, 500, 600, 700 and 800 g ha<sup>-1</sup>) + treatment with the herbicide flumioxazine (standard) + control without application (control). In the second chapter, the percentage of plant phytotoxicity at 15, 30, 45 and 60 days after application (DAA), stem diameter and height at 90 DAA were evaluated. The clone was sensitive to sulfentrazone at a dose of 800 g ha<sup>-1</sup>, which reflected higher necrosis intensity, deformation in new shoots and loss of apical dominance. Syrup volumes 150 and 200 L ha<sup>-1</sup> had no stimulant effects on phytotoxicity and plant development. In the third chapter, evaluations of weed control at 45, 60, 75 and 115 DAA and their dry mass (dicotyledonous and

monocotyledon) values were performed at 60 and 115 DAA. The effect of the sulfentrazone dose control was affected by the reduction of precipitation, reflecting control similarity between doses, with a dose of  $800 \text{ g ha}^{-1}$ . The volume of the syrup did not interfere in the control of weeds, it is suggested the use of the smaller volume in the applications. At 115 DAA only the sulfentrazone  $800 \text{ g ha}^{-1}$  dose presented a concept of "good" control (71 to 80%), other "sufficient" concept doses (61 to 70%).

**Keywords:** Application technology, Herbicides, Chemical Control, Eucaliptus.

## **1. CAPÍTULOS**

### **1.1. ESPECTRO DE GOTAS SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES OPERACIONAIS POR MEIO DA TÉCNICA DE DIFRAÇÃO DO RAIOS LASER**

## ESPECTRO DE GOTAS SUBMETIDO A DIFERENTES CONDIÇÕES OPERACIONAIS POR MEIO DA TÉCNICA DE DIFRAÇÃO DO RAIOS LASER

### RESUMO

Diante da diversidade de pontas hidráulicas com indução de ar presente no mercado e da complexidade no processo de formação de suas gotas, ainda há questionamento quanto ao comportamento do espectro de gotas em determinadas pressões. Objetivou-se neste trabalho analisar o espectro de gotas da ponta com indução de ar TTI 110025 submetida a diferentes pressões de trabalho por meio de um analisador de partículas a laser em ambiente protegido. O experimento foi realizado no laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, representados pelas pressões 200, 300, 400, 500 e 600 kPa, com quatro repetições. As variáveis técnicas analisadas foram  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$ , amplitude relativa (AR), % V < 100  $\mu\text{m}$  e % V > 500  $\mu\text{m}$ . A ponta TTI 110025 apresentou melhores resultados devido à diminuição das variáveis  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$  e % V > 500  $\mu\text{m}$  à medida que aumentou a pressão de trabalho. O baixo valor da variável % V < 100  $\mu\text{m}$  indicou baixo risco de deriva e o elevado valor % V > 500  $\mu\text{m}$  sinalizou alto potencial de escorrimentos em aplicações pós-emergentes. Sugere-se operar a ponta TTI 110025 a pressão de 600 kPa.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação, pulverização hidráulica, TTI 110025.

## SPECTRUM DROPS SUBMITTED THE DIFFERENT OPERATING CONDITIONS USING LASER DIFFRACTION TECHNIQUE

### ABSTRACT

In view of the diversity of hydraulic tips with air induction present in the market and the complexity in the process of forming their drops, there is still questioning about the behavior of the spectrum of drops at certain pressures. The objective of this work was to analyze the spectrum of droplets of the tip with induction of TTI 110025 air submitted to different working pressures by means of a laser particle analyzer in a protected environment. The experiment was carried out in the Laboratory of Application Technology of Agricultural Defenses, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. The treatments were distributed in a completely randomized design, represented by pressures 200, 300, 400, 500 and 600 kPa, with four replications. The technical variables analyzed were  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$ , relative amplitude (AR), % V <100  $\mu\text{m}$  and % V > 500  $\mu\text{m}$ . The tip TTI 110025 presented better results due to the reduction of the variables  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$ ,  $Dv_{0,9}$  and % V > 500  $\mu\text{m}$  as the working pressure increased. The low value of the variable % V <100  $\mu\text{m}$  indicated low risk of drift and the high value % V > 500  $\mu\text{m}$  signaled a high potential of run-off in post-emergence applications. It is suggested to operate the TTI 110025 tip at a pressure of 600 kPa.

**Keywords:** Application technology, hydraulic spray, TTI 110025.



## Introdução

A utilização de produtos fitossanitários é essencial na produção de alimentos, desempenhando papel fundamental no controle de moléstias às culturas agrícolas. Todavia, a correta utilização desses produtos é necessário para reduzir o risco de efeitos negativos sobre o ambiente. Quanto mais adequada a tecnologia de aplicação, menor é a dose necessária e menor a quantidade de produto no controle efetivo. Logo, menor é o número de aplicações necessárias. Isso é possível por meio da análise das variáveis como tamanho e a densidade das gotas, uniformidade de distribuição das caldas, perdas por deriva, volume de calda e pontas de pulverização (FERREIRA et al., 2011; SOUZA et al., 2011).

A pulverização hidráulica é uma das técnicas de aplicação mais utilizadas na agricultura devido à sua praticidade e flexibilidade. Isso é justificado pela diversidade de pulverizadores hidráulicos, que vão desde o mais simples, do tipo manual costal, utilizados em pequenas áreas, aos maiores e mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelido utilizados em grandes áreas. Os bicos de pulverização utilizados nestes equipamentos são considerados os principais componentes, pois influenciam diretamente a qualidade e a segurança da aplicação (CUNHA et al., 2007). O bico que fica no final do circuito hidráulico é constituído de várias peças, sendo a ponta de pulverização a mais importante, pois regula a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato emitido (CUNHA e MINGUELA, 2010).

A obtenção da população de gotas em uma pulverização pode ser obtida com do auxílio de papéis hidrossensíveis, geralmente de cor amarela que, se torna azulada assim que ocorre o contato com as gotas. Essa transição na cor ocorre devido à reação provocada pela ionização do bromophenol (BAESSO et al., 2014). Esses papéis hidrossensíveis são comumente utilizadas em amostras de campo, sendo posteriormente fotografadas ou escaneadas para o processamento das imagens. Esse procedimento é muito adotado para determinar a qualidade da pulverização. Outra forma de obtenção da população de gotas, muito praticada em laboratório com controle do ambiente é o emprego de analisadores de partículas em tempo real, onde a pulverização do líquido, passa transversalmente sobre um feixe luminoso emitido pelo raio laser do equipamento. O equipamento dispõe de unidade

óptica que detecta o padrão de difração da luz ao passar por um conjunto de partículas (CUNHA et al., 2007). A capacidade de mensuração das gotas depende do equipamento e de sua calibração. Posteriormente, os tamanhos das partículas são processados e quantificados com auxílio de programa computacional específico.

Diante da obtenção do tamanho e do número de gotas, inúmeras análises podem ser feitas para obter informações das características técnicas da pulverização. Os parâmetros mais importantes são o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR), também chamada de SPAN, e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$ . As duas primeiras devem ser analisadas em conjunto, pois o DMV analisado isoladamente não determina a dispersão dos dados em torno desse valor (VITORIA et al., 2014).

Gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  são mais suscetíveis à deriva (ARVIDSSON et al., 2011) e em condições de alta temperatura do ar e ventos fortes, são mais propensas a deriva e volatilização do produto (VIANA et al., 2007).

Pontas de pulverização que produzem gotas finas (< 200  $\mu\text{m}$ ) geralmente são utilizadas em aplicações de fungicidas. Por apresentarem menor diâmetro, são mais apropriadas na penetração do dossel das plantas para atingir seu alvo e, devido à sua maior densidade, propiciam maior cobertura superficial. Gotas grossas (400 >  $\mu\text{m}$ ) são recomendadas para aplicações de herbicidas e inseticidas. Consomem maior volume de pulverização, o que reduz o rendimento operacional das máquinas nos abastecimentos, e possibilita perdas do produto para o solo devido escorrimento ocasionado pela falta de uniformidade de distribuição da calda pulverizada (BAESSO et al., 2014).

Como forma de reduzir os efeitos negativos em que as gotas são submetidas às condições ambientais inadequadas, como presença de ventos e temperaturas elevadas e, associado a necessidade de acompanhar a evolução das aplicações agrícolas, surgiram as pontas com indução de ar. Apresentando diversas características de pulverização, distribuição e tamanho das gotas (BAUER, et al., 2005). Pontas com indução de ar possuem um sistema Venturi combinado ao pré-orifício, permitindo a formação de gotas de maior tamanho com pequenas bolhas de ar em seu interior (NUYTTENS et al., 2007).

Pontas com indução de ar são utilizadas nas aplicações em pós e pré-emergência para o controle de plantas daninhas, pois conferem ampla faixa de pressão de trabalho, possuem potencial de deriva minimizados devido à produção de gotas grossas. Estas pontas de pulverização são ideais para uso em controladores automáticos na pulverização e conseguem operar com menor interferência das condições climáticas.

Alguns estudos também têm comprovado similaridade de eficácia no controle de doenças utilizando-se pontas com indução de ar, que produzem gotas grossas, em relação a pulverizações com pontas que resultam gotas finas e médias. Na cultura do milho, foi possível observar redução da severidade da mancha de *Phaeosphaeria* e da mancha *Cercospora* em estudos realizados por Cunha et al. (2010a), e o aumento no peso de 1.000 grãos e de produtividade observados por Juliatti et al. (2010).

A eficiência na aplicação de produtos fitossanitários está atrelado ao estudo do espectro de gotas, relevante para minimizar problemas indesejáveis na aplicação. Essa análise preliminar é crucial para a escolha da ponta, que irá determinar o potencial de deriva, a uniformidade de distribuição da calda, a cobertura, a evaporação das gotas. Os fatores que influenciam o espectro de gotas produzidas por determinada ponta de pulverização são a vazão nominal, o ângulo de descarga, a pressão de operação, as propriedades da calda e o tipo de ponta de pulverização (WOMAC et al., 1999).

As pontas de pulverização com indução de ar TTI 110025 (Americana) vêm sendo utilizadas constantemente em pulverizações com herbicidas pré-emergentes sistêmicos e não seletivos em plantios de eucalipto e cana-de-açúcar. Como essas pontas produzem gotas grossas e estão sujeitas a uma ampla faixa de pressão hidráulica, a formação de gotas uniformes é prejudicada, o que pode impossibilitar uma adequada cobertura do alvo. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar o espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulica de jato plano com indução de ar TTI 110025 submetidas a diferentes pressões operacionais.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

As pontas de pulverização hidráulica testadas foram as de jato plano com indução de ar, modelo TTI 110025 produzidas pela TeeJet<sup>®</sup>, fabricada inteiramente em polímero, ângulo 110°, ideal para pulverizações com altura a 50 cm do solo, indicadas para aplicações de herbicidas com pressão entre 100 a 700 kPa.

As pontas apresentavam 46 horas de trabalho efetivo em uma barra de aplicação de um pulverizador autopropelido hidráulico John Deere modelo 4630, potência de 165 hp, tanque de solução com capacidade de 2.270 L. A máquina realizava a atividade de aplicação de herbicida pré-emergente em área total. Foram coletadas duas pontas de cada lado da barra, uma localizada a 0,5 m e a outra a 6 m do extremo da barra, totalizando quatro pontas.

A análise do espectro de gotas da população foi realizada de forma direta. Para isso, utilizou-se um analisador de gotas em tempo real Spraytec<sup>®</sup> (Malvern Spraytec Real Time Droplet Sizing System), disposto de uma unidade óptica constituída por uma lente focal. Segundo Etheridge et al. (1999), o diâmetro de gotas é proporcional ao ângulo de desvio sofrido pelo raio laser, e dessa forma, quanto menor a partícula, maior é o ângulo de desvio que o raio de luz sofre.

Para determinar o espectro de gotas das pontas TTI 110025, utilizou-se uma lente focal de 750 mm, configurada para contabilizar gotas com diâmetro entre 0,1 e 2.500 µm em um tempo de leitura de 1,5 segundos. As pontas foram ajustadas em uma barra de pulverização, a 0,50 m de distância do feixe de laser e movimentadas de forma a possibilitar que todo o jato fique exposto ao feixe durante a leitura (Figura 1). Foi necessária a utilização de um motoredutor elétrico, localizado em uma das extremidades da barra, marca Bosch, modelo CEP, 12 V e torque máximo de 48 N m, acionado por uma chave elétrica para que esse movimento fosse efetuado. A pressão hidráulica se manteve constante através do ar comprimido oriundo de um compressor controlado por um manômetro da marca Farmabras com precisão de 20 kPa. Os testes foram efetuados em ambiente protegido, sem ocorrência de ventos,

com umidade relativa entre 75 a 81% e temperatura do ar variando entre de 20° a 23° C.



FIGURA 1. Estrutura para determinar o espectro de gotas. A. Ponta de pulverização hidráulica; B. Estrutura metálica; C. Estrutura simulando uma barra de pulverização; D. Analisador de partícula a laser.

Para análise do espectro de gotas, os tratamentos foram representados pelas pressões de 200, 300, 400, 500 e 600 kPa (pressões dentro da faixa recomendada pelo fabricante) e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As variáveis técnicas analisadas foram: diâmetro da gota, para o qual 10% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior a ele ( $Dv_{0,1}$ ); diâmetro da mediana volumétrica ( $Dv_{0,5}$ ); diâmetro da gota, para o qual 90% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior a ele ( $Dv_{0,9}$ ); amplitude relativa (AR); porcentagem do volume de gotas com diâmetro abaixo de 100  $\mu\text{m}$  ( $\% < 100 \mu\text{m}$ ); e porcentagem do volume de gotas com diâmetro acima de 500  $\mu\text{m}$  ( $\% V > 500 \mu\text{m}$ ).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o aplicativo computacional para Análises Genéticas e Estatística – GENES (CRUZ, 2013).

## Resultados e Discussão

Houve efeito da pressão de trabalho sobre as variáveis analisadas, demonstrando relação de dependência direta em função do aumento da pressão de trabalho. Nas variáveis  $Dv_{0,5}$  e  $Dv_{0,9}$  este fato ficou mais evidente com a diminuição do diâmetro das gotas. Os diâmetros médios dos volumes acumulados de 10, 50 e 90%, bem com suas respectivas amplitudes para a ponta de jato plano com indução de ar TTI 110025 estão apresentados na Tabela 1.

O  $Dv_{0,1}$ , nas pressões de 300, 400 e 500 kPa foram estáveis, com valores bem próximos entre si (Figura 2). Essa redução no diâmetro das gotas ocorre porque à medida que se aumenta a pressão, maior é a quantidade de líquido que atravessa o orifício da ponta, ocorrendo maior fracionamento do líquido, aumentando a produção de gotas com diâmetro reduzidos (CUNHA et al., 2007). Resultados semelhantes na diminuição no diâmetro da gota em função do aumento da pressão foram obtidos por Vitória et al. (2014) e Bueno et al. (2013) analisando pontas com indução de ar. Determinados autores (ALVARENGA et al., 2012) afirmam que é comum à diminuição no diâmetro das gotas e o aumento no número delas em pontas de jato plano quando se aumenta a pressão de trabalho.

TABELA 1. Média de distribuição volumétrica por classe de tamanho ( $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$  e  $Dv_{0,9}$ ) e amplitude relativa (AR) pulverizadas por pontas de jato plano com indução de ar em diferentes pressões de trabalho.

