

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS SOBRE *Myracrodruon urundeuva* (AROEIRA)¹

Selectivity of Herbicides upon Myracrodruon urundeuva (Aroeira)

DUARTE, N.F.², KARAM, D.³, SÁ, N.⁴, CRUZ, M.B.⁵ e SCOTTI, M.R.M.⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi verificar a seletividade de herbicidas utilizados em áreas de eucalipto sobre o crescimento de *Myracrodruon urundeuva*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em duas épocas diferentes (2002 e 2003), em delineamento inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial (5x4), sendo cinco herbicidas em quatro doses, com seis repetições. Os tratamentos, com as doses, foram: haloxyfop-methyl (0,00, 120, 240 e 480 g ha⁻¹), sulfentrazone (0,00, 300, 600 e 1.200 g ha⁻¹), isoxaflutole (0,00, 150, 300 e 600 g ha⁻¹), oxyfluorfen (0,00, 720, 1.440 e 2.880 g ha⁻¹); e glyphosate (0,00, 720, 1.440 e 2.880 g ha⁻¹). Em ambos os experimentos foram avaliados: efeitos fitotóxicos do produto, número de folíolos, altura de plantas; no segundo, foi feita ainda a análise de clorofila *a* e *b* e de carotenóides. O herbicida que apresentou maior fitotoxicidade e que comprometeu o desenvolvimento da aroeira foi o glyphosate, sendo, portanto, não recomendado para o controle de invasoras em áreas de plantio de aroeira. Os outros herbicidas não comprometeram o desenvolvimento desta planta, apresentando, por isso, potencial para uso no manejo de plantas daninhas no cultivo desta espécie.

Palavras-chave: fitotoxicidade, haloxyfop-methyl, sulfentrazone, isoxaflutole, oxyfluorfen e glyphosate.

ABSTRACT - The objective of this work was to verify the selectivity of herbicides applied in eucalyptus areas upon the growth of *Myracrodruon urundeuva*. The experiment was carried out under greenhouse conditions during two seasons (2002 and 2003), in a completely randomized experimental design with five herbicides in four doses arranged in a factorial design 5x4, and six replicates. The treatments were: haloxyfop-methyl at the doses (0.00, 120, 240 and 480 g ha⁻¹); sulfentrazone (0.00, 300, 600 and 1.200 g ha⁻¹), isoxaflutole (0.00, 150, 300 and 600 g ha⁻¹); oxyfluorene (0.00, 720, 1.440 and 2.880 g ha⁻¹) and glyphosate (0.00, 720, 1.440 and 2.880 g ha⁻¹) plant toxicity effects, number of leaflets and plant height were evaluated in both experiments and analyses of chlorophyll *a* and *b* and carotenoids were also conducted in the second. Glyphosate presented the highest plant toxicity, compromising the development of the aroeira plant, thus it is not recommended for weed control in aroeira planting areas. The other herbicides did not compromise the development of this plant, thus they can be potentially used in weed management control of this species.

Keywords: phytotoxicity, haloxyfop-methyl, sulfentrazone, isoxaflutole, oxyfluorfen and glyphosate.

INTRODUÇÃO

O aumento da necessidade de madeira e celulose no mundo tem levado a uma pressão sobre as áreas de floresta, sendo a maioria da

madeira obtida de reservas de floresta nativa. Como alternativa de preservação, Pogiani (1988) sugere o plantio de florestas homogêneas de espécies de rápido crescimento, como *Pinus* e *Eucalyptus*.

¹ Recebido para publicação em 24.1.2005 e na forma revisada em 5.5.2006.

² Prof. do Uni-BH Centro Universitário de Belo Horizonte, Av. Prof. Mário Werneck, 1685, 30445-610 Belo Horizonte-MG.

³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodov. MG 424, km 64, Caixa Postal 151, 35701-970 Sete Lagoas-MG. ⁴ Professora Adjunta do Departamento de Botânica – UFMG, Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha, 31270-000 Belo Horizonte-MG. ⁵ Acadêmica de Biologia no Unicentro Isabela Hendrix.



O reflorestamento com essências de rápido crescimento, como o eucalipto, é uma alternativa, mas este caracteriza-se por ser uma monocultura, o que poderia comprometer a sustentabilidade dos solos fragilizados, como os encontrados no semi-árido, constituindo um fator adicional para o processo de desertificação. Uma nova tecnologia desenvolvida é o uso de essências de rápido crescimento em consórcio com espécies nativas. Estudos similares foram conduzidos no Havaí (De-bell et al., 1985) e na Mata Atlântica (Gonçalves et al., 2000; Marques et al., 2001.) demonstrando o potencial das leguminosas para o plantio misto com eucalipto.

