



Potencial fitorremediador de *Tecoma stans* em solo contaminado com herbicida diuron + hexazinone, em Salinas-MG

Tiago Reis Dutra^{1*}, Marília Dutra Massad¹, Brender Antônio de Souza Otoni², Aline Ramalho dos Santos³, Eduarda Soares Menezes⁴, Mateus Felipe Quintino Sarmiento²

RESUMO: A utilização de plantas para a limpeza de contaminantes do solo, águas subterrâneas, águas superficiais e do ar, refere-se à fitorremediação. O uso da fitorremediação de uma área degradada pela contaminação por herbicida utilizando espécies florestais apresenta-se como uma boa alternativa visando proporcionar sua reabilitação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância do ipê mirim (*Tecoma stans* (L.) Kunth), a contaminação do solo provocado pelo diuron + hexazinone, por meio do uso do produto comercial Velpar K WG[®], com vistas à sua utilização em programas de recuperação de áreas degradadas por esse herbicida. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo estudado o comportamento da espécie ipê mirim em resposta a cinco níveis de contaminação do solo (0,0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0 kg ha⁻¹) pelo herbicida diuron + hexazinone. Cada unidade experimental foi composta por um vaso de 18 dm⁻³ contendo uma muda. Aos 60 dias após o transplântio das mudas foram avaliados a taxa de crescimento em altura, a taxa de crescimento em diâmetro, área foliar, além da produção de massa seca da parte aérea, raiz e total. O ipê mirim não teve sucesso como planta fitorremediadora em solo contaminado com o herbicida diuron + hexazinone, pois, a dose mínima do herbicida (1,25 Kg ha⁻¹) foi capaz de promover a intoxicação e grande comprometimento de seu crescimento.

Palavras-chave: biorremediação, despoluição do solo, ipê mirim, xenobiótico.

Phytoremediation potential of *Tecoma stans* in soil contaminated with herbicide diuron + hexazinone, in Salinas-MG

ABSTRACT: The use of plants for cleaning contaminants from soil, groundwater, surface water and air, refers to phytoremediation. The use of phytoremediation an area degraded by herbicide contamination using forest species is presented as a good alternative seeking to provide their rehabilitation. The objective of this study was to evaluate the tolerance of ipe mirim (*Tecoma stans* (L.) Kunth), soil contamination caused by diuron + hexazinone, through the use of commercial product Velpar K WG[®], with a view to their use in programs recovery of degraded areas by this herbicide. The experiment was conducted in a completely randomized design, with five replications, and studied the behavior of the species ipe mirim in response to five soil contamination levels (0.0, 1.25, 2, 5, 3.75 and 5.0 kg ha⁻¹) by the herbicide diuron + hexazinone. Each experimental unit consisted of a pot of 18 dm⁻³ containing a seedling. At 60 days after transplanting the seedlings were evaluated the rate of growth in height, the growth rate in diameter, leaf area, as well as dry matter production of the aerial part, root and total. The ipe mirim was unsuccessful as fitorremediadora plant in soil contaminated with the herbicide diuron + hexazinone as the minimum dose of the herbicide (1.25 kg ha⁻¹) was able to promote intoxication and strong commitment to its growth.

Keywords: bioremediation, soil remediation, ipe mirim, xenobiotics.

INTRODUÇÃO

O método químico de controle de plantas espontâneas por meio do uso de herbicidas caracteriza-se principalmente por permitir a intervenção em grandes áreas com uma menor dependência de mão de obra, rapidez na aplicação e rendimento operacional (FRANCO et al., 2014),

além de minimizar as perdas produtividade das culturas (ROCHA et al., 2013a). Nos setores florestais e agrônômicos, esses produtos são utilizados para prevenir e/ou controlar a ocorrência da matocompetição, principalmente no início do

Recebido em 08/06/2017, Aceito para publicação em 18/08/2017

¹Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG MG.

²Engenheiro Florestal.

³Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

⁴Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Email: tiagoreisdutra@gmail.com

ciclo das culturas, período no qual a mesma está mais sujeita a redução do seu desenvolvimento.

Para a realização da aplicação desses produtos é importante o reconhecimento prévio das plantas envolvidas para que se possa ter um controle mais eficiente das mesmas (SILVA et al., 2009). O desenvolvimento de moléculas herbicidas com longo efeito residual possibilitou tanto o controle efetivo da vegetação espontânea por maior período de tempo, como a redução do número de aplicações, entretanto esse aumento na residualidade tem provocado fitotoxicidade em culturas sensíveis plantadas após sua utilização (PIRES et al., 2005).

