

# ANÁLISE NUTRICIONAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS COM POTENCIAL PARA A REMEDIAÇÃO DE SUBSTRATO CONTAMINADO POR HERBICIDAS LIXIVIÁVEIS

DIAMANTINA DA COSTA, S. S. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [sarahdiamantina@yahoo.com.br](mailto:sarahdiamantina@yahoo.com.br)), AGUIAR, L. M. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [lumonaguiar@hotmail.com](mailto:lumonaguiar@hotmail.com)) FIORE, R. A. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [rebecca.floresta@gmail.com](mailto:rebecca.floresta@gmail.com)), BATISTA, M. C. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [maia\\_crisb2@hotmail.com](mailto:maia_crisb2@hotmail.com)), SANTOS V. A. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [vivianedna2012@hotmail.com](mailto:vivianedna2012@hotmail.com)), CABRAL, C. M. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [mtchells@yahoo.com.br](mailto:mtchells@yahoo.com.br)), FERREIRA E. A. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [evanderlves@yahoo.com.br](mailto:evanderlves@yahoo.com.br)), SANTOS, J. B. (UFVJM - DIAMANTINA/MG - [jbarbosasantos@yahoo.com.br](mailto:jbarbosasantos@yahoo.com.br)), COSTA, V. A. M. (UFVJM, Diamantina/MG - [vitor\\_antunes@hotmail.com](mailto:vitor_antunes@hotmail.com)), TEIXEIRA SILVA, C. (UFVJM, DIAMANTINA/MG - [ciceroagronomia@hotmail.com](mailto:ciceroagronomia@hotmail.com))

**RESUMO:** Em se tratando da contaminação de ecossistemas por resíduos de defensivos agrícolas, especial atenção é dada para os herbicidas passíveis de lixiviação. O objetivo foi selecionar espécies arbóreas interessantes na rizofiltração de ambientes contaminados por resíduos de 2,4-D e atrazine, visando diminuir a chegada dessas moléculas nos cursos hídricos. Foram avaliados 36 tratamentos compostos pela combinação de 12 espécies florestais: [ingá- *Inga marginata* Willd, guapuruvu - *Schizolobium parahyba* (Vell), ipê amarelo- *Handroanthus serratifolius* (A.H.Gentry) S.Grose, carobinha - *Jacaranda puberula* Chan, cedro- *Cedrela fissilis* Vell, landin - *Calophyllum brasiliense* Camb, goiabinha- *Psidium myrsinoides* Berg, quaresmeira- *Tibouchina granulosa* Cogn, pau-ferro - *Caesalpinia ferrea* Mart, sibipiruna - *Caesalpinia pluviosa* DC, capitão - *Terminalia argentea* Mart & Zucc e braúna- *Schinopsis brasiliensis* Enge S.F.Blacke] e três soluções simulando o composto lixiviado em metade da dose comercialmente recomendada (atrazine, 2,4-D e água - controle), com quatro repetições cada. Foi avaliada a nutrição foliar, nas espécies florestais que sobreviveram à aplicação dos herbicidas, e a maioria apresentou incremento em macronutrientes mesmo submetidas á aplicação dos herbicidas, sendo o ingá obteve o maior teor e acúmulo de N.

**Palavras-chave:** *Inga marginata*, tolerância, fitorremediação

## INTRODUÇÃO

Herbicidas lixiviáveis tem sido alvo de pesquisas e discussões em todo mundo, uma vez que a movimentação de suas moléculas no perfil do solo pode alcançar zonas superficiais ou mesmo atingir o lençol freático (LAVORENTI & REGITANO, 2003). Quando o produto permanece por mais tempo no solo sem ser adsorvido, degradado ou mineralizado, a possibilidade de lixiviação é maior, sendo assim sua intensidade dependente das características físico-químicas dos compostos, do tipo de solo, teor de matéria orgânica, saturação, regime de chuvas, irrigação, além da presença de plantas (PIRES et al., 2003).

Nesse sentido, as pesquisas que se voltam para busca de alternativas ao uso de herbicidas, juntamente com técnicas para acelerarem sua degradação no ambiente, constituem prioridades na área de sustentabilidade ambiental.

No caso particular de herbicidas lixiviáveis uma proposta em potencial seria o uso de espécies arbóreas desenvolvidas à jusante das áreas agrícolas, preferencialmente em barreiras próximas ou contidas nas matas ciliares, nas quais, tendo o potencial remediador, usariam de mecanismos da fitorremediação, como a rizofiltração, na adsorção ou precipitação do contaminante no meio aquoso (GRATÃO et al.,2005). Neste caso a escolha da espécie arbórea é de fundamental importância. A caracterização da área; estimativa do tempo requerido para fitorremediação com base nas características da área e da espécie vegetal escolhida e o destino do contaminante e seus metabólitos no corpo da planta (MARQUES et al., 2011), são fatores relevantes nesses estudos.