Uma das espécies que podem ser usadas nesses consórcios é *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), por possuir madeira de boa qualidade, grande resistência mecânica, alta densidade e considerável durabilidade; ela é utilizada na construção civil, marcenaria e carpintaria (Lorenzi, 1992). Em razão da exploração predatória, esta espécie está ameaçada de extinção (Mendonça & Lins, 2000). O cultivo de espécies florestais, como em culturas, está sujeito à interferência das plantas daninhas, o que se reflete em decréscimos quali e quantitativos em sua produção, tornando-se um dos grandes problemas para a implantação e manutenção de florestas de eucalipto, bem como em consórcio com outras espécies.

A interferência das plantas daninhas em florestas de eucalipto deve-se principalmente à competição por recursos do meio que são essenciais ao crescimento. Para sobreviverem, os competidores disputam espaço físico, luz solar, nutrientes e água, sendo mais crítico o período do primeiro ano de instalação da cultura (Pitelli & Marchi, 1991; Toledo, 1998). A fim de maximizar o crescimento de eucalipto e aroeira, torna-se necessário o controle das plantas invasoras.

O manejo de plantas daninhas em reflorestamentos, nas diversas etapas do seu processo produtivo, é realizado, basicamente, pelo emprego de métodos mecânicos e químicos, isolados ou combinados (Toledo et al., 1996).

Para o uso de métodos químicos em florestas mistas é necessário testar os efeitos dos herbicidas indicados para o eucalipto sobre o

crescimento das espécies nativas, visto que ainda não há dados a respeito de tais práticas. Este trabalho, portanto, teve como objetivo verificar a seletividade de herbicidas já utilizados em áreas de eucalipto sobre o desenvolvimento de *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae), ou aroeira-do-sertão.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em épocas diferentes, nos anos de 2002 e 2003, na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. O substrato de crescimento utilizado foi coletado na camada arável de um Latossolo Vermelho-Amarelo. A adubação foi feita segundo recomendação do laboratório de análise de solos da Embrapa. O substrato foi acondicionado em vasos de plástico de 2 litros.

As sementes de *M. urundeuva* oriundas do Jaíba-MG, foram colocadas para germinar em areia. Após a germinação, foi feito o replantio das plântulas para os vasos, colocando uma planta em cada recipiente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial (5x4), sendo cinco herbicidas em quatro doses com seis repetições; cada recipiente com uma planta foi considerado uma parcela experimental. Os tratamentos experimentais, e as doses, foram: haloxyfop-methyl (0,00, 120, 240 e 480 g ha⁻¹), sulfentrazone (0,00, 300, 600 e 1.200 g ha⁻¹), isoxaflutole (0,00, 150, 300 e 600 g ha⁻¹), oxyfluorfen (0,00, 720, 1.400 e 2.800 g ha⁻¹) e glyphosate (0,00, 720, 1.440 e 2.880 g ha⁻¹).

A aplicação dos herbicidas foi realizada em pós-emergência, em 8/11/2002, e em 16/6/2003 as plantas se encontravam com três meses após o replantio. Utilizou-se um pulverizador costal à pressão constante de 35 lbpol², obtida através de CO₂, munido de bicos do tipo leque 110.03, regulado para o consumo de calda de 220 Lha⁻¹.

Os efeitos fitotóxicos do produto e o número de folíolos foram avaliados aos 7, 14, 28 e 49 dias após aplicação (DAA), segundo escala de notas de EWRC (1964). Aos 48 DAA, foi medida a altura de plantas do solo até a inserção do último folíolo. Somente no segundo experimento foram coletadas folhas, aos 42 DAA, para fazer análise de clorofila *a* e *b* e

de carotenóides, pelo método de Lichenthaler & Wellburn (1983).

Os dados foram submetidos à análise de variância, através do programa estatístico Sisvar versão 4.3, utilizando para comparação de média o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores de fitointoxicação foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$. Para verificação da homogeneidade de variância entre os experimentos foi realizado teste de Bartlett.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do teste de Bartlett não foi observada homogeneidade de variância nos dois experimentos; portanto, os experimentos foram analisados separadamente.