Ponta	Pressão (kPa)	Vazão $L\ min^{-1}$	$Dv_{0,1}$ ( $\mu m$ )	$Dv_{0,5}$ ( $\mu m$ )	$Dv_{0,9}$ ( $\mu m$ )	AR
TTI 110025	200	0,81	263 a	1139 a	1910 a	1,45 c
	300	0,99	237 b	937 b	1751 b	1,62 b
	400	1,14	240 ab	803 c	1660 bc	1,77 a
	500	1,28	239 ab	751 c	1569 c	1,77 a
	600	1,4	229 b	645 d	1396 d	1,80 a
F			4,86*	158,23**	80,35**	68,0**
CV %			4,85	3,54	2,67	2,15

$Dv_{0,1}$ : diâmetro da gota, para o qual 10% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior a esse valor;  $Dv_{0,5}$ : diâmetro da mediana volumétrica;  $Dv_{0,9}$ : diâmetro da gota, para o qual 90% do volume pulverizado apresenta gotas de diâmetro inferior a esse valor; AR: amplitude relativa; CV: coeficiente de variação; F: valor do F calculado. Na ponta TTI 110025, para cada pressão, médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* significativo a 0,05; \*\* significativo a 0,01.

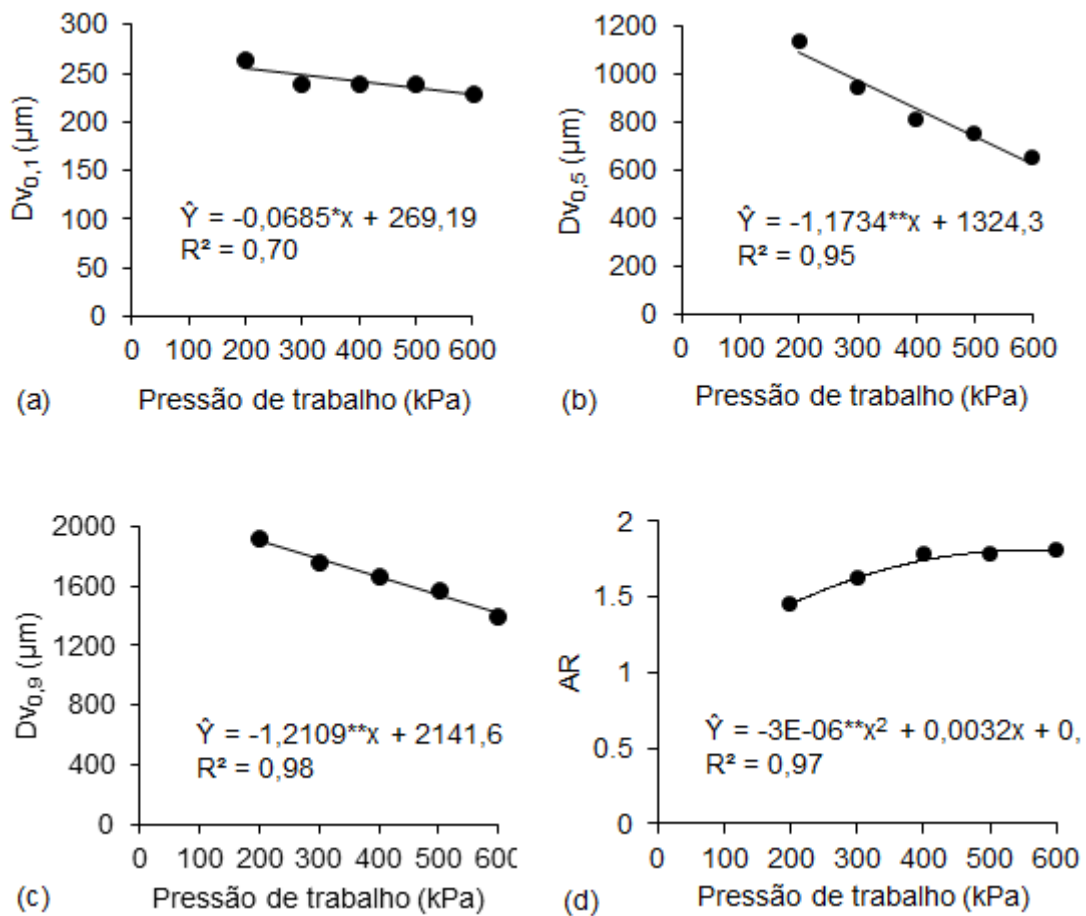


FIGURA 2. Espectro de gotas produzidos pela ponta com indução de ar TTI 110025 em diferentes pressões de trabalho. (a)  $Dv_{0,1}$ , (b)  $Dv_{0,5}$ , (c)  $Dv_{0,9}$  e (d) AR. \*, \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os valores do  $Dv_{0,5}$  oscilaram entre 645 a 1.139  $\mu\text{m}$  demonstrando capacidade da ponta em produzir gotas grossas e extremamente grossas independentemente da pressão de trabalho utilizada no ensaio. Variação semelhante foi observada por Viana et al. (2007) que identificou valores entre 658 a 1.363  $\mu\text{m}$  em pressões de 100, 200 e 300 kPa. Trata-se de uma característica específica das pontas com indução de ar, utilizadas principalmente em aplicações de herbicidas pré-emergentes e herbicidas sistêmicos em pós-emergência. Deve-se ter cuidado quando utilizada em pós-emergência, pois devido ao espectro de gotas, no caso de gotas grossas, pode culminar em escorrimentos, e, dependendo dos atributos morfológicos das folhas de plantas daninhas, o problema pode ser

potencializado. A deposição de forma inadequada do produto sobre as folhas das plantas, reduz sua eficiência, não ocorrendo efetivamente o controle das plantas daninhas, acarretando prejuízo para o produtor devido a retrabalho na aplicação e mais gastos com produtos, além da contaminação do ambiente.

Uma alternativa para diminuir esse problema consiste na utilização de adjuvantes na calda de pulverização. Isso diminui o problema de escorrimento tão comum em aplicações oriundas de gotas grossas e extremamente grossas. Bueno et al. (2013), analisando as pontas com indução de ar AD-IA/D 11002 e AD-IA/D 11004 em aplicações sem e com adjuvantes, observaram uma redução média no diâmetro das gotas ( $Dv_{0,5}$   $\mu\text{m}$ ) de 42,60% e 18,45%, respectivamente, quando a pressão aumentou de 207 para 345 kPa na presença de adjuvantes. Sugere-se operar a ponta TTI 110025 a maiores pressões de trabalho, desde que as características do produto fitossanitário, os equipamentos, a máquina e as condições da área permitem tais condições.

A amplitude relativa (AR) também aumentou com o incremento da pressão de trabalho, e isto não é considerado adequado uma vez que acarreta disparidade dos diâmetros das gotas. Segundo Sasaki et al. (2016), AR é um ótimo índice de avaliação do espectro de gotas, pois permite uma análise conjunta da maioria das gotas produzidas pela ponta. Ou seja, possibilita caracterizar heterogeneidade ou homogeneidade em uma pulverização. Cunha et al. (2010b) acrescentaram que a mesma deve ser analisada em conjunto com o  $Dv_{0,5}$  para caracterização da pulverização. Nesta variável, pode-se observar que a pressão de 200 kPa apresentou menor valor seguida pela pressão de 300 kPa, estas se diferenciando das demais pressões que apresentam valores bem próximos uma das outras. Todas as pressões mostraram heterogeneidade na amplitude relativa, com valores oscilando entre 1,45 a 1,80, semelhantemente aos resultados observados por Cunha et al. (2010b) analisando a ponta TTI 11002 e Sasaki et al. (2016) com pontas AI 3070-015VP e AI 3070-02VP, todas com indução de ar.

A média de porcentagem do volume pulverizado composto por gotas com diâmetro  $< 100$   $\mu\text{m}$  foi baixa. Gotas abaixo deste diâmetro são mais sujeitas a deriva, são facilmente transportadas pelo vento e em condições de alta temperatura e baixa umidade relativa ficam mais propícias a evaporação. Valores inferiores a 15% do



volume pulverizado composto por gotas com diâmetro < 100 µm é mais adequados a uma aplicação segura (CUNHA et al., 2003). Desta forma, a utilização de pontas com indução de ar possibilitam a redução desses riscos, já que apresentam como peculiaridade, baixos valores de gotas com diâmetro < 100 µm. Inclusive, nesta variável (%V < 100 µm) o valor de 0,81% foi menor que o informado pelo fabricante (1%) na pressão de 200 kPa.

O volume de gotas com diâmetro > 500 µm apresentou valores acentuados em todas as pressões, sendo o maior valor na pressão de 200 kPa. Nas pressões de 400, 500 e 600 kPa, os valores reduziram à medida que se aumentava a pressão, porém com valores bem próximos. Esses valores elevados potencializam as perdas por escorrimento nas aplicações de herbicidas pós-emergentes. Em aplicações de herbicidas pré-emergentes em área total, esse comportamento é tão relevante já que o alvo é o solo, não tendo o efeito explícito do escorrimento. A presença de tanques com grande capacidade de volume é primordial para que não ocorra perdas operacionais no abastecimento, devido excessivo volume exigido pelas pontas com indução de ar.

Na Tabela 2 encontra-se a média de porcentagem do volume pulverizado composto por gotas com diâmetro < 100 µm e > 500 µm e na Figura 3 o volume pulverizado composto por gotas com diâmetro > 500 µm de acordo com as respectivas pressões testadas.

TABELA 2. Média de porcentagem de volume pulverizado composto por gotas com diâmetro inferior a 100 e superior a 500 µm com ponta de jato plano em diferentes pressões.

Ponta	Pressão (kPa)	Vazão L min <sup>-1</sup>	%V < 100 µm	%V > 500 µm
TTI 110025	200	0,81	0,81 b	80,52 a
	300	0,99	1,51 ab	75,12 ab
	400	1,14	1,47 ab	70,51 b
	500	1,28	1,54 a	69,22 b
	600	1,4	1,74 a	68,47 b
F			4,68*	5,46**
CV %			23,11	5,93

CV: coeficiente de variação; F: valor do F calculado. Na ponta TTI 110025, para cada pressão, médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* significativo 0,05; \*\* significativo 0,01.

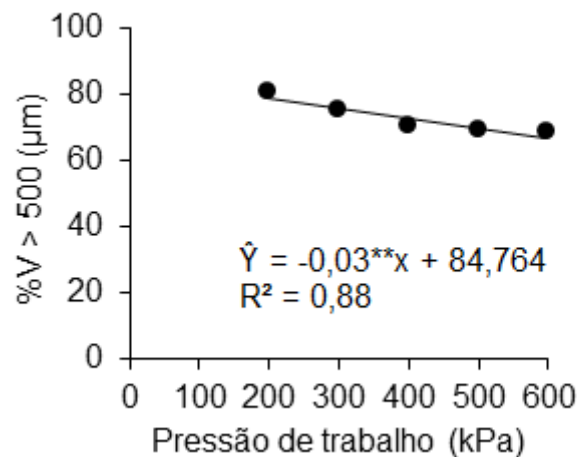


FIGURA 3. Espectro de gotas produzidos pela ponta com indução de ar TTI 110025 em diferentes pressões de trabalho. %V > 500 (µm). \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

## Conclusão

O aumento da pressão de trabalho resultou na diminuição do espectro de gotas nas variáveis  $Dv_{0,1}$  (µm),  $Dv_{0,5}$  (µm),  $Dv_{0,9}$  (µm) e na porcentagem do volume de gotas com diâmetro maior que 500 µm.

Sugere-se operar a ponta TTI 110025 a pressão de 600 kPa, desde que as características do produto fitossanitário, os equipamentos, a máquina e as condições da área permitem tais condições.

O potencial de escorrimento em aplicações pós-emergentes com esta ponta foi elevado já que a porcentagem do volume de gotas com diâmetro maior que 500 µm atingiram valores considerados (68,47 a 80,52%).

## Referências

ALVARENGA, C. B.; TEIXEIRA, M. M.; ZOLNIER, S.; SASAKI, R. S.; RINALDI, P. C. N. Efficiency of the spray tip using hydraulic hollow cone from the spectral analysis of the droplets. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, Guarapuava, v. 5, n. 3, p. 41-50, 2012.

ARVIDSSON, T.; BERGSTRÖM, L.; KREUGER, J. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. **Pest Management Science**, West Sussex, v.67, p.586-598, 2011.

BAESSO, M.M.; TEIXEIRA, M.M.; RUAS, R.A.A.; BAESSO, R.C.E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, p.780-785, 2014.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G.; PEREIRA, F. A. R. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 110022, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas. **Revista Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.546–541, 2006.

BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ROMAN, R. A. A. Tamanho de gotas de pontas de pulverização em diferentes condições operacionais por meio da técnica de difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.5, p.976-985, 2013.

CRUZ, C. D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R.A.A.; TEIXEIRA, M.M. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato cônico vazio com indução de ar analisada em mesa de prova e simulação computadorizada. **Revista Ceres**, v.54, n.311, p.40-46, 2007.

CUNHA, J. P. A. R. & MINGUELA, J. V. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa, MG, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; RODRIGUES, L. L. S.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.366–372, 2010a.

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M.C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.spe. p.1153-1158, 2010b.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M.M.; COURY, J.R.; FERREIRA, L.R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.325-332, 2003.

ETHERIDGE, R. E.; WOMAC, A. R.; MUELLER, T. C. Characterization of the spray droplet spectra and patterns of four venturi-type drift reduction nozzles. **Weed Technology**, Lawrence, v.13, n.4, p.765-70, 1999.

FERREIRA, M.C.; LOHMANN, T.R.; CAMPOS, A.P.; VIEL, S.R.; FIGUEIREDO, A. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de Corda-da-viola. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.3, p.697-705, 2011.

JULIATTI, F. C.; NASCIMENTO, C.; REZENDE, A. A. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.3, p.216-221, 2010.

NUYTTENS, D. et al. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems Engineering**, v.97, n.3, p.333-345, 2007.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de caldas e pontas de pulverização. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.2, p.1149-1146, 2011.

SASAKI, R. S.; TEIXEIRA, M. M.; MACIEL, C. F. S.; ALVARENGA, C. B.; FORASTIERE, P. R. Espectro de gotas produzidas por pontas de jato plano duplo defasado com indução de ar. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.23, n.3, 2016.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; FREITAS, F. C. L.; QUIRINO, A. L. S.; SANTOS, M. V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.211–218, 2007.

VITÓRIA, E. L.; NETO, F. C. R.; CHAGAS, K.; TEIXEIRA, M. M.; QUIRINO, A. L. S.; SANTIAGO, H. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de jato cônico vazio DDC2 novas e usadas. **Revista Agroambiente**, v.8, n.3, p.368–376, 2014.

WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng**, v.42, n.3, p.609-616, 1999.

**1.2. FITOTOXIDADE DE SULFENTRAZONE EM CLONE DE *Eucalyptus grandis* x  
*E. urophylla* SUBMETIDOS À APLICAÇÃO EM PRÉ-PLANTIO**

## **FITOTOXIDADE DE SULFENTRAZONE EM CLONE DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* SUBMETIDOS À APLICAÇÃO EM PRÉ-PLANTIO**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi estudar a fitotoxicidade do sulfentrazone aplicado em pré-emergência no plantio com clone *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em condições operacionais de campo. O experimento foi realizado na fazenda Morro do Carvão, município de Aracruz, ES em área de reforma de eucalipto. A aplicação foi efetuada com pulverizador hidráulico de barras. O delineamento foi em blocos casualizados de arranjo fatorial 2 x 5 + 2, sendo: dois volumes de calda (150 e 200 L ha<sup>-1</sup>), cinco doses do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>) + tratamento com o herbicida flumioxazina (padrão) + testemunha sem aplicação (controle). Foram realizadas avaliações de porcentagem de fitotoxidez, medição do diâmetro do caule e altura. O clone foi sensível ao sulfentrazone na dose de 800 g ha<sup>-1</sup>, com as plantas apresentaram maior intensidade de necroses, deformações nas brotações novas e perda de dominância apical. As demais doses apresentaram adequado potencial para serem utilizadas como pré-emergente sem provocar fitotoxidez severa. Os volumes de calda 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> não tiveram efeitos estimulantes na fitotoxidez e no desenvolvimento das plantas de eucalipto.

