

AZAFENIDIN: NOVO HERBICIDA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM *Eucalyptus camaldulensis*¹

Azafenidin: A New Herbicide for Weed Control in Eucalyptus camaldulensis

CONSTANTIN, J.², OLIVEIRA JR., R.S.^{2*} e MACIEL, C.D.G.³

RESUMO - Um experimento de campo foi conduzido em Presidente Castelo Branco-PR, com o objetivo de avaliar a seletividade do herbicida azafenidin para a cultura de *Eucalyptus camaldulensis*, assim como sua eficácia no controle de algumas plantas daninhas infestantes nessa cultura. Azafenidin foi aplicado nas doses de 300, 400, 500 600 e 800 g i.a. ha⁻¹, em pré-emergência das plantas daninhas. Tratamentos adicionais, incluindo oxyfluorfen (720 g i.a. ha⁻¹), uma testemunha capinada e outra testemunha sem capina, foram também incluídos. Tanto azafenidin quanto oxyfluorfen provocaram sintomas de toxicidade na cultura; no primeiro, as injúrias foram mais intensas em doses ≥ 600 g i.a. ha⁻¹. Em relação ao controle de plantas daninhas, doses de azafenidin a partir de 500 g i.a. ha⁻¹ foram efetivas no controle de *Brachiaria decumbens*, *Commelina benghalensis*, *Richardia brasiliensis* e *Sida santaremnensis*, mesmo 180 dias após a aplicação. Doses menores de azafenidin resultaram em controle suficiente da maioria das plantas daninhas, mas com menor efeito residual.

Palavras-chave: seletividade, controle químico, oxyfluorfen.

ABSTRACT - A field experiment was conducted at Presidente Castelo Branco, PR, Brazil, to evaluate the selectivity of the herbicide azafenidin to the crop *Eucalyptus camaldulensis*, as well as its efficacy to control some infesting weeds in this crop. Azafenidin was applied under pre-emergence conditions, at rates of 300, 400, 500, 600 and 800 g a.i. ha⁻¹. Additional treatments, including oxyfluorfen (720 g a.i. ha⁻¹), a weed free and a weeded check plots were also included. Both azafenidin and oxyfluorfen caused crop symptoms of phytotoxicity, with injuries being more intense for azafenidin at rates ≥ 600 g a.i. ha⁻¹. For weed control, rates of azafenidin at 500 g a.i. ha⁻¹ or higher were effective in controlling *Brachiaria decumbens*, *Commelina benghalensis*, *Richardia brasiliensis* and *Sida santaremnensis*, even at 180 days after application. Lower rates of azafenidin provided enough control of most weeds, but with shorter residual effect.

Key words: selectivity, chemical control, oxyfluorfen.

INTRODUÇÃO

A demanda de madeira, por parte da indústria de papel e celulose, como fonte de energia e para construção e mobiliário, cresce continuamente, sendo necessário suprir esta

necessidade com madeira proveniente de espécies silvícolas de rápido crescimento, reduzindo, dessa forma, o desmatamento e a derrubada de espécies nativas. No Brasil, os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* representam as espécies de maior interesse para reflorestamento, com área

¹ Recebido para publicação em 20/1/1999 e na forma revisada em 12/7/1999.

² Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790 - 87020-900 Maringá-PR. *Autor para correspondência <rsoj@uol.com.br>. ³ Acadêmico de Agronomia, bolsista do Programa Especial de Treinamento CAPES/UEM.



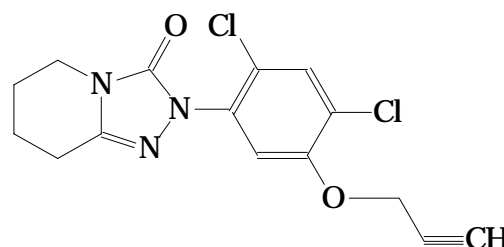
de plantio superior a 6 milhões de hectares e plantio anual estimado em 250 mil hectares (Dinardo et al., 1998).