Os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 referem-se às avaliações do experimento em 2002 e 2003, respectivamente, para avaliação

visual de fitotoxicidade. Pode-se observar que os herbicidas haloxyfop-methyl e isoxaflutole não tiveram efeito fitotóxico em ambos os anos (Tabelas 1 e 2). Os herbicidas sulfentrazone e oxyfluorfen causaram sintomas de baixa fitotoxicidade, não ultrapassando o índice de 2,3. As plantas de aroeira tratadas com o herbicida oxyfluorfen apresentaram fitointoxicação mais expressiva na maior dose, diminuindo na última avaliação (Tabela 1).

Plantas sensíveis ao oxyfluorfen tornam-se brancas ou cloróticas, seguidas de dessecação e necrose após dois dias da aplicação, culminando com a morte (Vidal, 1997). Os principais sintomas observados nas plantas de aroeira que receberam oxyfluorfen foram manchas esbranquiçadas nas folhas e alguma perda destas; esses sintomas foram mais expressivos especialmente na dose mais elevada.

Tabela 1 - Fitotoxicidade de herbicidas no primeiro experimento, segundo a escala EWRC (1964), sobre *Myracrodruon urundeuva* em diferentes épocas de avaliação após a aplicação. Sete Lagoas-MG, 2002

Herbicida	7 DAA ^{1/}				14 DAA			
	Dose ^{2/}				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
isoxaflutole	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,3 ABa
sulfentrazone	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
oxyfluorfen	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	2,3 Bb	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	2,3 Bb
glyphosate	1,0 Aa	2,2 Bb	2,8 Bc	2,8 Bc	1,0 Aa	1,0 Aa	2,0 Ba	3,5 Cb
FV herb.	93,95**				10,10**	1,0 Aa		
FV dose	29,71**				15,1**			
FV herb. x dose	18,24**				4,87**			
CV (%)	6,52				12,84			
Herbicida	21 DAA				28 DAA			
	Dose				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
isoxaflutole	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,3 ABa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
sulfentrazone	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
oxyfluorfen	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	2,3 Bcb	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	2,2 ABb
glyphosate	1,0 Aa	1,0 Aa	1,8 Aa	3,3 Cb	1,0 Aa	1,0 Aa	1,8 Aa	3,3 Bb
FV herb.	6,92**				6,40**			
FV dose	11,97**				10,23**			
FV herb. x dose	3,64**				3,18**			
CV (%)	13,86				14,26			

^{1/} DAA = dias após a aplicação. ^{2/} 0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹. 3 = o dobro da dose 2.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si em nível de (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.



Tabela 2 - Fitotoxicidade de herbicidas no segundo experimento, conforme a escala EWRC (1964), sobre *Myracrodruon urundeuva* em diferentes épocas de avaliação após a aplicação. Sete Lagoas-MG, 2003

Herbicida	7 DAA ^{1/}				14 DAA			
	Dose ^{2/}				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
isoxaflutole	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,3 Aa	1,3 Aa
sulfentrazone	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,8 Bb	1,0 Aa	1,3 Aa	1,6 ABa	1,6 Aa
oxyfluorfen	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,2 ABa	1,0 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa
glyphosate	1,0 Aa	1,0 Aa	1,5 Aa	2,0 Cb	1,0 Aa	1,5 Aa	2,7 Ba	2,8 Bb
FV herb.	4,56**				4,88**			
FV dose	4,83**				5,66**			
FV herb. x dose	2,27**				3,11**			
CV (%)	11,0				15,30			
Herbicida	21 DAA				28 DAA			
	Dose				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
isoxaflutole	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,5 ABa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa
sulfentrazone	1,0 Aa	1,2 Aa	1,7 Aa	1,8 ABa	1,0 Aa	1,5 Aa	1,5 Aa	1,5 Aa
oxyfluorfen	1,0 Aa	1,5 Aa	1,7 Aa	1,3 ABa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa
glyphosate	1,0 Aa	1,7 Aab	2,0 ABab	5,17 Bb	1,0 Aa	1,8 Aa	2,3 Aa	5,17 Bb
FV herb.	10,19**				10,00**			
FV dose	10,12**				6,30**			
FV herb. x dose	4,21**				5,77**			
CV (%)	17,32				17,48			

^{1/} DAA = dias após a aplicação. ^{2/} 0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹. 3 = o dobro da dose 2.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si em nível de (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As variedades de algumas espécies, como cana-de-açúcar e soja, apresentam respostas diferenciadas aos herbicidas usados no controle de plantas daninhas, ocorrendo fitotoxicidade, ocasionando perdas na produção (Procópio et al., 2003), o que pode estar relacionado à diferença na penetração do produto na planta. A penetração dos herbicidas, através dos tecidos vegetais, é fundamental para a sua eficiência. Eles podem penetrar nas plantas pelas suas estruturas aéreas e subterrâneas, pelas sementes e também, durante a germinação e emergência, pela radícula e pelo caulículo (Silva, 2000). Contudo, são as folhas o principal órgão das plantas envolvido na penetração de herbicidas aplicados em pós-emergência.