**Palavras-chave:** Herbicidas, Controle químico, Eucalipto.

## SULFENTRAZONE PHYTOTOXICITY IN CLONE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* SUBMITTED THE APPLICATION IN PRE-PLANTING

### ABSTRACT

The objective of this work was to study the phytotoxicity of sulfentrazone applied in pre-emergence at *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* in field operating conditions. The experiment was carried out on the farm Coal Hill, municipality of Aracruz, ES in a renewed area of eucalyptus. The application was made with hydraulic bar sprayer. The experiment was carried out in a randomized block of factorial 2 x 5 + 2 factorial, being: two volumes of syrup (150 and 200 L ha<sup>-1</sup>), five doses of the herbicide sulfentrazone (400, 500, 600, 700 and 800 g ha<sup>-1</sup>) + treatment with the herbicide flumioxazine (standard) + witness without application (control). Percentage phytotoxicity, stem diameter and height measurements were performed. The clone was sensitive to sulfentrazone at the dose of 800 g ha<sup>-1</sup>, with the plants showing higher necrosis intensity, deformation in new shoots and loss of apical dominance. The other doses presented adequate potential to be used as pre-emergent without causing severe phytotoxicity. Syrup volumes 150 and 200 L ha<sup>-1</sup> had no stimulant effects on phytotoxicity and development of eucalyptus plants.

**Keywords:** Herbicides, Chemical Control, Eucalyptus.

## Introdução

Espécies de eucalipto são largamente utilizadas devido ao seu rápido crescimento, boa adaptação as diferentes condições ambientais e amplas possibilidades de usos de sua madeira (PEREIRA e ALVES, 2015). O plantio é crescente no território brasileiro nos últimos anos, a utilização como matéria-prima ganha destaque nos segmentos industriais como celulose e papel, painéis de madeira industrializados, madeira tratada, carvão vegetal e energia.

O eucalipto ocupa cerca 5.102.030 ha de plantio no Brasil e os estados de Minas Gerais e São Paulo são os que possuem maiores áreas alcançando juntos 49% do plantio nacional (ABRAF, 2013). As espécies mais utilizadas nos plantios florestais são *Eucalyptus saligna*, *E. citriodora*, *E. urophylla* e *E. grandis* (AGOSTINETTO et al., 2010).

Com o aumento da área plantada com eucalipto, torna-se ainda mais necessário as melhorias nos processos silviculturais. Dentro desses processos, o controle de plantas daninhas se destaca com relevância no momento da implantação, na manutenção e na reforma dos plantios de eucalipto. A presença dessas plantas afeta diretamente o desenvolvimento das árvores resultando em perdas de produtividade, tornando-se aspecto relevante seu controle na formação e manutenção de plantios de eucalipto (TUFFI SANTOS et al., 2005). A interferência de plantas daninhas é mais acentuada nos primeiros dois anos de cultivo. Entretanto, em algumas áreas, o controle estende-se até o sexto ano, o que se justifica por questões de operacionalização na colheita e por ganhos de produtividade (TUFFI SANTOS et al., 2006).

O uso de herbicidas tem sido o método de controle de plantas daninhas mais empregado atualmente na cultura do eucalipto, devido principalmente à escassez da mão de obra e ao menor custo (MACHADO et al., 2014). Poucos herbicidas pré-emergentes são registrados para a cultura do eucalipto. Dentre aqueles considerados pré-emergentes, ou seja, aqueles que controlam a comunidade infestante antes de sua emergência, destá-se o sulfentrazone que pertence ao grupo dos inibidores da Protox (protoporfirinogênio IX oxidase). Esse herbicida possui atuação no controle de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, apresentando meia-vida



estimada no solo entre 110 e 280 dias, variando de acordo com as condições edafo-climáticas locais (ROSSI et al., 2005; VIVIAN et al., 2006). É aplicado em área total antes do plantio das mudas ou após o plantio em faixas sobre a linha de plantio através de jato dirigido, sempre de forma a evitar o contato com a parte aérea das plantas e não provocar fitotoxidez.

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-emergência 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 pré-emergente.

Devido à interação dos aspectos citados e à sensibilidade de determinadas espécies de *Eucalyptus* ao herbicida sulfentrazone, surge a necessidade de mais estudos que permitam elucidar as injúrias causadas pelo herbicida à cultura. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo estudar a fitotoxidez do sulfentrazone aplicado em pré-emergência nos plantios de um clone *E. grandis* x *E. urophylla*.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado na fazenda Morro do Carvão, localizada no município de Aracruz, ES, com coordenadas 19°48' S e 40°13' W, em área de reforma de eucalipto, plantado com o clone *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. O solo foi classificado como Latossolo do tipo distrófico, com textura franco argilo-arenoso. A topografia do terreno plana e suavemente ondulada, com altitude de 60 m, temperatura média de 24,4 °C e precipitação média anual de 1.157 mm. O clima da região é tropical com inverno seco e estação chuvosa no verão, do tipo Aw (KOPPEN, 1948).

Nas Tabelas 1 e 2 estão os resultados das características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. O solo apresentou expressão de acidez elevada, médio teor de matéria orgânica e textura franco argilo-arenoso.

TABELA 1. Características físicas do solo utilizado no experimento.

Solo	Areia	Silte (%)	Argila	Classe Textural
Latossolo	64	7	29	Franco argilo-arenoso

TABELA 2. Características químicas do solo utilizado no experimento.

Amostra cm	pH	MO dag kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	SB	(t)	(T)	V %	m
					cmolc dm <sup>-3</sup>							
0 - 20	4,5	2,5	4	33	1,3	0,3	6,8	1,8	2,8	8,6	21	37

No experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial 2 x 5 + 2, sendo dois volumes de calda (150 e 200 L ha<sup>-1</sup>), cinco doses do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>), além de um tratamento com o herbicida flumioxazina (padrão) e outro tratamento sem aplicação (controle) com quatro repetições.

Cada parcela experimental foi constituída de 24 plantas de eucalipto no espaçamento 3,0 x 2,0 m, ou seja, cada linha com 8 plantas (9 x 16 m). Deixou-se duas fileiras, uma de cada lado da parcela como bordadura.

Na Tabela 3 estão demonstrados os volumes, princípios ativos e as respectivas doses utilizadas em cada tratamento.

TABELA 3. Volume de calda, pressão e tratamentos utilizados no experimento.

Calda (L ha <sup>-1</sup> )	Pressão (kPa)	Ingrediente ativo	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Formulação
		Controle	-----	-----
		Flumioxazina (500 g Kg <sup>-1</sup> )	125	Pó molhável
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	400	Suspensão concentrada
150	200	Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	500	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	600	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	700	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	800	Suspensão concentrada
		Controle	-----	-----
		Flumioxazina (500 g Kg <sup>-1</sup> )	125	Pó molhável
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	400	Suspensão concentrada
200	400	Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	500	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	600	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	700	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	800	Suspensão concentrada

O controle da cepa e plantas daninhas no experimento foi realizado 49 dias antes do plantio, de forma a permitir as execuções das atividades de preparo de solo, aplicação do herbicida pré-emergente e plantio. Após a dessecação das cepas e plantas daninhas, foi realizado a limpeza na linha de plantio. Na subsolagem, procedeu-se 50 cm de profundidade e aplicados 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10-22-14, e em seguida a marcação mecanizada das covas. O plantio foi efetuado com o clone de eucalipto, com espaçamento 3,0 x 2,0 m, totalizando 1.666 plantas por hectare. A aplicação em área total do pré-emergente sulfentrazone e flumioxazina sucedeu 1 dias antes do plantio de eucalipto de acordo com a dose, volumes de calda e pressões informados na Tabela 1. A aplicação de herbicidas foi feito por meio de um pulverizador hidráulico autopropelido John Deere modelo 4630 potência de 165 hp, tanque de solução com capacidade de 2.270 L, barra com 48 pontas de pulverização do tipo TTI 110025, espaçadas em 0,5 m e velocidade de operação de 6,5 kmh<sup>-1</sup>.

Para a realização das aplicações, seguiu-se a metodologia descrita na Norma ISO 22866 (ISO, 2005). Esta norma preconiza que durante as aplicações a temperatura deve estar entre 5 e 35°C, a velocidade mínima do vento deve ser de 1,0 m s<sup>-1</sup> e a direção do vento dentro de um limite de 90° ± 30° em relação à linha de

pulverização. Assim, o sentido ideal do vento para que as aplicações fossem feitas, deveria ser leste-sudeste ( $112,5^\circ$ ), e podendo estar entre leste e sudeste ( $90^\circ$  e  $135^\circ$ ). Para a velocidade do vento, a norma permite que no máximo 10% das medidas estejam abaixo de  $1,0 \text{ m s}^{-1}$ . No momento da aplicação, a umidade relativa do ar era de 64%, temperatura  $26^\circ\text{C}$  e velocidade média do vento  $4,9 \text{ kmh}^{-1}$ .

As avaliações de fitotoxidez nas mudas de eucalipto foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA). Determinou-se a porcentagem de fitotoxicidade de acordo com escala pré-estabelecida (SBCPD, 1995), em que 0% corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas.

No 1 e 90 DAA foram medidos a altura da planta (entre o colo e a gema apical) e o diâmetro do caule a cinco cm do solo de todas as plantas por meio de um paquímetro digital marca Kingtools. Com a subtração da altura e diâmetro desse intervalo de tempo, foi contabilizado o crescimento de cada planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Para o estudo das doses do herbicida sulfentrazone foi realizado a análise de regressão. Utilizou-se o aplicativo computacional para Análises Genéticas e Estatísticas – GENES (CRUZ, 2013).

## **Resultados e Discussão**

O solo utilizado no experimento apresentou na camada de 0 – 20 cm de profundidade, textura franco argilo-arenoso, 29% de argila, pH 4,5 e matéria orgânica de 2,5 ( $\text{dag Kg}^{-1}$ ). Esses atributos do solo interferem diretamente na recomendação do herbicida sulfentrazone, já que possuem relação direta no comportamento e liberação de seu ingrediente ativo no solo.

Freitas et al. (2014) relataram que a sorção do sulfentrazone está ligada diretamente com características do solo como pH, matéria orgânica e textura. E que este processo refere-se à atração e retenção das moléculas ou íons à superfície do solo e constitui um processo fundamental para dinâmica dos compostos fitossanitários nos solos. Em seu estudo, após avaliar a sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solos, o solo de textura franco argilo-arenoso com pH 5,1 e

matéria orgânica 2,3 (dag Kg<sup>-1</sup>) foi capaz de inibir 50% da massa de matéria seca da espécie indicadora *Sorghun bicolor* submetido a dose de 223,4 g ha<sup>-1</sup> em relação a testemunha sem aplicação. Sendo o segundo solo, dos cinco avaliados, com maior relação de sorção do sulfentrazone. Comparando esses resultados com o presente estudo, e devido a utilização de doses mais elevadas do herbicida (400 a 800 gha<sup>-1</sup>), podemos observar que a fitotoxicidade manifestada pelas mudas de eucalipto no intervalo até 60 DAA era esperada, uma vez que o solo apresentou mesma textura e valores similares de pH e matéria orgânica (Tabelas 1 e 2). Contudo, serão necessários estudos mais detalhados que poderão esclarecer a dinâmica dos efeitos das diferentes doses testadas, e seus respectivos comportamentos na fitotoxicidade das plantas de eucalipto.

O teor de argila, matéria orgânica e pH do solo influenciaram na mobilidade do sulfentrazone, e solos com menores teores de argila e matéria orgânica apresentaram maior potencial de lixiviação desse herbicida (FAUSTINO et al., 2015). As características específicas dos herbicidas associado as diferenças dos teores de matéria orgânica e textura encontrados em três tipos de solos influenciaram na persistência do sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen. Sendo que o sulfentrazone apresentou maior efeito residual ao longo dos 60 DAA nos solos com textura franco-arenoso, argiloso e argiloso com alto teor de matéria orgânica (MELO et al.,2010).

Verificou-se interação entre os fatores volumes e sulfentrazone + padrão/controle, sendo significativo nas variáveis fitotoxicidade aos 15 e 30 DAA, bem como na altura das plantas (Tabela 4). Nas demais variáveis, a interação não foi significativa e foram analisadas separadamente dentro de cada volume de calda.

TABELA 4. Resumo da análise de variância das variáveis fitotoxidade (15, 30, 45 e 60 DAA), diâmetro e altura das plantas de eucalipto.

FV	GL	F					
		15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	Diâmetro	Altura
Sulfentrazone + Padrão/Controle - (A)	6	76,0**	83,5**	34,7**	30,2**	10,0**	6,0**
Sulfentrazone - (B)	4	34,1**	43,4**	20,5**	17,4**	11,3**	6,0**
Padrão/Conrole - (C)	1	85,0**	68,6**	17,5**	8,0**	10,7**	4,0 <sup>ns</sup>
Grupos - (D)	1	235,2**	259,3**	108,7**	103,8**	3,2 <sup>ns</sup>	8,0**
Volumes - (E)	1	14,7**	9,4*	5,0 <sup>ns*</sup>	3,5 <sup>ns</sup>	2,3 <sup>ns</sup>	6,2*
(A) x (E)	6	16,3**	16,1**	9,8**	4,0**	5,3**	4,4**
(B) x (E)	4	17,3**	20,1**	13,1**	4,0**	4,3**	3,3*
(C) x (E)	1	23,8**	13,3**	4,5*	1,0 <sup>ns</sup>	10,0**	11,3**
(D) x (E)	1	4,6*	3,2 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	6,0*	4,7*	2,2*
Resíduo	36						

DDA: Dias após aplicação; <sup>ns</sup>: Não significativo; \*: significativo 0,05; \*\*: significativo 0,01.

O herbicida flumioxazina, considerado como padrão, foi o que apresentou menor fitotoxidez nas mudas de eucalipto em todos os períodos avaliados (15, 30, 45 e 60 DAA) no volume de 150 L ha<sup>-1</sup>. Seu sintoma de fitotoxidez foi observado por cloroses somente nas folhas do terço inferior das plantas, não refletindo sintomas negativos nas folhas jovens bem como nas brotações emitidas pelas plantas.

A fitotoxidez nas mudas de eucalipto foi observada nos tratamentos submetidos ao sulfentrazone na primeira avaliação realizada aos 15 DAA (Tabela 5 e Figura 1). Os sintomas foram coloração arroxeadas das folhas do terço inferior das plantas, clorose e posteriormente, de forma bem pontual necroses. O tratamento submetido a dose de 800 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone apresentou maior fitotoxidez para as mudas, onde acusou injúria expressiva e similar de 46% aos 15 e 30 DAA no volume de 150 L ha<sup>-1</sup>. No volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, o mesmo comportamento foi observado, porém acompanhado da dose de 700 g ha<sup>-1</sup>, essas duas doses apresentaram maiores valores de fitotoxidez comparado com os demais tratamentos.

TABELA 5. Valores médios de fitotoxidade (%) pelos herbicidas aplicados em plantas de eucalipto aos 15 e 30 DAA e volumes de calda.

Fatores	Controle	Flum. <sup>1</sup>	Sulfent. <sup>2</sup>	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.
Volume	(g ha <sup>-1</sup> )						
(L ha <sup>-1</sup> )	-----	250	400	500	600	700	800
Fitotoxidade 15 DAA (%)							
150	0 aE	8 bDE	20 aB	21 aB	22 aB	19 bBC	46 aA
200	0 aC	27 aAB	24 aB	25 aAB	27 aAB	33 aA	32 bAB
CV (%)	18						
Fitotoxidade 30 DAA (%)							
150	0 aD	8 bC	18 aB	20 aB	21 aB	19 bB	46 aA
200	0 aD	21 aC	22 aBC	20 aC	25 aABC	31 aA	30 bAB
CV (%)	18						

Médias de tratamentos dentro da fitotoxidade aos 15 e 30 DAA seguidas por letras minúsculas distintas na linha e letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Flum.<sup>1</sup>: herbicida flumioxazina; Sulfent.<sup>2</sup>: herbicida sulfentrazone.