Dentre as culturas que mais utilizam herbicidas está a cana-de-açúcar, devido a sua importância na economia do país, pois, é matéria prima para a fabricação de diversos subprodutos, como a rapadura, melado, açúcar, álcool além da cachaça artesanal, o principal e mais conhecido produto de Salinas-MG.

Na região o herbicida mais utilizado para essa cultura é a mistura diuron + hexazinone. Segundo Oliveira Jr. et al. (2011) combinações de herbicidas podem aumentar a eficiência e ampliar o espectro de controle de plantas espontâneas, pelo fato de cada herbicida ser especialmente eficiente para determinadas espécies; além de se tornar em uma opção mais econômica devido ao uso de doses menores e pela redução do número de aplicações.

O diuron (N-(3,4-dichlorophenyl)-N, N-dimethylurea) pertence ao grupo químico das ureias substituídas (ROCHA et al., 2013b). Seu mecanismo de ação age no Fotossistema II, prejudicando o processo de fotossíntese, pois suas moléculas se ligam ao sítio de ligação da quinona Q_b, na proteína D1, localizada nas membranas lilacóides dos cloroplastos, bloqueando o transporte de elétrons da Q_a à Q_b (GIROTTO et al., 2012). Ocorrendo a interrupção da fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, e a produção de peróxido de hidrogênio (água oxigenada H₂O₂). Esse composto provoca a peroxidação dos lipídeos em decorrência da formação de radicais lipídicos nos ácidos graxos, e posteriormente à oxidação das proteínas (DIAS et al., 2003).

O herbicida hexazinone, pertence à classe das triazinonas sendo registrado para o controle de plantas espontâneas em pré e pós-emergência inicial na cultura da cana-de-açúcar. É um herbicida de contato, absorvidos prontamente pelas folhas e pelas raízes (LORENZI, 2000), atua sobre o fotossistema II além de apresentar alta mobilidade no solo com elevado potencial de lixiviação (NEGRISOLI et al., 2011).

O grau de adsorção do herbicida no solo é um fator que influencia a taxa de degradação, devido a não disponibilidade das moléculas adsorvidas aos

microrganismos responsáveis pela degradação. Como consequência, geralmente os herbicidas persistem por um tempo mais elevado em solos com maiores teores de argila e matéria orgânica e baixo pH (PINTO et al., 2011).

De acordo com Moura et al. (2008), microrganismos do solo, alta umidade e temperatura podem favorecer a decomposição dos herbicidas. Esses fatores regulam a concentração e o fluxo das moléculas desses compostos na solução do solo, porém o que não for absorvido pela planta pode ficar fortemente ligado à matéria orgânica presente na fração coloidal do solo e ser carregado pela água da chuva e ou irrigação, ou sofrer lixiviação, chegando ao lençol freático.

A utilização de plantas para a limpeza de contaminantes do solo, águas subterrâneas, águas superficiais e do ar, refere-se à fitorremediação. Essa tecnologia também pode ser conceituada como o uso de plantas e seus microorganismos associados, para tratamento de solo, água ou ar contaminado. É uma técnica que surgiu recentemente com potencial para tratamento eficaz de uma larga escala de poluentes orgânicos e inorgânicos, que quando utilizada para fitorremediação de solos degradados pode auxiliar na melhoria de suas características físicas e químicas (AGUIAR et al., 2012).

O uso da fitorremediação de uma área degradada pela contaminação por herbicida utilizando espécies arbóreas apresenta-se como uma boa alternativa visando proporcionar sua reabilitação. Segundo Caires et al. (2011), as espécies florestais possuem um grande potencial para o uso na fitorremediação, pois, estes vegetais apresentam grande formação de biomassa na parte aérea, resistência, perenidade, além de um desenvolvimento radicular extenso, entretanto os estudos envolvendo o comportamento de espécies arbóreas para esses fins são escassos, sendo necessária a busca por informações para subsidiar futuros projetos de recuperação de áreas.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a tolerância do ipê mirim (*Tecoma stans* (L.) Kunth) a contaminação do solo provocado pelo diuron + hexazinone (Velpar K WG[®]), com vistas à sua utilização em programas de recuperação de áreas degradadas por esse herbicida.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no “Viveiro de Produção de Mudas Florestais” do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Câmpus Salinas.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo estudado o comportamento da espécie ipê mirim (*Tecoma stans* (L.) Kunth) em resposta a

cinco níveis de contaminação do solo (0,0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0 kg ha⁻¹) pelo herbicida diuron + hexazinone. Cada unidade experimental foi composta por um vaso de 18 dm³ contendo uma muda.

