

RAFAEL AUGUSTO SOARES TIBURCIO

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA EUCALIPTO VISANDO  
EXTENSÃO DE USO PARA SISTEMAS AGROSSILVICULTURAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

RAFAEL AUGUSTO SOARES TIBURCIO

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA O EUCALIPTO VISANDO  
EXTENSÃO DE USO PARA SISTEMAS AGROSSILVICULTURAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de Abril de 2010.

---

Prof. José Barbosa dos Santos

---

Prof. Lino Roberto Ferreira  
(Co-orientador)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon

---

Prof. Silvio Nolasco de Oliveira Neto

---

Prof. Francisco Affonso Ferreira  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de cursar o Mestrado e de realizar pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro concedido durante a realização deste curso.

À CENIBRA S.A. pela concessão de parte do material vegetal utilizado.

Ao professor Francisco Affonso Ferreira, pela confiança, pela amizade, pelo incentivo e pela orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos conselheiros prof. Lino Roberto Ferreira e prof. Leonardo David Tuffi Santos pelas valiosas contribuições e sugestões.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia, em especial ao prof. Antônio Alberto, que, juntamente com o prof. Francisco e o prof. Lino, muito me ensinaram sobre a ciência das plantas daninhas.

Aos membros da Banca Examinadora, prof. Sílvio Nolasco, prof. Paulo Cecon e prof. José Barbosa pelas valiosas contribuições e sugestões.

Aos funcionários da UFV, em especial a Luis Henrique e Leonardo Dantonino pelo apoio e sugestões.

Aos amigos e companheiros de trabalho, Alessandra Belo, Alexandre Silva, Alex Coelho, Aroldo Machado, Autieres Faria, Cíntia Fialho, Christiane Melo, Giselle

Lima, Evander, Frederico Paes, Marco Antonio, Marcelo Reis, Miler Machado, Paulo Roberto, Rafael Viana, Siumar Tironi, William Fialho, Wilker Medeiros, pela valiosa colaboração e pelo apoio durante a realização deste trabalho.

A todos os colegas do laboratório de Herbicida pelo agradável convívio.

Aos meus pais Vandick e Eunice e meus irmãos André, Lucas e Gabriel pelo apoio e compreensão nos momentos de tensão.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
Crescimento de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas .....	5
Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	13
Conclusão.....	25
Referências bibliográficas.....	26
Eficiência de controle e intoxicação de plantas de eucalipto pelo herbicida flumioxazin.....	29
Resumo.....	29
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	33
Resultados e Discussão.....	36
Conclusão.....	44
Referências bibliográficas.....	44
CONCLUSÕES GERAIS.....	46

## RESUMO

TIBURCIO, Rafael Augusto Soares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2010. **Seletividade de herbicidas para eucalipto visando extensão de uso para sistemas agrossilviculturais.** Orientador: Francisco Affonso Ferreira. Co-orientadores: Lino Roberto Ferreira e Leonardo David Tuffi Santos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade de herbicidas para a cultura do eucalipto, assim como o efeito da deriva de herbicidas aplicados em cultivos intercalados realizou-se este trabalho. No primeiro experimento realizado em casa de vegetação foram utilizados os herbicidas atrazine, nicosulfuron, tembotrione e as misturas formuladas foramsulfurom + iodossulfurom-metilico fluazifop-p-butyl + fomesafen, aplicados nas doses correspondentes a 3, 6 e 12% da dose recomendada, 25 dias após o transplante com objetivo de estudar o efeito da deriva simulada por meio de subdoses. Foi avaliada porcentagem de intoxicação, altura, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e área foliar. Os herbicidas afetaram o crescimento das plantas de eucalipto, limitando principalmente o incremento em área foliar e massa seca da parte aérea. Concluímos que o risco de perdas de produtividade caso haja intoxicação via deriva é menor com atrazine, foramsulfurom + iodossulfurom-metilico e tembotrione e maior com fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron. Dentre os produtos testados, o tembotrione é o que tem maior potencial de ser utilizado em áreas de eucalipto. No segundo experimento, realizado em condições em condições de campo, em Viçosa, MG, em delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos e 4 repetições Os tratamentos foram flumioxazin (75, 100 e 125 g ha<sup>-1</sup>), isoxaflutole (75 e 150 g ha<sup>-1</sup>), oxyfluorfen (960 g

ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (500 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin+ isoxaflutole (75+75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin+isoxaflutole (100+75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin+sulfentrazone (100+500 g ha<sup>-1</sup>), além de uma testemunha sem capina e outra capinada com objetivo de avaliar a eficiência de controle e a seletividade do eucalipto ao herbicida flumioxazin. Foram avaliadas porcentagem de intoxicação, altura e diâmetro do caule do eucalipto, e controle e massa seca das plantas daninhas. Concluímos que o flumioxazin é seletivo ao eucalipto nas doses avaliadas, embora possa acusar algum tipo injúria que é plenamente recuperável com o desenvolvimento das plantas. Sua eficiência de controle de plantas daninhas em pré-emergência foi melhor quando em mistura no tanque com oxyfluorfen e sulfentrazone. Todavia tem potencial para ser usado em mistura, tanto com o sulfentrazone, quanto com o isoxaflutole, uma vez que aumenta o espectro de controle.

## ABSTRACT

TIBURCIO, Rafael Augusto Soares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2010. **Selectivity of herbicides to Eucalyptus seeking extension for using agroforestry systems.** Adviser: Francisco Affonso Ferreira. Co-advisers: Lino Roberto Ferreira e Leonardo Davi Tuffi Santos.

The present work was to evaluate the selectivity of herbicides for the culture of eucalyptus, as well as the effect of the drift of herbicides in crops interspersed held this job. In the first experiment in a greenhouse were used herbicide atrazine, nicosulfuron, tembotrione and mixtures formulated foramsulfurom+iodosulfurom-methyl and fluazifop-p-butyl+fomesafen, applied at doses corresponding to 3, 6 and 12% of the recommended dose, 25 days after transplanting in order to study the effect of simulated drift through underdosing. Was evaluated intoxication percentage, height, stem diameter, shoot dry mass and leaf area. Herbicides affected the growth of eucalyptus trees, mainly by limiting the increase in leaf area and dry mass of shoots. We conclude that the risk of productivity losses if there is intoxication by drift is less atrazine, foramsulfurom+iodosulfurom-methyl and tembotrione higher with fluazifop-p-butyl+fomesafen and nicosulfuron. Among the products tested, tembotrione is what has the greatest potential to be used in areas of eucalyptus. In the second experiment conducted under conditions in field conditions in Viçosa, MG, in a randomized block design with 12 treatments and 4 replicates. Treatments were flumioxazin (75, 100 and 125 g ha<sup>-1</sup>), isoxaflutole (75 and 150 g ha<sup>-1</sup>), oxyfluorfen (960 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (500 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin + isoxaflutole (75 +75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin + isoxaflutole (100 +75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin + sulfentrazone (100 +500



g ha<sup>-1</sup>), and a control without weeding and hoeing another to evaluate the control efficiency and selectivity of the herbicide flumioxazin eucalyptus. We evaluated intoxication percentage, height and stem diameter of eucalyptus, and control and the dry mass of weeds. We concluded that flumioxazin is selective to the eucalyptus at the doses evaluated, although it can charge any type injury is fully recoverable with the development of plants. Its efficiency of weed control in pre-emergence was better when mixed in the tank with oxyfluorfen and sulfentrazone. However it has the potential to be used in combination, both with sulfentrazone, isoxaflutole as with, since it increases the spectrum of control.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A contribuição do setor de florestas plantadas do Brasil na arrecadação de tributos, durante o ano de 2009 foi de R\$ 8,15 bilhões, representando 0,75% do total. A estimativa total de empregos gerados, em 2009, neste segmento (primário e processamento industrial) foi de 3,9 milhões, incluindo os diretos e indiretos (ABRAF, 2010). As principais espécies florestais plantadas no Brasil são as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. A área de florestas plantadas existentes em 2009 com eucalipto e pinus no país, era de aproximadamente 6.310.450 ha, havendo um crescimento de 2,5% em relação a 2008 (ABRAF, 2010).

Historicamente, as políticas e as exigências do mercado levaram ao desenvolvimento de uma agricultura e uma silvicultura de monocultivo e larga escala, favorecendo os grandes latifúndios e o ramo empresarial. Entretanto, nos últimos anos, frente às dificuldades encontradas no agronegócio brasileiro e a pressão mundial pela preservação do meio ambiente, formas de cultivo mais sustentáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental têm sido requeridas.

Devido à importância da cultura e a existência de vastas áreas de solos degradados, as empresas do setor florestal e o governo têm fomentado o plantio de florestas de eucalipto em pequenas propriedades, o que nem sempre reflete na melhor

opção para o produtor, dada à falta de tratamentos silviculturais adequados, do próprio meio de implantação da floresta e do longo período para retorno dos investimentos.

O desenvolvimento de alternativas de uso da terra que unam sustentabilidade à conservação dos recursos naturais é um dos maiores desafios para a agricultura moderna. Autoridades científicas e institucionais têm sugerido que a melhor alternativa para uso sustentável da terra nos trópicos é através dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) com grande potencial produtivo, econômico e ambiental. Sendo assim, os sistemas agroflorestais surgem como uma alternativa para os produtores, melhorando o uso da terra, pois buscam o uso mais eficiente dos recursos naturais, visando o aproveitamento das interações ecológicas e econômicas resultantes da combinação de árvores, ou arbustos, com culturas agrícolas, e ou pastagens e animais (OLIVEIRA NETO et al., 2008) e diversificando a produção.

Sistema Agroflorestal é um sistema de uso da terra onde espécies arbóreas perenes são usadas deliberadamente numa mesma unidade ou área de solo com culturas agrícolas e/ou animais em alguma forma de arranjo espacial e seqüência temporal” (NAIR, 1993).

Dentre os sistemas agroflorestais mais comuns no Brasil estão os sistemas que utilizam o eucalipto como espécie arbórea integrada à cultura agrícola e/ou pastagens. O eucalipto é a espécie florestal mais utilizada nos programas de reflorestamento no Brasil, em razão de suas características de rápido crescimento e boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes no país, características estas que conferem a maior utilização dessa espécie arbórea também nesses sistemas. A madeira do eucalipto é direcionada aos mais diversos usos, como a produção de papel e celulose, carvão vegetal, madeira para serraria, postes e moirões, madeira para construção civil, para indústria de móveis, entre outros ( JANKOWSKY & GALVÃO, 2000). As principais espécies cultivadas atualmente no Brasil incluem *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla*, entre outras. Além disso, foram desenvolvidos cruzamentos entre as espécies, resultando em híbridos, como é o caso do *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* x *E. urophylla*) (CIB, 2000). Entre os clones de *Eucalyptus* spp utilizados nas empresas do setor florestal existem progênies que apresentam copa rala, permitindo boa passagem da luz, característica desejável nos Sistemas Agroflorestais.

Dentre as espécies agronômicas, o milho e o feijão apresentam grande potencial de utilização por serem culturas de fácil consorciação, alta produtividade e de cultivo difundido por todo país. Adicionalmente, são produtos que fazem parte do consumo diário do homem e de animais domésticos, apresentando fácil comercialização.

Semelhante ao que acontece nos monocultivos, nos Sistemas Agroflorestais também há competição por água, luz e nutrientes e conseqüentemente redução na produtividade do sistema, principalmente na fase de implantação. Há ocorrência de plantas daninhas mesmo diante da menor disponibilidade de espaço para seu estabelecimento em relação às monoculturas, sejam elas agrícolas ou florestais (SOUSA et al., 2003). Além disso, é necessário o controle do possível avanço da espécie forrageira implantada em sistemas pastoris.

Sendo assim, é necessário que essas plantas daninhas sejam mantidas em um nível que não interfiram na produtividade da cultura. Dentre os principais métodos de controle, o químico se destaca por possuir vantagens como menor dependência da mão de obra, controle de plantas daninhas de propagação vegetativa e não revolvimento do solo, dentre outros. Pode ser realizado em pós ou pré-emergência das plantas daninhas. Entretanto, se for utilizado de maneira incorreta pode acarretar impactos ambientais negativos, no solo, na água e nos seres vivos. Os herbicidas não devem ser usados como único método de controle, mas sim como uma ferramenta auxiliar no programa de manejo integrado de plantas daninhas. O uso de herbicidas como ferramenta para o manejo de plantas daninhas deve ser sempre aliado à preocupação com o risco de ocorrência de danos a organismos não alvos e à saúde humana. Logo, na escolha do produto devem-se levar em consideração os benefícios do seu uso, os fatores econômicos, a forma de aplicação e o possível risco da deriva (GELMINI, 1998).

Existem poucos herbicidas registrados para a cultura do eucalipto quando comparado com culturas como milho e feijão. Hoje, é necessária uma gama maior de produtos para realizar rotação de herbicidas, evitando problemas como aumento de espécies tolerantes e o surgimento de biótipos resistentes em áreas de eucalipto, além de proporcionar melhor controle de plantas daninhas. Quando analisamos os Sistemas Agrossilviculturais, com diferentes espécies arbóreas e agrícolas compartilhando o mesmo espaço a situação é ainda mais complexa.

Um aspecto importante na escolha do herbicida a ser utilizado é a seletividade aos componentes do sistema. Caso esse herbicida não seja seletivo pode ocorrer

intoxicação da cultura via deriva acidental que dependendo da intensidade promove perdas de produtividade, tanto no monocultivo quanto nos Sistemas agrossilviculturais. Uma maneira de evitar que isto ocorra é a utilização de produtos que além de controlar eficientemente as plantas daninhas sejam seletivos as culturas, eliminando o risco de intoxicação das plantas via deriva e ou absorção radicular e diminuindo o risco da mão de obra de aplicação, além da possibilidade de impactos ambientais e de interações antagônicas entre os produtos.

Entretanto, há a necessidade de se pesquisar novos herbicidas que atendam esses critérios, pois é necessário mais informação na literatura as informações sobre o uso de herbicidas na cultura do eucalipto, em monocultivo ou integrado com culturas agronômicas.

## 2.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF: Ano base 2009. Brasília, 2010. 136p.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Guia do Eucalipto. Oportunidades para um desenvolvimento sustentável.** São Paulo, SP, 2008. 20p.

GELMINI, G.A. **Herbicidas: indicações básicas.** Campinas, Fundação Cargil, 1998, 334 p.

JANKOWSKY, I.P., GALVÃO, A.P.M. Principais usos da madeira de reflorestamento. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** 1 Ed. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. cap.3, p.57-70.

NAIR,P.K.R. **An Introduction to Agroforestry.** Spriger Verlag-ICRAF,1993, 499p.