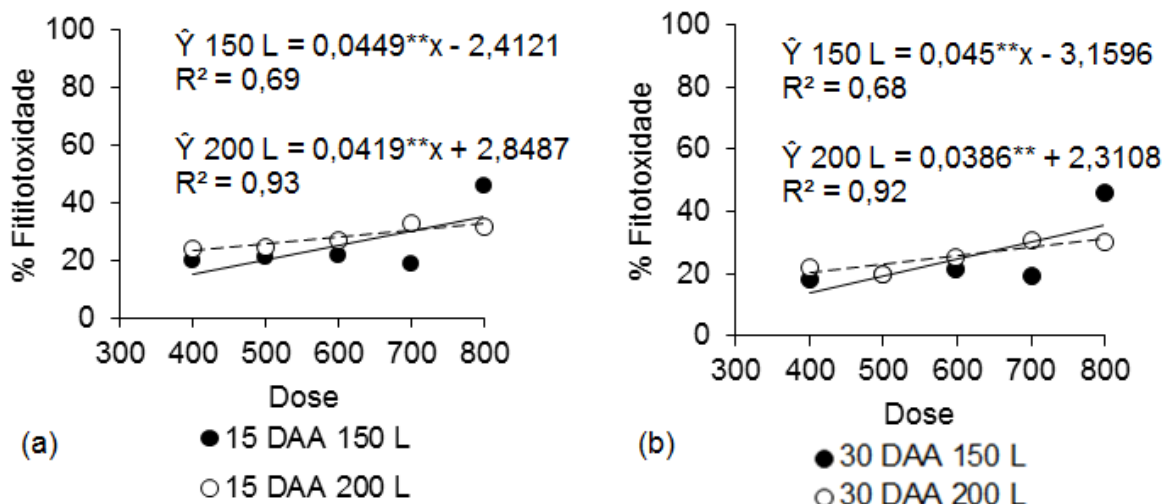


FIGURA 1. Fitotoxidade do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>) em dois volumes de calda (150 e 200 L ha<sup>-1</sup>) à cultura do eucalipto, aos 15 (a) e 30 DAA (b). \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados de fitotoxidez de 21% (150 L ha<sup>-1</sup>) e 25% (200 L ha<sup>-1</sup>) observados nas plantas de eucalipto aos 15 DAA (500 g ha<sup>-1</sup>) foram semelhantes aos obtidos por Tibúrcio et al. (2012) em plantas de eucalipto (clone CRV 1189 de *E. grandis*) tratadas com sulfentrazone (500 g ha<sup>-1</sup>), onde foi observado 28,75% de fitotoxidade. Contudo, 30 DAA as plantas se recuperaram apresentando menos de

10% de fitotoxidade, o que contradiz o presente estudo, já que não foram observados valores próximos em nenhum dos tratamentos com sulfentrazone. Na dose de 800 g ha<sup>-1</sup>, a fitotoxidez nas plantas foi mais intensa, 46% aos 15 e 30 DAA no volume de 150 L ha<sup>-1</sup>. Além dos sintomas descritos anteriormente, as plantas apresentaram maior intensidade de necroses, acarretando deformações nas brotações novas e perda de dominância apical. Sintomas dessa dimensão foram observados por Takahashi et al. (2009) em dois clones comerciais de *E. grandis* x *E. urophylla* submetidos a doses de 75 mL ha<sup>-1</sup> e 1.200 mL ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone.

As doses de 400, 500 e 600 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone não tiveram efeito de fitotoxidez sobre as mudas de eucalipto nos volumes de 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> nos dois primeiros períodos de avaliação (Figura 1). Na dose de 700 g ha<sup>-1</sup>, seu efeito foi superior no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> ajustado com a curva de tendência em relação a fitotoxidez até a dose de 800 g ha<sup>-1</sup>. Contudo, no volume de 150 L ha<sup>-1</sup>, o efeito da dose de 800 g ha<sup>-1</sup> foi 30% superior ao volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, contrariando os resultados esperados. Apesar da equação de regressão ter dado significativo, ou seja, 69% da fitotoxidez nas mudas de eucalipto foram explicadas pelas doses do sulfentrazone, provavelmente outros fatores, não identificados no presente trabalho, influenciaram nessa variação.

O fator volume de calda demonstrou pouca relevância nas injúrias das plantas, e pode ser evidenciado pela proximidade das curvas de tendências de ambos volumes em todos os períodos avaliados. Em estudos com aplicações em pós-emergência para controle de plantas daninhas, resultados semelhantes foram observados por Neto et al. (2013) na cultura do eucalipto, Galon et al. (2007) na cultura da soja, Souza et al. (2011) avaliando a eficácia do 2,4-D amina e Bueno et al. (2013) com o Glyphosate em plantas daninhas.

A precipitação ocorrida nos 15 DAA (30 mm) provavelmente contribuiu no aumento da fitotoxidez nas plantas de eucalipto causado pelo sulfentrazone, independente do volume de calda aplicado (Figura 2). A rota mais importante de entrada é a passagem do herbicida juntamente com a água através dos pelos radiculares nas extremidades das raízes. Isto implica na passagem através da membrana plasmática e consequente entrada no simplasto. A partir daí, o movimento ocorre na célula, via conexões citoplasmáticas, até o tecido vascular



(OLIVEIRA e BACARIN, 2011). Segundo Freitas et al. (2014), a disponibilidade de água no solo está diretamente relacionada com a diminuição da concentração do sulfentrazone na sua camada superior, pois essa condição pode acelerar a degradação da molécula ou mesma lixiviá-la para camadas mais profundas no solo.

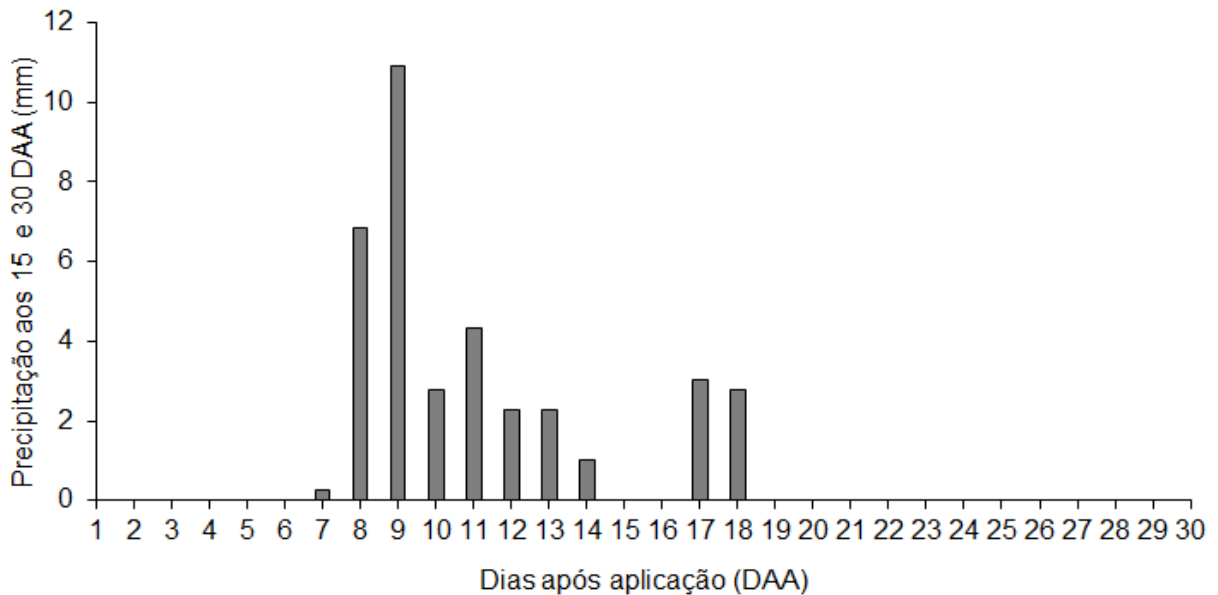


FIGURA 2: Precipitação diária ocorrida aos 15 e 30 DAA.

Na Figura 3 pode-se observar que a precipitação ocorreu somente entre os intervalos de dias até 45 DAA. E este fato não refletiu aumento de fitotoxidez no eucalipto comparado as avaliações efetuadas aos 15 e 30 DAA. Plantas jovens são mais susceptíveis à herbicidas do que plantas mais velhas, porque possuem mais tecidos meristemáticos. Estes tecidos são o centro de atividade biológica na planta. Dessa forma, plantas que apresentam maiores quantidades de tecidos meristemáticos são mais sensíveis aos herbicidas do que plantas mais velhas onde predominam tecidos diferenciados (OLIVEIRA e INOUE, 2011). Portanto, esta diminuição de fitotoxidez na planta à medida do avanço de sua idade aos 45 e 60 DAA, apresentou pouca influência da disponibilidade de água no solo através da precipitação neste período.

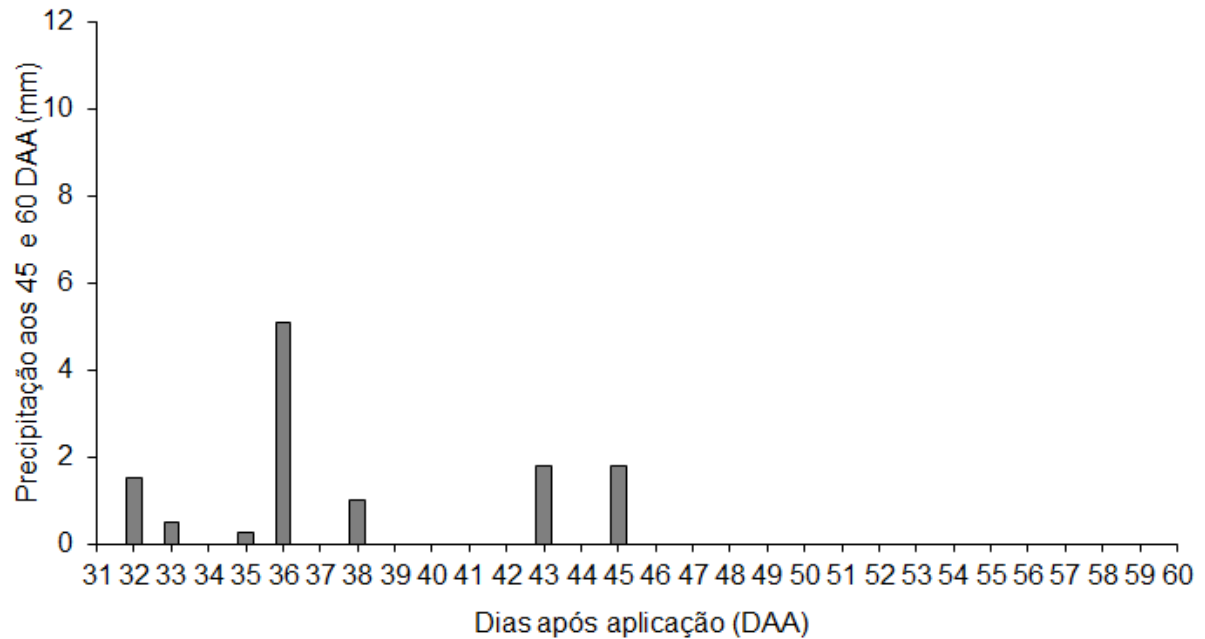


FIGURA 3: Precipitação diária ocorrida aos 45 e 60 DAA.

Pode-se observar aos 45 DAA redução significativa de fitotoxidez em todos os tratamentos comparado com os períodos anteriores. Nota-se que no volume de calda  $150 \text{ L ha}^{-1}$ , a dose de  $800 \text{ g ha}^{-1}$  do sulfentrazone novamente apresentou maior injúria (37% e 23%) aos 45 e 60 DAA (Figura 4 a). A dose de  $400 \text{ g ha}^{-1}$  promoveu menor fitotoxidez dentre os tratamentos com sulfentrazone no volume de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ , tendo redução de 50% de fitotoxidade em relação aos 15 e 30 DAA (Tabela 6). Rezende et al. (2014) avaliando a fitotoxidade de diferentes herbicidas aplicados antes do plantio de *Eucalyptus urophylla*, observaram 14,09 e 14,59% de injúrias cloróticas nas mudas aos 45 e 60 DAA respectivamente na dose de  $500 \text{ g ha}^{-1}$  do sulfentrazone. Estes resultados foram diferentes do presente trabalho, representados por 8% ( $150 \text{ L ha}^{-1}$ ), 19% e 7% ( $200 \text{ L ha}^{-1}$ ) de fitotoxidez nos mesmos períodos de avaliação e na mesma dose (Tabela 6).

TABELA 6. Valores médios de fitotoxidade (%) pelos herbicidas aplicados em plantas de eucalipto aos 45 e 60 DAA nos volumes de calda.

(L ha <sup>-1</sup> )	Controle	Flumi <sup>1</sup> .	Sulfent <sup>2</sup> .	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.
	-----	(g ha <sup>-1</sup> )					
	-----	250	400	500	600	700	800
150	Fitotoxidade 45 DAA (%)						
	0 d	43 cd	10 bc	8 bcd	14 b	16 b	37 a
CV (%)	31,8						
	Fitotoxidade 60 DAA (%)						
	0 d	3 cd	10 b	8,0 bc	11 b	11 b	23 a
CV (%)	35						
200	Fitotoxidade 45 DAA (%)						
	0 c	13 ab	12,0 b	19 ab	18 ab	21 a	20 ab
CV (%)	31,8						
	Fitotoxidade 60 DAA (%)						
	0 c	6 bc	6 bc	7 bc	12 ab	11 ab	14 a
CV (%)	35						

Flum.<sup>1</sup>: herbicida flumioxazina; Sulfent.<sup>2</sup>: herbicida sulfentrazone.

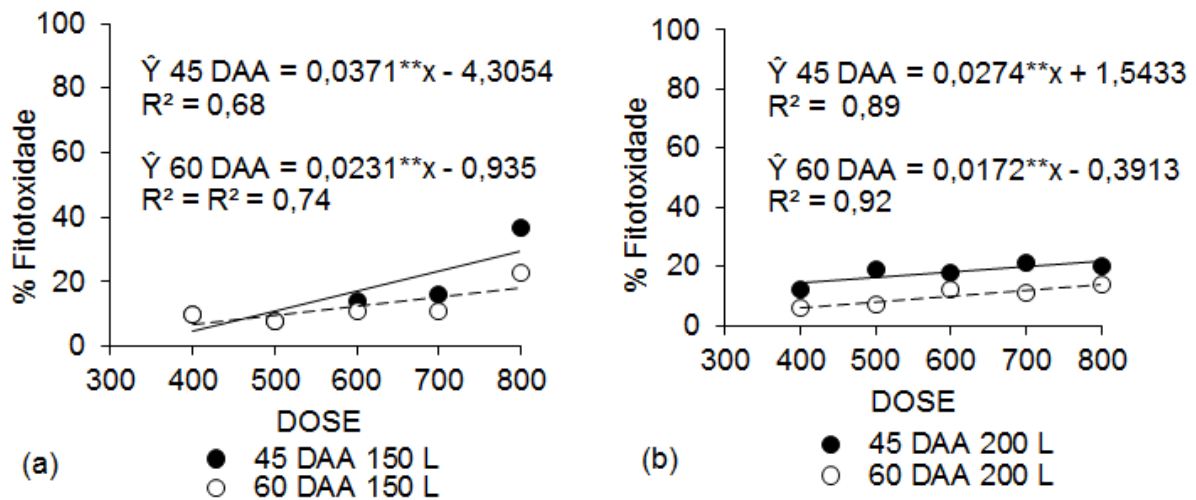


FIGURA 4. Fitotoxidade do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>) aos 45 e 60 DAA no volume de calda 150 (a) e 200 L ha<sup>-1</sup> (b) à cultura do eucalipto. \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Verificou-se em todos os tratamentos, tendência de redução de fitotoxidez nas mudas de eucalipto à medida que a avaliação DAA foi efetuada. Resultados corroboram com os obtidos por Agostinetto et al. (2010) que avaliaram a porcentagem de fitotoxidade em *Eucalyptus globulus* e *E. saligna* submetidos as doses dos herbicidas isoxaflutole (0; 37,5; 75; 112,5 e 150 g ha<sup>-1</sup>) e oxyfluorfen (0;

420; 840; 1260 e 1680 g ha<sup>-1</sup>). Carbonari et al. (2016) 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<sup>-1</sup>).