Como substrato, utilizou-se amostras de solo retiradas da camada abaixo de 0,2 a 0,4 m de

profundidade proveniente de áreas próximas ao Setor de Zootecnia II da mesma instituição. Posteriormente, todo o solo foi seco ao ar, peneirado em malha de 4 mm de diâmetro e caracterizado química e fisicamente conforme descrito por EMBRAPA (1997) (Tabela 1). Com base nos resultados não foi necessário fazer correção.

Tabela 1 - Características químicas e classe textural do solo utilizado como substrato na produção das mudas antes da aplicação dos tratamentos.

Características	
pH em água	6,0
Matéria Orgânica - dag kg ⁻¹	2,37
Fósforo - mg kg ⁻¹	10,25
Potássio - mg kg ⁻¹	157
Cálcio - cmol _c dm ⁻³	3,9
Magnésio - cmol _c dm ⁻³	1,6
Acidez potencial (H+Al) - cmol _c dm ⁻³	1,33
Alumínio - cmol _c dm ⁻³	0
CTC efetiva (t) - cmol _c dm ⁻³	5,9
CTC a pH 7 (T) - cmol _c dm ⁻³	7,23
Soma de bases (SB) - cmol _c dm ⁻³	5,9
Saturação por alumínio (m) - %	0
Saturação por bases (V) - %	82
Areia Grossa - dag kg ⁻¹	7,6
Areia Fina - dag kg ⁻¹	52,4
Silte - dag kg ⁻¹	18,0
Argila - dag kg ⁻¹	22,0

Uma adubação de base foi realizada dois dias antes do transplântio das mudas para os vasos aplicando-se, por solução, 200 mg dm⁻³ de P, 100 mg dm⁻³ de K e 40 mg dm⁻³ de S, tendo como fontes NaH₂PO₄.H₂O (fosfato de sódio), KH₂PO₄ (potássio hidrogenofosfato) e K₂SO₄ (sulfato de potássio), respectivamente. Foi aplicada também uma solução de micronutrientes nas seguintes doses: 0,81 mg dm⁻³ de B (H₃BO₃; ácido bórico), 1,33 mg dm⁻³ de Cu (CuSO₄.5H₂O; sulfato de cobre), 0,15 mg dm⁻³ de Mo [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O; molibdato de amônio], 3,66 mg dm⁻³ de Mn (MnCl₂.H₂O; cloreto de manganês) e 4,0 mg dm⁻³ de Zn (ZnSO₄.7H₂O; sulfato de zinco).

O nitrogênio foi aplicado na forma de sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄] em duas datas: no momento do transplântio das mudas e aos 30 dias, ambas na dose de 100 mg dm⁻³ de N. Aos 30 dias, além do N, foi aplicado também 50,0 mg dm⁻³ de K, utilizando-se como fonte o KCl (cloreto de potássio).

O diuron + hexazinone foi aplicado no solo nas doses 0,0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0 kg ha⁻¹ do produto comercial (Velpar K WG[®]), equivalendo a 0; ½; 1; 1,5 e 2 vezes a dose comercial (2,5 kg ha⁻¹), simulando diferentes níveis de contaminação do solo. Para a aplicação do herbicida foi utilizado um pulverizador costal aplicando-se o equivalente a 260 L ha⁻¹ de calda.

As mudas de ipê mirim utilizadas foram adquiridas junto ao Viveiro Municipal da cidade de Salinas-MG, onde foram transplantadas para os vasos e organizadas em canteiros após 48 horas da aplicação do herbicida.

Durante todo o período experimental a umidade do solo foi mantida próxima de 80% da capacidade de campo.

Antecedendo o transplântio das mudas para os vasos, realizou-se a mensuração de sua altura e diâmetro do coleto inicial. Aos 60 dias após o transplântio das mudas foram avaliados a taxa de crescimento em altura (TCA = [altura aos 60 dias - altura inicial / 60 dias]; cm dia⁻¹); a taxa de crescimento em diâmetro (TCD = [diâmetro do coleto aos 60 dias - diâmetro do coleto inicial / 60 dias]; mm dia⁻¹) e a área foliar (AF; cm²) de todas as plantas.

