

# SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM MUDAS DAS ESPÉCIES NATIVAS *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (FABACEAE), *Ceiba speciosa* E *Luehea divaricata* (MALVACEAE)<sup>1</sup>

*Herbicides Selectivity on Seedlings of Native Species Acacia polyphylla, Enterolobium contortisiliquum (Fabaceae), Ceiba speciosa and Luehea divaricata (Malvaceae)*

MONQUERO, P.A.<sup>2</sup>, PENHA, A.S.<sup>2</sup>, ORZARI, I.<sup>3</sup> e HIRATA, A.C.S.<sup>4</sup>

RESUMO - Este trabalho avaliou a seletividade de herbicidas sobre espécies nativas de florestas estacionais semidecíduais de São Paulo, amplamente utilizadas em projetos de restauração de ecossistemas naturais degradados: *Acacia polyphylla* e *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), e *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (Malvaceae). Os tratamentos consistiram de uma testemunha sem herbicida e da aplicação de herbicidas imazapyr (125, 250, 500, 1.000, 2.000 e 3.000 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (100, 200, 400, 800, 1.400 e 2.400 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate (90, 180, 360, 720, 1.440 e 2.160 g ha<sup>-1</sup>) e metribuzin (360, 720, 1.920, 2.880, 5.760 e 8.400 g ha<sup>-1</sup>). Foram avaliados os sintomas de fitotoxicidade aos 30 dias após aplicação (DAA) e a biomassa seca da parte aérea. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Cada parcela experimental foi constituída de uma muda com 30 cm de altura. Os resultados permitem concluir que, entre os herbicidas testados, o glyphosate foi o menos seletivo às espécies arbóreas, razão pela qual são sugeridas aplicações dirigidas desse produto. As espécies estudadas diferiram em relação à seletividade dos herbicidas avaliados. Para *C. speciosa*, o imazapyr foi o herbicida mais seletivo, seguido do sulfentrazone. O herbicida metribuzin foi seletivo para *A. polyphylla*. Quanto a *E. contortisiliquum*, o metribuzin foi menos tóxico, seguido pelo sulfentrazone. Para *L. divaricata*, somente o herbicida sulfentrazone foi seletivo.

**Palavras-chave:** áreas degradadas, competição, floresta tropical, fitotoxicidade, manejo.

**ABSTRACT-** We aimed to evaluate the selectivity of the herbicides imazapyr, glyphosate, metribuzin, and sulfentrazone, when applied on four native species of semideciduous forests from southeastern Brazil: *Acacia polyphylla* and *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), and *Ceiba speciosa* and *Luehea divaricata* (Malvaceae). We did a randomized design with four replicates per treatment: the application of imazapyr (125, 250, 500, 1000, 2000 and 3000 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (100, 200, 400, 800, 1400 and 2400 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate (90, 180, 360, 720, 1440 and 2160 g ha<sup>-1</sup>), and metribuzin (360, 720, 1,920, 2880, 5760 and 8400 g ha<sup>-1</sup>), besides the control (without any herbicide). We evaluated phytotoxicity symptoms 30 days after application (DAA), and also dry biomass of leaves. Experimental plot comprised one seedling with 30 cm height. We concluded that glyphosate showed the lowest selectivity in relation to four tree species; therefore, we suggest that its application could be done through direct applications. Behavior of four tree species varied in relation to selectivity of herbicides. For *C. speciosa*, imazapyr was the most selective herbicide, followed by sulfentrazone. Metribuzin was selective for *A. polyphylla*. In relation to *E. contortisiliquum*, metribuzin presented the lowest phytotoxicity, followed by sulfentrazone. For *L. divaricata*, only sulfentrazone showed selectiveness.

**Keywords:** competition, degraded area, phytotoxicity, selectiveness, herbicides, tropical forest.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 2.8.2010 e na forma revisada em 18.2.2011.

<sup>2</sup> Professoras Adjuntas do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Anhanguera, Km 174, Caixa Postal 153, Araras-SP, <pamonque@cca.ufscar.br>, <penha.alessandra@gmail.com>; <sup>3</sup> Aluna de graduação do Centro de Ciências Agrárias, <bel\_orzari@gmail.com>; <sup>4</sup> Pesquisadora do APTA/Polo Regional da Alta Sorocabana, <andriacs@apta.sp.gov.br>.



## INTRODUÇÃO

As florestas estacionais semidecíduais do interior do Estado de São Paulo possuem elevada riqueza de espécies (Grombone-Guaratini et al., 2008) e se encontram fortemente fragmentadas devido a distúrbios, comprometendo a manutenção de sua diversidade (Alves & Metzger, 2006; Freitas et al., 2010). Por isso, experimentos que quantifiquem a eficiência de estratégias de manejo de florestas degradadas, incluindo sua avaliação temporal, são essenciais (Hardwick et al., 2004; Souza & Batista, 2004).

A adequação de estratégias de manejo vai ao encontro do paradigma da restauração ecológica, que assume que em longo prazo, os reflorestamentos devem ser autossustentáveis (Engel & Parrota, 2003). Dessa forma, o manejo deve gerar condições ambientais que promovam a retomada o mais próximo possível de seus atributos ecológicos originais (Kennard & Gholz, 2001; Hardwick et al., 2004; Hooper et al., 2005). Logo, torna-se necessário compreender os mecanismos de desenvolvimento e sobrevivência de espécies nativas (Doust et al., 2008; Lacerda & Figueiredo, 2009). Em campo, é importante estabelecer indicadores sobre os efeitos de herbicidas (Gonçalves et al., 2003; Wilkins et al., 2003; Cornish & Burgin, 2005).