A interferência das plantas daninhas no eucalipto afeta o crescimento e desenvolvimento da cultura. Especialmente durante o primeiro ano após a implantação, a área reflorestada deve ser mantida isenta de plantas daninhas que possam competir com o eucalipto (Resende & Fonseca, 1986). *Brachiaria decumbens* é uma das plantas daninhas mais importantes em áreas de reflorestamento, uma vez que, mesmo sendo perene, com entouceiramento e grande produção de rizomas, apresenta prolífica produção de sementes, as quais possuem germinação irregular (Lorenzi, 1991). Além de sua grande capacidade competitiva, *B. decumbens* é uma das espécies infestantes que possuem maior efeito alelopático sobre plantas de *Eucalyptus*, reduzindo significativamente seu crescimento inicial. *Commelina benghalensis* também se caracteriza por ser perene e de difícil controle, reproduzindo-se tanto por sementes quanto por rizomas. Devido à sua importância e à grande tolerância a herbicidas como o glyphosate, diversas alternativas para seu controle têm sido pesquisadas (Ramos & Durigan, 1996).

Considerando a extensão da área plantada e que a capina manual custa, em média, 2,6 vezes mais caro que os demais métodos de manejo de plantas daninhas (Toledo et al., 1996), tem havido contínuo crescimento na demanda por métodos de cultivo eficientes e econômicos. O controle das plantas daninhas por meio de herbicidas é bastante difundido em áreas de reflorestamento, e vários princípios ativos são recomendados para essa cultura (Silva et al., 1994, 1995). O herbicida oxyfluorfen pode ser usado na maioria das espécies de *Eucalyptus*, sendo um dos produtos mais utilizados em áreas de reflorestamento de eucalipto. É aplicado em pré ou pós-emergência inicial das infestantes, podendo ser usado no controle de plantas daninhas de folhas largas e estreitas.

O azafenidin (Figura 1) é um novo herbicida seletivo, da família das triazolonas, cuja ação inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). A inibição desta enzima leva à formação excessiva de protoporfirinogênio IX, o qual gera oxigênio singlet na presença de luz.

Por sua vez, o oxigênio singlet causa rápida peroxidação de membranas lipídicas insaturadas, o que, em última instância, leva à destruição das membranas celulares. Basicamente, é um herbicida que deve ser aplicado em pré ou pós-emergência inicial. Nas doses recomendadas, seu efeito residual de controle, dependendo das espécies presentes, varia entre 60 e 180 dias (WSSA, 1998). Quanto ao comportamento no ambiente, o azafenidin apresenta baixa mobilidade no solo, uma vez que é fortemente adsorvido e rapidamente mineralizado a CO₂ pela atividade microbiana do solo, não sendo esperada contaminação de mananciais aquáticos subterrâneos. Sua meia-vida em solos da Europa varia de 25 a 40 dias (DU PONT, 1998). Em sistemas aquáticos, é rapidamente inativado por fotólise (WSSA, 1998).



Azafenidin

Fórmula molecular: C₁₅H₁₃C₁₂N₃O₂

Peso molecular: 338,19

Ponto de fusão: 168-168,5 °C

Pressão de vapor: 1,3 x 10⁻⁹ Pa

Solubilidade (água): 18 mg/L

Coefficiente de partição octanol-água: 229 (20 °C)

Koc: 298 L/kg

Meia-vida no solo: 25 a 40 dias

Toxicidade aguda: DL50 oral (ratos) > 5.000 mg/kg

Figura 1 - Estrutura química e propriedades físico-químicas do azafenidin.