A altura foi medida com o auxílio de uma régua milimetrada posicionada no nível do solo até o meristema apical das mesmas. O diâmetro foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital, da marca Western, a dois centímetros do nível do solo. Para a determinação da área foliar, foi realizada a digitalização do limbo em scanner de mesa acoplado ao computador, e analisadas com o auxílio de software de processamento de imagem e medição avançada SigmaSca Pron[®].

Em seguida, todas às plantas foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular, lavadas em água corrente e secas em estufa com circulação forçada de ar, a aproximadamente 65 °C, até peso constante. Foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA; g planta⁻¹), massa seca da raiz (MSR; g planta⁻¹) e massa seca total (MST = MSPA + MSR; g planta⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando o efeito das doses do herbicida diuron + hexazinone no solo apresentou-se como significativas, as mesmas foram analisadas por meio de regressões,

sendo apresentadas somente as equações cujos coeficientes de maior grau forem significativos ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das doses do herbicida diuron + hexazinone aplicados no solo de crescimento das mudas de ipê mirim para as variáveis taxa de crescimento em altura, taxa de crescimento em diâmetro, massa seca da parte aérea e área foliar (Figura 1). Observou-se que o aumento das doses aplicadas do herbicida promoveu uma queda nos valores das mesmas.