Até o momento, experimentos sobre a influência de herbicidas sobre espécies arbóreas estão voltados para as culturas de *Eucalyptus* (Toledo et al., 2000; Ferreira et al., 2009; Tuffi Santos et al., 2006) e de *Pinus* (Silva et al., 2000; Costa et al., 2002; Cantarelli et al., 2006). Sabe-se, porém, que o controle tardio de espécies daninhas em reflorestamentos com nativas pode prejudicar o seu sucesso (Park et al., 2005; Duncan, 2006; Doust et al., 2008). Nessas situações, o controle de plantas invasoras é realizado com métodos mecânicos ou químicos (Rodrigues et al., 2009; Bicalho et al., 2010), sendo que procedimentos legais para uso de herbicidas em reflorestamentos continuam vagos (Resolução SMA nº 08/2008; Resolução SMA nº 39/2010).

O glyphosate é o herbicida mais utilizado em reflorestamentos com espécies nativas (Gonçalves et al., 2003). Foi demonstrado maior êxito no controle de *Panicum maximum* em

reflorestamentos mistos, quando a diversidade de espécies nativas no sub-bosque era maior (Gonçalves et al., 1999). Em uso agrícola ou em monoculturas de arbóreas (Gonçalves et al., 1999; Tuffi Santos et al., 2006a), o glyphosate comporta-se de modo não seletivo, sem efeito residual no solo, exigindo aplicações repetidas (Bradshaw et al., 1997; Christoffoleti et al., 1998). Entretanto, é possível que ocorra tolerância e retardo no crescimento de mudas de plantas nativas (Cornish & Burgin, 2005). Para *Parkia multijuga*, a tolerância ao glyphosate ocorreu até 360 g ha<sup>-1</sup>, e a dose de 720 g ha<sup>-1</sup> provocou efeito negativo no crescimento das plantas (Yamashita et al., 2006). Padrão semelhante foi quantificado para espécies de *Eucalyptus* (Tuffi Santos et al., 2006a,b).

Assim, herbicidas alternativos e que eventualmente apresentem seletividade diferenciada sobre espécies nativas em reflorestamentos devem ser testados, na expectativa de minimizar efeitos residuais nas plantas e em solos (Ngoze et al., 2008; Dawson et al., 2009). Esses testes ainda são limitados, dada a elevada riqueza de espécies que ocorrem em florestas estacionais semidecíduais, associada à variação nas propriedades químicas dos herbicidas. Por exemplo, o uso de diferentes doses de sethoxydin, isoxaflutole e bentazon, aplicados em pós-emergência nas espécies florestais *Senna multijuga*, *Croton urucurana* e *Guazuma ulmifolia*, não provocou a morte de mudas; o sethoxydin não reduziu a massa de matéria seca de suas folhas, enquanto o isoxaflutole reduziu a massa seca das folhas das mudas das três espécies em 20% (Brancalion et al., 2009).

Duarte et al. (2006) verificaram a seletividade de herbicidas utilizados em áreas de *Eucalyptus* spp. sobre o crescimento de *Myracrodruon urundeuva*. O herbicida que apresentou maior fitotoxicidade e que comprometeu seu desenvolvimento foi o glyphosate nas doses de 1.440 e 2.880 g ha<sup>-1</sup>. Os herbicidas haloxyfop-methyl (120, 240 e 480 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (300, 600 e 1.200 g ha<sup>-1</sup>) e oxyfluorfen (720, 1.440 e 2.880 g ha<sup>-1</sup>) não comprometeram o desenvolvimento das mudas.

A identificação de tratamentos com herbicidas seletivos às espécies nativas possibilitará a adequação de métodos mais eficientes de

controle de plantas daninhas, com potencial de uso tanto na restauração florestal quanto em plantios comerciais e em sistemas agro-florestais (Brançalion et al., 2009). Nessa perspectiva, objetivou-se avaliar a seletividade dos herbicidas imazapyr, sulfentrazone, glyphosate e metribuzin sobre as espécies florestais *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus de Araras-SP, em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, além da testemunha (sem aplicação de herbicida). Cada parcela foi constituída por uma muda da espécie arbórea, com altura de 30 cm, aproximadamente, para que os herbicidas fossem aplicados. As mudas de *A. polyphylla*, *C. speciosa*, *E. contortisiliquum* e *L. divaricata* foram cultivadas em tubetes de polipropileno, preenchidos com substrato comercial: casca de *Pinus* bioestabilizada.

Os tratamentos consistiram de uma testemunha sem herbicida e da aplicação dos herbicidas imazapyr (125, 250, 500, 1.000, 2.000 e 3.000 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (100, 200, 400, 800, 1.400 e 2.400 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate (90, 180, 360, 720, 1.440 e 2.160 g ha<sup>-1</sup>) e metribuzin (360, 720, 1.920, 2.880, 5.760 e 8.400 g ha<sup>-1</sup>). Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub> a pressão constante de 245,16 kPa e barra de aplicação provida de bicos com pontas de pulverização do tipo leque 110.03. O volume de calda utilizado foi de 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. A umidade relativa do ar durante a aplicação era de 80,4% e a temperatura ambiente, de 27,8 °C. Após 24 horas da aplicação dos herbicidas, as plantas foram realocadas à casa de vegetação, sendo irrigadas duas vezes ao dia (20 mm por dia). A seletividade dos herbicidas foi avaliada aos 30 dias após aplicação (DAA), por meio de uma escala percentual de notas, em que zero corresponde a nenhuma injúria e 100 à morte das plantas (Alam, 1974). Aos 35 DAA, a parte aérea das espécies arbóreas foi cortada rente ao solo e levada à estufa com circulação