OLIVEIRA NETO et al. Sistemas Agroflorestais – Manejo de Plantas Daninhas. **A Ciência das Plantas Daninhas na Sustentabilidade dos Sistemas Agrícolas.** In: XXVI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 1., 2008, Ouro Preto-MG.

SOUSA, L.S.A.; SILVA, J.F.; SOUZA, M.D.B. Composição florística de plantas daninhas em agrossistemas de Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e Pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 249-255, 2003.

## **Crescimento de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas**

**Resumo** - O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da deriva simulada de herbicidas por meio de subdoses, no crescimento de mudas de dois clones de eucalipto, considerando a possibilidade de extensão de uso desses herbicidas para o monocultivo e para os sistemas agrossilviculturais, com culturas agrícolas para as quais eles já são registrados. Este trabalho foi realizado em casa de vegetação, utilizando mudas de dois clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. Foram utilizados os herbicidas atrazine (2,4 kg ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (60 g ha<sup>-1</sup>) e tembotrione (100,8 g ha<sup>-1</sup>), e as misturas formuladas foramsulfurom + iodossulfurom-metílico (45 + 3 g ha<sup>-1</sup>) e fluazifop-p-butyl + fomesafen (200 + 250 g ha<sup>-1</sup>), aplicados nas doses correspondentes a 3, 6 e 12% da dose recomendada, 25 dias após o transplante. Cada herbicida foi analisado independentemente em esquema fatorial 2x4 (2 clones e 4 doses) no delineamento em blocos casualizados com 4 repetições e a parcela experimental correspondeu a uma planta por vaso. Foi avaliada porcentagem de intoxicação, altura, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e área foliar. O atrazine, o tembotrione e a mistura formulada foramsulfurom + iodossulfurom-metílico se mostraram pouco fitotóxicos apesar de alguns sintomas de intoxicação. Já a mistura formulada fluazifop-p-butyl + fomesafen e o nicosulfuron se mostraram mais fitotóxicos aos clones de eucalipto avaliados. Os herbicidas afetaram o crescimento das plantas de eucalipto, limitando principalmente o incremento em área foliar e massa seca da parte aérea. O risco de perdas de produtividade caso haja intoxicação via deriva é menor com atrazine, foramsulfurom + iodossulfurom-metílico e tembotrione e maior com fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron. Dentre os produtos testados, o tembotrione é o que tem maior potencial de ser utilizado em áreas de eucalipto.

**Palavras-chave:** Eucalipto, deriva, herbicida, agrossilvicultural.

## Growth of eucalyptus clones subjected to simulated drift of herbicides

**Abstract** - The present work was to study the effect of simulated drift of herbicides through underdosing, the growth of seedlings of two eucalyptus clones, considering the possible extension of use of these herbicides to the monoculture and agroforestry systems, with crops for which they are already registered. This work was conducted in a greenhouse, using cuttings of two clones of *E. grandis* x *E. urophylla*. Were used herbicide atrazine ( $2.4 \text{ kg ha}^{-1}$ ), nicosulfuron ( $60 \text{ g ha}^{-1}$ ) and tembotrione ( $100.8 \text{ g ha}^{-1}$ ), and mixtures formulated foramsulfurom iodosulfurom-methyl + ( $45 + 3 \text{ g ha}^{-1}$ ) and fluazifop-p-butyl + fomesafen ( $200 + 250 \text{ g ha}^{-1}$ ), applied at doses corresponding to 3, 6 and 12% of the recommended dose, 25 days after transplanting. Each herbicide was analyzed independently in a factorial 2x4 (two clones and four doses) in a randomized block design with four replications and plot corresponded to one plant per pot. Was evaluated intoxication percentage, height, stem diameter, shoot dry mass and leaf area. Atrazine, tembotrione and formulated mixture foramsulfurom + iodosulfurom-methyl proved somewhat phytotoxic although some symptoms of intoxication. Already a formulated mixture fluazifop-p-butyl + fomesafen and nicosulfuron were more phytotoxic to eucalyptus clones evaluated. Herbicides affected the growth of eucalyptus trees, mainly by limiting the increase in leaf area and dry mass of shoots. The risk of loss of productivity if there is intoxication by drift is less atrazine, foramsulfurom + iodosulfurom-methyl and tembotrione higher with fluazifop-p-butyl + fomesafen and nicosulfuron. Among the products tested, tembotrione is what has the greatest potential to be used in areas of eucalyptus.

**Keywords:** Eucalyptus, herbicide drift, agroforestry systems.

## 1. Introdução

A competitividade do setor florestal brasileiro é crescente, em razão das condições climáticas e das tecnologias desenvolvidas no país. Devido ao crescimento da produção das empresas florestais brasileiras e das demandas internacionais por produtos da cadeia, o Brasil tem se tornado um dos maiores exportadores de produtos florestais do mercado internacional (VALVERDE, 2004). Dentro desse cenário se destaca a produção de eucalipto, que necessita cada vez mais aumentar a produtividade tanto nos sistemas de monocultivo quanto nos Sistemas agrossilviculturais.

Um dos fatores que limita a produtividade do eucalipto são as plantas daninhas, que competem pelos recursos disponíveis no ambiente, afetando o crescimento e o desenvolvimento dos plantios, além de dificultar os tratos culturais e as operações de colheita. As plantas daninhas estão presentes na maioria dos plantios de eucalipto em níveis variáveis de densidade e espécies, competindo principalmente por luz, água e nutrientes, proporcionando perdas significativas de produtividade ocasionadas por espécies como *Brachiaria decumbens* e *Commelina benghalensis* (TOLEDO et al., 1999 e COSTA et al., 2004). Além da competição, o eucalipto pode sofrer interferência também por efeitos alelopáticos (SOUZA et al., 2003 e TAKAHASHI et al., 2004).

As possibilidades de manejo de plantas daninhas incluem o método preventivo, cultural, mecânico, físico, biológico e químico. O método químico é o mais utilizado, devido à menor dependência da mão de obra, melhor controle de plantas daninhas de propagação vegetativa e maior eficiência de controle na linha de plantio sem afetar o sistema radicular das culturas, dentre outras. Apesar dessas vantagens, os herbicidas devem ser usados com cautela, pois são produtos tóxicos. Se mal utilizados, podem provocar intoxicação de aplicadores, contaminação do ambiente (solos, rios, lagos, seres vivos, etc.) e problemas em culturas sensíveis. Além disso, o uso indiscriminado e de forma não racional de um mesmo herbicida, favorece o aumento de indivíduos tolerantes na área e o surgimento de espécies resistentes, podendo diminuir a eficiência dos herbicidas ao longo tempo.

Existem poucos herbicidas registrados para a cultura do eucalipto. Dentre eles, o glyphosate é o mais utilizado, pois controla um grande número de espécies de plantas daninhas. Entretanto, no Brasil já são conhecidas cinco espécies com biótipos resistentes aos glyphosate, sendo elas *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*,



*Digitaria insularis*, *Lolium multiflorum* e *Euphorbia heterophylla* (WEED SCIENCE, 2010). O registro de novos produtos é importante para permitir maior rotação de herbicidas, visando evitar esses problemas.

Uma alternativa para aumentar o número de herbicidas registrados para o eucalipto é a busca de novas moléculas ou a extensão de uso de produtos já registrados para outras culturas. Se o produto já for registrado para determinada cultura agrícola, com a extensão do uso, ele poderá ser usado em Sistemas agrossilviculturais com eucalipto e a cultura agrícola em questão.

Nesse contexto, estão atrazine, foramsulfurom + iodossulfurom-metílico, nicosulfuron e tembotrione que são herbicidas registrados para a cultura do milho e fluazifop-p-butyl + fomesafen que é registrado para a cultura da soja e do feijão, produtos estes aplicados em pós-emergência das plantas daninhas, propiciando controle efetivo sobre uma ampla gama de plantas daninhas, culturas estas, muito utilizadas na integração com eucalipto.

O atrazine, herbicida de contato absorvido pelas folhas e raízes, pertence ao grupo das triazinas. Age inibindo o fotossistema II. Ele bloqueia o fluxo de elétrons entre os fotossistemas, levando à produção de oxigênio singleto em excesso, que resulta na destruição de lipídios e da clorofila (PRESTON, C. et al., 2001) e conseqüentemente à morte das plantas em decorrência da formação de radicais tóxicos e inibição da reação luminosa da fotossíntese (SILVA & SILVA, 2007).

A mistura formulada fluazifop-p-butyl+fomesafen é formada pela mistura de dois ingredientes ativos, sendo o fluazifop-p-butyl, herbicida sistêmico, pertencente ao grupo do ácido ariloxifenoxipropiônico que age inibindo a atividade da enzima Acetil Coenzima A Carboxilase (ACCCase) (SILVA & SILVA, 2007). Esta enzima, encontrada no estroma de plastídios, converte o Acetil Coenzima A (Acetil-CoA) em Malonil Coenzima A (Malonil-CoA), reação-chave no início da biossíntese de lipídios (SILVA & SILVA, 2007), provocando despolarização da membrana celular (THILL, 2003), interferindo na formação de novas células e conseqüentemente no crescimento vegetal. Este herbicida atua apenas em gramíneas. E o fomesafen, herbicida de contato, pertencente ao grupo químico dos difeniléteres que age inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase. Com a inibição dessa enzima a protoporfirina IX se acumula muito rapidamente nas células das plantas. Esse rápido acúmulo se deve ao descontrole na rota metabólica de sua síntese. A conseqüência do descontrole é o aumento rápido do protoporfirinogênio IX e sua saída para o citoplasma na forma protoporfirina IX, que, na presença de luz e oxigênio, produz a

forma reativa do oxigênio (oxigênio singlete), com consequente peroxidação dos lipídios da membrana celular (FERREIRA, 2005), causando necrose nas folhas e alterando o processo da fotossíntese (SILVA & SILVA, 2007).

A mistura formulada foramsulfurom + iodosulfurom-metílico e o nicosulfuron são herbicidas de ação sistêmica, pertencentes ao grupo das sulfonilúreias. Age inibindo a ação da acetolactato sintase (ALS), a primeira enzima comum à rota de biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina, interrompendo a síntese protéica nas plantas (ANDERSON et al., 1998).

O tembotrione, herbicida sistêmico, pertence ao grupo das benzoilciclohexanodiona. Age na rota de biossíntese de carotenóides, inibindo a ação da enzima 4-hidroxifenilpiruvatodioxigenase (HPPD), resultando no acúmulo de phytoeno e phytoflueno, precursores, sem cor, do caroteno. A perda da clorofila é resultado da sua oxidação pela luz, devido à falta de carotenóides que a protegem da fotoxidação (FERREIRA, 2005).

Quando o herbicida não é seletivo ao eucalipto, outro possível problema é a deriva accidental, ou seja, a deposição do produto fora do alvo. Ela é considerada um sério problema em muitas áreas de cultivo (HEMPHILL JR. & MONTGOMERY, 1981; TUFFI SANTOS et al., 2006a,b; YAMASHITA et al., 2006). Vários autores já demonstraram os prejuízos ocasionados pela deriva de herbicida em diversas culturas, dentre eles Tuffi Santos et al.(2005; 2006 a,b; 2007 a,b; 2009) de glyphosate em eucalipto; Alves et al.(2000) de glyphosate e oxyfluorfen e Magalhães et al.(2001) de glyphosate e paraquat em milho. As causas da deriva são muitas e estão relacionadas com os equipamentos de aplicação, as formulações e as condições meteorológicas. Bode (1984) relata deposição de produtos devido à deriva entre 5 e 9% da dose aplicada com equipamentos terrestres, sob condições climáticas ideais para aplicação.

Mesmo que esses herbicidas não sejam seletivos para a cultura do eucalipto é importante conhecer o efeito dos mesmos sobre as plantas de eucalipto, pois existe a possibilidade deles serem aplicados para o manejo de plantas daninhas nas entrelinhas do plantio ou nas culturas intercaladas no caso dos sistemas agrossilviculturais. Assim conhecer o risco de deriva e como quantificar o efeito na planta é fundamental para que esses produtos sejam utilizados no manejo de plantas daninhas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da deriva simulada de atrazine, foramsulfurom + iodosulfurom-metílico, fluazifop-p-

butyl + fomesafen, nicosulfuron e tembotrione, por meio de subdoses, no crescimento de mudas de dois clones de eucalipto, considerando a possibilidade de extensão de uso desses herbicidas para o monocultivo e para os sistemas agrossilviculturais, com culturas agrícolas para as quais eles já são registrados.

## 2. Material e métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Viçosa, entre os meses de agosto e novembro de 2008.

Utilizaram-se mudas padronizadas de dois clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, codificados como 386 e 2719, cedidos pela Empresa Celulose Nipo-Brasileira (Cenibra), com três meses de idade e aproximadamente 30 cm de altura. Essas mudas foram plantadas uma em cada vaso de 10 L, sendo estes preenchidos com solo argiloso, adubado com 80 g de super simples, 20 g de N-P-K (8-28-16) e 10 g de calcário, cuja proporção Ca/Mg era de 4:1 equivalentes conforme recomendação. As plantas de eucalipto receberam irrigação por microaspersão diariamente, de modo que mantivessem adequada disponibilidade de água. As médias semanais de temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação variaram entre 45 °C (max) e 13 °C (min) (Figura 1).

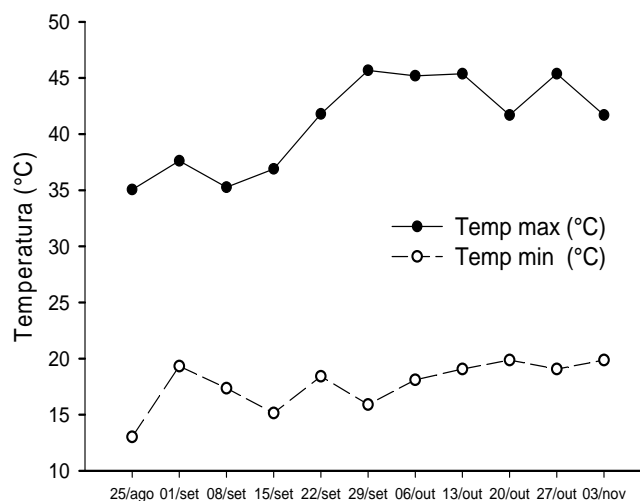


Figura 1 – Temperaturas médias semanais máximas e mínimas (°C) observadas no interior da casa de vegetação durante a realização do experimento.

Foram utilizados os herbicidas atrazine (2,4 kg ha<sup>-1</sup>), foramsulfurom + iodossulfurom-metilico (45 + 3 g ha<sup>-1</sup>), fluazifop-p-butyl + fomesafen (200 + 250 g

ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (60 g ha<sup>-1</sup>) e tembotrione (100,8 g ha<sup>-1</sup>), aplicados nas doses correspondentes a 3, 6 e 12% da dose recomendada para cada produto (Tabela 1).