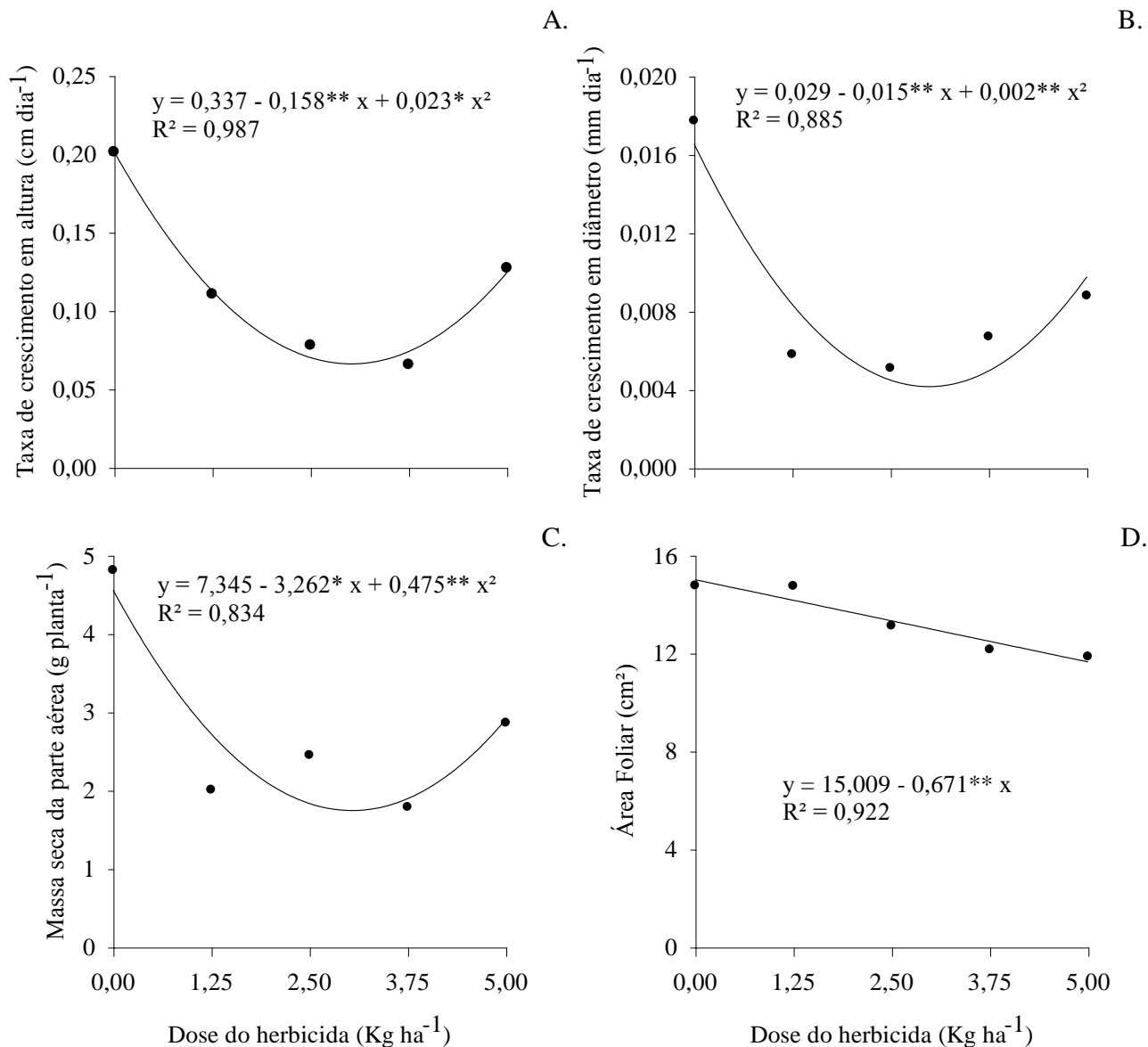


Figura 1. Taxa de crescimento em altura (A), taxa de crescimento em diâmetro (B), massa seca da parte aérea (C) e área foliar (D) do ipê mirim submetidas a diferentes doses do herbicida diuron + hexazinone.

As plantas sob os tratamentos com a presença do herbicida apresentaram como sintoma de intoxicação o amarelecimento e necrose das folhas aos 15 dias após seu transplantio. Os sintomas observados são os mesmos descritos por Rodrigues & Almeida (2005).

Azania et al. (2006) em seu estudo constatou que o sintoma inicial causado pela mistura de diuron e hexazinone é caracterizado por uma leve descoloração amarela nas folhas, tornando-se mais intenso aos 15 DAA (dias após a aplicação) e aos

30 e 45 DAA. De acordo com Dias et al. (2003) a absorção e translocação das moléculas do herbicida dão-se principalmente via apoplástica pelo xilema, e razoável pelas folhas, atacando com maior severidade espécies perenes, sendo o primeiro sintoma aparente a clorose foliar, seguido de necrose e a morte da planta.

As variáveis taxa de crescimento em altura (TCH) (Figura 1A), taxa de crescimento em diâmetro (TCD) (Figura 1B), além da produção de massa seca da parte aérea (MSPA) (Figura 1C)

apresentaram uma resposta quadrática negativa às doses do herbicida. A análise das regressões obtidas para as três variáveis possibilitou estimar a concentração máxima de diuron + hexazinone no solo que refletiu em um menor desenvolvimento das mudas. Notou-se que os valores obtidos estão muito próximos, sendo de 3,43 kg ha⁻¹ para TCH, 3,40 kg ha⁻¹ para TCD e 3,43 kg ha⁻¹ para MSPA.

Na avaliação da TCH as mudas sob as doses de 2,50 e 3,75 Kg ha⁻¹ apresentaram menor incremento em altura, com 0,08 e 0,06 cm dia⁻¹, respectivamente, quando comparadas à testemunha, com incremento de 0,20 cm dia⁻¹.

Takahashi et al. (2009) em seu estudo constatou que a aplicação do clomazone sobre dois clones híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, resultou em uma redução na altura de 13% no clone VCP1 (62 cm para 54 cm) e em 20% no clone VCP2 (54 cm para 43 cm), ao se comparar a maior dose com a testemunha.

Comportamento semelhante ao observado para a TCH (Figura 1A) foi obtido também para à TCD (Figura 1B). Notou-se que as mudas do tratamento testemunha obteve um incremento em seu diâmetro de 0,018 mm dia⁻¹ o que representa 3,6 vezes a mais do que o tratamento de menor acréscimo diário, 0,005 mm dia⁻¹ (2,50 Kg ha⁻¹). Uma maior TCD sugere maior disponibilidade de fotoassimilados mobilizados pela parte aérea, denotando potencial da muda quanto à sobrevivência, crescimento e maior adaptabilidade, pela alta capacidade de formação e crescimento de novas raízes (SCALON et al., 2002).

Cabral et al. (2012) em seu estudo constatou que as espécies *Handroanthus serratifolius*, *Calophyllum brasiliense*, *Psidium myrsinoides*, *Caesalpinia ferrea*, e *Terminalia argentea* submetidas à contaminação do solo com doses crescentes de clomazone apresentaram uma resposta negativa à presença do herbicida, ocorrendo uma redução média de 8,9% na taxa de crescimento em diâmetro.