É absorvido pelas raízes e pela parte aérea das plantas suscetíveis (WSSA, 1998). A translocação no xilema é limitada, o que explica sua baixa atividade em pós-emergência sobre plantas já adultas. A seletividade para as culturas parece ser resultado da absorção diferenciada do herbicida.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade do herbicida azafenidin para mudas de *Eucalyptus camaldulensis* recém-transplantadas, além de sua eficiência de controle de algumas espécies de plantas daninhas importantes, principalmente *Brachiaria decumbens* e *Commelina benghalensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na Fazenda Área de Reflorestamento 6, da Cooperativa dos Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá Ltda. (COCAMAR), no município de Presidente Castelo Branco-PR, sendo a área do experimento constituída anteriormente por pastagem de *Brachiaria decumbens*. Para eliminação da pastagem, utilizou-se glyphosate (1,44 kg ha⁻¹) e, 26 dias após, fez-se o preparo do solo com uma escarificação a 40-50 cm de profundidade, seguida de gradagem. Após o preparo do solo, foram abertos sulcos de 30-40 cm de profundidade e 30-40 cm de largura, espaçados de 3 m entre si. A cada 2 m, preparou-se uma cova com 50 g do adubo formulado 4-20-20, misturando-o com o solo do fundo da cova. O solo do experimento apresentava textura areno-argilosa. As suas características químicas e físicas encontram-se na Tabela 1.

Aos 30 e 60 dias após o transplante das mudas, foram feitas adubações de cobertura (50 g/cova de 4-20-20). Na época do transplante, as mudas estavam com 70 dias, medindo, em média, 15 cm. Após o transplante, ocorreu um veranico que provocou a morte de 20% das mudas, as quais foram replantadas. O transplante das mudas foi realizado em 16/01/98, e o replantio, em 30/01/98.

Foram utilizadas cinco doses de azafenidin (300, 400, 500, 600 e 800 g ha⁻¹), além de um tratamento com oxyfluorfen (720 g ha⁻¹) e testemunhas capinada e sem capina, em um

delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A aplicação dos herbicidas foi realizada em pré-emergência das plantas daninhas, em área total, atingindo as mudas transplantadas, em 31/01/98. Por ocasião da aplicação dos herbicidas, as condições ambientais eram de solo úmido, temperatura de 22-23 °C, umidade relativa do ar de 73%, tempo nublado e velocidade do vento de 2 km h⁻¹. Utilizou-se um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, com bicos leque 110-SF-02 e pressão de 2 kgf cm⁻², o que proporcionou um volume de 200 L ha⁻¹ de calda aplicada.

As plantas daninhas presentes na área da testemunha sem capina e suas respectivas densidades (nº de plantas/m²) eram: capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) (180), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (12), poia-branca (*Richardia brasiliensis*) (25) e guanxumona (*Sida santaremnensis*) (10).

Foram avaliadas as porcentagens de controle das plantas daninhas (0-100%) aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a aplicação (DAA), seguindo-se as recomendações da SBCPD (1995). A toxicidade foi avaliada por notas visuais (Escala EWRC, em que 1 corresponde a nenhuma injúria visível e 9 corresponde à morte total das plantas) (Frans, 1972), e a altura das plantas aos 7, 14, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 DAA, em centímetros. Na última avaliação (180 DAA), procedeu-se à medição do diâmetro do caule das plantas a 1 m de altura. Para determinação de toxicidade, altura e diâmetro, foram amostradas seis plantas por parcela. A altura foi medida a partir do solo, até a inserção da última folha com limbo totalmente desenvolvido no ápice da planta.

As unidades experimentais eram compostas por quatro linhas de sete plantas (108 m²), e a área útil compreendeu os 60 m² centrais de cada parcela.