Tabela 1- Tratamentos do experimento e as respectivas quantidades de ingrediente ativo e produto comercial por hectare em cada tratamento.

Tratamentos		Dose*	Dose*
Herbicidas	% da dose recomendada	(i.a ha <sup>-1</sup> )	(p.c ha <sup>-1</sup> )
Atrazine <sup>1</sup>	3	72 g	180 mL
Atrazine <sup>1</sup>	6	144 g	360 mL
Atrazine <sup>1</sup>	12	288 g	720 mL
Foramsulfurom + iodossulfurom-metílico <sup>2</sup>	3	1,35 g + 0,09 g	4,5 g
Foramsulfurom + iodossulfurom-metílico <sup>2</sup>	6	2,7 g + 0,18 g	9,0 g
Foramsulfurom + iodossulfurom-metílico <sup>2</sup>	12	5,4 g + 0,36 g	18 g
Fluazifop-p-butyl + fomesafen <sup>3</sup>	3	6 g + 7,5 g	30 mL
Fluazifop-p-butyl + fomesafen <sup>3</sup>	6	12g + 15g	60 mL
Fluazifop-p-butyl + fomesafen <sup>3</sup>	12	24g + 30g	120 mL
Nicosulfuron <sup>4</sup>	3	1,8 g	45 mL
Nicosulfuron <sup>4</sup>	6	3,6 g	90 mL
Nicosulfuron <sup>4</sup>	12	7,2 g	180 mL
Tembotrione <sup>5</sup>	3	3,02 g	7,2 mL
Tembotrione <sup>5</sup>	6	6,04 g	14,4 mL
Tembotrione <sup>5</sup>	12	12,09 g	28,8 mL
Testemunha	---	---	---

\* Doses recomendadas e utilizadas para o controle de grande número de espécies daninhas, tomadas como padrão. Produtos comerciais utilizados: <sup>1</sup>/Primóleo; <sup>2</sup>/Equip Plus; <sup>3</sup>/Robust; <sup>4</sup>/Sanson; <sup>5</sup>/ Soberan.

A aplicação foi realizada, diretamente sobre as mudas de modo que não atingisse o terço superior das mesmas, 25 dias após o transplante quando estas apresentavam cerca de 45 cm de altura (Figura 2). Utilizou-se pulverizador costal de precisão, munido de barra com dois bicos com pontas tipo leque TT11002, espaçados de 0,5 m entre eles, operando a 300 kPa, com volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>.

No momento da aplicação as condições climáticas eram: umidade relativa do ar de 65 ± 2 %, temperatura do ar de 22,5 ± 1°C e velocidade média do vento de 3,2 km h<sup>-1</sup>. Após aplicação as plantas permaneceram 24 horas sem o contato com água da chuva ou da irrigação, visando evitar a lavagem das folhas.

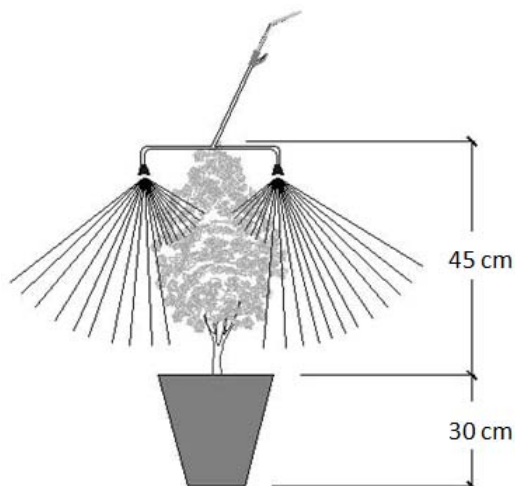


Figura 2 - Esquema da pulverização dos herbicidas, simulando a deriva nas plantas de eucalipto, de forma a não atingir o terço superior das plantas.

Um dia e 50 dias após a aplicação (DAA) foi mensurada a altura (região entre o coleto e o ápice) e o diâmetro do caule a 5 cm do solo de todas as plantas. Subtraindo a altura e o diâmetro deste intervalo de tempo obteve-se a variação para cada planta.

Aos 7, 15 e 30 DAA, avaliou-se a porcentagem de intoxicação em relação à testemunha, em que 0% correspondeu à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas (FRANS, 1972).

Aos 51 DAA foram avaliadas a área foliar e a massa seca da parte aérea. A área foliar foi determinada através do medidor de área foliar LI-3100 utilizando-se de 3 amostras de 10 folhas representativas coletadas no terço inferior, médio e superior, totalizando 30 folhas por planta. Todo o restante das folhas foi retirado das plantas, assim como o caule que foi cortado rente ao substrato, sendo todo material acondicionado em sacos de papel separadamente, inclusive às amostras, e colocados em estufa com circulação forçada de ar ( $65 \pm 3^\circ \text{C}$ ) até atingir massa constante. Para obtenção da área foliar, a matéria seca foliar total foi relacionado com a massa seca foliar da amostra (30 folhas) e a área foliar da amostra, resultando na área foliar total. A massa seca da parte aérea foi obtida através da soma das massas secas do caule e das folhas.

Cada herbicida foi analisado independentemente em esquema fatorial 2x4 (2 clones e 4 doses) no delineamento em blocos casualizados com 4 repetições e a parcela experimental correspondeu a uma planta por vaso.

Os dados de altura, diâmetro de caule, área foliar e massa seca da parte aérea foram transformados em porcentagem em relação à testemunha. Em seguida foram

submetidos ao teste de Cochran (Homocedasticidade) e Lilliefors (normalidade dos dados). Esses dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. As médias do fator quantitativo foram comparadas pelo teste F ao nível de significância de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste t, a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2 = \text{SQ regressão} / \text{SQ dose}$ ) e no fenômeno biológico.

### 3. Resultados e discussão

As plantas de eucalipto tratadas com os herbicidas tembotrione em todas as épocas avaliadas, atrazine aos 30 e a mistura formulada de foramsulfuron + iodossulfuron-metílico aos 15 e 30 dias após a aplicação (DAA) não apresentaram sintomas visíveis de intoxicação. Para fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron houve incremento na intoxicação com aumento da dose utilizada. Na análise de variância da intoxicação de plantas, a interação clone x dose e o efeito de clones foi não significativo para todos herbicidas testados, utilizando-se assim, a média dos clones na análise de regressão. Na análise de regressão, o efeito da dose foi significativa apenas para fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron.

A intoxicação observada nas plantas tratadas com atrazine e foramsulfuron + iodossulfuron-metílico não ultrapassou 6% sendo considerada leve, segundo a escala utilizada pela Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas. Os sintomas foram caracterizados por pequenas cloroses foliares até os 15 DAA nas plantas tratadas com atrazine e até os 7 DAA nas plantas tratadas com foramsulfuron + iodossulfuron-metílico.

As plantas tratadas com a mistura formulada de fluazifop-p-butyl + fomesafen apresentaram necroses até os 15 DAA, com intoxicação de até 66% na dose de 12%, porém verificaram-se sinais de recuperação das plantas aos 30 DAA em todas as doses testadas (Figura 3). É importante ressaltar que o fomesafen é o responsável pelo efeito tóxico desta mistura formulada, pois o fluazifop-p-butyl é tóxico apenas para monocotiledôneas. Ronchi & Silva (2004) estudando a tolerância de plantas de café ao fluazifop-p-butyl ( $200 \text{ g ha}^{-1}$ ) + fomesafen ( $250 \text{ g ha}^{-1}$ ) observaram apenas leves injúrias nas folhas mais novas (inferiores a 20%) sem prejudicar o crescimento em altura e diâmetro do caule até 70 dias após a aplicação.

As plantas tratadas com nicosulfuron apresentaram estreitamento foliar e necrose dos ápices. As plantas tratadas com 3 e 6% da dose recomendada tiveram intoxicação máxima aos 7 DAA de 7,1 e 26,8% respectivamente apresentando sinais de recuperação aos 30 DAA. As plantas tratadas com 12% da dose apresentaram um elevado incremento da intoxicação entre os 15 e 30 DAA, chegando a 83% ao final deste período (Figura 4), não apresentando sinais de que haveria recuperação. Espécies tolerantes ao nicosulfuron metabolizam rapidamente esse herbicida, transformando-o em compostos não fitotóxicos (SPADER, 2001), entretanto pode-se apresentar sensibilidade diferencial, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, do ambiente e da dose (GUBBIGA, 1995). Isto não ocorre com o eucalipto.

A capacidade de recuperação das plantas de eucalipto tratadas com glyphosate é relatada por Tuffi Santos et al. (2007b). Trabalhando em condições de campo, estes autores observaram que plantas de eucalipto com diferentes níveis de intoxicação provocada pelo herbicida apresentaram intoxicação de até 20% não tiveram seu crescimento reduzido pelo herbicida. Entretanto, plantas com intoxicação nas faixas de 21-30, 31-40 e 41-50% apresentaram redução no volume de madeira, estimado aos 360 DAA, de 18, 26 e 48% respectivamente, em relação à testemunha.

Os herbicidas atrazine, foramsulfuron + iodosulfurom-metílico e tembotrione, se mostraram menos fitotóxicos que a mistura formulada de fluazifop-p-butyl + fomesafen e o nicosulfuron, que apresentaram intoxicações máximas de 65,6 e 83,7% respectivamente.

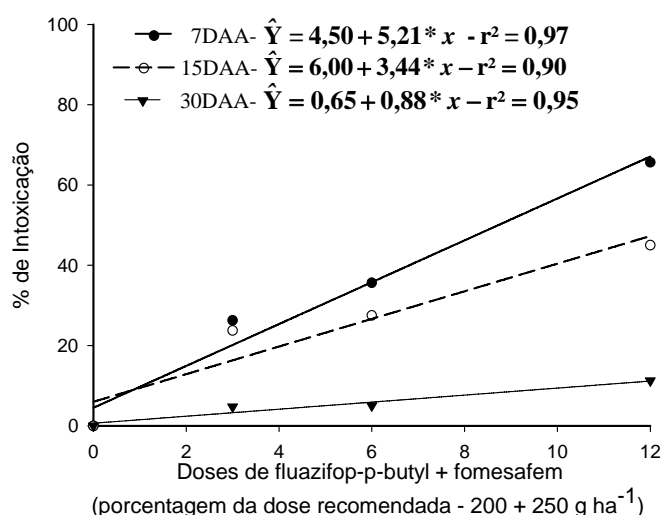


Figura 3 – Porcentagem de intoxicação observada em plantas de eucalipto, em função das diferentes doses da mistura formulada dos herbicidas fluazifop-p-butyl + fomesafen aos 7, 15 e 30 DAA. (média de dois clones).

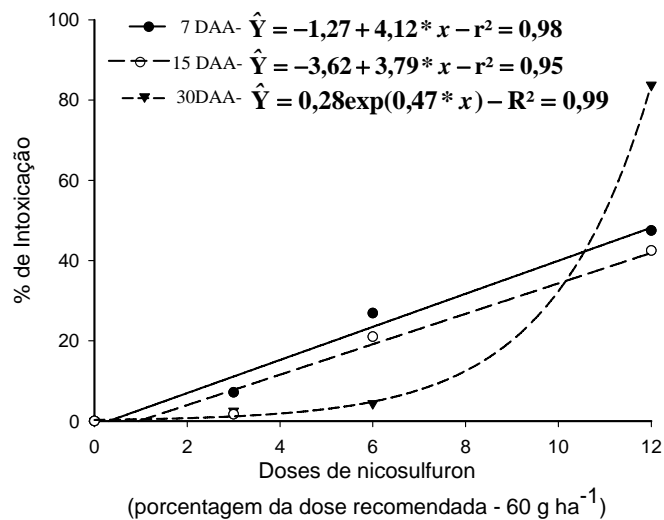


Figura 4 – Porcentagem de intoxicação observada em plantas de eucalipto, em função das doses de nicosulfuron aos 7, 15 e 30 DAA. (média de dois clones).

As plantas apresentaram variação em altura com o aumento das doses de cada herbicida. Na análise de variância para altura, a interação clone x dose foi não significativa para todos herbicidas testados. Na análise de regressão o efeito da dose foi significativa para tembotrione e nicosulfuron. O efeito de clones foi não significativo para o tembotrione, utilizando-se a média dos clones na regressão.

Nas plantas tratadas com tembotrione foi observado estímulo no incremento em altura com ponto máximo na dose de 8% da dose recomendada e posterior decréscimo, sendo que até mesmo com 12% da dose recomendada as plantas tiveram incremento em altura maior que a testemunha (Figura 5). Nas plantas tratadas com nicosulfuron houve curvas de resposta diferentes para os dois clones testados. No caso do glyphosate, acredita-se que a diferença de sensibilidade entre genótipos de eucalipto seja atribuída a diferenças na absorção, translocação, compartimentalização, exsudação radicular e no metabolismo da molécula herbicida (VARGAS et al., 1999; TUFFI SANTOS et al., 2006a). O clone 2719 apresentou menor altura em função do aumento das doses, sendo as plantas tratadas com 12% da dose 54,1% menores que a testemunha. Já no clone 386, foi observado um incremento na altura com ponto máximo em 5,1% da dose e posterior decréscimo, sendo observado nas plantas tratadas com 12% da dose, crescimento em altura 28,1% inferior ao da testemunha (Figura 6).

O estímulo de crescimento em altura pelos herbicidas nicosulfuron e tembotrione pode ser explicado pelo fenômeno denominado “Hormesis”, supondo-se que em doses muito baixas eles poderiam estar estimulando o crescimento das



plantas de eucalipto. Erlich introduziu o termo “Hormesis” em 1943 para descrever o fenômeno no qual substâncias que são tóxicas em doses elevadas podem ser benéficas em doses baixas (CALABRESE, 2005). Cedergreen (2008) testou em cevada, 10-15 doses de oito herbicidas e observou que glyphosate e metsulfuron-methyl estimularam o incremento da biomassa em aproximadamente 25% quando aplicados em doses correspondentes a 5-10% da recomendada. Duke et al., (2006), cita exemplos de “Hormesis” proporcionados por vários herbicidas sobre o incremento em altura, massa seca, teor de proteína, dentre outros, em culturas como soja, trigo, milho e centeio.

Takahashi (2007), estudando o efeito do clomazone e sulfentrazone, herbicidas inibidores da síntese de carotenóides como o tembotrione, observou que não houve redução de altura em relação à testemunha para dois clones de eucaliptos tratados com clomazone na dose de 180 mL ha<sup>-1</sup> (10% da dose recomendada). Já para o sulfentrazone, foi observado redução na altura de 34% em relação à testemunha a partir da dose de 22 mL ha<sup>-1</sup> (1% da dose recomendada).