Na avaliação da MSPA notou-se que as doses 1,25 Kg ha⁻¹ e 3,75 Kg ha⁻¹ apresentaram os seguintes valores de incremento: 2 g/planta⁻¹ e 1,9 g/planta⁻¹, respectivamente, esses valores representam 40,8% e 38,8% do incremento em MSPA da testemunha (5 g/planta⁻¹). Dessa forma observou-se que houve uma redução de 59,18% no incremento de MSPA quando aplicou-se a dose

de 1,25 Kg ha⁻¹ e de 61,23% ao aplicar a dose de 3,75 Kg ha⁻¹ em relação a testemunha.

A redução da produção de massa seca da parte aérea das mudas de ipê mirim pode ser atribuída ao fato do herbicida diuron + hexazinone possuir como mecanismo de ação a inibição da fotossíntese, atuando no Fotossistema II (TROPALDI et al., 2015), inibindo o transporte de elétrons e paralisando a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais ao crescimento das plantas (CAVALIERI et al., 2011).

A ação fitotóxica do herbicida acontece pela inibição da síntese de proteínas (provavelmente várias) nos meristemas apicais da parte aérea e das raízes em espécies suscetíveis, essa inibição resulta na paralisação do desenvolvimento e da divisão celular, no aumento de tamanho das células, causando a inibição do crescimento da raiz e também da parte aérea (MARTINS, 2012).

Tuffi et al. (2006) em seu estudo verificou-se que mudas de *Eucalyptus* submetidas a doses acima de 86,4 g ha⁻¹ de glyphosate tiveram seu crescimento afetado, resultando em menor altura, diâmetro do caule e massa seca aos 45 DAA (dias após aplicação).

A área foliar das mudas apresentou uma resposta linear decrescente à elevação das doses do herbicida no solo (Figura 1D), ou seja, menores valores dessa variável seriam alcançados em doses mais elevadas aos avaliados no presente trabalho. As folhas das mudas do tratamento sem a presença do herbicida no solo apresentaram uma área foliar média de 15 cm², já ao aplicar-se a dose de 5,00 Kg ha⁻¹ esse valor foi reduzido para 12 cm², ou seja, decréscimo de 20%.

A redução da área foliar resulta em um menor dossel vegetativo, conseqüentemente, diminuição da taxa fotossintética, pois reduz a disponibilidade de CO₂ (BERGAMASCHI, 1992). Dessa maneira a área foliar das plantas torna-se um excelente indicador da capacidade fotossintética, que é responsável diretamente pela produção de fotoassimilados e acumulação de massa seca.

Takahashi et al. (2009) ao aplicar o herbicida clomazone em dois clones de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* constatou a ocorrência da redução de 55% (1.900 cm² para 850 cm²) dos valores médios da área foliar total em ambos os clones, ao se comparar a maior dose com a testemunha.

Os resultados encontrados no presente trabalho evidenciam a intoxicação provocada pelo

herbicida diuron + hexazinone ao ipê mirim, onde a redução da altura da parte aérea, do diâmetro do coleto, da área foliar, além do acúmulo de biomassa seca da parte aérea, são decorrentes das alterações no processo fotossintético da espécie em estudo.

CONCLUSÕES

1. O ipê mirim não teve sucesso como planta fitorremediadora em solos contaminados com o herbicida diuron + hexazinone, pois, a espécie mostrou-se sensível a presença do produto no solo, onde a dose mínima avaliada ($1,25 \text{ Kg ha}^{-1}$) foi capaz de promover a intoxicação e grande comprometimento de seu crescimento.