Tabela 1 - Resultados das análises química e granulométrica de amostras de solo utilizado no experimento

pH _{água} (1:2,5)	C	P	K ⁺	Ca ⁺² +Mg ⁺²	H ⁺ +Al ⁺³	Areia	Silte	Argila
	%	Mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----		-----%-----		
5,8	0,57	12	0,07	2,40	2,92	78	02	20



Os efeitos das doses de azafenidin sobre a altura das mudas de eucalipto e o controle de *B. decumbens* e *C. benghalensis* foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, à análise de regressão, de modo que a tendência de comportamento do herbicida em termos de efeito residual pudesse ser avaliada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2A observa-se que o azafenidin, em todas as doses testadas, e o oxyfluorfen controlaram muito bem *B. decumbens* até 180 dias após a aplicação (DAA). É possível verificar, ainda, que as doses mais altas de azafenidin (500, 600 e 800 g ha⁻¹) parecem ter efeito residual mais pronunciado em se tratando de controle. Principalmente a partir de 120 DAA, essas três doses passaram a apresentar controles semelhantes entre si e superiores àqueles observados nas doses menores ou com oxyfluorfen. A partir de 500 g ha⁻¹, o azafenidin apresentou controle excelente em todas as avaliações, e, mesmo aos 180 DAA, a eficiência ainda era ≥ 96%. A partir de 180 DAA, iniciou-se a reinfestação do capim-braquiária, a qual foi mais intensa nos tratamentos com azafenidin a 300 e 400 g ha⁻¹ e com oxyfluorfen. Considerando que se deve manter a cultura livre da competição com plantas daninhas por pelo menos 168 dias após o transplante, para que não haja reduções significativas no desenvolvimento de plantas de eucalipto competindo com *B. decumbens*, o controle proporcionado por azafenidin a 500 g ha⁻¹ parece ser suficiente para atingir esse período “no limpo”.

Em relação ao controle de *Commelina benghalensis* (Figura 2B), as doses menores de azafenidin (300 e 400 g ha⁻¹) e oxyfluorfen foram eficientes apenas até 90 DAA, proporcionando níveis de controle de 80% ou menos a partir dos 120 DAA. Já para azafenidin a partir de 500 g ha⁻¹, os níveis de controle foram considerados bons (≥ 84%) até 180 DAA. Durante a condução do experimento, não houve reinfestação de *C. benghalensis*, e a queda na eficiência dos tratamentos químicos deveu-se às plantas que escaparam ao controle inicial. A partir dos 120 DAA, a queda na temperatura afetou o desenvolvimento desta espécie, auxiliando no seu controle. Assim, uma análise conjunta dos dados e das observações de

campo sugere menor sensibilidade desta infestante, em relação a *B. decumbens*, sugerindo ser necessária a utilização de doses maiores para se obter um resultado de controle mais prolongado, principalmente em condições de alta infestação. Por isso, caso sejam necessários controles satisfatórios acima de 90 DAA, doses a partir de 500 g ha⁻¹ de azafenidin seriam as mais recomendadas, já que elas se mostraram eficientes até os 180 DAA, para esta espécie.