Aos 60 DAA as plantas de eucalipto apresentaram recuperação quanto a fitotoxidez do sulfentrazone, apresentando diminuição da cor avermelhada nas folhas. Este fato ficou mais evidente aos 90 DAA, nas avaliações da altura e diâmetro das plantas, onde foi observado a emissão de novas brotações. O modo de ação negativo do sulfentrazone se caracteriza como destruidor de membranas celulares, inibindo a enzima protox, o que promove o acúmulo de protorfirina IX, ocorrendo a peroxidação do O<sub>2</sub>, o que resulta na destruição das membranas (DAN HASS, 1993). Contudo, a intensidade desse efeito negativo foi menor à medida do crescimento das plantas com maiores tecidos meristemáticos já relatado.

A recuperação das plantas também pode ser explicada pela capacidade de tolerância do material genético em função de suas peculiaridades fisiológicas, como a translocação de fotoassimilados e o potencial de pressão no xilema, ter influenciado a absorção e translocação de herbicidas (KING e RADOSEVICH, 1985).

Carbonari et al. (2012) constataram, no intervalo de 35 DAA, maior tolerância dos clones FB1 e FB4 em relação aos clones FB2 e FB3 sujeitos a dose de 600 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone. Esse resultado reforça a premissa da capacidade do clone AR 6075 em absorver maior dose do herbicida sulfentrazone (800 g ha<sup>-1</sup>) sem que ocorresse morte das plantas. Entretanto, essa dose demonstrou ser crítica no período de 60 DAA para o clone, devido à menor recuperação das plantas em relação aos demais tratamentos.

Na variável altura das plantas (Tabela 7 e Figura 5), o tratamento com maior dose de sulfentrazone (800 g ha<sup>-1</sup>) ocasionou redução de 25,5% na altura em relação ao tratamento de maior média (400 g ha<sup>-1</sup>) para o volume de 150 L ha<sup>-1</sup>. Contudo, não diferiu estatisticamente da maioria dos tratamentos (500, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>). No volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, a redução foi de 38,7% na altura comparado com o tratamento que resultou maior tamanho (600 g ha<sup>-1</sup>). Certamente o fator preponderante para esta redução na altura, igualmente no diâmetro, esteja associado a maior ocorrência de fitotoxidez manifestada pelas plantas no período de avaliação do experimento (de 15 a 60 DAA).

TABELA 7. Valores médios de altura das plantas de eucalipto de acordo com os herbicidas aplicados e volumes de caldas.

Fatores	Controle	Flum. <sup>1</sup>	Sulfent. <sup>2</sup>	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.
Volume	(g ha <sup>-1</sup> )						
(L ha <sup>-1</sup> )	0	250	400	500	600	700	800
Altura							
150	52,1 aA	47,6 bA	52,3 aA	45,5 aA	47,2 bA	50,0 aA	41,6 aA
200	52,1 aBC	70,0 aA	50,6 aC	53,8 aBC	65,4 aAB	52,4 aBC	40,1 aC
CV (%)	12,6						

Médias de tratamentos dentro de cada altura, seguidas por letras minúsculas distintas na linha e letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); Flum.<sup>1</sup>: herbicida flumioxazin; Sulfent.<sup>2</sup>: herbicida sulfentrazone.

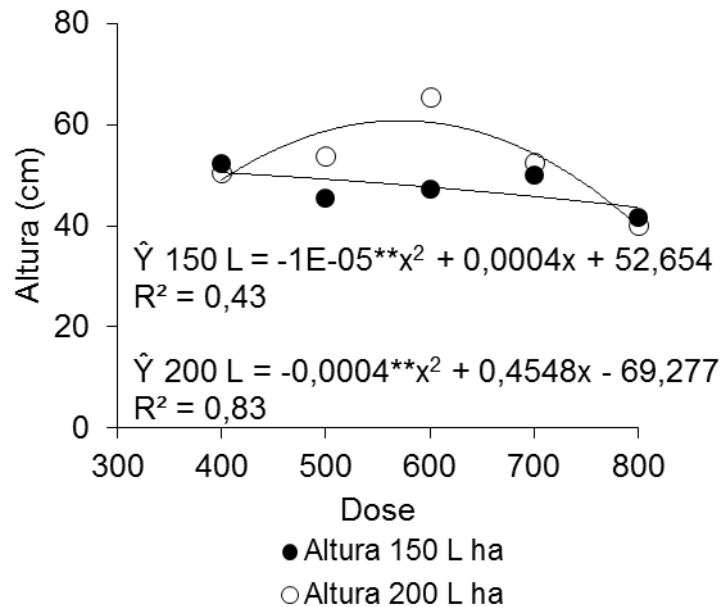


FIGURA 5. Altura das plantas de eucalipto aos 90 DAA do sulfentrazone (400, 500,600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>) nos volumes de caldas 150 e 200 L ha<sup>-1</sup>.

O tratamento com maior dose desse herbicida (800 g ha<sup>-1</sup>) refletiu redução de 24,6% no diâmetro em relação ao tratamento com plantas de maior diâmetro (400 g ha<sup>-1</sup>) no volume de calda 150 L ha<sup>-1</sup>. No volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, essa diminuição foi ainda maior, de 43% no diâmetro comparado com o tratamento de maior expressão (600 g ha<sup>-1</sup>).

TABELA 8. Valores médios de diâmetro das plantas de eucalipto de acordo com os herbicidas aplicados e volumes de caldas.

Fatores	Controle	Flum. <sup>1</sup>	Sulfent. <sup>2</sup>	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.	Sulfent.
Volume	(g ha <sup>-1</sup> )						
(L ha <sup>-1</sup> )	0	250	400	500	600	700	800
Diâmetro							
150	7,7 aAB	7,8 bAB	8,8 aA	8,0 aAB	7,8 bAB	8,1 aAB	6,6 aB
200	7,7 aC	10,6 aA	7,8 aC	8,5 aBC	10,1 aAB	8,5 aBC	5,7 aD
CV (%)	11						

Médias de tratamentos dentro de cada e diâmetro, seguidas por letras minúsculas distintas na linha e letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); Flum.<sup>1</sup>: herbicida flumioxazin; Sulfent.<sup>2</sup>: herbicida sulfentrazone.

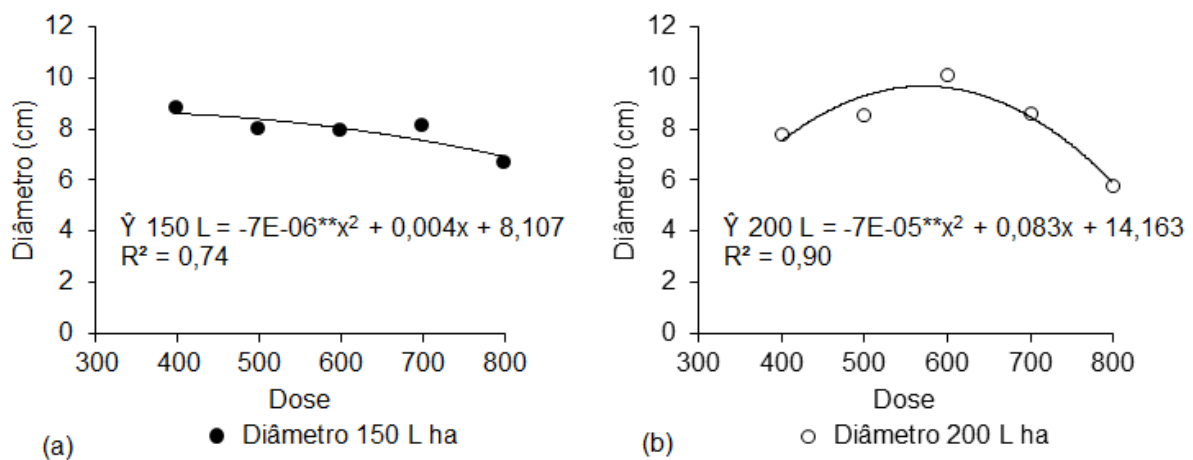


FIGURA 6. Diâmetro das plantas de eucalipto aos 90 DAA do sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>) nos volumes de caldas 150 (a) e 200 L ha<sup>-1</sup> (b). \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Aos 15 DAA foi possível notar, na dose de 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>, de maneira mais intensa dos demais tratamentos, redução de perda apical das plantas e necroses nas folhas novas e velhas, o que contribuiu para o menor desenvolvimento das plantas nos outros três períodos avaliados (30, 45 e 60 DAA). Sintomas semelhantes foram obtidos por Takahashi et al. (2009) avaliando dois clones de eucalipto (CVP1 e VCP2) submetidos a determinadas doses de sulfentrazone, onde ao 7 DAA as plantas perderam dominância apical. Monqueiro et al. (2011) analisando a seletividade de herbicidas em espécies nativas constataram leve fitotoxicidade na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone. Contudo, quando a dose foi elevada para 1.600 g ha<sup>-1</sup>, a fitotoxicidade nas plantas saltou de 40% para 70%, culminando na redução da biomassa da parte aérea. Em estudos realizados por Santos et al. (2005), plantas

de eucalipto submetido a maiores doses de glyphosate, apresentaram menor estatura.

O tratamento com herbicida flumioxazina (padrão) e o sem aplicação (controle), não diferiram no volume de 150 L ha<sup>-1</sup> nas variáveis diâmetro e altura das plantas com os tratamentos submetidos ao sulfentrazone (Tabela 8).

Estudos revelam que determinados herbicidas aplicados em menores doses podem estimular o desenvolvimento de certas plantas (GROSSMANN e HANSEN, 2001). Segundo Carvalho et al. (2014) este comportamento pode ser explicado pelo fenômeno denominado “hormesis”, que supõe que em doses muito baixas os herbicidas poderiam estar estimulando o crescimento das plantas de eucalipto. O termo “hormesis” foi introduzido por Erlich em 1943, para descrever que o fenômeno no qual substâncias que são tóxicas em doses elevadas podem ser benéficas em doses baixas (CALABRESE, 2005). Isso pode justificar o fato da dose 400 g ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone ter sido o tratamento com maior diâmetro e altura dos demais tratamentos no volume de 150 L ha<sup>-1</sup> mesmo não diferindo estatisticamente na variável altura. E na dose de 600 g ha<sup>-1</sup>, ter valor superior no diâmetro e altura no volume de 200 L ha<sup>-1</sup> em relação aos outros tratamentos. Situação parecida foi obtida por Carvalho et al. (2014), observando o desenvolvimento de clones de eucalipto submetidos a deriva de herbicida triclopir e da mistura formulada triclopir + fluroxipir, onde a altura das plantas de quase todos os tratamentos com herbicida foram superiores ao tratamento sem aplicação. Tiburcio et al. (2012) verificaram mesma situação em clones de eucalipto exposto ao flumioxazin e Santos et al. (2006) em plantas de *E. urophylla* com o herbicida glyphosate.

## **Conclusão**

O clone foi sensível ao sulfentrazone na dose de 800 g ha<sup>-1</sup>, demonstrando ser dose crítica na fase inicial de desenvolvimento da cultura. Demais doses apresentaram adequado potencial para serem utilizadas como pré-emergente sem provocar fitotoxidez severa nas mudas. Os volumes de calda 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> não

tiveram efeitos estimulantes na fitotoxidez e no desenvolvimento das plantas de eucalipto.

## Referências

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantada (Brasil). **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, 2013. 149 p.

ALAM. Asociacion Latinoamericana de Molezas. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas**. ALAM, v. 1, n. 1, p.35 - 38, 1974.

AGOSTINETTO, D., TAROUCO, C. P.; MARKUS, C; OLIVEIRA, E.; SILVA, J. M. B. V.; TIRONI, S. P. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.3, p.585-598, 2010.

BUENO, N. R.; ALVES, G. S.; PAULA, A. D. M.; CUNHA, J. P. A. R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.3, p.705-713, 2013.

CALABRESE, E. J. **Historical blunders: how toxicology got the dose-response relationship half right**. Cellular and Molecular Biology, v.51, p.643-654, 2005.

CARBONARI C. A.; MIRANDA, L. G.; GOMES, G. L. G. C.; JUNIOR, G. J. P.; MATOS, A. K. A.; VELINI, E. D. Tolerância diferencial de clones de eucalipto ao sulfentrazone aplicado em solos com diferentes texturas. **Scientia Florestalis**, v.44, n.109, p.9–18, 2016.

CARBONARI C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G. C.; TAKAHASHI, E. N.; ARALDI, R. Seletividade e absorção radicular do sulfentrazone em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.1, p.147-153, 2012.

CARVALHO, G. P.; SILVA, A. A.; NUNES, T. V.; BARBOSA, F. A.; SILVA, J. I. C.; CERQUEIRA, F. B.; ERASMOS, E. A. L.; SARMENTO, R. A. Deriva simulada de triclopyr e fluroxypyr + triclopyr no desenvolvimento de mudas de clones de Eucalyptus. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.1, p.165-173, 2014.



CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAN HASS, F. Herbicide effects on plant structure, physiology and biochemistry. In: **Pesticide interactions in crop production**. New York: CRC Press, 1993. p. 13-34.

FAUSTINO, L. A.; FREITAS, M. A. M.; PASSOS, A. B. R. J.; SARAIVA, D. T.; FARIA, A. T.; SILVIA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mobilidade do sulfentrazone em solos com diferentes características físicas e químicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.33, n.4, p.795-802, 2015.

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Ed. UFV, 2010. 139 p.

FREITAS, M. A. M.; PASSOS, A. B. R. J.; TORRES, L. G.; MORAES, H. M. F.; FAUSTINO, L. A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. A. Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.2, p.385-392, 2014.

GALON, L.; PINTO, J. J. O.; AGOSTINETTO, D; MAGRO, T. D. Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura da soja, aplicados em dois volumes de caldas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p.325-330, 2007.

GROSSMANN, K.; HANSEN, H. Ethylenetriggered abscisic acid: A principle in plant growth regulation? **Physiologia Plantarum**, v. 113, n. 1, p. 9-14, 2001.

KING, S. P.; RADOSEVICH, S. R. Herbicide tolerance in relation to growth and stress in conifers. **Weed Sci.**, v.33, n.4, p.472-478, 1985.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México. Fundo de Cultura Econômica. 1948.

MACHADO, M. S., FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. R.; FERREIRA, G. L.; FONTES, D. R.; MACHADO, A. F. L. Métodos de controle de plantas daninhas e desrama precoce no crescimento do eucalipto em sistemas silvopastoril. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.1, p.133-140, 2014.

MELO, C. A. D.; MEDEIROS W. N.; TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, G. L.; PAES, F. A. S. V.; REIS, M. R. Efeito residual de sulfentrazone, ixosaflutole, oxyfluorfen em três solos. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.4, p.835-842, 2010.

MONQUEIRO, P. A.; PENHA, A. S.; ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S. Seletividade de herbicidas em mudas de espécies nativas *Acácia polyphilla*, *Enterolobium contortisiliquum* (fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (malvaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.1, p.159-168, 2011.