AGRADECIMENTOS

À CAPES/Prodoutoral pela concessão de bolsas ao primeiro e segundo autores.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa de iniciação científica do terceiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. R. C.; LOPES, B. C.; BARBOSA, M. V. D.; BALIEIRO, F. C.; GOMES, M. M. Fitorremediação de solos contaminados por petróleo. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 6, n. 1, p. 3-9, 2012.
- AZANIA, C. A. M.; ROLIM, J. C.; CASAGRANDE, A. A.; LAVORENTI, N. A.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de herbicidas. III - Aplicação de herbicidas em pós emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 489-495, 2006.
- BERGAMASCHI, H. **Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas**. In: Bergamaschi, H. (Coord.). *Agrometeorologia Aplicada à Irrigação*. Porto Alegre, Editora da Universidade/ UFRGS. 1992. p. 25-32.
- CABRAL, C. M.; COSTA, S. S. D.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B. Tolerância ao herbicida clomazone e potencial fitorremediador de mudas de espécies florestais. In: XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas na Era da Biotecnologia, 2012, Campo Grande- MS. **Anais...** XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. São Paulo: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas-SBCPD, 2012. v. 1. p. 174-178.
- CAIRES, S. M.; FONTES, P. F.; FERNANDES, R. B. A.; NEVES, J. C. L.; FONTES, R. L. F. Desenvolvimento de mudas de cedro-rosa em solo contaminado com cobre: tolerância e potencial para fins de fitoestabilização do solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1181-1188, 2011.
- CAVALIERI, S. D.; BARBERIS, L. R. M.; VELINI, E. D.; CORNIANI, N.; JASPER, S. P.; VIEIRA, J. V. Efeito de herbicidas sobre a taxa de transporte de elétrons e o acúmulo de matéria seca em tomateiro. In: 51º Congresso brasileiro de olericultura, 2011. **Anais...** 51º Congresso brasileiro de olericultura Viçosa: ABH, 2011. p. 1261-1268.
- DIAS, N. M. P.; REGITANO, J. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO, V. L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 293-300, 2003.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p.
- FRANCO, M. H. R.; FRANÇA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. T.; SCHIAVON, N. C.; VARGAS, G. N. Fitorremediação de solos contaminados com picloram por *Urochloa brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 460-467, 2014.
- GIROTTI, M.; ARALDI, R.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A.; GOMES, G. L. G. C.; TRINDADE, M. L. B. Eficiência fotossintética de cultivares de cana-de-açúcar e de diferentes espécies de plantas daninhas após a aplicação do diuron. **Planta daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 599-606, 2012.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 339p.
- MARTINS, I. S. B. **Toxicidade do oxyfluorfen aplicado via água de irrigação na cultura do eucalipto**. Vitória da Conquista-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012.
- MOURA, M. A. M.; FRANCO, D. A. S.; MATALLO, M. B. Impacto de herbicidas sobre os recursos hídricos. **Revista tecnologia e inovação agropecuária**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 142-151, 2008.
- NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; ROSSI, C. V. S.; CARBONARI, C. A.; COSTA, A. G.

- F.; PERIM, L. Influência da palha e da simulação de chuva sobre a eficácia da mistura formulada clomazone + hexazinone no controle de plantas daninhas em área de cana-crua. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 169-177, 2011.
- OLIVEIRA JR., R. S.; CARNEIRO, J. C.; CONSTANTIN, J.; SANTOS, G.; MARTINI, P. E.; FRANCISCHINI, A. C.; OSIPE, J. B. Aplicações isoladas ou associadas de diuron, oxyfluorfen e prometryne para o controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 635-645, 2011.
- PINTO, J. J. O.; NOLDIN, J. A.; SOUSA, C. P.; AGOSTINETTO, D.; PIVETA, L.; DONIDA, A. Atividade residual de imazethapyr + imazapic em arroz semeado em rotação com o arroz Clearfield®. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 205-216, 2011.
- PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A.; CECON, P. R.; PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, L. R. Fitorremediação de solos contaminados com tebuthiuron utilizando-se espécies cultivadas para adubação verde. **Planta daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 711-717, 2005.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: 2005. 592p.
- ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; BORGES, L. G. F. C.; SILVA, L. O. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 231-238, 2013a.
- ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; SILVA, G. S.; QUEIROZ, M. E. L. R.; GUIMARÃES, F. C. N.; TIRONI, S. P.; GALON, L.; SILVA, A. A. Meia-vida do diuron em solos com diferentes atributos físicos e químicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 1961-1966, 2013b.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SILVA, F. M. L.; ABREU, M. L.; BRACHTVOGEL, E. L.; CURCELLI, F.; GIMENES, M. J.; LARA, A. C. C. Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 3, n. 2, p. 61-72, 2009.
- TAKAHASHI, E. N.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; FARIAS, M. A.; SILVA, A. C.; BIAGGIONI, B. T. Consequências da deriva de clomazone e sulfentrazone em clone de *E. grandis* X *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 675-683, 2009.
- TROPALDI, L.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A.; ARALDI, R.; CORNIANI, N.; GIROTTO, M.; SILVA, I. P. F. Detecção da tolerância de diferentes espécies de capim-colchão a herbicidas inibidores do fotossistema II utilizando a técnica da fluorescência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 767-773, 2015.
- TUFFI, L. D. S.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.