Nesse experimento, o nicosulfuron foi o único que limitou o crescimento em altura das plantas de eucalipto nas doses testadas.

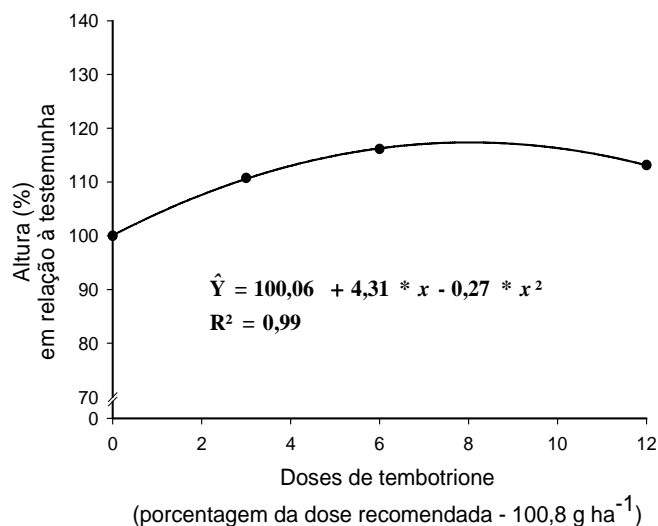


Figura 5 – Variação em altura de plantas de eucalipto em função das doses do herbicida tembotrione no intervalo de 49 dias entre aplicação e avaliação. (média de dois clones).

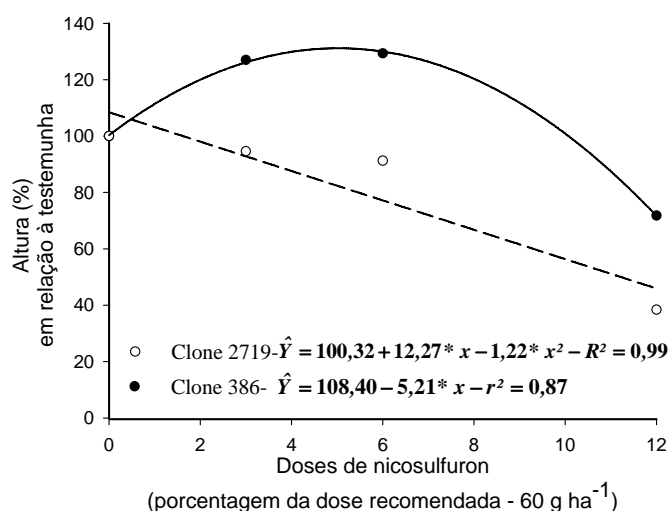


Figura 6 – Variação em altura de plantas de dois clones de eucalipto em função das doses do herbicida nicosulfuron no intervalo de 49 dias entre aplicação e avaliação.

As plantas apresentaram variação quanto ao diâmetro do caule quando tratadas com os herbicidas. Na análise de variância para diâmetro do caule, a interação clone x dose foi não significativa para todos os herbicidas testados. Na análise de regressão, o efeito da dose foi significativo para foramsulfuron+iodosulfurom-metílico, fluazifop-p-butyl+fomesafen e nicosulfuron. O efeito de clones foi não significativo para esses herbicidas, utilizando-se a média dos clones na análise de regressão.

Nas plantas tratadas com foramsulfuron + iodosulfurom-metílico observou-se incremento no diâmetro do caule com ponto máximo na dose de 3,7% da recomendada e posterior decréscimo, apresentando plantas tratadas com 12% da dose, 10% menos incremento em diâmetro (Figura 7). As plantas tratadas com fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron tiveram limitação do crescimento em diâmetro maior em função do aumento das doses, apresentando plantas tratadas com 12% da dose, 12,1 e 57% menos incremento em diâmetro que a testemunha respectivamente (Figuras 8 e 9).

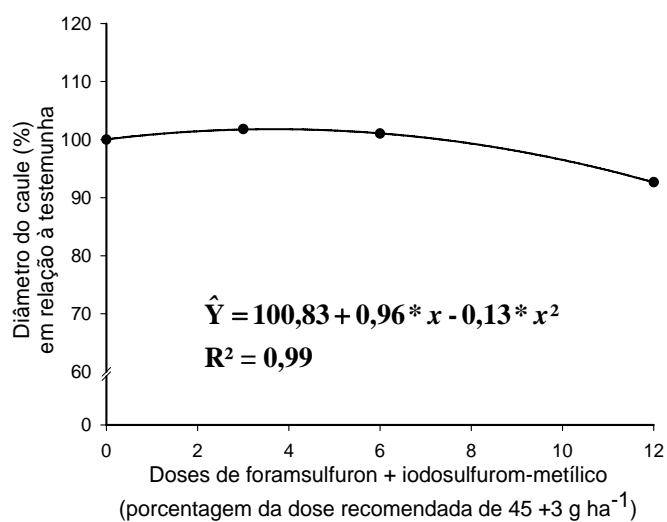


Figura 7 – Variação do diâmetro do caule de plantas de eucalipto em função das doses da mistura formulada dos herbicidas foramsulfuron + iodossulfuron-metílico. (média de dois clones).

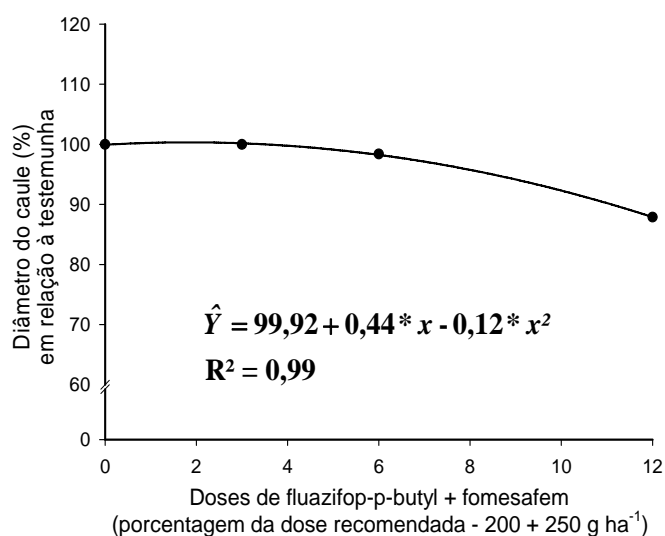


Figura 8 – Variação do diâmetro do caule de plantas de eucalipto em função das doses da mistura formulada dos herbicidas fluazifop-p-butyl + fomesafen. (média de dois clones).

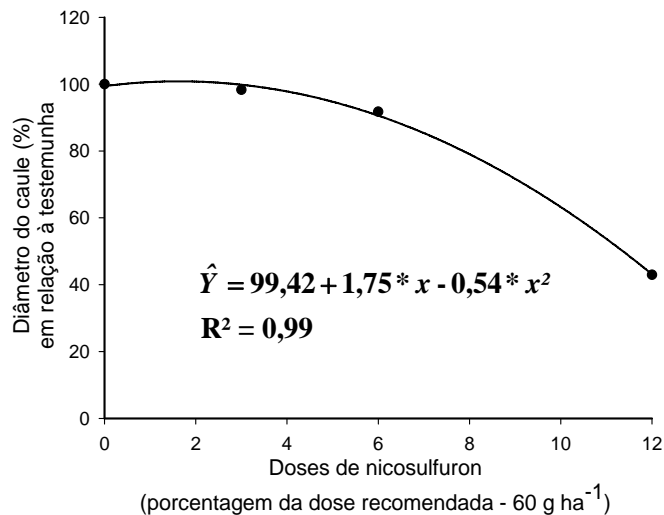


Figura 9 – Variação do diâmetro do caule de plantas de eucalipto em função das doses de nicosulfuron. (média de dois clones).

A área foliar das plantas de eucalipto teve seu incremento limitado em função do aumento das doses de todos herbicidas (Figuras 10 a 14). Na análise de variância para área foliar a interação clone x dose foi não significativa para todos herbicidas testados. Na análise de regressão, o efeito da dose foi significativo para todos herbicidas testados. O efeito de clones foi significativo apenas para o nicosulfuron. Para os outros herbicidas utilizou-se a média dos clones.

A dose 12% da recomendada de fluazifop-p-butyl + fomesafen, atrazine e nicosulfuron limitaram o incremento em área foliar em 18,8; 26,3 e 67,9% de redução, respectivamente.

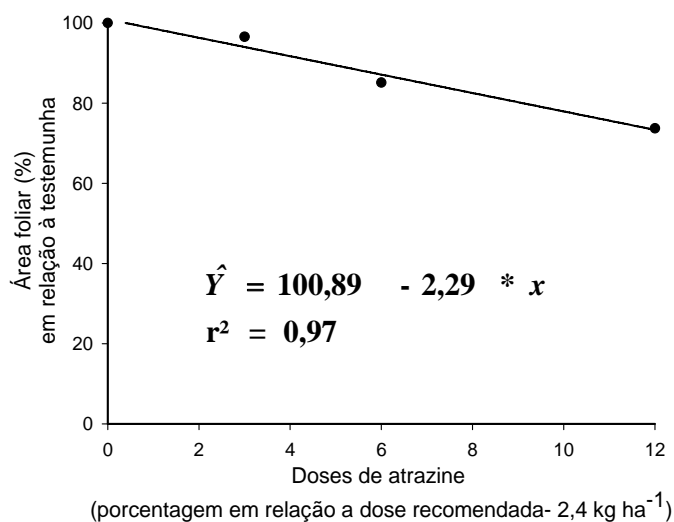


Figura 10 – Área foliar de plantas de eucalipto em função das doses do herbicida atrazine. (média de dois clones).

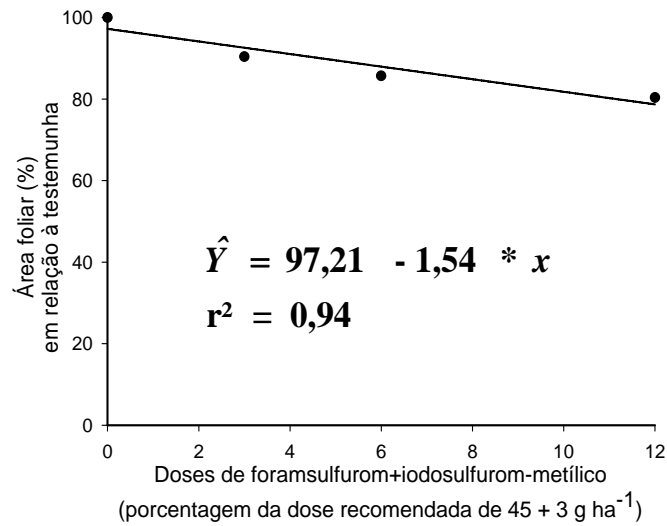


Figura 11 – Área foliar de plantas de eucalipto em função das doses da mistura formulada dos herbicidas foramsulfuron + iodosulfurom-metílico. (média de dois clones).

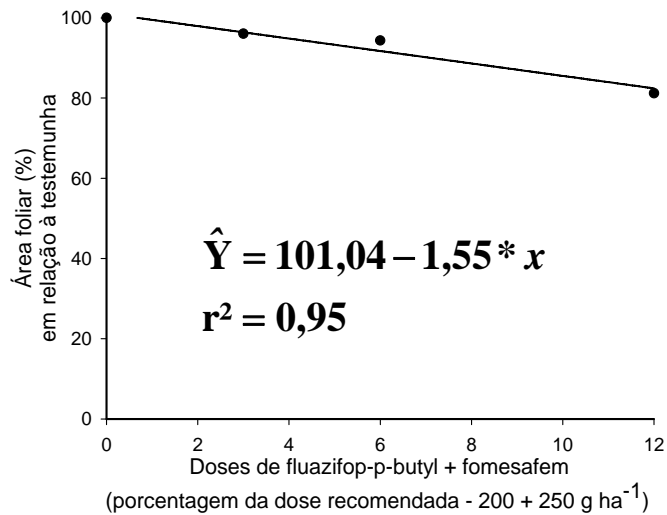


Figura 12 – Área foliar de plantas de eucalipto em função das doses da mistura formulada dos herbicidas fluazifop-p-butyl + fomesafen. (média de dois clones).

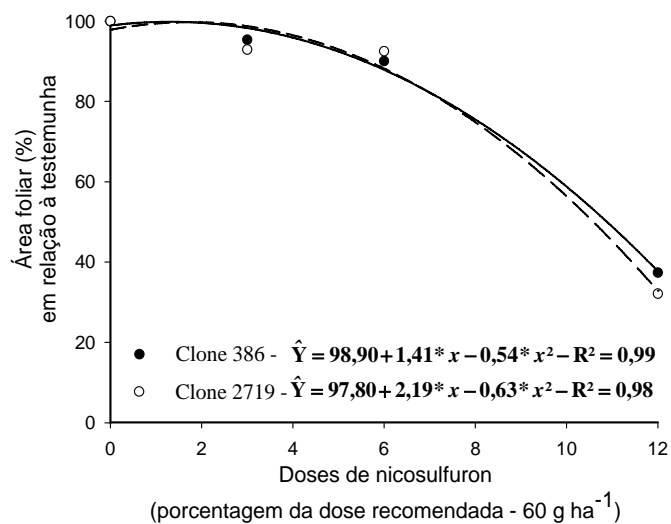


Figura 13 – Área foliar de dois clones de eucalipto em função das doses do herbicida nicosulfuron.

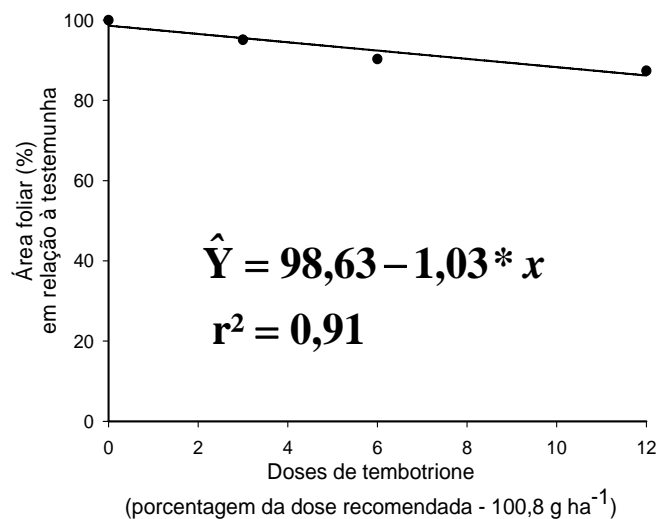


Figura 14 – Área foliar de plantas de eucalipto em função das doses do herbicida tembotrione. (média de dois clones).