NETO, E. F. A.; SOUSA, N. J.; REZENDE, E. D.; SOUZA, M. D.; SILVA, D. V. Efeitos de diferentes doses e volumes de calda do herbicida inibidor de accase para controle de *Brachiaria* sp. em plantios de eucalipto. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, p.11-69, 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Ed. Omnipax, Curitiba, 2011. 348 p.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; BACARIN, M. A. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Ed. Omnipax, Curitiba, 2011. Cap. 9, p. 216.

PEREIRA, F.C.M.; ALVES, P.L.C.A. Herbicidas para controle de plantas daninhas em eucalipto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.14, n.4, p.333-347, 2015.

RAMSDALE, B. K.; MESSERSMITH, C. G.; NALEWAJA, J. Spray volume, formulation, ammonium sulfate, and nozzle effects on glyphosate efficacy. **Weed Technology**, Lawrence, v.17, n.3, p.589–598, 2003.

REZENDE, E. D.; SOUSA, N. J.; SOUZA, M. D.; TETTO, A. F.; MALINOVSKY, R. A. Fitotoxicidade de diferentes herbicidas pré-emergentes em mudas de *Eucalyptus urophylla* submetidos à aplicação em pré e pós-plantio. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p.178-1791, 2014.

RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. R. R. Avaliação qualitativa e quantitativa da deposição de calda em *Commelia diffusa*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.29, n.2, p.465-471, 2011.

ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JÚNIOR, J. Mobilidade de sulfentrazone em latossolo vermelho e em chernossolo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.23, n.4, p.701-710, 2005.

SANTOS, L.D.T.; FERREIRA, F.A.; MEIRA, R.M.S.A.; BARROS, N.F.; FERREIRA, L.R.; MACHADO, A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.133-142, 2005.

SANTOS, L.D.T.; FERREIRA, F.A.; DUARTE, W.M.; TIBÚRCIO, R.A.S.; SANTOS, M.V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.24, n.2, p.259-364, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de caldas e pontas de pulverização. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.2, p.1149-1146, 2011.

TAKAHASHI, E. N.; ALVES, P. L. C; SALGADO, T. P.; FARIAS, P. L. C.; FARIAS, P. L.; BIAGGIONI, B. T. Consequências da deriva de clamazone e sulfentrazone em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.675-683, 2009.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, R. L.; MACHADO, M. S.; MACHADO, A. F. L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.18, n.4, p.523-531, 2012.

VIVIAN, R. REIS, M. R; JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; GUIMARÃES, A. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.741-750, 2006.

**1.3 VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO E DOSES DO HERBICIDA  
SULFENTRAZONE NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA FASE INICIAL  
DA CULTURA DO EUCALIPTO**

## VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO E DOSES DO HERBICIDA SULFENTRAZONE NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA FASE INICIAL DA CULTURA DO EUCALIPTO

### RESUMO

Áreas infestadas com plantas daninhas são entraves observados nos cultivos florestais. Outro aspecto é a busca na redução do volume de calda em aplicações de forma a não comprometer a eficiência do produto. Objetivou-se neste trabalho estudar o comportamento de diferentes doses do herbicida sulfentrazone associado a dois volumes de caldas no controle de plantas daninhas em condições de campo. O experimento foi realizado na fazenda Morro do Carvão, município de Aracruz, ES em área de reforma de eucalipto. A aplicação foi efetuada com pulverizador hidráulico de barras. O delineamento foi em blocos casualizados de arranjo fatorial  $2 \times 5 + 2$ , sendo: dois volumes de calda ( $150$  e  $200 \text{ L ha}^{-1}$ ), cinco doses do herbicida sulfentrazone ( $400$ ,  $500$ ,  $600$ ,  $700$  e  $800 \text{ g ha}^{-1}$ ) + tratamento com o herbicida flumioxazina (padrão) + testemunha sem aplicação (controle). Foram realizadas avaliações do controle de plantas daninhas aos 45, 60, 75 e 115 DAA e os valores de massa seca das dicotiledônea e monocotiledônea aos 60 e 115 DAA. O efeito do controle entre as doses do sulfentrazone foi prejudicado pela redução de precipitação e ocasionou similaridade de controle entre as doses, tendo destaque a dose de  $800 \text{ g ha}^{-1}$ . O volume de calda não interferiu no controle de plantas daninhas, sugere-se a utilização do menor volume nas aplicações. Aos 115 DAA somente a dose de  $800 \text{ g ha}^{-1}$  do sulfentrazone apresentou conceito de controle “bom” (71 a 80%), demais doses conceito “suficiente” (61 a 70%).

**Palavras-chaves:** Controle químico, Tecnologia de aplicação, Competição.

## **PULVERIZATION VOLUMES AND DOSES OF THE SULFENTRAZONE HERBICIDE IN THE CONTROL OF WEED PLANTS IN EUCALYPTUS CULTURE**

### **ABSTRACT**

Areas infested with weeds are observed obstacles in forest crops. Another aspect is the search in the reduction of the volume of syrup in applications so as not to compromise the efficiency of the product. The objective of this work was to study the behavior of different doses of the sulfentrazone herbicide associated to two volumes of syrup in the control of weeds under field conditions. The experiment was carried out on the farm Coal Hill, municipality of Aracruz, ES in a renewed area of eucalyptus. The application was made with hydraulic bar sprayer. The experiment was carried out in a randomized block of factorial  $2 \times 5 + 2$  factorial, being: two volumes of syrup (150 and 200 L ha<sup>-1</sup>), five doses of the herbicide sulfentrazone (400, 500, 600, 700 and 800 g ha<sup>-1</sup>) + treatment with the herbicide flumioxazine (standard) + witness without application (control). For the study of the doses of the sulfentrazone herbicide a regression analysis. Weed control evaluations were performed at 45, 60, 75 and 115 DAA and dry mass values of dicotyledonous and monocotyledon at 60 and 115 DAA. The effect of the control between sulfentrazone doses was impaired by the reduction of precipitation, resulting in similarity of control between doses, with a dose of 800 g ha<sup>-1</sup>. The volume of the syrup did not interfere in the control of weeds, it is suggested the use of the smaller volume in the applications. At 115 DAA only the sulfentrazone 800 g ha<sup>-1</sup> dose presented a concept of "good" control (71 to 80%), other "sufficient" concept doses (61 to 70 %).

**Keywords:** Chemical Control, Application technology, Competition

## Introdução

O eucalipto é a árvore florestal mais plantada no Brasil e está entre as mais plantadas no mundo. Isso decorre devido fácil adaptação às condições climáticas, de solo e da gama de oportunidades no qual sua madeira é utilizada. Nos últimos anos seu plantio vem se destacando com aumento de área plantada em território nacional, sua expansão ocorreu principalmente em substituição as áreas ocupadas em anos anteriores por pastagens. No Brasil, a disponibilidade de terras para a atividade florestal é imensa devido à extensão territorial que possui, e a quantidade de área disponível para plantios é considerada por diversos pesquisadores como a maior do planeta (ORLANDINI et al., 2011). O principal fator que alavancou esse crescimento foi o estabelecimento de novos plantios frente à demanda futura dos projetos industriais do segmento de Papel e Celulose (IBÁ, 2016).

O cultivo em áreas com boa fertilidade, drenagem adequada, precipitação suficiente, utilização de materiais (clones) mais produtivos resistentes a pragas e doenças, práticas de manejo na implantação e manutenção da cultura é buscado constantemente pelos silvicultores que almejam sucesso na atividade. Dentro desse contexto, se tratando da manutenção do plantio, é de suma importância que o plantio permaneça livre da presença de plantas daninhas, principalmente no seu primeiro ano. A concorrência de plantas daninhas é a forma mais conhecida de interferência sobre às culturas, sendo mais frequentes, a competição por nutrientes, água, luz e espaço (BRIGUENTI & OLIVEIRA, 2011). Segundo estudos realizados por Silva et al. (2012) são necessários no mínimo 75 cm de largura de faixa tratada para minimizar a interferência das plantas daninhas no desenvolvimento das plantas de *Eucalyptus grandis*. Medeiros et al. (2016) relatam que a interferência imposta à cultura é dependente da espécie infestante e do genótipo de eucalipto.

O controle de plantas daninhas realizado na cultura do eucalipto é efetuado basicamente pelo método químico, que consiste na utilização de herbicidas. Estes, em concentrações adequadas retardam ou inibem significativamente o crescimento das plantas daninhas (FERREIRA et al., 2010). Outro aspecto relevante é redução de custos com mão-de-obra e a possibilidade de reduzir perdas significativas de produtividade ocasionadas pela competição com plantas daninha. A interferência de

plantas daninhas pode ocasionar perdas de até 50% na produtividade e mais de 90% de redução na rentabilidade das áreas florestais (PEREIRA & ALVES, 2015). Relatam também que 30% dos custos totais de produção e mais de 50% da mão de obra utilizada na cultura do eucalipto são destinadas para este propósito.

O método químico possibilita a realização do controle em maior área e em curto intervalo. Contribui para assertividade na programação das atividades de controle, extremamente importante nas regiões com altos índices pluviométricos ou em períodos do ano onde as chuvas são mais concentradas.

Na atividade florestal são poucos os produtos químicos registrados para o controle de plantas daninhas. Dentre os pré-emergentes comumente utilizados na fase inicial da cultura do eucalipto, se destaca o sulfentrazone. Seu mecanismo de ação é sistêmico e está relacionado com a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Sua aplicação pode ser realizada antes ou após o plantio das mudas, em faixa sobre a linha de plantio, através de jato dirigido, evitando contato com a parte aérea da planta, para que não ocorra fitointoxicação (CARBONARI et al., 2011). Outra forma de aplicação praticada nos últimos anos é em área total antes do plantio das mudas.

Áreas destinadas ao cultivo de eucalipto que possuem simultaneamente infestação com monocotiledôneas e dicotiledôneas constituem entraves para o manejo de plantas daninhas. Isso devido aos poucos produtos registrados para cultura, associados a suas especificidades de atuação no controle dessas duas classes infestantes. O oxyfluofen controla monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas, o isoxaflutole bem monocotiledônea e algumas dicotiledôneas, o sulfentrazone possui controle efetivo nessas duas classes de plantas daninhas (SILVA & SILVA, 2007), e o flumioxazina um leque maior de espécies dicotiledôneas.

Outro aspecto abordado nas pulverizações é o volume de calda, já que interfere diretamente nos custos operacionais de abastecimentos e rendimentos das máquinas. A busca de aplicações com menores volumes de calda de forma a não comprometer a eficácia do produto fitossanitário, se tornam cada vez mais evidente no setor agrícola e florestal. Determinados produtos fitossanitários sugerem em suas recomendações técnicas mais de uma opção de volume de calda, de forma a



permitir flexibilidade a realidade de cada situação. Contudo, ainda existem questionamentos quanto à sua influência em aplicações pré-emergentes nas áreas destinadas a plantios florestais. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficácia do herbicida pré-emergente sulfentrazone no controle de plantas daninhas associado a diferentes volumes de pulverização.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado na fazenda Morro do Carvão em área de reforma de eucalipto, plantado com o clone *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, localizada no município de Aracruz, ES, com coordenadas 19°48' S e 40°13' O. Latossolo do tipo distrófico, de textura franco argilo-arenoso, topografia do terreno plano a suavemente ondulado, com altitude de 60 m, temperatura média de 24,4 °C e precipitação média anual de 1.157 mm. O clima da região é tropical com inverno seco e estação chuvosa no verão, do tipo Aw (Koppen, 1948).

No experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial 2 x 5 + 2, quatro repetições, com dois volumes de calda (150 e 200 L.ha<sup>-1</sup>) compondo o primeiro fator, cinco tratamentos com doses crescente do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g.ha<sup>-1</sup>) + tratamento com o herbicida flumioxazina (padrão) + tratamento sem aplicação (controle) compondo o segundo fator, totalizando doze tratamentos.

Na Tabela 1 estão demonstrados os volumes, princípios ativos e as respectivas doses utilizadas em cada tratamento. Cada parcela experimental foi constituída de 24 plantas de eucalipto no espaçamento 3,0 x 2,0 m, ou seja, 3 linhas de 8 plantas (9 x 16 m). Deixou-se duas fileiras, uma de cada lado da parcela como bordadura.

TABELA 1. Volume de calda, pressão e respectivos tratamentos utilizados no experimento.

Calda (L ha <sup>-1</sup> )	Pressão (kPa)	Ingrediente ativo	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Formulação
		Controle	-----	-----
		Flumioxazina (500 g Kg <sup>-1</sup> )	125	Pó molhável
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	400	Suspensão concentrada
150	200	Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	500	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	600	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	700	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	800	Suspensão concentrada
		Controle	-----	-----
		Flumioxazina (500 g Kg <sup>-1</sup> )	125	Pó molhável
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	400	Suspensão concentrada
200	400	Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	500	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	600	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	700	Suspensão concentrada
		Sulfentrazone (500 g L <sup>-1</sup> )	800	Suspensão concentrada

Após 4 meses da colheita da madeira do ciclo anterior na área do experimento, foram coletadas e classificadas plantas daninhas dicotiledôneas e monocotiledôneas. As principais dicotiledôneas observadas na área foram *Richardia brasiliensis* Gomes (poaia), *Chamaesyce hyssopifolia* (erva-de-andorinha), *Melampodium divaricatum* (Rich.) DC (flor-de-ouro), *Spermacoce latifolia* Aubl. (erva-de-lagarto), *Croton lobatus* L. (mandioquinha), *Commelina benghalensis* L. (trapoeraba), *Phyllanthus niruri* L. (arrebenta-pedra), *Mimosa invisa* Mart. (dormemaria), *Sidastrum micranthum* (St.-Hil) Fryxell (guanxuma) e *Conyza canadensis* (buva). Não foi possível classificar algumas daninhas dos gêneros Euphorbiaceae, Malvaceae e Rubiaceae. Entre as monocotiledôneas, o *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Cyper luzulae* (capim-de-botão), *Paspalum maritimum* (capim-pernambuco) e espécies da família Poaceae.

O controle da cepa e plantas daninhas no experimento foi realizado 49 dias antes do plantio, e aplicado 2.773,5 kg ha<sup>-1</sup> do herbicida pós-emergente glifosato, de forma a permitir as execuções das atividades de preparo de solo, aplicação do herbicida pré-emergente e plantio. Após a dessecação das cepas e plantas

daninhas, foi realizado a limpeza na linha de plantio. A subsolagem foi realizada a profundidade de 50 cm, seguida da aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10-22-14. E seguida, foi realizada a marcação mecânica das covas. O plantio foi efetuado com o clone *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com espaçamento 3,0 x 2,0 m, totalizando 1.666 plantas por hectare. A aplicação em área total do pré-emergente sulfentrazone e flumioxazina foi realizada em 29 de julho, três dias antes do plantio de eucalipto de acordo com a dose, volumes de calda e pressões informados na Tabela 1. A aplicação de herbicidas foi feita por meio de um pulverizador hidráulico autopropelido John Deere modelo 4630 potência de 165 hp, tanque de solução com capacidade de 2.270 L, barra com 48 pontas de pulverização do tipo TTI 110025, espaçadas em 0,5 m e velocidade de operação de 6,5 kmh<sup>-1</sup>.

Para a realização das aplicações, seguiu-se a metodologia descrita na Norma ISO 22866 (ISO, 2005). Esta norma preconiza que durante as aplicações a temperatura deve estar entre 5 e 35°C, a velocidade mínima do vento deve ser de 1,0 m s<sup>-1</sup> e a direção do vento dentro de um limite de 90° ± 30° em relação à linha de pulverização. Assim, o sentido ideal do vento para que as aplicações fossem feitas, deveria ser leste-sudeste (112,5°), e podendo estar entre leste e sudeste (90° e 135°). Para a velocidade do vento, a norma permite que no máximo 10% das medidas estejam abaixo de 1,0 m s<sup>-1</sup>. No momento da aplicação, a umidade relativa do ar era de 64%, temperatura 26 °C e velocidade média do vento 4,9 km h<sup>-1</sup>.