forçada de ar em temperatura constante (70 °C) por 72 horas, para determinação da biomassa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão linear, considerando distribuição normal dos dados e variâncias desiguais (Zar, 1999). As curvas de regressão foram ajustadas, utilizando-se o aplicativo Sigmaplot. Nos casos em que as médias de biomassa seca da parte aérea apresentavam diferenças significativas, procedeu-se à comparação entre médias, por meio do teste de Tukey (p < 0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tocante a *C. speciosa*, entre os herbicidas avaliados, imazapyr e sulfentrazone foram os mais seletivos em relação à fitotoxicidade (Figura 1). O glyphosate apresentou os maiores valores de fitotoxicidade, e a dose de 90 g ha<sup>-1</sup> ocasionou cerca de 40% de injúrias às mudas (Figura 1). O sintoma mais evidente de fitotoxicidade foi a clorose generalizada, que progrediu para necrose nas maiores doses.

Os dados de biomassa seca da parte aérea de *C. speciosa* (Tabela 1) indicam impacto de glyphosate nas maiores doses. Nesse sentido, já foi verificado que mudas de *Eucalyptus* submetidas a doses acima de 86,4 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate tiveram seu crescimento afetado, resultando em menor altura, diâmetro do caule e massa seca aos 45 DAA (Tuffi Santos et al., 2006a). Semelhantemente, para *Schilozobium amazonicum* e *Ceiba pentandra*, a aplicação de glyphosate (360 g ha<sup>-1</sup>) e 2,4-D (335 g ha<sup>-1</sup> e 670 g ha<sup>-1</sup>), isolados ou em mistura, prejudicou seu desenvolvimento inicial (Yamashita et al., 2009). Nesses casos, apesar da tolerância de ambas as espécies à menor dose de glyphosate (180 g ha<sup>-1</sup>), ambos os herbicidas provocam danos significativos, sendo sugerida a aplicação em jato dirigido.

A aplicação da dose recomendada do herbicida imazapyr (500 g ha<sup>-1</sup>) pode ser considerada seletiva às mudas de *C. speciosa*, uma vez que foi observada leve clorose nas folhas atingidas (30%), não inibindo a emissão de novas folhas ou a recuperação das plantas. Já a maior dose (3.000 g ha<sup>-1</sup>) ocasionou fitotoxicidade de 60%, com necrose e deformação de folhas e brotos (Figura 1).