A massa seca da parte aérea das plantas de eucalipto teve seu incremento limitado em função do aumento das doses de todos herbicidas (Figuras 15 a 19). Na análise de variância para massa seca da parte aérea a interação clone x dose foi não significativa para todos herbicidas testados. Na análise de regressão, o efeito da dose foi significativo para todos herbicidas testados. O efeito de clones foi não significativo para esses herbicidas, utilizando-se a média dos clones na análise de regressão. As plantas tratadas com 12% da dose recomendada de fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron foram as que tiveram o acúmulo de massa seca da parte aérea mais limitados, 28,2 e 66,5% respectivamente.

De acordo com Tuffi Santos et al. (2005) quanto menor a seletividade do material genético ao herbicida menor é o crescimento das plantas e menor é o acúmulo

de massa seca quando em contato com o herbicida. Estes mesmos autores em 2006b, estudando cinco espécies de eucalipto, observaram que os herbicidas glyphosate, triclopyr, carfentrazone-ethyl, nas doses de 3, 6 e 12% das recomendadas, afetaram a altura e a massa seca da parte aérea, não sendo verificada diferença para o diâmetro do caule. Takahashi (2007) observou redução na área foliar e na massa seca foliar de 50% em dois clones de eucalipto tratados com clomazone na dose de 180 g ha<sup>-1</sup> (10% da dose recomendada), quando comparados com a testemunha. Para o sulfentrazone na dose de 220 g ha<sup>-1</sup> (10% da dose recomendada) foi observada redução de 75% na altura e 50% na massa seca do caule para os dois clones, sendo a massa seca das folhas reduzida em 56 e 66% em cada um dos clones.

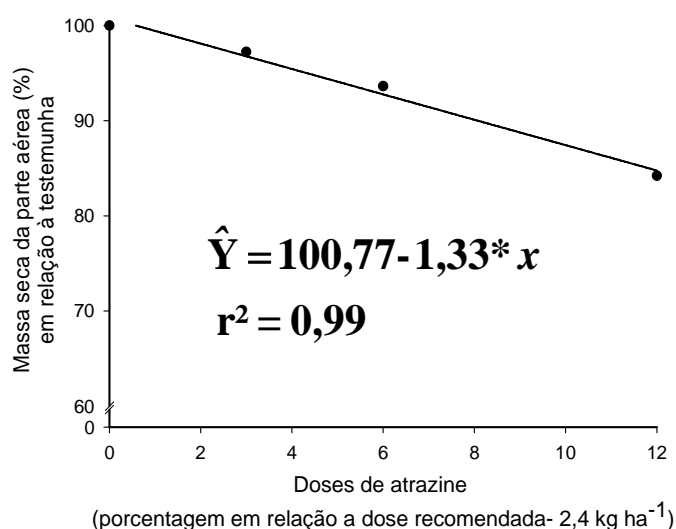


Figura 15 – Massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto em função das doses do herbicida atrazine. (média de dois clones).

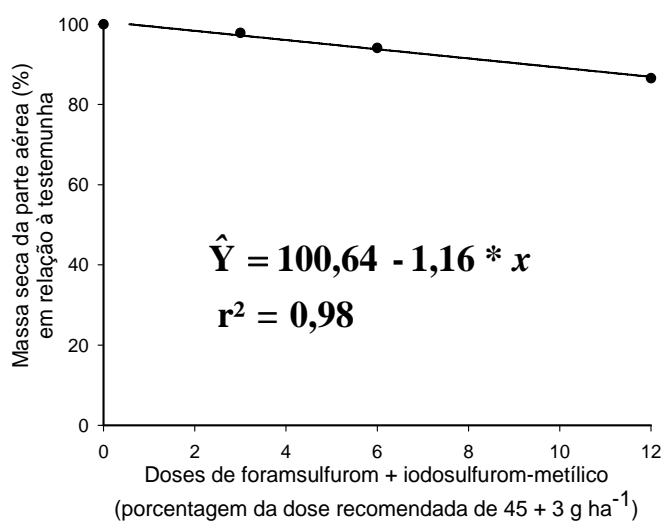


Figura 16 – Massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto em função das doses da mistura formulada dos herbicidas foramsulfuron + iodosulfurom-metílico. (média de dois clones).

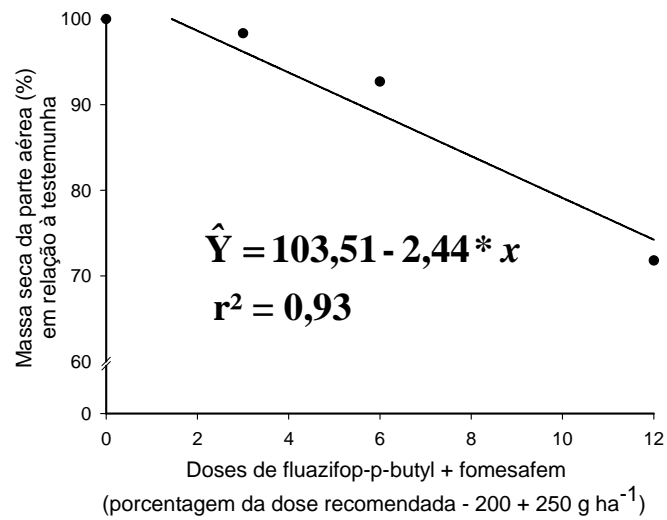


Figura 17 – Massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto em função das doses da mistura formulada dos herbicidas fluazifop-p-butyl + fomesafen. (média de dois clones).

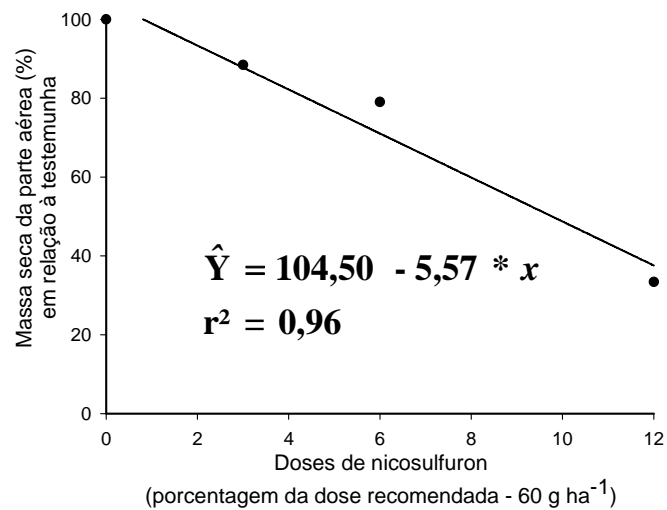


Figura 18 – Massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto em função das doses do herbicida nicosulfuron. (média de dois clones).



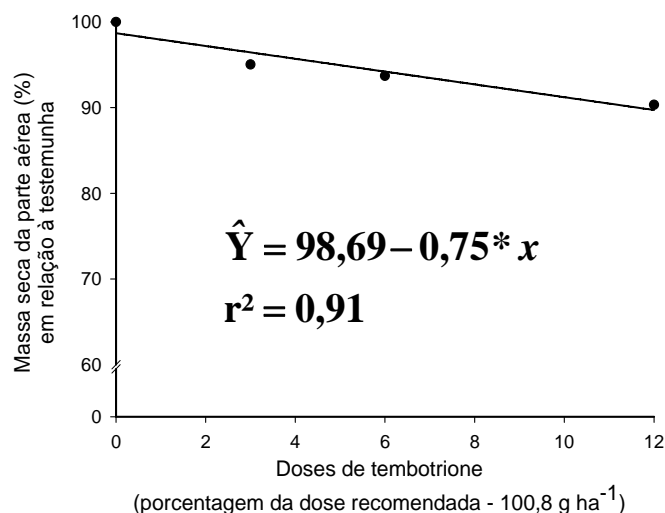


Figura 19 – Massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto em função das doses do herbicida tembotrione. (média de dois clones).

Utilizando as equações de regressão, obteve-se a dose que limitava cada uma das variáveis em 5% e 10% em relação à testemunha (Tabela 2). As doses acima de 12% não foram inferidas por estar fora do intervalo analisado. As variáveis mais afetadas foram a área foliar e massa seca da parte aérea, exceto para o foramsulfurom + iodosulfurom-metílico que foram área foliar e diâmetro do caule. A variável menos afetada foi a altura, exceto para o nicosulfuron. Nas plantas tratadas com nicosulfuron houve diferença de sensibilidade entre os clones. O clone 2719 é mais sensível e influenciou mais a altura e área foliar que o clone 386.

Doses menores que 6% da recomendada dos herbicidas atrazine, foramsulfurom + iodosulfurom-metílico e fluazifop-p-butyl + fomesafen proporcionaram valores 10% menores que a testemunha para área foliar. Já, doses menores que 6% da recomendada do herbicida nicosulfuron proporcionaram valores 10% menores que a testemunha para área foliar, massa seca da parte aérea e altura (somente o clone 2719). Entretanto doses até 12% da recomendada proporcionaram valores 10% menores que a testemunha para todas as variáveis das plantas tratadas com nicosulfuron; para o diâmetro, área foliar e massa seca das plantas tratadas com foramsulfurom + iodosulfurom-metílico e fluazifop-p-butyl + fomesafen e para a área foliar e massa seca das plantas tratadas com atrazine e tembotrione.

Tabela 2 - Porcentagem da dose recomendada dos herbicidas em função da porcentagem de limitação das variáveis.

Tratamento	% de limitação	% da dose comercial recomendada				
		Altura	Diâmetro do caule	Área foliar	Massa seca	
Tembotrione	5	---	---	2,5	2,9	
	10	---	---	7,4	7,9	
Atrazine	5	---	---	2,6	4,3	
	10	---	---	4,7	8,1	
Foramsulfurom + iodossulfurom-metílico	5	---	3,9	1,5	4,9	
	10	---	6,1	3,3	9,2	
Fluazifop-p-butyl + fomesafen	5	---	8,5	3,5	3,9	
	10	---	11,1	5,5	7,1	
Nicosulfuron		Clone 386	Clone 2719	Clone 386	Clone 2719	
	5	10,5	2,6	4,9	1,6	0,9
	10	10,8	3,5	6,1	2,9	2,2

--- Doses maiores que 12% da dose recomendada.

É importante ressaltar que apesar de ter ocorrido essas perdas no período inicial de implantação da cultura, não se pode inferir se elas serão irreversíveis. Para isto é necessário a realização de experimentos de campo que vão observar a alteração das variáveis a longo prazo.

#### 4. Conclusão

O atrazine, o tembotrione e a mistura formulada foramsulfurom + iodossulfurom-metílico se mostraram pouco fitotóxicos apesar de alguns sintomas de intoxicação. Já a mistura formulada fluazifop-p-butyl + fomesafen e o nicosulfuron se mostraram mais fitotóxicos aos clones de eucalipto avaliados. Os herbicidas afetaram o crescimento das plantas de eucalipto, limitando principalmente o incremento em área foliar e massa seca da parte aérea.

O risco de perdas de produtividade caso haja intoxicação via deriva é menor com atrazine, foramsulfurom + iodossulfurom-metílico e tembotrione e maior com fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron.

Dentre os produtos testados, o tembotrione é o que tem maior potencial de ser utilizado em áreas de eucalipto.

## 5. Referências bibliográficas

- ALVES, L. W. R. et al. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.
- ANDERSON, D.D., NISSEN, S.J., MARTIN, A.R., et al. Mechanism of primisulfuron resistance in a shattercane (*Sorghum bicolor*) biotype. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.1, p.158-162, 1998.
- BODE, L.E. Downwind drift deposits by ground applications. In: PROCEEDINGS OF PESTICIDE DRIFT MANAGEMENT SYMPOSIUM, 1984, Brookings, S.D., South Dakota State University, p. 50. 1984.
- CALABRESE, E.J. Historical blunders: how toxicology got the dose-response relationship half right. **Cellular and Molecular Biology**, v.51, 643-654, 2005.
- CEDERGREEN, N. Herbicides can stimulate plant growth. **Weed Research**, v.48, p.429-438, 2008.
- COSTA, A.G.F. et al. Períodos de interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*E. grandis* W. Hill ex Maiden). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p.471-478, 2004.
- DUKE, S.O. et al. Hormesis: Is it an important factor in herbicide use and allelopathy? **Outlooks on Pest Management**. February, p.29-33, 2006
- FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Mecanismos de ação de Herbicidas (palestra). In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005, Salvador-BA. **Anais do V Congresso Brasileiro de Algodão**, Salvador, 2005.
- FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. E. (Ed.). **Research Methods in Weed Science**. [S.l.]: Southern Weed Science Society, 1972. p. 28-41.
- GUBBIGA, N.G. et al. Effect of nicosulfuron on johnsongrass (*Sorghum halepense*) control and corn (*Zea mays*) performance. **Weed Technology**, Champaign, v.9, n.3, p.574-581, 1995.
- HEMPHILL JR.; MONTGOMERY, M.L. Response of vegetable crops to sub lethal application of 2,4-D. **Weed Science**, v.29, n.6, p. 632-635, 1981.
- MAGALHÃES, P. C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2001.
- PRESTON, C.; MALLORY-SMITH, C.A. Biochemical Mechanisms, Inheritance, and Molecular Genetics of Herbicide Resistance in Weeds. In: STEPHEN, B. P.; DALE, L. S. **Herbicide Resistance and World Grains**. Boca Raton: CRC, 2001. p.34-76.

RONCHI, C.P. e SILVA, A.A. Weed control in young coffee plantations through post-emergence herbicide application on to total area. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 607-615, 2004.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa, MG. Editora UFV. 2007. 367p.

SPADER, V. & RIBAS, R.A. Seletividade e dose de injúria econômica de nicosulfuron aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.929-934, 2001.

SOUZA, L. S. et al. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*E. grandis*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

TAKAHASHI, E. N.; **Efeito de subdoses dos herbicidas clomazone e sulfentrazone em clones de *E. grandis* x *E. urophylla***. Jaboticabal, 2007. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp. Jaboticabal, 2007.

TAKAHASHI, E. N. et al. Efeito da decomposição da *Brachiaria decumbens* no desenvolvimento de clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. In: Congresso Brasileiro de Ciência da Planta Daninha, 24, 2004, São Pedro. **Anais...** p. 5.

THILL, D. Lipid biosynthesis inhibitors – Group one. In: **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 293-348.