Essa tolerância da aroeira ao oxyfluorfen, possivelmente, pode estar relacionada ao baixo

molhamento das suas folhas ou penetração, já que, quando este herbicida foi usado em cebolas, ocorreu tolerância devido justamente ao menor molhamento e à menor penetração via foliar, os quais ocorrem em função da maior deposição de cera cuticular (Souza, 1999). O mesmo fato foi observado também com coníferas (Oliveira & Constatin, 2001).

O glyphosate causou alta fitointoxicação, principalmente nas duas doses maiores (Tabelas 1 e 2). Os sintomas iniciais foram queima nas folhas mais novas, seguida por necrose e queda de foliar, chegando em alguns casos à morte das plantas. As plantas que apresentaram apenas os sintomas iniciais rebrotaram após a queda das folhas necrosadas.

Para o número de folhas no experimento do ano de 2002, os herbicidas apresentaram diferenças somente na primeira avaliação (aos

7 DAA) e na última (aos 28 DAA); somente as doses do glyphosate apresentaram diferenças significativas, verificando-se pequena queda de folhas (Tabela 3).

Em relação ao número de folhas no ano de 2003 (Tabela 4), pode-se verificar que haloxyfop-methyl, sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen praticamente não apresentaram efeito inibitório.

O glyphosate foi o herbicida que ocasionou maior grau de toxicidade nas plantas, apresentando queda de folhas a partir dos 14 DAA, resultando na morte de algumas plantas aos 21 DAA na maior dose, que se diferenciou significativamente das outras doses aos 21 e 28 DAA, no segundo experimento (Tabela 4).

Plantas de eucalipto que receberam aplicação de glyphosate nas doses de 345,6 g e.a. ha⁻¹ apresentaram folhas coriáceas, deformadas,

necroses bem desenvolvidas nos bordos das folhas e pontos necróticos pelo limbo foliar; doses de 172,8 e 345,6 g ha⁻¹ provocaram morte dos ápices das plantas (Tuffi Santos et al., 2005).

Na característica altura das plantas de aroeira no primeiro experimento (ano 2002), houve efeito dos herbicidas sobre altura das plantas, porém não houve diferença entre as doses em relação à dose zero (Tabela 5). No segundo experimento verificou-se redução de altura nos tratamentos com o herbicida glyphosate, comparado às medidas antes da aplicação, devido à queda de folha e morte de algumas plantas, embora tenha sido pequena em razão do lento crescimento da espécie e do período curto de condução do experimento (Tabela 5 e Figura 1).

Na análise dos teores de clorofila *a* e *b* das folhas de aroeira não houve diferença

Tabela 3 - Efeito de herbicidas e doses sobre número de folhas de *Myracrodruon urundeuva* em diferentes épocas de avaliação, no primeiro experimento. Sete Lagoas-MG, 2002

Herbicida	7 DAA ^{1/}				14 DAA			
	Dose ^{2/}				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	24,33 A	19,83 A	18,00 A	21,33 AB	25,33	22,17	21,50	23,33
isoxaflutole	17,00 A	19,16 A	25,50 A	20,00 AB	20,33	27,67	31,17	28,00
sulfentrazone	21,17 A	27,00 A	21,50 A	18,83 B	25,17	31,50	24,17	25,17
oxyfluorfen	21,33 A	24,33 A	24,00 A	28,83 A	23,67	27,17	30,50	23,67
glyphosate	24,50 A	24,00 A	26,67 A	19,67 AB	30,33	22,33	23,33	18,17
FV herb.	2,39*				1,39 ^{ns}			
FV dose	05,53 ^{ns}				0,778 ^{ns}			
FV herb. x dose	1,08 ^{ns}				1,07 ^{ns}			
CV (%)	25,56				29,14			
Herbicida	21 DAA				28 DAA			
	Dose				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	25,33a	22,17a	21,50a	23,33a	27,50 Aa	28,00 Ba	31,33 ABa	29,67 ABCa
isoxaflutole	20,33a	27,67a	31,17a	28,00a	28,50 Aa	32,50 ABa	35,00 Aa	32,33 ABa
sulfentrazone	25,17a	31,50a	24,17a	25,17a	37,00 Aa	34,50 Aa	32,67 ABa	38,00 Aa
oxyfluorfen	23,67a	27,17a	30,50a	23,67a	25,00 Aa	27,17 Ba	30,83 ABa	22,50 BCa
glyphosate	30,33 a	22,33 ab	23,33 ab	17,50 b	40,83 Aa	23,67 Bb	22,50 Bb	17,50 Cb
FV herb.	1,43 ^{ns}				9,60**			
FV dose	1,71*				3,40*			
FV herb. x dose	1,82*				3,37**			
CV (%)	29,31				25,58			