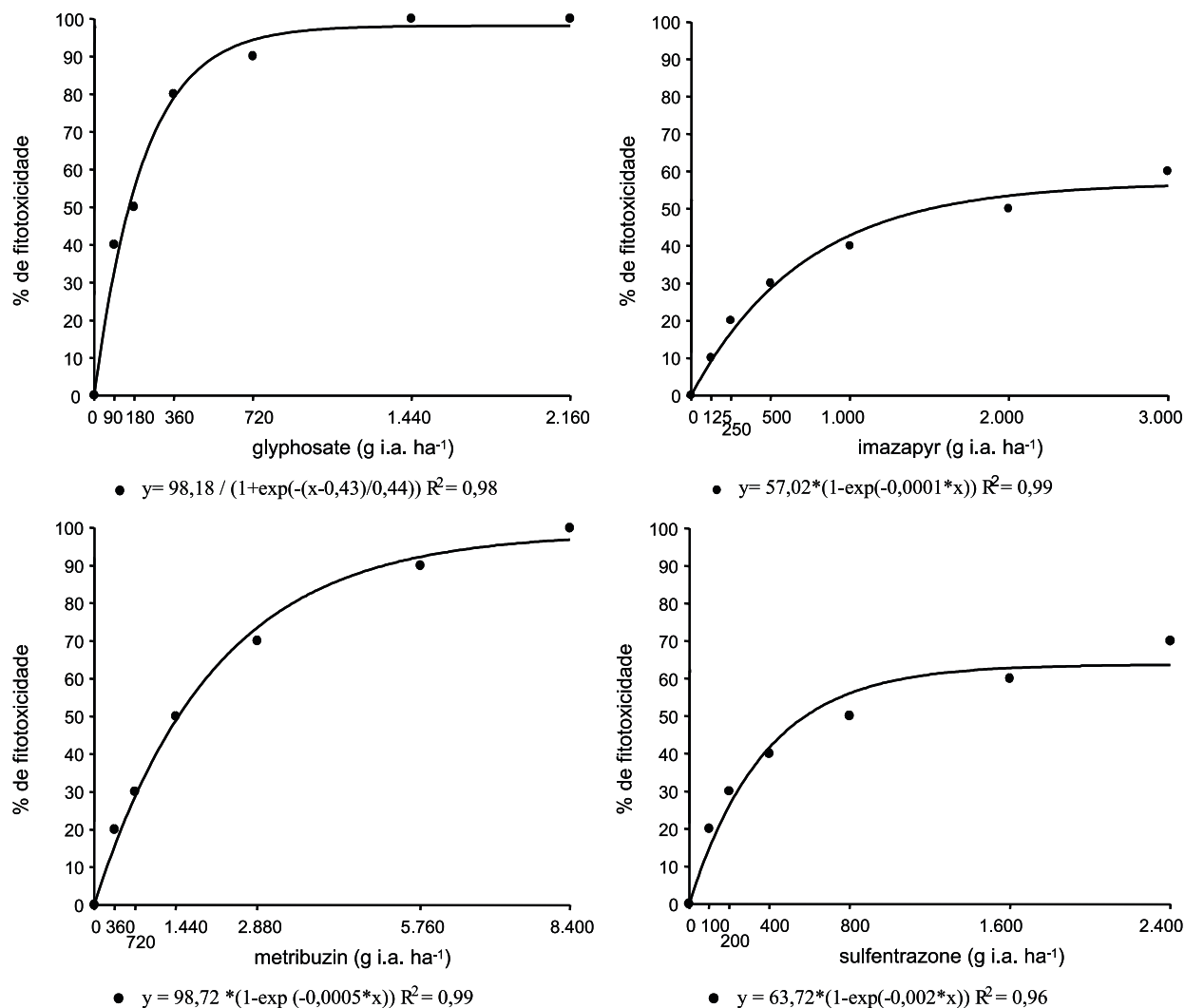


Figura 1 - Fitotoxicidade dos herbicidas glyphosate, imazapyr, metribuzin e sulfentrazone em mudas de *C. speciosa*.

Tabela 1 - Biomassa seca da parte aérea de *C. speciosa*, *A. polyphylla*, *E. contortisiliquum* e *L. divaricata* aos 35 DAA do herbicida glyphosate

Tratamento	<i>C. speciosa</i>	<i>A. polyphylla</i>	<i>E. contortisiliquum</i>	<i>L. divaricata</i>
Glyphosate (g i.a ha <sup>-1</sup> )	Biomassa da parte aérea (g)			
90	2,80 a	1,78 a	1,63 a	1,26 b
180	2,35 ab	0,78 bc	1,00 abc	1,26 b
360	1,80 bc	0,96 b	0,97 abc	0,95 bc
720	1,50 c	0,67 bc	0,62 bc	0,60 bc
1.140	1,24 cd	0,64 bc	0,45 c	0,42 c
2.160	0,74 d	0,52 c	0,31 c	0,29 c
Testemunha	2,96 a	1,83 a	1,41 ab	2,26 a
CV (%)	15,39	16,46	40,35	30,67
DMS 5%	0,68	0,37	0,84	0,71

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Na Tabela 2, os dados de biomassa seca evidenciam que as aplicações de 125, 250 e 500 g ha<sup>-1</sup> não diferiram da testemunha sem aplicação de herbicida no acúmulo de biomassa seca. Esse padrão foi semelhante ao verificado para mudas com 15 cm de altura de *Pinus taeda*, *P. caribae* var. *hondurensis*, *P. patula* var. *tecunumani*, em que a aplicação de imazapyr na dose de 375 g ha<sup>-1</sup> resultou em manchas necróticas no meristema apical; esses sintomas fitotóxicos desapareceram aos 25 DAA (Silva et al., 2000).

O sulfentrazone apresentou padrão similar ao imazapyr, causando leve fitotoxicidade na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> (40%). Quando aplicado na dose de 1.600 g ha<sup>-1</sup> (seis vezes a recomendada), a fitotoxicidade chegou a 70%, com

clorose generalizada e necrose em algumas folhas, culminando na redução da biomassa da parte aérea (Tabela 3).

A fitotoxicidade de *C. speciosa* foi maior com a aplicação do herbicida metribuzin a partir do dobro da dose recomendada. O uso de 5.760 e 8.400 g ha<sup>-1</sup> provocou fitotoxicidade de 90 e 100%, respectivamente (Figura 1), o que se refletiu na biomassa da parte aérea; o metribuzin na dose de 5.760 g ha<sup>-1</sup> promoveu redução da biomassa em torno de 66% (Tabela 4).

Na Figura 2, observam-se os resultados de fitotoxicidade para *A. polyphylla*, provocada pelos herbicidas, indicando, de maneira geral, suscetibilidade. O herbicida glyphosate

**Tabela 2** - Biomassa seca da parte aérea de *C. speciosa*, *A. polyphylla*, *E. contortisiliquum* e *L. divaricata* aos 35 DAA do herbicida imazapyr

Tratamento	<i>C. speciosa</i>	<i>A. polyphylla</i>	<i>E. contortisiliquum</i>	<i>L. divaricata</i>
Imazapyr (g i.a ha <sup>-1</sup> )	Biomassa da parte aérea (g)			
125	2,88 a	1,38 ab	1,73 a	1,83 a
250	2,09 ab	1,39 ab	1,28 b	1,72 a
500	2,36 ab	0,92 bc	0,78 c	0,92 b
1.000	2,05 b	0,74 c	0,63 c	0,51 b
2.000	2,04 b	0,61 c	0,45 c	0,39 b
3.000	1,90 b	0,46 c	0,38 c	0,37 b
Testemunha	2,96 a	1,83 a	1,91 a	2,26 a
CV (%)	17,54	21,31	17,82	25,84
DMS 5%	0,88	0,51	0,42	

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

**Tabela 3** - Biomassa seca da parte aérea de *C. speciosa*, *A. polyphylla*, *E. contortisiliquum* e *L. divaricata* aos 35 DAA do herbicida sulfentrazone