TOLEDO, R. et al. Manejo de *Brachiaria decumbens* e seu reflexo no desenvolvimento de *E. grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 55, p. 129-41, 1999.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v.23, n.1, p. 133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas a deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006a.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006b.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Crescimento e concentração de nutrientes na parte aérea de eucalipto sob efeito da deriva do glyphosate. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 347-352, out./dez., 2007a.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Crescimento do eucalipto sobre efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, p. 133-137, 2007b.

TUFFI SANTOS, L.D. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 129-136, 2009.

VALVERDE, S. R. O comportamento do mercado da madeira de Eucalipto no Brasil. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 393-403, 2004.

VARGAS, L. et al. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: UFV, 1999. 131p.

YAMASHITA, O.M. et al. Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 527-531, 2006.

WEED SCIENCE, Glycines resistant weeds by species and country Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 13 abril. 2010.

## **Eficiência de controle e intoxicação de plantas de eucalipto pelo herbicida flumioxazin**

**Resumo** – Do ponto de vista do manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto é importante a busca de outros herbicidas. Dentre os herbicidas com potencial de uso, destaca-se o flumioxazin, entretanto pouco se sabe sobre os efeitos do flumioxazin em plantas de eucalipto. Este trabalho foi realizado em condições de campo, em Viçosa, MG, em delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram flumioxazin (75, 100 e 125 g ha<sup>-1</sup>), isoxaflutole (75 e 150 g ha<sup>-1</sup>), oxyfluorfen (960 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (500 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin+ isoxaflutole (75+75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin+isoxaflutole (100+75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin+ sulfentrazone (100+500 g ha<sup>-1</sup>), além de uma testemunha sem capina e outra capinada. Foram avaliadas porcentagem de intoxicação, altura e diâmetro do caule do eucalipto, e controle e massa seca das plantas daninhas. O tratamento com flumioxazin + sulfentrazone (100+500 g ha<sup>-1</sup>) foi o que proporcionou maior intoxicação nas plantas de eucalipto, entretanto aos 30 DAA não se observou diferenças entre os tratamentos e a testemunha. Em relação à altura e diâmetro do caule, a menor altura de plantas foi observada com a mistura de flumioxazin + sulfentrazone, todavia não diferiu da testemunha capinada e não houve diferença entre os tratamentos para o diâmetro do caule. As áreas tratadas com oxyfluorfen e sulfentrazone apresentaram controle de monocotiledôneas melhor que o flumioxazin. Já para o controle de dicotiledôneas houve apenas uma pequena variação entre esses herbicidas. O flumioxazin em mistura com isoxaflutole e com sulfentrazone mostrou-se mais eficiente que isoladamente, principalmente com sulfentrazone. Aos 90 DAA o flumioxazin + sulfentrazone proporcionou controle de 65% para monocotiledôneas e os outros herbicidas controlaram muito abaixo da aceitável. Os tratamentos com oxyfluorfen e sulfentrazone apresentaram os menores valores de acúmulo de massa seca de dicotiledôneas. Já para monocotiledôneas o flumioxazin apresentou menor acúmulo de massa seca que o sulfentrazone. O flumioxazin em mistura com sulfentrazone mostrou-se mais eficiente que isoladamente. Conclui-se que o flumioxazin é seletivo ao eucalipto nas doses avaliadas, embora possa acusar algum tipo injúria que é plenamente recuperável com o desenvolvimento das plantas. Sua

eficiência de controle de plantas daninhas em pré-emergência foi melhor quando em mistura no tanque com oxyfluorfen e sulfentrazone.

**Palavras-chave:** eucalipto, plantas daninhas, flumioxazin.

### **Control efficiency and toxicity of eucalyptus plants by the herbicide flumioxazin**

**Abstract** - From the viewpoint of integrated management of weeds in eucalyptus is important to search for other herbicides. Among the herbicides with potential use, we detach the flumioxazin, however little is known about the effects of flumioxazin in eucalyptus plants. This work was conducted under field conditions, in Viçosa, MG, in a randomized block design with 12 treatments and 4 replications. The treatments were flumioxazin (75, 100 and 125 g ha<sup>-1</sup>), isoxaflutole (75 and 150 g ha<sup>-1</sup>), oxyfluorfen (960 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (500 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin + isoxaflutole (75+75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin + isoxaflutole (100+75 g ha<sup>-1</sup>), flumioxazin + sulfentrazone (100 +500 g ha<sup>-1</sup>), and a control without weeding and hoeing another. We evaluated intoxication percentage, height and stem diameter of eucalyptus, and control and the dry weeds. Treatment with flumioxazin + sulfentrazone (100+500 g ha<sup>-1</sup>) promoted the highest intoxication in eucalyptus plants, but at 30 days after application (DAA) was not observed differences between treatments and control. In relation to height and stem diameter, the lowest plant height was observed with the mixed flumioxazin + sulfentrazone, but not different from the weed control and there was no difference between treatments for stem diameter. The area treated with oxyfluorfen and sulfentrazone had control of monocots better than flumioxazin. As for control of dicots was little variation between these herbicides. The flumioxazin mixed with isoxaflutole and sulfentrazone was more efficient than individually, especially with sulfentrazone. At 90 DAA the flumioxazin + sulfentrazone provided control of 65% for monocots and other herbicides controlled well below the acceptable. Treatments with sulfentrazone and oxyfluorfen had the lowest values of dry matter accumulation of dicots. As for the monocots flumioxazin had lower dry matter accumulation than sulfentrazone. The flumioxazin mixed with sulfentrazone was more effective than isolation. It was concluded that flumioxazin is selective to the eucalyptus at the doses evaluated, although it can charge any type injury is fully recoverable with the development of plants. Its efficiency of weed control in pre-emergence, it was better when mixed in the tank with oxyfluorfen and sulfentrazone.

**Keywords:** Eucalyptus, weeds, flumioxazin.

## 1. Introdução

A ocorrência de plantas daninhas em áreas de plantio de eucalipto, tanto em monocultivo quanto em sistemas agrossilviculturais, pode prejudicar o crescimento e o desenvolvimento da cultura devido à competição por água, nutrientes e luz, principalmente no período inicial de desenvolvimento. Para evitar os prejuízos causados pelas plantas daninhas é recomendado efetuar o manejo das mesmas antes que ocorra interferência na cultura.

O método mais utilizado para o controle de plantas daninhas em plantios de eucalipto é o químico, devido à menor dependência de mão de obra, melhor controle de plantas daninhas de propagação vegetativa e maior eficiência de controle na linha de plantio sem afetar o sistema radicular das culturas. Apesar de todas essas vantagens os herbicidas devem ser usados com cautela, pois se trata de moléculas tóxicas. Se mal utilizados, podem provocar intoxicação aos aplicadores, contaminação do ambiente (solos, rios, lagos, seres vivos, etc.) e causar problemas a culturas sensíveis.

A aplicação de herbicidas pode ser realizada em pós e/ou pré-emergência das plantas daninhas. Para a cultura do eucalipto, o herbicida mais utilizado na aplicação em pós-emergência é o glyphosate. A aplicação em pré-emergência das plantas daninhas pode ser antes ou após o transplante das mudas de eucalipto, garantindo o controle de plantas daninhas por um período inicial, possibilitando o crescimento das mudas de eucalipto livre da competição. A ação residual é função do herbicida aplicado, da dose, do tipo de solo e condições ambientais.

Dentre os herbicidas aplicados em pré-emergência utilizados na cultura do eucalipto destacam-se o oxyfluorfen, isoxaflutole e sulfentrazone.

O oxyfluorfen é um herbicida de contato e seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). É registrado para as culturas de algodão, arroz irrigado, café, cana-de-açúcar, citros, pinus e eucalipto. É utilizado em pré-emergência ou pós-emergência inicial das plantas daninhas, controlando monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas (SILVA & SILVA).



O herbicida oxyfluorfen é fortemente adsorvido nas partículas do solo, por isso é dificilmente lixiviado, fica na camada superficial e ali se decompõe, sem deixar resíduos perigosos (PEREIRA et al., 1987).

O sulfentrazone é um herbicida sistêmico e seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da enzima PROTOX. É registrado para as culturas da cana de açúcar, soja, café e eucalipto, além do seu uso em pátios industriais. É utilizado preferencialmente em pré-emergência das plantas daninhas, controlando monocotiledôneas e dicotiledôneas (ROSSI et al., 2005). O sulfentrazone apresenta grande persistência no solo, prejudicando de forma significativa o desenvolvimento de culturas sucedâneas sensíveis ao herbicida (BLANCO et al., 2005).

O isoxaflutole é um herbicida sistêmico e seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da síntese de carotenóides. É considerado um pró-herbicida, uma vez que no solo, na água e na planta é rapidamente convertido em diquetonitrila (molécula biologicamente ativa). É registrado para as culturas do pinus e eucalipto. É aplicado em pré-emergência das plantas daninhas, controlando monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas (SILVA & SILVA). O isoxaflutole é sensível à luz e à hidrólise (LIN et al., 2002), sua meia-vida em água é de 9 horas e no solo menor que 24 horas (MITRA et al., 2000; LIN et al., 2002). A persistência aumenta em solos secos, e sua meia-vida passa de 1,5 dias (umidade de 100 kPa) para 9,6 dias (solo seco ao ar) (TAYLOR-LOVELL et al., 2002).

Entretanto a busca de outros herbicidas se faz importante do ponto de vista do manejo integrado de plantas daninhas. Existem poucos herbicidas registrados para a cultura do eucalipto. O registro de novos produtos é importante para permitir maior rotação de herbicidas, visando evitar problemas com tolerância de espécies e resistência de biótipos, que diminui a eficiência dos herbicidas ao longo do tempo. Se o produto já for registrado para determinada cultura agrícola, com a extensão do uso, ele poderá ser usado em Sistemas agrossilviculturais com eucalipto e a cultura agrícola em questão.

Espera-se que o produto exerça um bom controle das plantas daninhas além de ser seletivo a cultura. Dentre os herbicidas com potencial de uso na cultura do eucalipto, destaca-se o flumioxazin, herbicida de contato, cujo mecanismo de ação baseia-se na inibição da PROTOX, indicado para aplicação em pré e pós-emergência, destinado ao controle de plantas daninhas principalmente dicotiledôneas nas culturas da soja, algodão, feijão, milho, citros, café, cebola e alho (JAREMTCHUK, et al.,

2009). Além disso, apresenta rápida dissipação no solo (meia-vida de 11,9 a 17,5 dias) (TAYLOR-LOVELL et al., 2001).

O flumioxazin ( $71 \text{ g ha}^{-1}$ ) controlou *Sida sp.* (BURKE et al., 2002) e flumioxazin ( $87 \text{ g ha}^{-1}$ ) controlou *Chenopodium album* e *Ipomoea hederacea* (SCOTT et al., 2001). Segundo Oliveira et al., (1999), a aplicação de  $60 \text{ g ha}^{-1}$  de flumioxazin em latossolo roxo distrófico promoveu controle de *Commelina benghalensis*. Han et al., (2002) verificaram que o flumioxazin ( $75 \text{ g ha}^{-1}$ ) manteve controle considerável sobre algumas gramíneas, como *Digitaria sanguinalis* e *Echinochloa crus-gali*. Wilson et al. (2002) também verificaram que o flumioxazin ( $70 \text{ g ha}^{-1}$ ) promoveu excelente controle de *Chenopodium album* e *Amaranthus retroflexus*. Segundo Jaremtchuk et al. (2009), *Alternanthera tenella*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria insularis*, *Desmodium tortuosum*, *Euphorbia heterophylla*, *Nicandra physaloides* e *Spermacoce latifolia* foram as espécies mais sensíveis à aplicação de flumioxazin ( $25$  e  $40 \text{ g ha}^{-1}$ ). Apesar de apresentar eficiência comprovada por vários pesquisadores, pouco se sabe sobre os efeitos do flumioxazin em plantas de eucalipto.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a seletividade e a eficiência de controle de plantas daninhas do flumioxazin aplicado isoladamente ou em mistura no tanque com isoxaflutole e sulfentrazone visando à extensão de uso desse herbicida no monocultivo ou nos Sistemas agrossilviculturais com eucalipto e culturas para as quais ele já é registrado.

## 2. Material e métodos

Este trabalho foi realizado em condições de campo, no município de Viçosa, Minas Gerais, localizado nas coordenadas  $20^{\circ}75' \text{ S}$  e  $42^{\circ}88' \text{ W}$ , em altitude de 650 m. O clima é tropical de altitude com verões chuvosos e invernos frios e secos, do tipo Cwb pelo sistema de Köppen (Golfari, 1975). Os dados climáticos do período foram obtidos na estação meteorológica da UFV, localizada a aproximadamente 5 km do local do experimento e se encontram na Figura 1.

Foram retiradas amostras de solo e realizada análise das propriedades químicas e físicas, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

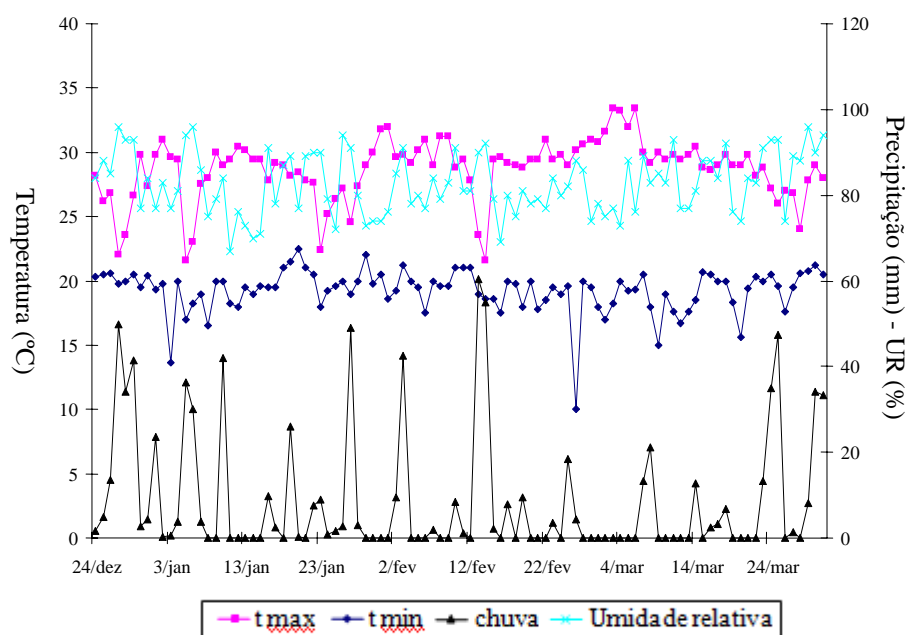


Figura 1 – Dados climáticos observados na área experimental durante a realização do experimento: precipitação pluvial (mm), temperaturas de máxima e mínima (°C) e Umidade Relativa do ar (%)

Tabela 1 - Resultados das análises química e física das amostras do solo

Caracterização Química									
Solo	pH	P	K	AL	H + Al	Ca	Mg	M.O.	P-rem
		---mg dm <sup>-3</sup> ---		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				dag kg <sup>-1</sup>	mg/L
Amostra	6,08	19,7	113	0,00	3,3	3,52	1,12	3,20	29,2
Caracterização Física									
	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Grossa	Classe Textural				
	-----dag kg <sup>-1</sup> -----								
Amostra	26	15	16	43	Argila				

Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

As mudas de eucalipto (clone CRV1189 de *Eucalyptus grandis*), adquiridas junto a viveiro particular foram transplantadas em covas previamente preparadas e adubadas de acordo com as necessidades da cultura conforme Barros et al. (2000). Decorridos 20 dias do plantio, logo após uma capina com enxada, foi realizada a aplicação dos diferentes herbicidas, de acordo com os tratamentos propostos (Tabela 2).