^{1/} DAA = dias após a aplicação. ^{2/} 0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹. 3 = o dobro da dose 2.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si em nível de (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.



Tabela 4 - Efeito de herbicidas e doses sobre número de folhas de *Myracrodruon urundeuva* em diferentes épocas de avaliação, no segundo experimento. Sete Lagoas-MG, 2003

Herbicida	7 DAA ^{1/}				14 DAA			
	Dose ^{2/}				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	25,00 Aa	22,00 Aa	20,83 Aa	24,50 A	25,83 A	24,83 A	24,17 A	25,50 A
isoxaflutole	20,33 Aa	18,50 Aa	19,67 Aa	18,67 Aa	20,33 A	19,67 A	20,33 AB	23,17 A
sulfentrazone	22,17 Aa	20,50 Aab	15,83 Ab	20,00 Aab	22,83 A	19,17 A	15,33 B	19,50 A
oxyfluorfen	21,33 Aa	21,17 Aa	19,50 Aa	20,83 Aa	22,67 A	20,83 A	19,67 AB	23,00 A
glyphosate	19,67 Aa	19,33 Aa	18,00 Aa	20,83 Aa	21,83 A	22,83 A	19,67 AB	19,17 A
FV herb.	4,21**				4,55**			
FV dose	3,29*				1,85 ^{NS}			
FV herb. x dose	0,65 ^{NS}				0,62 ^{NS}			
CV (%)	18,47				23,19			
Herbicida	21 DAA				28 DAA			
	Dose				Dose			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	26,33 Aa	24,83 Aa	26,00 Aa	25,00 Aa	26,67 Aa	24,83 Aa	25,50 Aa	25,00 Aa
isoxaflutole	19,83 Aa	19,67 ABa	17,50 Ba	20,67 Aa	20,00 Aa	18,83 ABa	16,50 Ba	21,17 Aa
sulfentrazone	22,83 Aa	20,00 ABab	14,33 Bb	19,50 Aab	20,33 Aa	19,67 ABa	16,50 Ba	19,50 Aa
oxyfluorfen	20,50 Aa	20,00 ABa	19,67 ABa	19,17 Aa	20,33 Aa	19,50 ABa	19,67 ABa	19,67 Aa
glyphosate	20,00 Aa	16,17 Ba	15,00 Ba	6,17 Bb	21,33 Aa	15,83 Ba	14,17 Ba	5,83 Bb
FV herb.	12,69**				11,90**			
FV dose	3,48*				2,93*			
FV herb. x dose	2,75**				2,73**			
CV (%)	25,55				26,68			

^{1/} DAA = dias após a aplicação. ^{2/} 0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹. 3 = o dobro da dose 2.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si em nível de (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{NS} não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Efeito de diferentes herbicidas e doses sobre a altura de *Myracrodruon urundeuva* em diferentes épocas. Sete Lagoas-MG, 2002/2003

Herbicida	Altura(cm)							
	2002 ^{1/}				2003 ^{1/}			
	Dose ^{2/}				Dose ^{2/}			
	0	1	2	3	0	1	2	3
haloxyfop-methyl	16,00 A	11,00 C	15,17 AB	14,83 B	15,00 A	15,50 A	13,67 AB	14,00 A
isoxaflutole	15,33 A	14,33 BC	13,00B	15,50 AB	12,00 A	14,17 A	14,33 A	14,67 A
sulfentrazone	15,67 A	18,17 AB	16,00 AB	15,67 AB	13,33 A	11,33 A	10,67 AB	12,77 A
oxyfluorfen	20,33 A	20,33 B	20,33 A	17,67 AB	11,33 A	14,67 A	13,33 AB	14,53 A
glyphosate	17,67 A	19,50 AB	20,00 A	21,33 A	13,67 A	8,17 B	10,03 A	10,10 A
FV Trat.	12,10**				6,59**			
FV dose	0,05 ^{NS}				1,08 ^{NS}			
FV herb. x dose	1,25 ^{NS}				0,58 ^{NS}			
CV (%)	22,06				26,08			