Tratamento	<i>C. speciosa</i>	<i>A. polyphylla</i>	<i>E. contortisiliquum</i>	<i>L. divaricata</i>
Sulfentrazone (g i.a ha <sup>-1</sup> )	Biomassa da parte aérea (g)			
100	2,71 a	1,82 a	1,64 a	1,76 ab
200	2,28 a	1,39 b	1,51 a	1,73 ab
400	2,23 a	1,21 b	1,05 b	1,41 b
800	2,02 a	1,08 b	0,83 bc	1,35 b
1.600	2,63 a	0,65 c	0,55 cd	1,30 b
2.400	1,10 b	0,59 c	0,33 d	1,06 b
Testemunha	2,96 a	1,83 a	1,90 a	2,26 a
CV (%)	18,08	12,52	16,07	21,75
DMS 5%	1,01	0,38	0,41	0,80

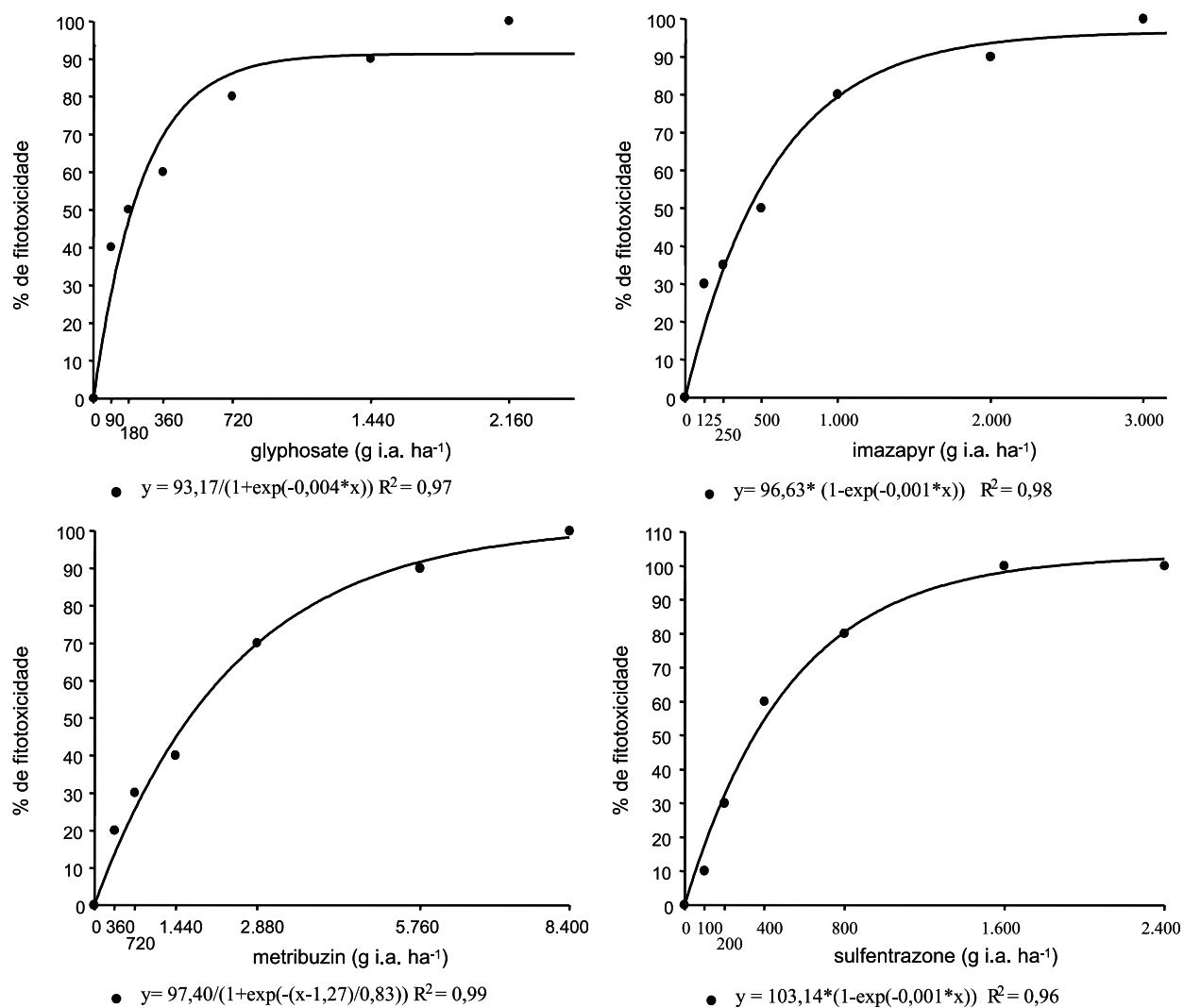
Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).



**Tabela 4** - Biomassa seca da parte aérea de *C. speciosa*, *A. polyphylla*, *E. contortisiliquum* e *L. divaricata* aos 35 DAA do herbicida metribuzin

Tratamento	<i>C. speciosa</i>	<i>A. polyphylla</i>	<i>E. contortisiliquum</i>	<i>L. divaricata</i>
Metribuzin (g i.a ha <sup>-1</sup> )	Biomassa da parte aérea (g)			
360	2,82 a	1,41 a	1,66 a	1,44 b
720	2,82 a	1,41 a	1,54 a	1,18 bc
1.440	2,01 a	1,37 a	0,82 b	0,92 bcd
2.880	1,86 bc	1,25 ab	0,69 b	0,59 cd
5.760	1,33 cd	0,72 bc	0,43 b	0,55 cd
8.400	0,94 d	0,47 c	0,36 b	0,42 d
Testemunha	2,96 a	1,83 a	1,91 a	2,28 a
CV (%)	12,35	22,31	20,72	30,79
DMS 5%	0,60	0,62	0,50	0,74

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).