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados, com 12 tratamentos e 4 repetições sendo considerada como área útil da parcela experimental uma fileira contendo 7 plantas de eucalipto. Duas fileiras, sendo uma de cada lado da parcela, foram consideradas como bordadura. As doses utilizadas estão dentro do intervalo de doses recomendadas.

Tabela 2 – Tratamentos utilizados na avaliação de seletividade de herbicidas para a cultura do eucalipto

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Nome</b>	<b>Dose (g i.a. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Dose (p.c. ha<sup>-1</sup>)</b>
Flumioxazin	IBIQH 500	75	150g
Flumioxazin	IBIQH 500	100	200g
Flumioxazin	IBIQH 500	125	250g
Isoxaflutole	FORDOR	75	100g
Isoxaflutole	FORDOR	150	200g
Oxyfluorfen	GOAL	960	4000 mL
Sulfentrazone	SOLARA	500	1000 mL
Flumioxazin + isoxaflutole	IBIQH500 + FORDOR	75 + 75	150 g +100 g
Flumioxazin + isoxaflutole	IBIQH500 + FORDOR	100 + 75	200 g + 100 g
Flumioxazin + sulfentrazone	IBIQH 500 + SOLARA	100 + 500	200 g + 1000 mL
TEST. SEM CAPINA	-----	-----	-----
TEST. CAPINADA	-----	-----	-----

A comunidade de plantas na área experimental se caracterizava principalmente pela presença das espécies dicotiledôneas *Amaranthus sp.*, *Bidens pilosa*, *Blainvillea rhomboidea*, *Conyza bonariensis*, *Galinsoga sp.*, *Ipomoea sp.*, *Euphorbia heterophylla*, *Spermacoce sp.*, e das espécies monocotiledôneas *Brachiaria plantaginea*, *Commelina sp.*, *Digitaria horizontalis* e *Eleusine indica*.

A aplicação dos herbicidas foi realizada sobre as plantas de eucalipto, considerando uma faixa útil de um metro na linha de plantio, utilizando pulverizador costal de precisão, propelido a gás carbônico, munido de barra com dois bicos tipo leque TT 11002, espaçados de 0,5 m, operando a 300 kPa de pressão e volume de calda correspondente a 150 L ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação a temperatura média estava em 30 °C, umidade relativa 65% e velocidade média do vento 5 km h<sup>-1</sup>.

Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA), foram realizadas avaliações visuais da porcentagem de intoxicação nas plantas de eucalipto de acordo com escala pré-estabelecida, onde 0% correspondeu à ausência de sintomas visíveis de intoxicação e 100% morte das plantas.

Um dia e 90 DAA foi mensurada a altura (região entre o colo e o ápice) e diâmetro do caule a 5 cm do solo de todas as plantas. Subtraindo a altura e diâmetro desse intervalo de tempo, obteve-se a variação para cada planta.

Aos 30, 45, 60 e 90 DAA foram realizadas avaliações visuais de controle total de plantas daninhas, de acordo com escala pré-estabelecida, onde 100% correspondeu ao controle total e 0% à falta de controle das plantas daninhas,

atribuindo notas também para os grupos de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas presentes nas parcelas experimentais.

Aos 60 e 90 DAA foram coletadas três amostras de plantas daninhas por parcela. Para isso utilizou-se um quadrado de 0,30 m de lado, arremessado, onde coletaram todas as plantas daninhas presentes em seu interior. Em seguida as plantas foram levadas ao laboratório onde foram contadas e classificadas por espécie, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação forçada de ar ( $65 \pm 3^\circ \text{C}$ ) até atingir massa constante, quando se obteve a massa constante, quando se obteve a massa seca da parte aérea das plantas daninhas para cada parcela.

Os dados foram submetidos ao teste de Cochran (Homocedasticidade) e de Lilliefors (normalidade de dados). Onde essas premissas não foram atendidas, os dados foram transformados em raiz ( $x+1$ ). Em seguida, as médias foram submetidos à análise de variância, comparadas pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Onde houve significância foi realizado o teste Tukey comparando as médias a 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e discussão

Aos 5 dias após a aplicação (DAA), o tratamento com flumioxazin ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ) + sulfentrazone ( $500 \text{ g ha}^{-1}$ ) os sintomas de intoxicações nas plantas de eucalipto, se caracterizavam pela coloração arroxeadas das folhas do terço inferior das plantas, seguindo até os 15 DAA para clorose e posteriormente, em algumas folhas para necrose. Todavia, estes sintomas foram diminuindo com o passar do tempo. Este tratamento foi o que proporcionou maior intoxicação (71,25%) aos 15 DAA, sendo menores nos demais tratamentos que não diferiram entre si. A partir dos 30 DAA não se observou diferenças entre os tratamentos herbicidas quando comparados a testemunha (Tabela 3).

Neste período, a intoxicação variou de 2,5 a 13,75%, sendo consideradas leves. Essa redução na intoxicação deveu-se ao rápido crescimento das plantas de eucalipto emitindo novas brotações sem os sintomas.

Yamashita et al. (2009), visando avaliar a tolerância de mudas de café (*C. canephora*) a herbicidas, observou-se recuperação semelhante dos sintomas em plantas tratadas com o herbicida oxyfluorfen ( $840 \text{ g ha}^{-1}$ ) observou acréscimo na intoxicação das mudas de café até os 21 DAA, com posterior recuperação das plantas aos 30, 45 e 60 DAA.

Em experimento semelhante realizado por Ronchi & Silva (2003) com café, o sulfentrazone (600 g ha<sup>-1</sup>) causou severas intoxicações, caracterizadas por enrugamento e necrose nas folhas mais novas, afetando o crescimento das mudas. Neste mesmo trabalho, foi observado que aplicação de flumioxazin (30 g ha<sup>-1</sup>) causou apenas leves injúrias caracterizadas por queimaduras na folhas (22,5%), entretanto, não diferiram em altura e diâmetro do caule em comparação com a testemunha capinada.

Duarte et al. (2006), avaliando a seletividade dos herbicidas oxyfluorfen (1400 g ha<sup>-1</sup>), isoxaflutole (150 g ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (600 g ha<sup>-1</sup>) em *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), observaram que não houve efeito tóxico até os 28 DAA.

Os sintomas de intoxicação nas plantas de eucalipto provocados pelo flumioxazin foram caracterizados por cloroses nas folhas do terço inferior das plantas que receberam o herbicida. Não foram observados sintomas de intoxicação nas folhas jovens do ápice caulinar bem como nas brotações emitidas pela cultura.

Tabela 3 – Valores médios de porcentagem de intoxicação observado em plantas de eucalipto em função dos diferentes tratamentos

Tratamentos	15	30	45	60
	DAA	DAA	DAA	DAA
Flumioxazin (75 g ha <sup>-1</sup> )	17,5 b	3,75 a	6,25 a	6,25 a
Flumioxazin (100 g ha <sup>-1</sup> )	28,75 b	5,00 a	5,00 a	5,00 a
Flumioxazin (125 g ha <sup>-1</sup> )	27,5 b	5,00 a	10,00 a	7,50 a
Isoxaflutole (75 g ha <sup>-1</sup> )	15,00 b	8,50 a	13,75 a	5,00 a
Isoxaflutole (150 g ha <sup>-1</sup> )	11,25 b	6,25 a	7,50 a	7,50 a
Oxyfluorfen (960 g ha <sup>-1</sup> )	38,75 ab	7,50 a	6,25 a	5,00 a
Sulfentrazone (500 g ha <sup>-1</sup> )	28,75 b	3,75 a	10,00 a	5,00 a
Flumioxazin+ isoxaflutole (75 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	26,25 b	3,75 a	6,25 a	7,50 a
Flumioxazin+ isoxaflutole (100 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	36,25 ab	2,50 a	5,00 a	6,25 a
Flumioxazin+ sulfentrazone (100 + 500 g ha <sup>-1</sup> )	71,25 a	6,25 a	8,75 a	3,75 a
<b>CV (%)</b>	47,71	77,80	102,57	53,26

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a altura, os menores valores foram observados com a mistura de flumioxazin + sulfentrazone, sendo estes valores menores que a testemunha sem capina. Os outros tratamentos não diferiram da testemunha capinada (Tabela 4).

Duarte et al. (2006), verificaram redução da altura em *Myracrodruon urundeuva* nos tratamentos com glyphosate a partir de 720 g ha<sup>-1</sup>.

Em relação ao diâmetro de caule, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 4). Em experimento realizado por Tuffi Santos et al. (2006), foi verificado que a aplicação de subdoses, simulando a deriva, de triclopyr (57,6 g ha<sup>-1</sup>), carfentrazone-ethyl (3,36 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate (172,8 g ha<sup>-1</sup>) isoladamente não afetou o diâmetro do caule das plantas de eucalipto.

Tabela 4 – Crescimento das plantas de eucalipto em altura e diâmetro em função dos diferentes tratamentos\*\*

Tratamentos	Altura (cm)*	Diâmetro (mm)*
Flumioxazin (75 g ha <sup>-1</sup> )	67,79 a	9,29 a
Flumioxazin (100 g ha <sup>-1</sup> )	58,73 ab	8,67 a
Flumioxazin (125 g ha <sup>-1</sup> )	64,03 ab	9,91 a
Isoxaflutole (75 g ha <sup>-1</sup> )	55,67 ab	9,04 a
Isoxaflutole (150 g ha <sup>-1</sup> )	56,07 ab	9,24 a
Oxyfluorfen (960 g ha <sup>-1</sup> )	56,39 ab	11,21a
Sulfentrazone (500 g ha <sup>-1</sup> )	54,10 ab	10,54 a
Flumioxazin+ isoxaflutole (75 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	53,35 ab	8,77 a
Flumioxazin+ isoxaflutole (100 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	51,96 ab	8,81 a
Flumioxazin+ sulfentrazone (100 + 500 g ha <sup>-1</sup> )	44,02 b	7,08 a
TEST. SEM CAPINA	50,75 b	10,44 a
TEST. CAPINADA	63,41ab	9,71a
CV (%)	14,69	18,53

\*Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Variação de altura e diâmetro das plantas de eucalipto do 1 aos 90 DAA.

Aos 45 DAA, o controle exercido pelo flumioxazin (75 g ha<sup>-1</sup>) reduziu até 75%, entretanto flumioxazin (125 g ha<sup>-1</sup>) controlou acima de 80%. Com exceção do isoxaflutole, todos outros tratamentos ainda apresentavam controle acima de 75% tanto para monocotiledôneas quanto para dicotiledôneas nessa avaliação (Tabela 5).

Aos 60 DAA, o controle das plantas daninhas nos tratamentos com flumioxazin reduziu, principalmente para o controle de monocotiledôneas, não passando de 59% na maior dose. Para dicotiledôneas o controle variou entre 65 e 75% para menor e maior dose respectivamente. Os tratamentos com oxyfluorfen e sulfentrazone isolado

e em mistura com o flumioxazin mantiveram o controle acima dos 75% (Tabela 5). Durigan et al. (2005), obtiveram excelente controle de *Lepidium virginicum* na cultura da cebola até 80 DAA por flumioxazin nas doses de 80 a 240 g ha<sup>-1</sup>.

De forma geral, aos 90 DAA, quase todos herbicidas tiveram eficiência de controle abaixo da aceitável, sendo que somente o flumioxazin + sulfentrazone proporcionou controle de 65% para monocotiledôneas (Tabela 5).

Em relação aos herbicidas isolados, os tratamentos oxyfluorfen e sulfentrazone apresentaram controle de monocotiledôneas melhor que o flumioxazin em todas as doses testadas. No controle de dicotiledôneas houve apenas uma pequena variação entre esses herbicidas (Tabela 5). O oxyfluorfen proporcionou o melhor controle de plantas daninhas monocotiledôneas apresentando controle de 93,75% aos 60 DAA e o sulfentrazone o melhor controle de plantas daninhas dicotiledôneas apresentando controle de 83,75% aos 60 DAA. O flumioxazin em mistura com isoxaflutole e com sulfentrazone a partir dos 45 DAA mostrou-se mais eficiente que quando isolado. A mistura com sulfentrazone proporcionou controle de plantas daninhas acima de 90%, tanto para monocotiledôneas quanto para dicotiledôneas aos 60 DAA (Tabela 5).

Os resultados de massa seca da parte aérea foram agrupados em duas categorias, dicotiledôneas e monocotiledôneas, sendo que a categoria das monocotiledôneas foi subdividida em Commelineaceae (*C. diffusa* e *C. benghalensis*) e gramíneas, devido à importância do controle das Commelineaceae.

Em relação ao acúmulo de massa seca de plantas dicotiledôneas, aos 30 DAA todos os tratamentos com herbicidas diferiram da testemunha sem capina, não havendo diferença de acúmulo de massa seca entre eles (Tabela 6).