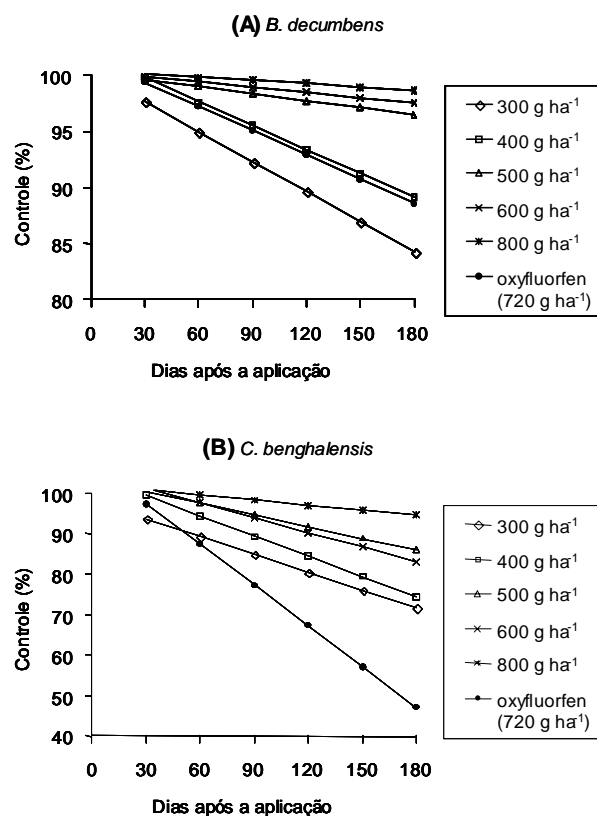


Figura 2 - Porcentagens de controle de *B. decumbens* (A) e *C. benghalensis* (B) em diferentes épocas após a aplicação de oxyfluorfen (720 g ha⁻¹) e em épocas e doses de azafenidin.

Em relação às outras plantas daninhas presentes (dados não-apresentados), *Richardia brasiliensis* foi totalmente controlada por azafenidin, em todas as doses, assim como por oxyfluorfen, até os 150 DAA. Mesmo aos 180 DAA, níveis de controles de bom a excelente (≥ 85%) foram observados em todos os

tratamentos, exceto na testemunha sem capina. *Sida santaremnensis* mostrou-se muito sensível aos dois herbicidas testados, pois o controle foi de 100% até 180 DAA, não se notando qualquer sinal de reinfestação em todos os tratamentos com herbicidas. Os dados de controle obtidos no experimento para o oxyfluorfen confirmam os resultados obtidos por Silva et al. (1994, 1995).

O comportamento de *E. camaldulensis* em relação à avaliação de fitotoxicidade encontra-se na Figura 3A. Verificou-se que tanto o azafenidin, independentemente da dose utilizada, como o oxyfluorfen causaram injúrias às plantas de eucalipto. Aos 7 DAA, todos os tratamentos químicos causaram necroses às folhas da cultura; a partir dos 14 DAA, no entanto, as injúrias visíveis foram gradativamente diminuindo em todos os tratamentos com herbicidas, embora esta diminuição tenha sido mais lenta para as doses de 600 e 800 g ha⁻¹ de azafenidin. Nas parcelas tratadas com o oxyfluorfen, os sintomas visuais de intoxicação desapareceram a partir dos 30 DAA, e para o azafenidin a 300, 400, 500, 600 e 800 g ha⁻¹ os sintomas desapareceram a partir dos 30, 60, 90, 150 e 150 DAA, respectivamente. Aos 7 DAA, o oxyfluorfen causou sintomas de toxicidade mais intensos que qualquer dose de azafenidin, mas, a partir de 14 DAA, as plantas se recuperaram rapidamente, sendo esta recuperação mais rápida do que nos tratamentos com azafenidin.

Para oxyfluorfen, os sintomas consistiram de encarquilhamento e ocorrência de deformações e necroses nas folhas; para o azafenidin, consistiram de deformações, encarquilhamento e arroxamento do limbo foliar, com as necroses ocorrendo aos 7 DAA e os sintomas sendo proporcionais às doses utilizadas. Tanto para azafenidin como para oxyfluorfen, embora inicialmente a planta inteira apresentasse sintomas visuais de intoxicação, estes foram mais intensos nos ponteiros. Com o passar do tempo, os sintomas se restringiram aos brotos e às folhas novas, sugerindo ser a absorção via solo a responsável pela toxicidade.

Outro fato observado é que as mudas transplantadas um dia antes das aplicações, para reposição das que morreram, foram as mais afetadas pelos produtos, ocorrendo, inclusive,

morte de algumas plantas nas doses de 600 e 800 g ha⁻¹ de azafenidin. Isto sugere que as aplicações devem ser realizadas após as mudas terem se recuperado do estresse do transplante, uma vez que as mudas que receberam os produtos 15 dias após o seu transplante foram menos injuriadas pela aplicação do herbicida.