^{1/} 48 dias após a aplicação. ^{2/} 0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹. 3 = o dobro da dose 2.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si em nível de (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{NS} não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

significativa em nenhum dos tratamentos, exceto no herbicida sulfentrazone, que apresentou redução nas doses, comparada à dose zero (Figura 2A, B). Esse herbicida provocou redução média de 60% do teor de clorofila *a* na aroeira, em todas as doses; a clorofila *b* foi mais sensível, sendo reduzida em torno de 80% (Figuras 2A, B e 3). O sulfentrazone é um inibidor da protoporphyrinogen oxidase (PPO) (Nandihalli & Duke, 1993), pois a oxida, impedindo a formação da protoporfirina IX e, conseqüentemente, a biossíntese de clorofila (Hulting et al., 2001). Embora tenha sido observada redução no teor de clorofila *a* e *b*, esse herbicida não alterou significativamente o crescimento da aroeira.

O teor de carotenóides não variou sob efeito dos diferentes herbicidas, mesmo quando

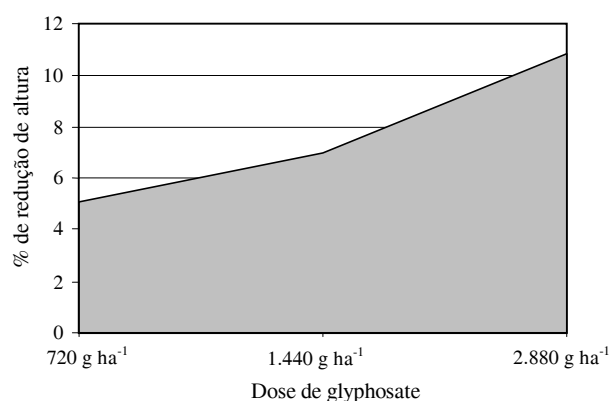
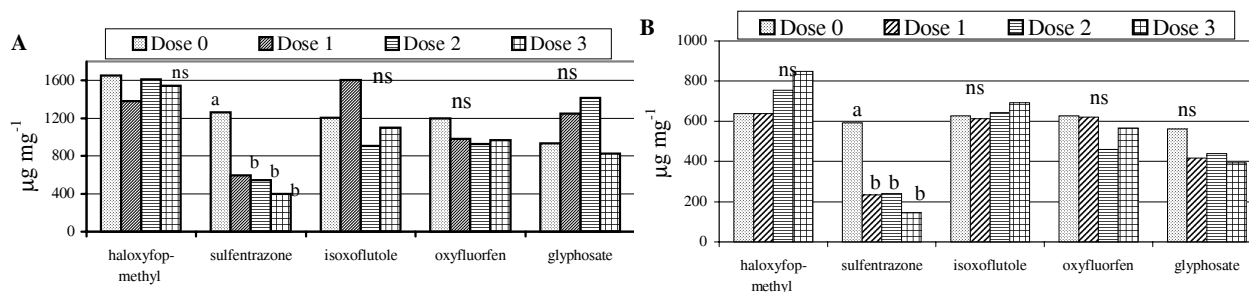


Figura 1 - Porcentagem de redução na altura das plantas de *Myracrodruon urundeuva* tratada com glyphosate, em relação à altura antes da aplicação. Sete Lagoas-MG, 2003.

usado o isoxaflutole, que inibe a enzima 4-HP dioxygenase (hydroxyphenylpyruvate dioxygenase), responsável pela biossíntese da quinona, que é um cofator-chave para síntese de pigmentos carotenóides (Figura 4).

Dos herbicidas testados, haloxyfop-methyl, sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen podem ser indicados no plantio misto de eucalipto e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). O haloxyfop-methyl é um herbicida específico para o controle de gramíneas, mostrando, assim, efeito seletivo. O modo de ação primário deste herbicida consiste na inibição da síntese de ácidos graxos, através da inibição da enzima Acetil Coenzima-A Carboxilase (ACCase). A ACCase presente em gramíneas é geralmente sensível à inibição por estes herbicidas, entretanto, em espécies monocotiledôneas não-gramíneas e dicotiledôneas ela parece não ser afetada (Thill, 2000). A diferença na tolerância entre espécies gramíneas e folhas largas é muito grande. Um dose de 0,1 μ M de haloxyfop-methyl provocou 42% de inibição da incorporação de acetato em células de milho; para causar 50% de inibição em células de soja foi necessária uma concentração 47 vezes maior (Silva, 2000).