As avaliações de controle das plantas daninhas e suas respectivas quantidades foram realizadas através de uma escala pré-estabelecida (ALAM, 1974) aos 45, 60, 75 e 115 DAA, onde 100% demonstra o controle total das plantas daninhas e 0% nenhum controle (Tabela 2). Nas parcelas experimentais, também determinou-se notas para as classes de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas.

TABELA 2. Escala de avaliação visual da eficiência de controle de plantas daninhas utilizada nos tratamentos do experimento após aplicação dos herbicidas pré-emergentes.

Notas	Classe de porcentagem (%)	Conceito de controle
1	0 - 40	Nenhum/pobre
2	41 - 60	Regular
3	61 - 70	Suficiente
4	71 - 80	Bom
5	81 - 90	Muito bom
6	91 - 100	Excelente

Fonte: ALAM (1974).

Aos 60 e 115 DAA foram coletadas (cortadas rente ao solo) duas amostras de plantas daninhas por parcela, uma na entrelinha e outra na linha de plantio (entre a quarta e quinta planta de eucalipto), utilizando-se um gabarito quadrado de 1,0 m de lado. Em seguida as plantas foram levadas para o laboratório, onde se efetuou a classificação por espécies. Logo depois foram acondicionadas em sacos de papel e conduzidas para estufa com circulação forçada de ar (70 °C) para se determinar a massa seca da parte aérea.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Para o estudo das doses do herbicida sulfentrazone foi realizado a análise de regressão. Utilizou-se o aplicativo computacional para Análises Genéticas e Estatísticas – GENES (CRUZ, 2013).

## Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores volumes de calda e doses dos herbicidas utilizados no presente estudo. Ou seja, os volumes de 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> não interferiram na eficácia dos herbicidas. Vários autores questionam a eficácia de herbicidas em função dos volumes de caldas no controle de plantas daninhas. Neto et al. (2013) verificaram que os volumes de calda 100 e 200 L ha<sup>-1</sup> foram irrelevantes no controle de *Brachiaria* sp em plantios de eucalipto na utilização do herbicida inibidor de accase. Galon et al. (2007) constataram resultados semelhantes ao analisar os referidos volumes no controle de *Portulaca oleracea* e *Amaranthus lividus* à cultura da soja. Souza et al. (2011) observaram o mesmo fato com o herbicida 2,4-D amina nos volumes de 80 e 130 L ha<sup>-1</sup>.

Pesquisas apontam que herbicidas de ação sistêmica, apenas a dose aplicada exerceu controle de plantas daninhas, e desconsideraram a influência do volume aplicado (BRACAMONTE et al., 1999; RAMSDALE et al., 2003; ROMAM et al., 2004). Esses resultados corroboram com o presente estudo, e sugere-se a aplicação do volume de 150 L ha<sup>-1</sup>, já que reduz o tempo de aplicação e possibilita redução no custo da operação sem comprometer a eficácia no controle das plantas daninhas. De maneira geral, maiores volumes proporcionam maiores depósitos médios e pontuais de calda de pulverização. Contudo, este aspecto apresenta relação direta em aplicações pós-emergente com herbicidas de contato (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

Na Figura 1 estão as informações das precipitações ocorridas entre os meses de agosto a novembro de 2015, e a média da série histórica nos últimos 15 anos. Nota-se que nos quatro meses da avaliação do experimento, a precipitação foi de 102,5 mm contra 436,2 mm da série histórica, tendo redução expressiva de 83,2% no mês de novembro. Esses resultados interferiram diretamente no comportamento da reincidência das plantas daninhas no talhão bem como na ação da molécula dos herbicidas flumioxazina e sulfentrazone no solo.

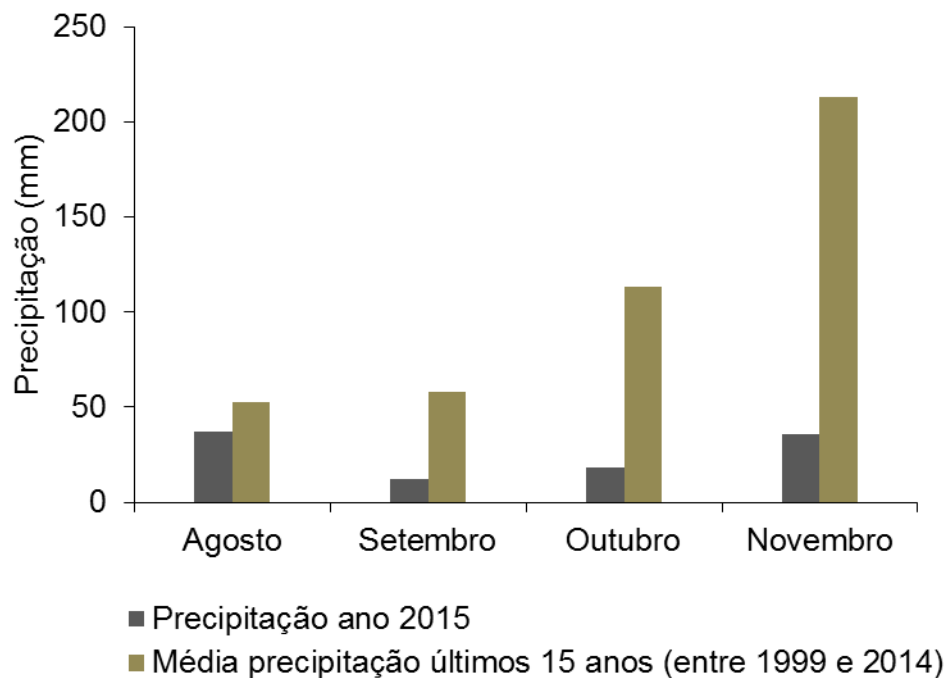


FIGURA 1. Precipitação histórica (15 anos) e no ano de realização do experimento.

A água sob a forma de solução ou umidade, é um agente reativo na degradação química, sendo responsável pela degradação considerável do produto fitossanitário em solução (BRUM, 2012). Freitas et al. (2014) relata a mesma situação em estudo específico com o sulfentrazone. Dessa forma, solo com baixa umidade, afeta a degradação desses produtos, uma vez que reduz a massa e atividade microbiana, tornando-os mais ativos e persistentes devido a menor quantidade na solução do solo. Este fato justifica o porquê de solos mais secos apresentarem maior persistência e efeito residual, aumentando assim o intervalo entre aplicações para controle de plantas daninhas.

Segundo Pitelli (1987), o período anterior à interferência (PAI) é aquele em que a planta cultivada pode conviver com a planta daninha antes que a interferência de competição se instale e cause dano econômico. O intervalo entre o PAI e o período total de prevenção e interferência (PTPI) é denominado de período crítico de prevenção da interferência (PCPI). O controle da comunidade infestante deve ser iniciado antes que os recursos sejam disputados (PAI), e deve prolongar-se até o período em que as plantas daninhas que emergirem após o controle não mais competem com a cultura (PTPI).

Diversos trabalhos na cultura do eucalipto relatam diferentes PAI, pois eles irão depender de fatores do ambiente (solo, temperatura e precipitação), características da cultura, comunidade infestante e período residual do herbicida. Tarouco et al. (2009) relataram que o PAI foi de 107 dias após o tranplante da cultura, Londero et al. (2012) determinaram 56 dias e Toledo et al. (2000) de 14 a 28 dias. Devido à influência desses fatores na determinação do PAI, período de referência para que ocorra a segunda aplicação do pré-emergente também chamada de “remonta”, é que os levantamentos dias após a aplicação (DAA) são determinados.

A área apresentou heterogeneidade de infestação e as principais plantas observadas neste período foram *Commelina benghalensis* L. (trapoeraba), *Cnidocolus urens* L. (urtiga cansaço), *Mimosa invisa* Mart. (dorme-maria), *Sidastrum micranthum* (St.-Hil) Fryxell (guanxuma), *Conyza canadensis* (buva), *Richardia brasiliensis* Gomes (poaia) e algumas espécies das famílias Euphorbiaceae e Malvaceae, todas dicotiledôneas. Várias espécies da família Poaceae, *Eleusine*

*indica* (capim-pé-de-galinha), *Paspalum maritimum* (capim-pernambuco) e *Panicum maximum* Jacq., (capim-colonião), foram identificadas entre as monocotiledôneas.

Os valores médios de infestação de plantas daninhas aos 45, 60, 75 e 115 DAA e sua classificação por classes de plantas estão presentes na Figura 2.

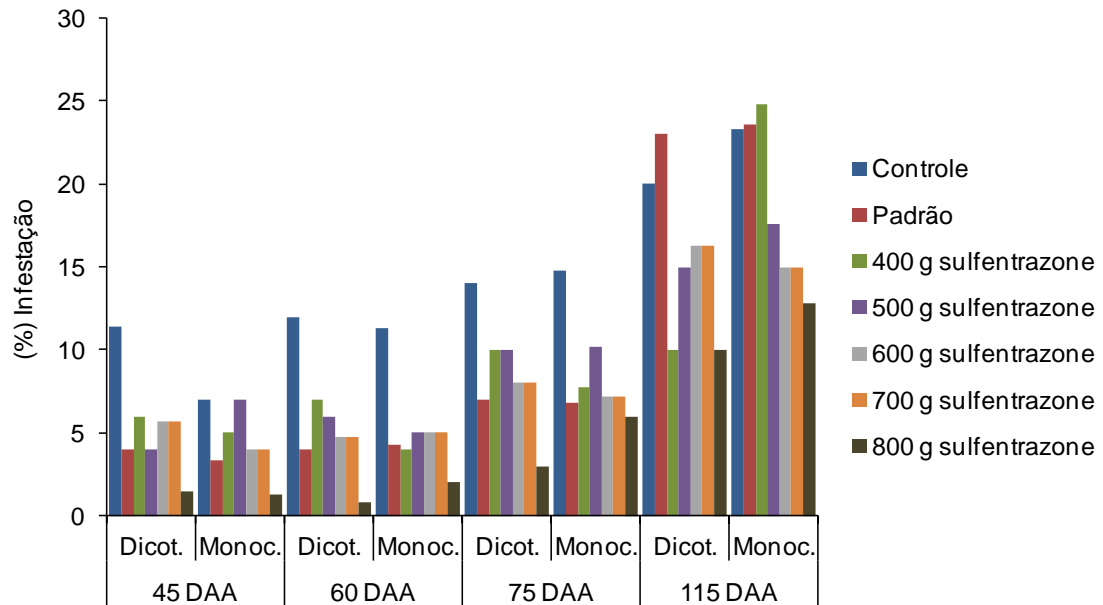


FIGURA 2. Valores médios de infestação de plantas daninhas aos 45, 60, 75 e 115 DAA e sua classificação por classes de plantas (dicotiledônea e monocotiledônea).

Na Tabela 3 estão os valores médios de controle de plantas daninhas e seus respectivos períodos de avaliação. Nota-se que aos 45 e 60 DAA, todos os tratamentos, inclusive o controle, tiveram notas no mínimo 4 e conceito “bom”, conforme escala de avaliação visual da eficiência de controle de plantas daninhas (Tabela 2). As doses do sulfentrazone, 400 e 500 g ha<sup>-1</sup> resultaram em nota 5 e conceito “muito bom”, e as doses 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup> nota 6 e conceito “excelente”. Estes resultados denotaram eficácia no controle de plantas daninhas independentemente das doses do herbicida sulfentrazone. Obviamente, o baixo índice de precipitação ocorrido entre os 30 a 60 DAA contribuiu para este resultado, não permitindo a distinção do comportamento residual entre as doses, o que inferiu resultados iguais entre as testemunhas e o sulfentrazone nas doses de 400 a 700 g ha<sup>-1</sup>.

TABELA 3. Valores médios de controle de planta daninha aos 45, 60, 75 e 115 DAA de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Controle de plantas daninhas (%)			
		45 DAA	60 DAA	75 DAA	115 DAA
Controle	-----	81,6 b	76,7 b	71,2 b	56,8 a
Flumioxazina	250	92,4 ab	91,7 ab	86,2 ab	73,5 a
Sulfentrazone	400	89,0 ab	89,0 ab	82,3 ab	65,2 a
Sulfentrazone	500	89,0 ab	89,0 ab	79,8 ab	67,4 a
Sulfentrazone	600	90,3 ab	90,3 ab	84,8 ab	68,7 a
Sulfentrazone	700	90,3 ab	90,3 ab	84,8 ab	68,7 a
Sulfentrazone	800	97,2 a	97,2 a	91,0 a	77,2 a
CV (%)		6,1	7,8	9,2	15,0

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O sulfentrazone apresenta mobilidade moderada no solo, com baixa adsorção e meia-vida de 180 dias. Sua solubilidade em água é de 490 mg L<sup>-1</sup> e pressão de vapor de  $1 \times 10^{-9}$  mm a 25 °C (FMC, 1997; RODRIGUES e ALMEIDA, 2005). Um vez no solo, seu espectro de controle e período residual são amplos, garantindo um bom controle das plantas daninhas (CARBONARI et al., 2011).

Apesar do conceito de controle ter sido “muito bom” e “bom” nos dois primeiros períodos de avaliação, o tratamento controle está vulnerável a reincidência mais rápida de ervas daninhas em situações de ocorrência de chuva, se comprado aos demais tratamentos, exatamente por não apresentar a ação da molécula do herbicida no solo. A sua reincidência baixa de ervas daninhas pode ser explicada pela realização da atividade controle da cepa e plantas daninhas (realizadas em conjunto devido ao equipamento de pulverização) efetuada 49 dias antes do plantio. Que associado a redução da precipitação neste período, contribuiu para o adequado conceito de controle nos dois primeiros períodos de avaliação.

O comportamento no controle de plantas daninhas em relação as doses do herbicida sulfentrazone (Figura 3) permite recomendar dose de 400 g ha<sup>-1</sup> nas condições do experimento, devido baixa inclinação da curva de tendência, demonstrado pela similaridade de controle entre as doses aos 45 e 60 DAA. Isto de certa forma, reduz a quantidade do uso de herbicidas, acarreta redução no custo da atividade, além de menor dano ao meio ambiente. Em condições normais de precipitação, talvez esta recomendação não seria a mais apropriada, já que outros fatores devem ser considerados em decorrência da dose aplicada. Como por



exemplo, a quantidade de área a ser controlada, estrutura (máquinas e implementos), período de ação da molécula do herbicida no solo e logística. A relação entre estes fatores, quando não ajustados, aumentam os riscos de insucessos em atividades de tratos culturais no controle de plantas daninhas.