**Figura 2** - Fitotoxicidade dos herbicidas glyphosate, imazapyr, metribuzin e sulfentrazone em mudas de *A. polyphylla*.

causou prejuízos à mudas em todas as doses, e na dose de 360 g ha<sup>-1</sup> houve fitotoxicidade de 60%. As doses de 1.440 e 2.160 g ha<sup>-1</sup> provocaram necrose nas mudas, com 100% de fitotoxicidade. A biomassa seca não foi reduzida significativamente na dose de 90 g ha<sup>-1</sup>, em relação à testemunha (Tabela 1); todavia, diminuiu significativamente a partir de 180 g ha<sup>-1</sup>.

O imazapyr foi menos fitotóxico para *A. polyphylla*, quando comparado ao glyphosate. Na aplicação da dose de 500 g ha<sup>-1</sup>, a fitotoxicidade foi de 50%. Quanto à biomassa seca (Tabela 2), as doses de 125 e 250 g ha<sup>-1</sup> não diferiram significativamente em relação à

testemunha. Doses acima de 2.000 g ha<sup>-1</sup> foram deletérias à espécie: foi verificada necrose das folhas, que gerou, conseqüentemente, diminuição da biomassa. O sulfentrazone causou fitotoxicidade de 40% na dose de 400 g ha<sup>-1</sup> e de 50% na dose de 800 g ha<sup>-1</sup>. A aplicação da maior dose (2.400 g ha<sup>-1</sup>) provocou 70% de fitotoxicidade, promovendo a necrose das regiões meristemáticas, o que também se refletiu em menor biomassa seca da parte aérea (Tabela 3).

O metribuzin foi o herbicida menos fitotóxico a *A. polyphylla* na dose de 1.440 g ha<sup>-1</sup>, com cerca de 40% de fitotoxicidade, não diferindo da testemunha quanto à biomassa.

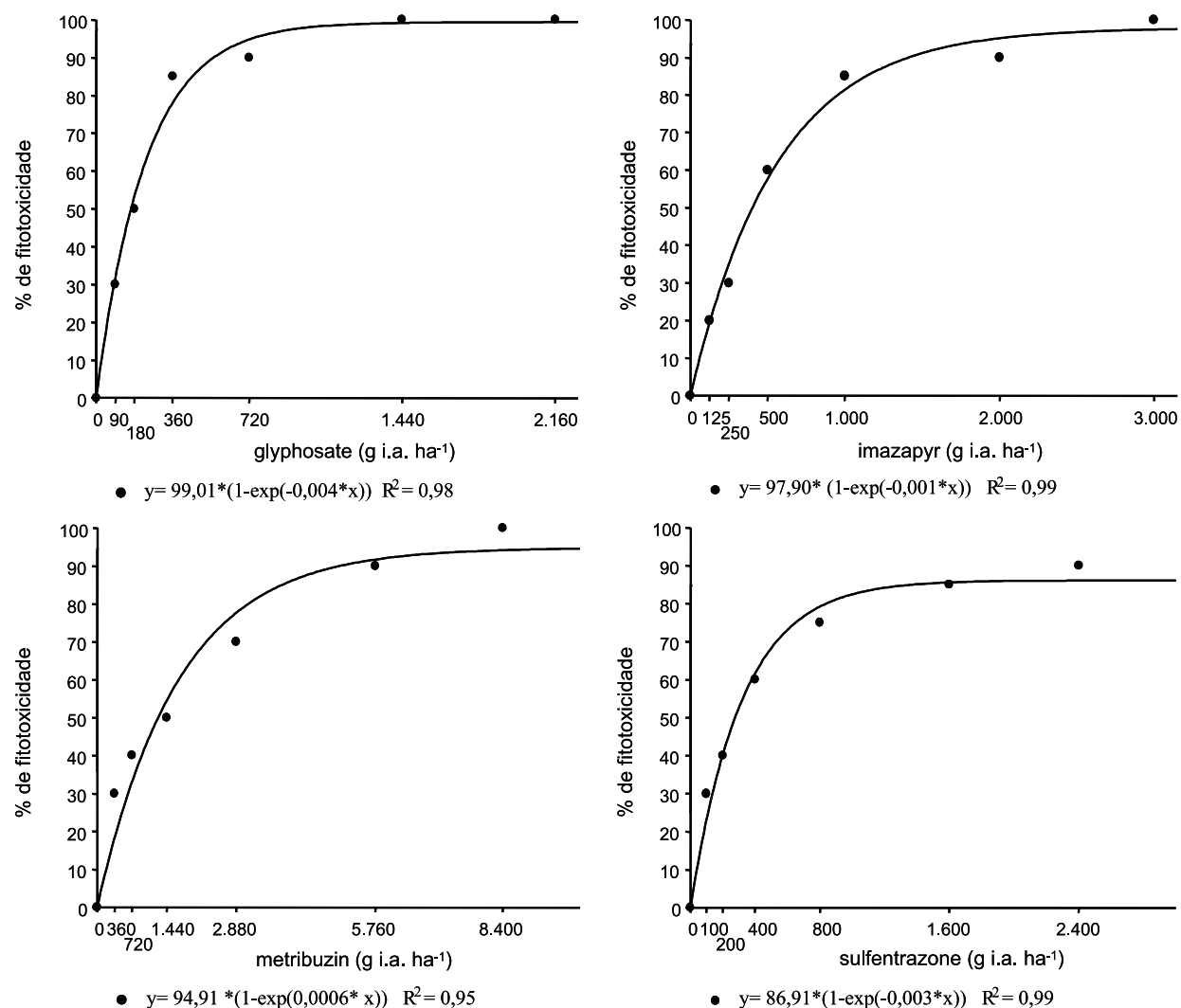


Figura 3 - Fitotoxicidade dos herbicidas glyphosate, imazapyr, metribuzin e sulfentrazone em mudas de *E. contortisiliquum*.