O sulfentrazone não apresentou efeito fitotóxico na aroeira, porém apresenta efeito sobre espécies-problemas, como *Cyperus esculentus*, e também sobre gramíneas anuais, como *Setaria faberi*, *Setaria viridis* e *Panicum capillare* (Niekamp & Johnson, 2002), sendo interessante sua utilização em reflorestamento. Neste trabalho, apresentou redução de



0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹; 3 = o dobro da dose 2.

ns = não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 2 - Efeito de herbicidas sobre teor de clorofila *a* (A) e *b* (B) em folhas de *Myracrodruon urundeuva*. Sete Lagoas-MG, 2002/2003.



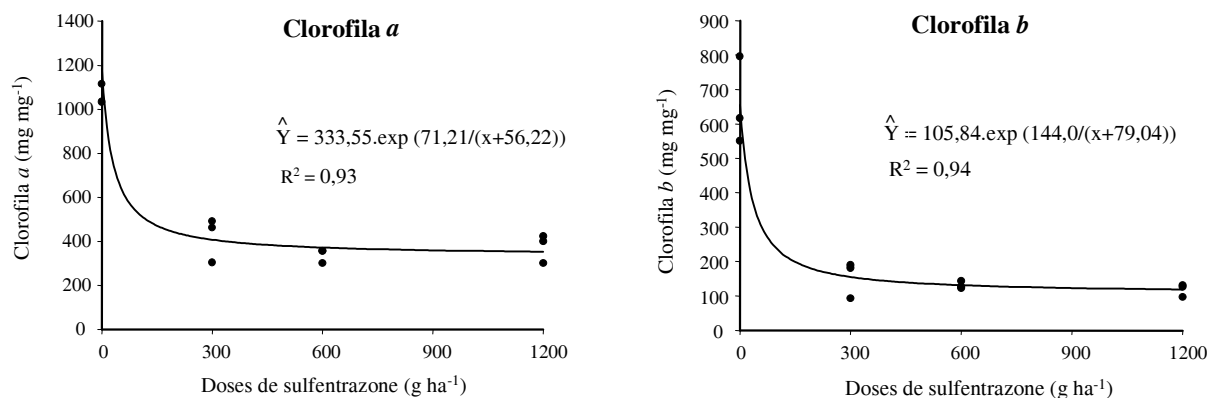


Figura 3 - Efeito de doses do herbicida sulfentrazone sobre o teor de clorofila a e b nas folhas da planta *Myracrodruon urundeuva*. Sete Lagoas-MG, 2003.

clorofila a e b nas folhas de aroeira, sendo necessários outros trabalhos antes de recomendá-lo para aplicações na espécie; ele pode ser utilizado em jato dirigido no plantio.

O isoxoflutole, em trabalho realizado por Adoryan et al. (2002) em eucalipto, apresenta boa tolerância, pois inibe a biossíntese de carotenóides. A sensibilidade a ele é baseada na diferença entre absorção e metabolismo: rápida absorção e metabolismo lento aumentam a sua sensibilidade. A aroeira mostrou boa tolerância, porém esse herbicida apresentou bons resultados no controle de gramíneas e de algumas plantas de folhas largas (Cezarino, 1997).

O oxyfluorfen é um dos herbicidas mais usados nas culturas de eucalipto. Apesar de ter apresentado toxicidade no crescimento inicial da aroeira, não houve comprometimento do desenvolvimento da planta.

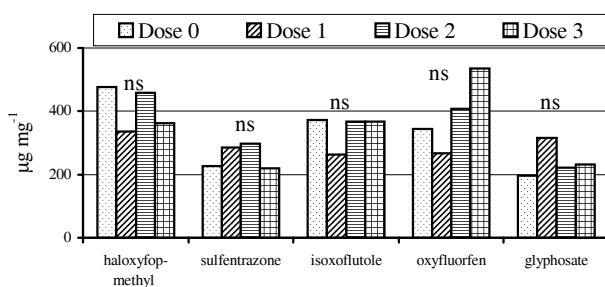
O herbicida que apresentou maior toxicidade e que comprometeu o desenvolvimento da aroeira foi o glyphosate, sendo, portanto, não recomendado para o controle de invasoras em áreas de plantio de aroeira. Ele pode ser aplicado na forma de jato dirigido, sem atingir as culturas, para controle de gramíneas e latifoliadas anuais, tal como acontece no eucalipto em monocultivo.