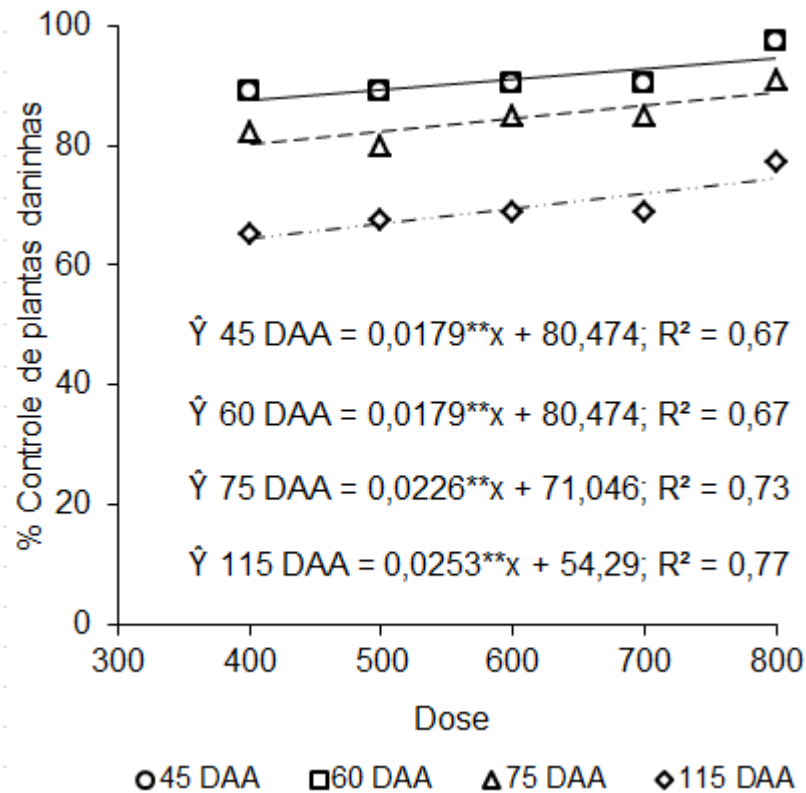


FIGURA 3. Controle de plantas daninhas aos 45, 60, 75 e 115 DAA em função das doses do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g ha<sup>-1</sup>). \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Aos 75 DAA praticamente todos os tratamentos com herbicidas permaneceram com conceito “muito bom”, somente a dose de 800 g ha<sup>-1</sup> obteve conceito “excelente”. Geralmente é neste período que incide a segunda aplicação de pré-emergente (“remonta”) nos plantios de eucaliptos, onde se utiliza produtos seletivos ao eucalipto. Na prática, sugere-se que esta aplicação ocorra, no mínimo, até 80% no controle de plantas daninhas em uma determinada área ou talhão de plantio. Devido à sua praticidade na aplicação (podem ser aplicados sobre o eucalipto a determinadas doses sem provocar fitotoxidez), eles são os mais recomendados. Contudo, no mercado existem poucos ingredientes ativos (isoxaflutole por exemplo) com

estas características registrada para cultura do eucalipto, e devido ao seu alto valor, são utilizados uma única vez na segunda aplicação. Este fato justifica o motivo pelo qual produtores e empresas ligadas ao setor optem na escolha de outros herbicidas na primeira aplicação, como forma de reduzir o custo da operação.

No levantamento realizado aos 115 DAA, verificou-se novamente influência da baixa precipitação contribuindo no prolongamento do efeito residual do herbicida no solo (Tabela 3). Todos os tratamentos foram estatisticamente iguais em relação ao controle de plantas daninhas. Porém, o tratamento controle apresentou menor valor, enquadrado no conceito controle como “regular”, o que de certa forma sinaliza que a partir deste ponto, a concorrência das plantas daninhas com a cultura pode acarretar danos econômicos. Com ocorrência de maiores umidades no ambiente, este fato é potencializado. O tratamento com 800 g ha<sup>-1</sup> do herbicida sulfentrazone e o tratamento padrão (flumioxazina) apresentaram maiores valores de controle.

Observa-se na Figura 2 que a dose de 800 g ha<sup>-1</sup> proporcionou maior controle aos 115 DAA, seguidos pelas demais doses 700, 600 e 500 g ha<sup>-1</sup> do herbicida sulfentrazone, que praticamente apresentaram mesmos resultados. Isto não permite inferir que a dose de maior controle seja a mais apropriada, pois outros atributos devem ser analisados em conjunto. A fitotoxicidade nas mudas de eucalipto, população de sementes das classes de plantas daninhas (monocotiledônea e dicotiledônea), prolongamento do efeito residual do herbicida no solo, custo do herbicida, são exemplos de alguns atributos a serem analisados.

Carbonari et al. (2011) verificaram em seu estudo que aos 75 e 110 DAA do herbicida sulfentrazone, nas doses de 500 g ha<sup>-1</sup>, baixos níveis de controle da *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, na espécie *Ipomoea grandifolia* o controle foi superior a 80%. Na dose de 750 g ha<sup>-1</sup>, os resultados também foram baixos nas duas primeiras espécies de gramíneas, e valores superiores a 80% de controle novamente na espécie *Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoides*.

Ao efetuar a coleta de plantas daninhas aos 60 e 115 DAA, foi possível verificar maior incidência nas entre-linhas de plantio (distância superior a 25 cm das plantas de eucalipto) do que aquelas presentes nas linhas de plantio. O fato ocorreu devido ao revolvimento do solo proporcionado pela atividade de subsolagem, o que resultou maior exposição da sementeira das plantas daninhas ao herbicida pré-

emergente aplicado. Permitindo assim, maior tendência de controle nas linhas de plantio. Este fato associado escassez hídrica, minimizou a interferência de competição com o eucalipto, mesmo no tratamento controle, com menor percentual de controle aos 115 DAA. Graat et al. (2015) relatam que em clones de *E. Urograndis* a interferência da *Urochloa decumbens* e *U. ruziziensis* é mais intensa quando as plantas daninhas crescem em curtas distâncias da cultura.

Apesar da presença de plantas daninhas não terem interferido no desenvolvimento do eucalipto no período de avaliação do experimento, alguns trabalhos relatam situações divergentes. Cruz et al. (2010) observaram influência negativa da convivência de 5 clones de eucalipto (*E. grandis* x *E. urophylla*) com capim-colonião, Medeiros et al. (2016) analisando a competição de 5 plantas daninhas com dois clones CNB001 e CNB016, constatou que aos 60 dias, o segundo clone teve interferência negativa de crescimento a *Ipomoea nil* e a concentração de nutrientes reduzida pelas espécies *Panicum maximum*, *Urochloa decumbens* e *Commelina diffusa*. Pereira e Alves (2013), estudando a interferência das gramíneas *Urochloa decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* no crescimento inicial de 5 clones de *E. urograndis*, observou que aos 50 dias de convívio, 3 clones tiveram interferência negativa na massa seca das folhas e caules.

Aos 60 e 115 DAA não foi possível identificar (em nível de espécies) determinadas plantas das classes monocotiledôneas e dicotiledôneas devido a falta de seus órgãos reprodutivos, fato evidenciado em intensidade maior aos 60 DAA e entre as monocotiledôneas. As principais plantas observadas neste período já foram citadas anteriormente.

Todos os tratamentos submetidos às doses do herbicida sulfentrazone não diferiram nos valores médios de massa seca das dicotiledôneas e monocotiledôneas aos 60 e 115 DAA (Tabela 4). Estes resultados justificam a similaridade na inclinação das linhas de tendência presente da Figura 4 e indicaram certa eficácia do sulfentrazone no controle de plantas daninhas independentemente das classes de plantas observadas no experimento. Tiburcio et al. (2012) obtiveram resultado semelhante com a dose de 500 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone, com valores médios de massa seca de 3,07 e 4,25 g cm<sup>2</sup> de dicotiledônea e monocotiledônea, respectivamente.

TABELA 4. Valores médios de massa seca de dicotiledônea e monocotiledônea de acordo com os tratamentos aos 60 e 115 DAA.

Tratamentos	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Dicotiledônea		Monocotiledônea	
		60 DAA	115 DAA	60 DAA	115 DAA
MS (g m <sup>2</sup> )					
Controle	-----	3,78 a	6,81 a	3,21 a	6,05 a
Flumioxazina	250	1,49 ab	2,11 b	1,36 b	2,27 b
Sulfentrazone	400	1,81 ab	3,20 ab	1,15 ab	2,55 b
Sulfentrazone	500	1,57 ab	2,53 b	1,27 b	1,81 b
Sulfentrazone	600	1,07 b	1,42 b	1,06 b	1,42 b
Sulfentrazone	700	1,12 b	2,20 b	0,91 b	1,34 b
Sulfentrazone	800	1,15 b	0,70 b	0,93 b	0,70 b
CV (%)		60,85	64,46	55,04	53,54

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

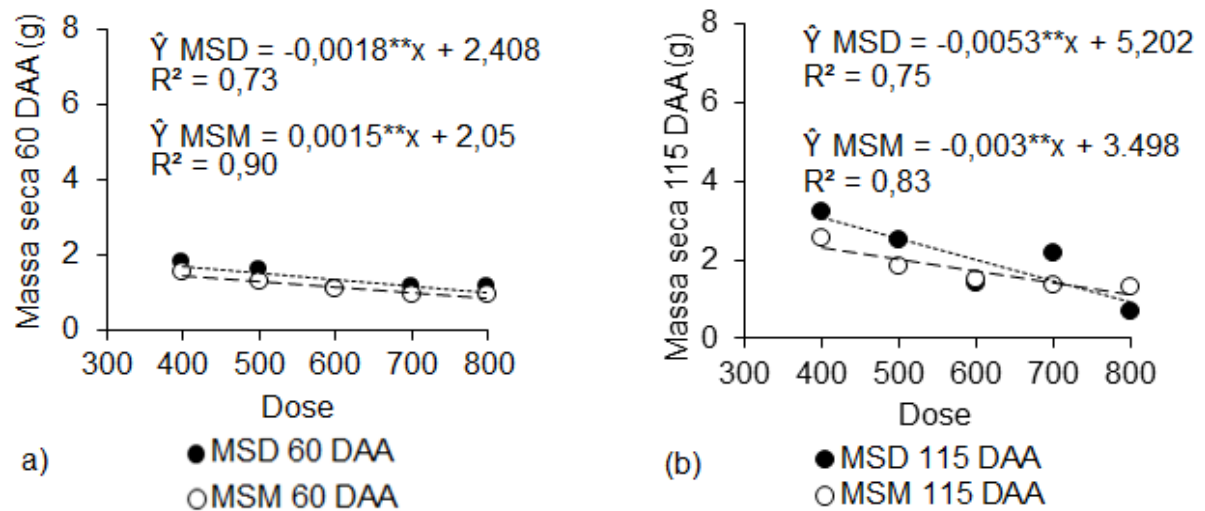


FIGURA 4. Valores médios de massa seca de dicotiledôneas e monocotiledôneas aos 60 (a) e 115 (b) DAA em função das doses do herbicida sulfentrazone (400, 500, 600, 700 e 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>). \*\*: Coeficiente de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 4 também pode-se observar que à medida que ocorreu aumento das doses houve redução nos valores de massa seca. Nas dicotiledôneas a redução foi de 36% aos 60 DAA e 78% aos 115 DAA, comparando a menor (400 g ha<sup>-1</sup>) com maior dose (800 g ha<sup>-1</sup>) do sulfentrazone. O mesmo comportamento foi observado nas monocotiledôneas, com 19 e 72% nos dois períodos de avaliação. Como já era esperado, o tratamento controle apresentou maiores valores de massa seca nas

classes de plantas nos dois períodos avaliados. No tratamento padrão (flumioxazina) o incremento de massa seca foi de 29% nas dicotiledôneas e 40% nas monocotiledôneas entre 60 e 115 DAA (Tabela 4).

O herbicida sulfentrazone é o pré-emergente que possui registro de controle para o maior número de espécies de plantas daninhas na cultura do eucalipto (Agrofit, 2016), comparado com os mais utilizados, como o flumioxazina, oxyfluorfen e isoxaflutole. São vinte e sete espécies de plantas daninhas, tendo a dicotiledônea em maior quantidade. Os resultados nos valores de massa seca nas duas classes de plantas (60 e 115 DAA) evidenciaram esta característica do herbicida. Isso justifica seu potencial de controle em áreas que apresentam predominância de infestação de dicotiledôneas monocotiledôneas.

## Conclusão

O efeito do controle entre as doses do sulfentrazone foi prejudicado pela redução de precipitação, o que resultou similaridade de controle entre as doses, tendo destaque a dose de 800 g ha<sup>-1</sup>.

O volume de calda não interferiu no controle de plantas daninhas, sugere-se a utilização do menor volume nas aplicações.

Aos 115 DAA somente a dose de 800 g ha<sup>-1</sup> do sulfentrazone apresentou conceito de controle “bom” (71 a 80%), demais doses conceito “suficiente” (61 a 70%).

## Referências

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons/](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons/)>. Acesso em: 20 agost. 2016.

ALAM. Asociacion Latinoamericana de Molezas. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas.** ALAM, v. 1, n. 1, p.35 - 38, 1974.

BRACAMONTE, E.R.; LOECK, A.E.; PINTO, J.J.O. Eficiência do herbicida sethoxydim em função do volume de calda no controle de papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch.) na cultura da soja. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.5, n.1, p.60-63, 1999.

BRIGUENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de Plantas Daninhas. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.** Curitiba, 2011, 348 p.

BRUM, C. S. **Degradação do herbicida sulfentrazone em dois solos de Mato Grosso do Sul.** 2012. 76 f. Dissertação (Mestrado em Recursos naturais)- Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados.

CARBONARI C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G, C.; TAKAHASHI, E. N.; BENTIVENHA, S. R. P. Aplicação aérea de grânulos de argila como veículo de herbicidas para o controle de plantas daninhas em área de reforma de eucalipto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.257-265, 2011.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, M. B.; ALVEZ, P. L. C. A.; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus x Urograndis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p.391-401, 2010.

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto.** Viçosa: Editora UFV, 2010. 139 p.

FMC do Brasil Ltda. **Manual de produtos.** Campinas, 1997. p. 77.

FREITAS, M. A. M.; PASSOS, A. B. R. J.; TORRES, L. G.; MORAES, H. M. F.; FAUSTINO, L. A; ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. A. Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.2, p.385-392, 2014.

GALON, L.; PINTO, J. J. O.; AGOSTINETTO, D; MAGRO, T. D. Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura da soja, aplicados em dois volumes de caldas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p.325-330, 2007.

GRAAT, Y., ROSA, J. O., NEPOMUCENO, M. P., CARVALHO, L. P., ALVES, P. L. C. A. Grass weeds interfering with eucalypt: effects of the distance of coexistence on the initial plant growth. **Planta Daninha**, Viçosa, v.33, n.2, p.203-2011, 2015.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2016**: Ano base 2015. Brasília, 100 pag., 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/FDIS 22866**: equipment for crop protection – methods for field measurement of spray drift. Geneva: ISO, 2005. 22p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México. Fundo de Cultura Econômica. 1948.

LONDERO E. K.; SCHUMACHER, M. V.; RAMOS, L. O. O.; RAMIRO, G. A.; SZYMCZARKS, D. A. Influência de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas em eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.18, n.3, p.441-447, jul-set, 2012.

MEDEIROS, W.N.; MELO, C.A.D.; TIBURCIO, R.A.S; SILVA, G.S.; MACHADO, A.F.L.; SANTOS, L.D.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.147-157, 2016.

NETO, E. F. A.; SOUSA, N. J.; REZENDE, E. D.; SOUZA, M. D.; SILVA, D. V. Efeitos de diferentes doses e volumes de calda do herbicida inibidor de accase para controle de *Brachiaria* sp em plantios de eucalipto. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, p.1169, 2013.

ORLANDINI, D.; SILVA, E. N.; VALVERDE, S. R.; GOMES, J. M. Potencialidades das regiões brasileiras para instalação de uma fábrica de celulose. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.1053-1060, 2011.

PEREIRA, F.C.M.; ALVES, P.L.C.A. Herbicidas para controle de plantas daninhas em eucalipto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.14, n.4, p.333-347, 2015.

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, p.1-24, set. 1987.

RAMSDALE, B. K.; MESSERSMITH, C. G.; NALEWAJA, J. Spray volume, formulation, ammonium sulfate, and nozzle effects on glyphosate efficacy. **Weed Technology**, Lawrence, v.17, n.3, p.589-598, 2003.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. p.592.

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIBEIRO, M.C.F. et al. Influência do orvalho e volume de calda de aplicação na eficácia do glyphosate na dessecação de *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.3, p.479-482, 2004.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, UFV, 2007, 367 p.

SILVA, J.R.V.; ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R.E.B. Weed control strip influences the initial growth of *Eucalyptus grandis*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.34, n.1, p.29-35, 2012.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de caldas e pontas de pulverização. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.2, p.1149-1146, 2011.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, R. L.; MACHADO, M. S.; MACHADO, A. F. L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.18, n.4, p.523-531, 2012.

TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA FILHO, R.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; LOPES, M. A. F. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n.3, p.394-404, 2000.