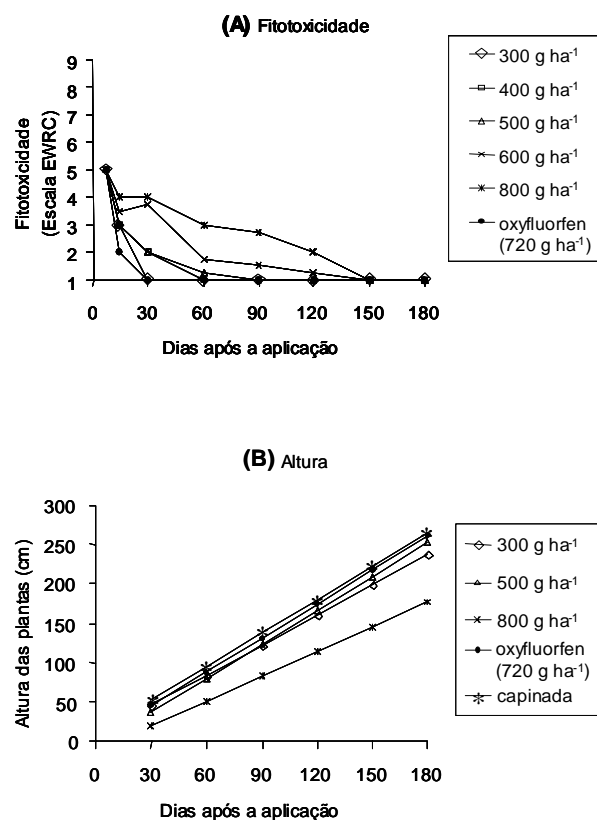


Figura 3 - Efeito de oxyfluorfen 720 g ha⁻¹ e de doses de azafenidin no aparecimento de sinais de toxicidade (A) e na altura das plantas (B) de *E. camaldulensis*, em diferentes épocas após a aplicação dos produtos.

A fitotoxicidade visual observada refletiu-se também no crescimento das plantas (Figura 3B). Verificou-se que doses de azafenidin de 600 e 800 g ha⁻¹ foram os tratamentos que mais afetaram a altura das plantas de eucalipto, reduzindo-a acentuadamente em relação à testemunha capinada, durante todo o período de avaliação. Aplicado a 500 g ha⁻¹, o azafenidin afetou ligeiramente o crescimento inicial das mudas, mas permitiu a recuperação do



crescimento, especialmente a partir dos 90 DAA. Já as doses de azafenidin de 300 e 400 g ha⁻¹ e oxyfluorfen não afetaram a altura das plantas de eucalipto, não havendo diferenças entre estes tratamentos e a testemunha capinada durante o período de condução do experimento. Com relação ao diâmetro do caule (Figura 4), apenas os tratamentos com azafenidin a 600 e 800 g ha⁻¹ causaram fitotoxicidade suficiente para afetar significativamente este parâmetro, quando comparados à testemunha capinada ou ao oxyfluorfen. Mais uma vez, notou-se que as mudas que receberam a aplicação dos produtos um dia após o seu transplante foram as que sofreram as maiores reduções de altura e do diâmetro do caule. Este fato sugere que, se todas as plantas estivessem com 15 dias de transplante, no momento da aplicação, talvez as maiores doses de azafenidin (600 e 800 g ha⁻¹) não tivessem sido tão tóxicas.