LITERATURA CITADA

ADORYAN, M. L.; BENDECK, O. B.; GELMINI, G. A. Eficácia e seletividade do herbicida isoxaflutole na cultura de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 572.

CEZARINO, V. Isoxaflutole – Nova molécula herbicida para as culturas de cana-de-açúcar e do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu, MG. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa, MG: SBCPD, 1997. p. 79-84.

DE-BELL, D.; WHITESELL, C. D.; SCHUBERT, T. H. **Mixed plantation of *Eucalyptus* and leguminous tree enhance biomass production.** Berkeley: Pacific Southwest forest and Range Experiment Station Forest Service. U.S. Department of Agriculture, 1985. 6 p. (Res. Paper PSW-175)



0 = dose zero; 1 = metade da dose 2; 2 = haloxyfop-methyl: 240 g ha⁻¹; sulfentrazone: 600 g ha⁻¹; isoxaflutole: 300 g ha⁻¹; oxyfluorfen: 1.400 g ha⁻¹; glyphosate: 1.440 g ha⁻¹; 3 = o dobro da dose 2.

ns = não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 4 - Efeito de herbicidas sobre teor de carotenóides em folhas de *Myracrodruon urundeuva*. Sete Lagoas-MG, 2002/2003.

- EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC. Comittee of Methods in Weed Reserch. **Weed Res.**, v. 4, p. 88, 1964.
- GONÇALVES, L. M. B. et al. Effects of acidity and lime on growth and nodulation of *Leucaena leucocephala* (LAM) De Wit. in eucalyptus soil. **Ind. J. Agric. Res.**, v. 34, n. 4, p. 229-234, 2000.
- HULTING A.G. et al. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivar tolerance to sulfentrazone. **Crop Protec.**, n. 20, p. 215-220, 2001.
- LINCHENTHALER, H. R.; WELLBURN, A. R. Determination of total carotenoides and chlorophyll a and b of leaf extracts in diferent solvents. **Biochem. Soc. Trans.**, n. 11, v. 5, p. 1591-1592, 1983.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. São Paulo: Plantarum, 1992. 352 p.
- MARQUES, M. S.; PAGANO, M. C.; SCOTTI, M. R. M. M. L. Dual inoculation of a woody legume (*Centrolobium tomentosum*) with rhizobia and mycorrhizal fungi in south-eastern Brazil. **Agrof. Systems**, n. 52, p. 107-117, 2001.
- MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. Lista vermelha de ferramentas para proteger espécies ameaçadas. In: MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. (Orgs.) **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, 2000. p. 13-33.
- NANDIHALLI, U. B.; DUKE, S. O. The porphyrin pathway as a herbicide target site. In: DUKE, S. O.; MENN, J. J.; PLIMMER, J. R. (Eds.). **Pest control with enhanced environmental safety**. Washington: American Chemical Society, 1993. p. 62. (American Chemical Society Symposium Series, 624)
- NIEKAMP, J. W.; JOHNSON W. G. Weed management with sulfentrazone and flumioxazin in no-tillage soyabean (*Glycine max*). **Crop Protec.**, n. 20, p. 679-683, 2001.
- OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTATNIN, J. P. Mecanismo de ação de herbicida. In: OLIVEIRA Jr., R. S. (Coord.) **Plantas daninhas e seu controle**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362 p.
- PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3., 1991, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: SIF, 1991. p.1-11.
- POGIANE, F. As implicações ecológicas do reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1., 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 1988. p. 17-37.
- PROCÓPIO, S. O. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. In: **Produção de cana-de-açúcar**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 150.
- SILVA, A. A. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2000. 260 p.
- SOUZA, I. F. Ecologia, biologia e disseminação de plantas daninhas. In: CURSO DE PLANTAS DANINHAS. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. p. 4-7. (Apostila)
- THILL, D. Integrated weed management. In: **HERBICIDE action**. West Lafayette: Purdue University, 2000. 942 p.
- TOLEDO, R. E. B. et al. Comparação dos custos de quatro métodos de manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf em área de implantação de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **R. Árvore**, v. 20, n. 3, p. 319-330, 1996.
- TOLEDO, R. E. B. **Efeitos da faixa de controle e dos períodos de controle e de convivência de *Brachiaria decumbens* Stapf no desenvolvimento inicial de plantas de *Eucalyptus urograndis***. 1998. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1998.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.
- VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismo de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 165 p.