A partir de 2880 g ha<sup>-1</sup>, verificou-se interferência negativa no acúmulo de biomassa e 70% de injúrias nas mudas (Tabela 4).

Para *E. contortisiliquum* (Figura 3), a aplicação de glyphosate na dose de 360 g ha<sup>-1</sup> causou mais de 80% de fitotoxicidade. Todavia, em termos de biomassa seca da parte aérea, os tratamentos com as doses de 720, 1.440 e 2.160 g ha<sup>-1</sup> diferiram significativamente em relação à testemunha (Tabela 1). Já foi demonstrado que as plantas de algumas espécies arbóreas se recuperam quando tratadas com doses reduzidas de glyphosate. Por exemplo, foi observado que a dose de 360 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, aos 28 DAA, causou

clorose nas folhas de *Ceiba pentandra* (35,6% de fitotoxicidade) e de *Schizolobium amazonicum* (46,2% de fitotoxicidade), além de redução na altura das plantas de ambas as espécies (Yamashita et al., 2009). Em outros testes, doses de glyphosate de até 240 g ha<sup>-1</sup> não provocaram injúrias em algumas espécies de *Eucalyptus* (Tuffi Santos et al., 2006a), enquanto doses de 144 g ha<sup>-1</sup> não prejudicaram algumas espécies de *Pinus* (Chakravarty & Chatarpaul, 1990).

Os herbicidas imazapyr (500 g ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (400 g ha<sup>-1</sup>) apresentaram fitotoxicidade de cerca de 60% para *E. contortisiliquum*. O metribuzin foi o menos

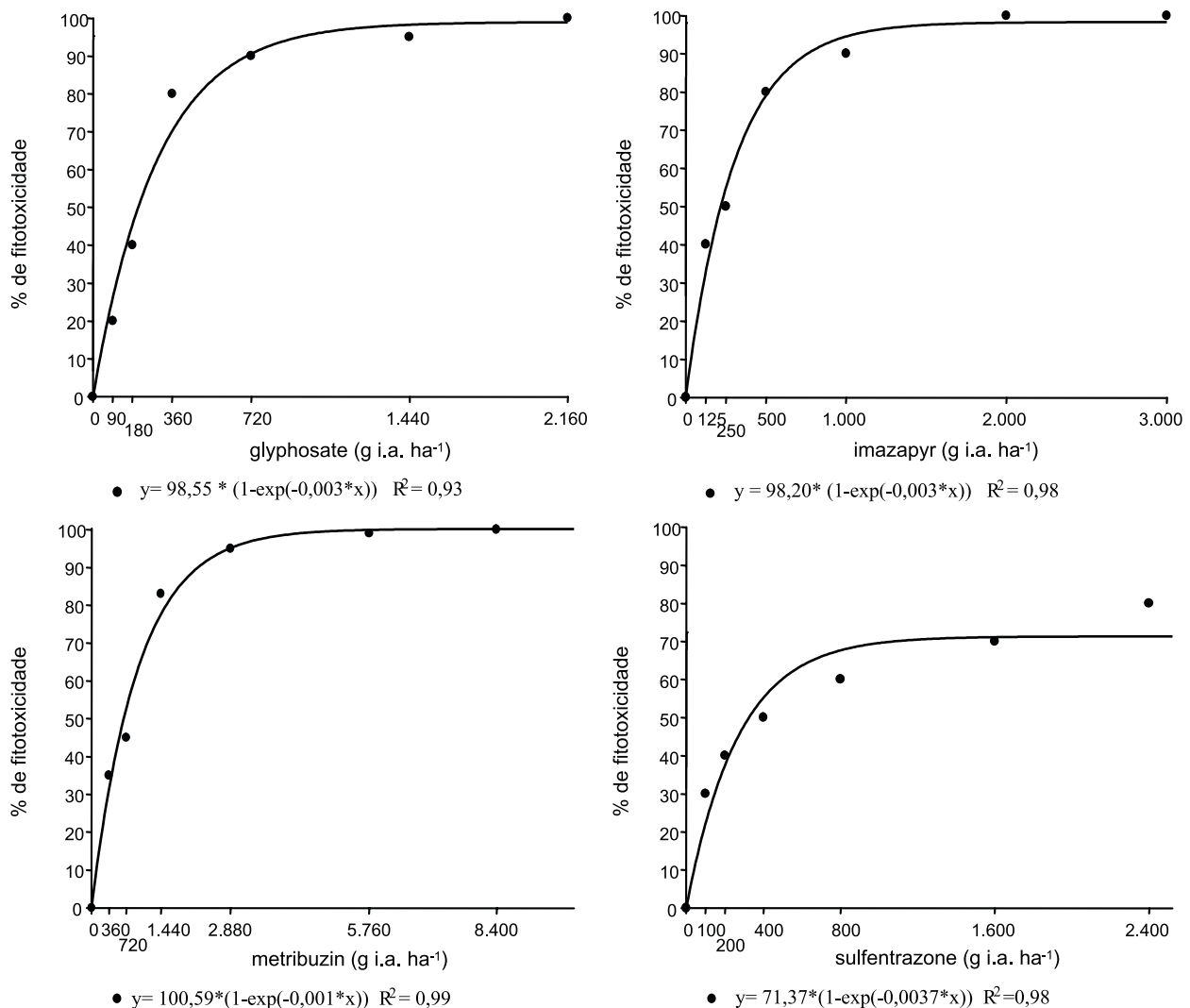


Figura 4 - Fitotoxicidade dos herbicidas glyphosate, imazapyr, metribuzin e sulfentrazone em mudas de *L. divaricata*.