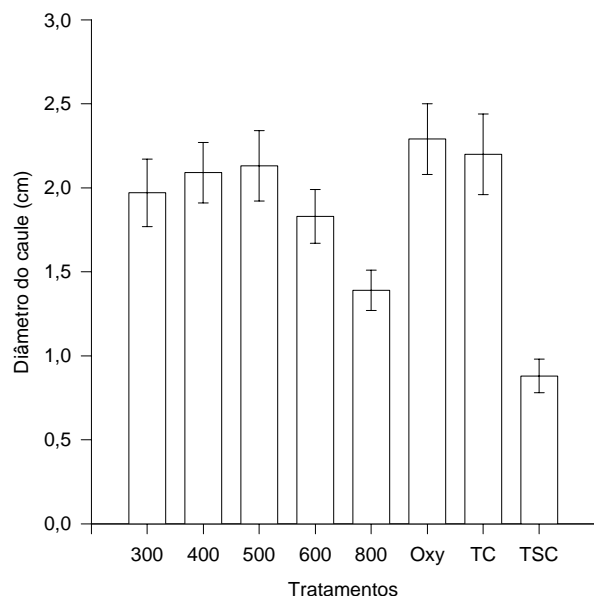


Figura 4 - Diâmetro do caule de plantas de *E. camaldulensis* (180 DAA) submetidas à aplicação de doses de azafenidin (300, 400, 500, 600 e 800 g ha⁻¹), oxyfluorfen (720 g ha⁻¹) (Oxy), testemunha capinada (TC) e testemunha sem capina (TSC). As barras verticais em cada coluna representam o desvio-padrão das médias.

Ainda na Figura 4, verifica-se que a interferência imposta pela presença das plantas daninhas foi severa, causando sensível redução no diâmetro do caule 180 DAA, fato

semelhante ao observado anteriormente por outros trabalhos (Souza et al., 1993). A convivência das plantas daninhas com o eucalipto durante os 180 dias iniciais do ciclo reduziu em 60% o diâmetro do caule das plantas de eucalipto, em relação aos melhores tratamentos com herbicidas e à testemunha capinada.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que o azafenidin é eficiente no controle de várias infestantes importantes e que o efeito residual de controle, assim como os efeitos tóxicos sobre mudas de eucalipto, depende da dose empregada.

LITERATURA CITADA

- DINARDO, W., TOLEDO, R.E.B., ALVES, P.L.C.A., GALLI, A.J.B. Interferência da palhada de capim-braquiária sobre o crescimento inicial de eucalipto. *Planta Daninha*, v.16, n.1, p.13-23, 1998.
- DU PONT DO BRASIL S/A. Azafenidin. Londrina: 1998. (comunicação por fax).
- FRANS, R.E. **Measuring plant responses**. In: WILKINSON, R.E. Research methods in weed science. [S.L.], Southern Weed Science Society, 1972. p.27-41.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1991. p.187.
- RAMOS, H.H., DURIGAN, J.C. Avaliação da eficiência da mistura pronta de glyphosate+2,4-D no controle da *Commelina virginica* L. em citros. *Planta Daninha*, v.14, n.1, p.33-41, 1996.
- RESENDE, G.C., FONSECA, E.P. Implantação da cultura do eucalipto. *Inf. Agropec.*, v.12, n.141, p.20-24, 1986.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBPCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42p.
- SILVA, W., SILVA, J.F., CARDOSO, A.A., BARROS, N.F. Tolerância de *Eucalyptus* spp. a diferentes herbicidas. *R. Árv.*, v.18, n.3, p.287-300, 1994.

- SILVA, W., SILVA, J.F., CARDOSO, A.A., BARROS, N.F. Utilização da trifluralina 600 e do oxyfluorfen na cultura de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **R. Árv.**, v.19, n.1, p.1-17, 1995.
- SOUZA, L.S., VELINI, E.D., MAIMONI-RODELLA, R.C.S. Avaliação do efeito alelopático de 18 espécies de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBHED, 1993. p.27-28.
- TOLEDO, R.E.B., ALVES, P.L.C.A., VALLE, C., ALVARENGA, S.F. Comparação de custos em quatro métodos de manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf. em áreas de implantação de *Eucalyptus grandis* W Hill ex Maiden. **R. Árv.**, v.20, n.3, p.319-330, 1996.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA - WSSA. **Herbicide handbook, supplement to seventh edition.** Lawrence: 1998. p.3-5.