Com essa hipótese, espécies tolerantes aos referidos produtos e com capacidade para diminuição de seus resíduos, evitariam ou, pelo menos, diminuiriam, a quantidade efetiva desses compostos nos cursos hídricos.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi o de avaliar o potencial de espécies florestais para remediação de substrato contaminado com atrazine e 2,4-D, em ambiente simulando as condições de contaminação de um lençol freático.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Grupo de Pesquisa Manejo Sustentável de Plantas Daninhas (MaSPD) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Diamantina-MG. As espécies vegetais nativas utilizadas foram adquiridas no Horto do Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Diamantina-MG, com cerca de seis a oito meses de idade, em fase inicial de crescimento, com altura padronizada e número de folhas aproximado entre elas.

Foram avaliados 36 tratamentos compostos pela combinação das 12 espécies florestais [*Inga marginata* (ingá), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Handroanthus serratifolius* (ipê amarelo), *Jacaranda puberula* (carobinha), *Cedrela fissilis* (cedro), *Calophyllum brasiliensis* (landin), *Psidium mirsinoides* (goiabinha), *Tibouchina glandulosa* (quaresmeira), *Caesalpinia férrea* (pau-ferro), *Caesalpinia pluviosa* (sibipiruna), *Terminalia argentea* (capitão) e *Schinopsis brasiliensis* (braúna)] e por três soluções simulando o composto lixiviado (atrazine, 2,4-D e água - controle), com quatro repetições cada tratamento, em delineamento em blocos ao acaso.

As espécies foram plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 8 dm<sup>3</sup> e área de 0,0314 m<sup>2</sup>, contendo como substrato amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilo-arenosa, proveniente do campus da UFVJM, coletado em camada de 0-20 cm, em área não cultivada e que não havia histórico de contaminação por herbicidas.. A adubação foi feita conforme necessidade do solo, observada por meio da análise química, que consistiu da aplicação

de 8 Kg/m<sup>3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de super fosfato simples, 0,8 Kg/m<sup>3</sup> de N em sulfato de amônio e 0,4 Kg/m<sup>2</sup> de K<sub>2</sub>O com o cloreto de potássio (CANTARUTTI et al, 2007).

A dose total proposta para os herbicidas foi fracionada em três aplicações com intervalos de 20 dias (aos 60, 80 e 100 dias após o plantio das mudas), sendo cada aplicação correspondente a metade da dose comercial da formulação Primóleo® (2,5 l ha<sup>-1</sup>), o que corresponde a 1,25 kg ha<sup>-1</sup> de atrazine, e metade da dose comercial da formulação DMA 806 BR® (0,5 l ha<sup>-1</sup>) que corresponde a 0,4 kg ha<sup>-1</sup> de 2,4-D. Esse fracionamento foi feito a fim de simular a lixiviação dos herbicidas a jusante da área de aplicação, uma vez que estes não alcançam o lençol freático em sua totalidade. As aplicações foram feitas por meio do uso de micropipetas com ajuste manual, de forma a direcionar as alíquotas diretamente em pratos de contenção de água colocados sob os vasos, com o intuito de simular a absorção de água pela raiz a partir de um lençol freático contaminado pelo herbicida. Para a irrigação durante toda a condução do experimento a água também foi depositada nos pratos de contenção, não ultrapassando sua capacidade de campo.k

Aos 60 dias após a terceira aplicação dos herbicidas, todo o material vegetal foi colhido, separado (em raízes, caules e folhas) e posteriormente desidratado em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C, até atingir massa constante para a determinação dos dos teores de nutrientes nas folhas, as amostras foram submetidas ao processo de digestão sulfúrica, seguida pela destilação e titulação, no intuito de quantificar o teor de nitrogênio; e digestão nitroperclórica, sendo que a leitura do fósforo foi feita por colorimetria pelo método da vitamina C, com espectrofotômetro (BRAGA & DEFELIPO, 1974), e o potássio em fotometria de chama de acordo com Malavolta (1980). Para a interpretação dos resultados foi calculado o teor, conteúdo total e conteúdo relativo dos nutrientes na parte aérea das plantas. Procedeu-se com a análise de variância dos dados sendo as médias entre as espécies, quando significativas, agrupadas segundo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, e as médias entre os herbicidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O conteúdo relativo de macronutrientes (Tabela 1) mostrou que a maioria das espécies apresentou incrementos em N, P e K em relação às suas testemunhas, fato este interessante uma vez que estas mudas foram submetidas á ação de herbicidas e mesmo assim obtiveram melhor aproveitamento nutricional.

De maneira geral pode-se observar que as espécies dos estádios sucessionais iniciais possuem maior capacidade de absorção de nutrientes relativamente àquelas dos estádios sucessionais subseqüentes, característica intimamente relacionada com o potencial de crescimento, maior desenvolvimento e densidade de raízes finas e do maior potencial na taxa de síntese de biomassa (GONÇALVES et al., 1992, FURTINI NETO et al., 2000).