Tabela 5 – Valores médios de controle (%) de plantas daninhas monocotiledôneas (Mono) e dicotiledôneas (Dico) em função dos tratamentos avaliados aos 30, 45, 60 e 90 dias após a aplicação (DAA)

Tratamentos	30 DAA		45 DAA		60 DAA		90 DAA	
	Mono*	Dico*	Mono*	Dico*	Mono*	Dico*	Mono*	Dico*
Flumioxazin (75 g ha <sup>-1</sup> )	90,0 a	97,5a	75,0 ab	77,5 ab	33,75 de	65,0 bc	15,0cde	20,0bc
Flumioxazin (100 g ha <sup>-1</sup> )	90,0 a	98,25 a	77,5 ab	75,0 ab	58,75 bcd	72,5 abc	15,0cde	20,0bc
Flumioxazin (125 g ha <sup>-1</sup> )	90,0 a	97,5 a	82,5 a	82,5 a	58,75 bcd	75,0 abc	32,5bcde	25,0bc
Isoxaflutole (75 g ha <sup>-1</sup> )	91,25 a	72,5b	37,5 c	37,5 c	31,25 de	22,5 de	0,0 e	7,5bc
Isoxaflutole (150 g ha <sup>-1</sup> )	90,0 a	75,0 b	50,0 bc	50,0 bc	53,75 cd	23,75 de	7,5 de	2,5c
Oxyfluorfen (960 g ha <sup>-1</sup> )	95,0 a	96,25 a	86,25 a	86,25 a	82,5 abc	83,75 abc	40,0 bcd	12,5bc
Sulfentrazone (500 g ha <sup>-1</sup> )	93,75 a	90,0 ab	87,5 a	92,0 a	93,75 ab	76,25 abc	50,0 bc	20,0bc
Flumioxazin+ isoxaflutole (75 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	96,25 a	98,75 a	90,0 a	91,0 a	71,0 abc	52,5 cd	12,5de	22,5bc
Flumioxazin+ isoxaflutole (100 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	97,5 a	97,0 a	90,0 a	91,0 a	82,5 abc	73,75 abc	22,5cde	15,0bc
Flumioxazin+sulfentrazone (100 + 500 g ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	100,0 a	95,0 a	95,0 a	97,5 a	92,5 ab	65,0 ab	35,0b
TEST. SEM CAPINA	0,0 b	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 e	0,0 e	0,0c
TEST. CAPINADA	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
<b>CV (%)</b>	<b>6,54</b>	<b>16,3</b>	<b>15,5</b>	<b>16,3</b>	<b>22,3</b>	<b>21,6</b>	<b>50,1</b>	<b>55,5</b>

\*Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 60 DAA, os tratamentos com a mistura flumioxazin+sulfentrazone, oxyfluorfen, sulfentrazone e flumioxazin (125 g ha<sup>-1</sup>) respectivamente, apresentaram menores acúmulos de massa seca. Os tratamentos com isoxaflutole nas duas doses avaliadas e flumioxazin (75 e 100 g ha<sup>-1</sup>) apresentaram maiores acúmulos de massa seca (Tabela 6). Aos 90 DAA nenhum tratamento diferiu da testemunha (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios de massa seca de dicotiledôneas presentes aos 30, 60 e 90 DAA

Tratamentos	30 DAA	60 DAA	90 DAA
	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**
Flumioxazin (75 g ha <sup>-1</sup> )	2,02 b	7,87 ab	9,46 a
Flumioxazin (100 g ha <sup>-1</sup> )	2,80 b	5,69 ab	4,48 a
Flumioxazin (125 g ha <sup>-1</sup> )	2,31 b	3,31 b	4,92 a
Isoxaflutole (75 g ha <sup>-1</sup> )	2,50 b	8,11 ab	11,53 a
Isoxaflutole (150 g ha <sup>-1</sup> )	2,68 b	6,36 ab	11,62 a
Oxyfluorfen (960 g ha <sup>-1</sup> )	1,30 b	2,76 b	6,23 a
Sulfentrazone (500 g ha <sup>-1</sup> )	1,36 b	3,07 b	4,18 a
Flumioxazin + isoxaflutole (75 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	1,90 b	3,99 ab	5,73 a
Flumioxazin + isoxaflutole (100 + 75 g ha <sup>-1</sup> )	1,46 b	3,54 ab	7,73 a
Flumioxazin + sulfentrazone (100 + 500 g ha <sup>-1</sup> )	1,00 b	1,00 b	1,00 a
TEST. SEM CAPINA	4,47 a	11,15 a	12,91 a
<b>CV (%)</b>	<b>34,61</b>	<b>59,87</b>	<b>87,82</b>

\*Dados transformados pela transformação raiz (x+1). \*\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao acúmulo de massa seca de plantas gramíneas aos 30 DAA todos os tratamentos com herbicidas diferiram da testemunha sem capina não havendo diferença de acúmulo de massa seca entre eles (Tabela 7). Aos 60 DAA, os tratamentos que proporcionaram menores acúmulos de massa seca foram flumioxazin+sulfentrazone, oxyfluorfen, flumioxazin (100 g ha<sup>-1</sup>) + isoxaflutole (75 g ha<sup>-1</sup>) e flumioxazin (125 g ha<sup>-1</sup>) respectivamente.

Aos 90 DAA nenhum tratamento diferiu da testemunha sem capina em relação ao acúmulo de massa seca (Tabela 7). Não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos na eficiência de controle da trapoeraba (Tabela 8). Esse resultado pode ser explicado em razão da distribuição desuniforme das espécies *Commelina diffusa* e *Commelina benghalensis* na área experimental.

Tabela 7 - Valores médios de massa seca de gramíneas presentes aos 30, 60 e 90 DAA em função dos tratamentos

Tratamentos	30 DAA	60 DAA	90 DAA
	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**
Flumioxazin (75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,32 b	3,31 bc	8,26 a
Flumioxazin (100 g. ha <sup>-1</sup> )	1,08 b	3,31 bc	10,65 a
Flumioxazin (125 g. ha <sup>-1</sup> )	1,02 b	3,25 bc	8,94 a
Isoxaflutole (75 g. ha <sup>-1</sup> )	2,38 b	7,05 ab	10,59 a
Isoxaflutole (150 g. ha <sup>-1</sup> )	2,21 b	7,15 ab	8,96 a
Oxyfluorfen (960 g. ha <sup>-1</sup> )	1,30 b	2,97 c	7,71 a
Sulfentrazone (500 g. ha <sup>-1</sup> )	1,66 b	4,25 abc	8,14 a
Flumioxazin + isoxaflutole (75 + 75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,06 b	4,54 abc	8,19 a
Flumioxazin + isoxaflutole (100 + 75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,00 b	3,21 bc	9,56 a
Flumioxazin + Sulfentrazone (100 + 500 g. ha <sup>-1</sup> )	1,00 b	2,64 c	6,75 a
TEST. SEM CAPINA	5,26 a	7,46 a	12,91 a
<b>CV (%)</b>	<b>39,11</b>	<b>36,46</b>	<b>47,03</b>

\*Dados transformados pela transformação raiz (x+1). \*\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Valores médios de massa seca de Commelinaceae presentes aos 30, 60 e 90 DAA em função dos tratamentos

Tratamentos	30 DAA	60 DAA	90 DAA
	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**
Flumioxazin (75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,34 a	1,31 a	7,70 a
Flumioxazin (100 g. ha <sup>-1</sup> )	1,33 a	1,70 a	7,19 a
Flumioxazin (125 g. ha <sup>-1</sup> )	1,09 a	2,17 a	4,49 a
Isoxaflutole (75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,49a	2,92 a	11,76 a
Isoxaflutole (150 g. ha <sup>-1</sup> )	1,14 a	3,86 a	7,07 a
Oxyfluorfen (960 g. ha <sup>-1</sup> )	1,25 a	2,80 a	11,69 a
Sulfentrazone (500 g. ha <sup>-1</sup> )	1,00 a	1,46 a	4,19 a
Flumioxazin + isoxaflutole (75 + 75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,00 a	1,56 a	6,93 a
Flumioxazin + isoxaflutole (100 + 75 g. ha <sup>-1</sup> )	1,31 a	2,15 a	3,14 a
Flumioxazin + Sulfentrazone (100 + 500 g. ha <sup>-1</sup> )	1,08 a	1,55 a	2,76 a
TEST. SEM CAPINA	1,79 a	2,45 a	1,14 a
<b>CV (%)</b>	<b>44,50</b>	<b>57,95</b>	<b>102,87</b>

\*Dados transformados pela transformação raiz (x+1). \*\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos herbicidas isolados, os tratamentos com oxyfluorfen e sulfentrazone apresentaram os menores valores de acúmulo de massa seca de plantas dicotiledôneas aos 60 DAA. Já para o controle de monocotiledôneas o flumioxazin apresentou menos acúmulo de massa seca que o sulfentrazone. O flumioxazin em mistura sulfentrazone mostrou-se mais eficiente que isoladamente.

Considerando todas as plantas (dicotiledôneas + monocotiledôneas), aos 30 e 60 DAA, dentre os herbicidas isolados, o oxyfluorfen apresentou menor acúmulo de massa seca total (Tabela 9). As áreas tratadas com flumioxazin apresentaram mais massa seca total que as tratadas com sulfentrazone e menos que as tratadas com isoxaflutole nas doses testadas. Os tratamentos flumioxazin + isoxaflutole e flumioxazin + sulfentrazone foram melhores que os tratamentos com herbicidas isolados aos 30 DAA. Entretanto aos 60 DAA as áreas tratadas com oxyfluorfen e sulfentrazone apresentaram menos massa seca total que as tratadas com flumioxazin (75 g. ha<sup>-1</sup>) + isoxaflutole (100 g. ha<sup>-1</sup>). Aos 90 DAA, os tratamentos não diferiram da testemunha quanto à massa seca total.

Tabela 9 – Valores médios de massa seca total de plantas daninhas presentes aos 30, 60 e 90 DAA em função dos tratamentos

Tratamentos	30 DAA	60 DAA	90 DAA
	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**	MS (g m <sup>2</sup> )*,**
Flumioxazin (75 g. ha <sup>-1</sup> )	4,67 bc	12,43 bcd	25,43 ab
Flumioxazin (100 g. ha <sup>-1</sup> )	5,15 bc	10,69 cd	22,32
Flumioxazin (125 g. ha <sup>-1</sup> )	4,48 bc	9,00 d	18,34 ab
Isoxaflutole (75 g. ha <sup>-1</sup> )	6,37 b	18,07 ab	33,88 ab
Isoxaflutole (150 g. ha <sup>-1</sup> )	6,02 b	17,37 abc	27,65 ab
Oxyfluorfen (960 g. ha <sup>-1</sup> )	3,85 bc	8,52 d	25,62 ab
Sulfentrazone (500 g. ha <sup>-1</sup> )	4,02 bc	8,77 d	16,51 ab
Flumioxazin + isoxaflutole (75 + 75 g. ha <sup>-1</sup> )	3,95 bc	10,09 cd	20,85 ab
Flumioxazin + isoxaflutole (100 + 75 g. ha <sup>-1</sup> )	3,76 bc	8,90 d	20,43 ab
Flumioxazin + Sulfentrazone (100 + 500 g. ha <sup>-1</sup> )	3,07 c	5,19 d	10,51 b
TEST. SEM CAPINA	11,50 a	21,05 a	36,95 b
<b>CV (%)</b>	<b>22,20</b>	<b>25,17</b>	<b>42,16</b>

\*Dados transformados pela transformação raiz (x+1). \*\* Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4. Conclusão

Conclui-se que o flumioxazin é seletivo ao eucalipto nas doses avaliadas, embora possa acusar algum tipo injúria que é plenamente recuperável com o desenvolvimento das plantas. Sua eficiência de controle de plantas daninhas em pré-emergência foi melhor quando em mistura no tanque com oxyfluorfen e sulfentrazone.

#### 5. Referências bibliográficas

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.. Eucalipto. In: RIBEIRO, A C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Org.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: Imprensa Universitária - UFV, 2000, v. 1, p. 303-305.

BLANCO, F.M.G.; VELINI, E.D. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 693-700, 2005.

BURKE, I.C.; ASKEW, S.D.; WILCUT, J.W. Flumioxazin systems for weed management in North Carolina Peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Technology**, v. 16, n. 4, p. 743-748, 2002.

DUARTE, N.F. et al. Selectivity of Herbicides upon *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 329-337, 2006.

DURIGAN, J. C. et al. Eficácia e seletividade do herbicida flumioxazin aplicado em pré-emergência na cultura transplantada da cebola. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 3, p. 11-17, 2005.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65 p.

HAN, J. et al. Weed control in summer-sown soybeans with flumioxazin plus acetochlor and flumiclorac-pentyl plus clethodim. **Weed Biology Management**, v. 2, n. 2, p. 120-122, 2002.

JAREMTCHUK, C.C. et al. Efeito residual de Flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 191-196, 2009.

LIN, C. H. et al. Determination of isoxaflutole (Balance) and its metabolites in water using solid phase extraction followed by high-performance liquid chromatography with ultraviolet or mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 5816-5824, 2002.

MITRA, S.; BHOWMILK, P. C.; XING, B. Sorption and desorption of the diketone nitrile metabolite of isoxaflutole in soils. **Environmental Pollution**, v. 108, p. 183-190, 2000.

OLIVEIRA, M.F. et al. Lixiviação de flumioxazin e metribuzin em dois solos em condições de laboratório. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 207-214, 1999.

PEREIRA, W. S. P. Herbicida de pré-emergência - Oxyfluorfen. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 45-60, 1987.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.3, p.421-426, 2003.

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.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**, Viçosa, MG. Editora UFV. 2007. 367p.

SCOTT, G.H.; SHAWN, D.A.; WILCUT, J.W. Economic evaluation of diclosulam and flumioxazin systems in peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Technology**, v. 15, n. 2, p. 360-364, 2001.

TAYLOR-LOVELL, S.; SIMS, G. K.; WAX, L. M. Effects of moisture, temperature, and biological activity on the degradation of isoxaflutole in soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 20, p. 5626-5633, 2002.

TAYLOR-LOVELL, S.; WAX, L. M.; NELSON, R. Phytotoxic response and yield of soybean (*Glycine max*) varieties treated with sulfentrazone or flumioxazin. **Weed Technology**, v. 5, n. 1, p. 5-102, 2001.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Intoxication of Eucalyptus Submitted to Different Herbicide Drift. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

WILSON, D.E.; NISSEN, S.J.; THOMPSON, A. Potato (*Solanum tuberosum*) variety and weed response to sulfentrazone and flumioxazin. **Weed Technology**, v. 16, n. 3, p. 567-574, 2002.

YAMASHITA, O.M. et al. Tolerância de mudas de café conillon (*Coffea canephora*) a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.169-174, 2009.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os herbicidas atrazine, foramsulfurom + iodosulfurom-metílico, tembotrione, fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron afetaram o crescimento e desenvolvimento das plantas de eucalipto em menor ou maior grau. O risco de perdas de produtividade pela intoxicação via deriva é menor com atrazine, foramsulfurom + iodosulfurom-metílico e tembotrione e maior com fluazifop-p-butyl + fomesafen e nicosulfuron. O flumioxazin é seletivo ao eucalipto nas doses avaliadas, embora possa acusar algum tipo injúria que é plenamente recuperável com o desenvolvimento das plantas. Sua eficiência de controle de plantas daninhas em pré-emergência, quando usado isoladamente, não é boa e menor que a do oxyfluorfen e do sulfentrazone. Todavia tem potencial para ser usado em mistura, tanto com o sulfentrazone, quanto com o isoxaflutole, uma vez que aumenta o espectro de controle.