Assim tem-se a resposta de que as espécies sobreviveram à presença das moléculas de atrazine e 2,4-D. Contudo, ipê amarelo e cedro foram mais susceptíveis aos produtos, de maneira geral. Ambas

pertencem ao grupo ecológico das secundárias (BUDOWSKI, 1965; CARVALHO, 2003), o que poderia ser uma das razões da baixa intolerância, pois são espécies de crescimento tardio e levam mais tempo para se estabelecerem (GOMIDE, 1997). Por outro lado, o ingá e carobinha obtiveram respostas positivas à aplicação dos herbicidas, o que pode ser explicado pelo fato destas espécies pertencerem ao grupo das pioneiras e possuir um crescimento mais rápido, sistema radicular mais desenvolvido e maior poder de absorção de nutrientes do que as secundárias (POGGIANI & SCHUMACHER, 2004), garantindo a estas mudas melhor desempenho nos primeiros meses.

Tabela 1. Conteúdo Relativo de macronutrientes da parte aérea de espécies florestais, cultivadas em vasos, sob o efeito da absorção dos herbicidas atrazine e 2,4-D, em relação ao controle.

Espécies	Conteúdo Relativo de N		Conteúdo Relativo de P		Conteúdo Relativo de K	
	<b>atrazine</b>	<b>2,4-D</b>	<b>atrazine</b>	<b>2,4-D</b>	<b>atrazine</b>	<b>2,4-D</b>
Ingá	1,03 bA	1,20 bA	1,23 bA	1,70 aA	0,87 cA	0,84 aA
Guapuruvu	1,59 bA	1,07 bA	3,69 aA	1,52 aB	2,55 aA	1,14 aB
Capitão	1,22 bA	0,86 bA	1,18 bA	1,18 bA	1,19 cA	1,07 aA
Quaresmeira	1,34 bA	1,08 bA	1,66 bA	1,03 bA	1,52 bA	0,98 aA
Carobinha	1,17 bA	1,15 bA	0,58 cA	0,66 bA	0,83 cA	1,14 aA
Cedro	1,44 bA	0,73 bA	1,51 bA	1,22 bA	1,03 cA	0,83 aA
Landim	2,52 aA	1,26 bA	2,88 aA	0,98 bB	2,41 aA	1,00 aB
Goiabinha	2,84 aA	2,07 bA	1,95 bA	2,30 aA	1,67 bA	1,56 bA
Pau-Ferro	1,14 bB	4,06 aA	1,45 bA	0,78 bA	1,04 cB	2,28 aA
Sibipiruna	1,36 bA	1,02 bA	1,81 bA	1,74 aA	1,70 bA	1,31 aA
Ipê amarelo	1,60 bA	1,16 bA	0,33 cA	0,98 bA	0,27 dA	0,74 aA
Braúna	2,11 aA	0,63 bB	1,58 bA	0,14 bB	1,03 cA	0,32 aB
CV(%)	<b>59,02</b>		<b>46,74</b>		<b>34,38</b>	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si segundo critério de agrupamento de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES

Verificou-se incremento por parte da maioria das espécies em macronutrientes mesmo submetidas á aplicação dos herbicidas. Comprovando o potencial de fitorremediação.

## AGRADECIMENTO

CNPq, CAPES, FAPEMIG e UFVJM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, p,73-85, 1974.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CANTARUTTI, R.B; BARROS, N.F; MARTINEZ, H.E.P;NOVAIS,R.F.Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes.In:NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.;BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.(Eds). *Fertilidade do solo*. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p. 769-850.

GRATÃO, P. L., PRASAD, M. N. V., CARDOSO, P. F., LEA, P. J. & AZEVEDO, R.A. Phytoremediation: green technology for the cleanup of toxic metals in the environment. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 53-64, 2005

GOMIDE, G.L.A. *Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no estado do Amapá*. 1997.181f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.

GONÇALVES, J.L.de M., KAGEYAMA, P.Y., FREIXÊDAS, V.M., GONÇALVES, J.C., GERES W.L.de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.463-468.

LAVORENTI, F.P. & REGITANO, J.B. "*Comportamento de pesticidas em Solos*" in Tópicos em Ciência do Solo - Vol. 3 - Fundamentos. 2003.

MARQUES, M; AGUIAR, C. R. C; SILVA, J. J. L. S. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.1-11. fev.2011.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A. et al. Fitorremediação de solos contaminados por herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, p. 335-341, 2003.

POGGIANI, F. & SCHUMACHER, M. V. Nutrient cycling in native forests. In: GONÇALVES, J.L.M. e BENEDETTI, V. (orgs). **Forest nutrition and fertilization**. Instituto de Pesquisas Florestais e Estudos Florestais, Piracicaba, p.285-305. 2004.