fitotóxico, gerando cerca de 50% de fitotoxicidade na dose recomendada (1.440 g ha<sup>-1</sup>). Em relação à biomassa seca, não diferiram da testemunha sem herbicida apenas os tratamentos com 100 e 200 g ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone, 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> de metribuzin e 125 g ha<sup>-1</sup> de imazapyr (Tabelas 2 a 4).

Para *L. divaricata* (Figura 4), a aplicação de sulfentrazone causou 50% de fitotoxicidade na dose de 400 g ha<sup>-1</sup>. Os demais herbicidas provocaram fitotoxicidade em torno de 80% na dose recomendada, com necrose das folhas e ponteiros. Quanto à biomassa seca da parte aérea, houve diferenças significativas dos tratamentos com imazapyr somente nas doses de 125 e 250 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). As doses de 100 e 200 g ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone não diferiram em relação à testemunha (Tabela 3). Para glyphosate (Tabela 1) e metribuzin (Tabela 4), as maiores doses reduziram significativamente a produção de biomassa seca da parte aérea.

As diferentes concentrações dos herbicidas imazapyr, sulfentrazone, glyphosate e metribuzin, quando aplicados em pós-emergência inicial sobre mudas das quatro espécies arbóreas, afetaram sua sobrevivência de modo diferente. Dos herbicidas testados, o glyphosate foi o menos seletivo às espécies, sugerindo-se aplicações dirigidas desse produto. Para *C. speciosa*, o imazapyr foi o herbicida mais seletivo, seguido pelo sulfentrazone. O herbicida metribuzin foi seletivo para *A. polyphylla*. Quanto a *E. contortisiliquum*, o metribuzin foi menos fitotóxico, seguido pelo sulfentrazone. Para *L. divaricata*, somente o sulfentrazone foi seletivo.

## LITERATURA CITADA

- ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotrop.*, v. 6, 2006. <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00606022006>. Acesso em: 15 fev. 2011.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas. *ALAM*, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- BICALHO, S. T. T. et al. Herbicide distribution in soils of a riparian forest and neighboring sugar cane field. *Geoderma*, v. 158, n. 2, p. 392-397, 2010.
- BRADSHAW, L. D. et al. Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technol.*, v. 11, n. 1, p. 189-198, 1997.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.
- CANTARELLI, E. B. et al. Efeito do manejo de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de *Pinus taeda* em várzeas na Argentina. *R. Árvore*, v. 30, n. 5, p. 711-718, 2006.
- CHAKRAVARTY, P.; CHATARPAUL, L. Non-target effect of herbicides. II. The influence of glyphosate on ectomycorrhizal symbiosis of red pine *Pinus resinosa* under greenhouse and field conditions. *Pestic. Sci.*, v. 28, n. 4, p. 243-8, 1990.
- CHRISTOFOLLETTI, P. J. et al. **Controle de plantas daninhas em *Pinus taeda* através do herbicida imazapyr.** Piracicaba, IPEF, 1998. 13 p. (Circular Técnica IPEF, 187).
- CORNISH, P. S.; BURGIN, S. Residual effects of glyphosate herbicide in ecological restoration. *Restor. Ecol.*, v. 13, n. 4, p. 695-702, 2005.
- COSTA, E. A. D. et al. Eficiência de nova formulação do herbicida oxyfluorfen no controle de plantas daninhas em áreas de *Pinus caribea* Morelet var. *hondurensis* Barr. et Golf. *R. Árvore*, v. 26, n. 6, p. 683-689, 2002.
- DAWSON, L. K. et al. Managing genetic variation in tropical trees: linking knowledge with action in agroforestry ecosystems for improved conservation and enhanced livelihoods. *Biodiver. Conserv.*, v. 18, n. 4, p. 969-986, 2009.
- DOUST, S. J., ERSKINE, P. D., LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. *For. Ecol. Manag.*, v. 256, n. 5, p. 1178-1188, 2008.
- DUARTE, N. F. et al. Seletividade de herbicidas sobre *Myracrodruon urundeuva*. *Planta Daninha*, v. 24, n. 2, p. 329-337, 2006.
- DUNCAN, R. S. Tree recruitment from on-site versus off-site propagule sources during tropical forest succession. *New For.*, v. 31, n. 2, p. 131-150, 2006.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Eds.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. 26 p.
- FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. R. G.; DAL PIETRO, I. R. P. S. Distribuição da calda herbicida por pontas de pulverização agrícola utilizadas em áreas de reflorestamento com eucalipto. *Eng. Agríc.*, v. 29, n. 2, p. 267-276, 2009.



- FREITAS, S. R.; HAWBAKER, T. J.; METZGER, J. P. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian atlantic forest. **For. Ecol. Manag.**, v. 259, n. 3, p. 410-410, 2010.
- GONÇALVES, J.L.M. et al. Estabelecimento de reflorestamentos mistos com espécies típicas da mata atlântica, em função do cultivo mínimo ou intensivo do solo e do controle de plantas invasoras. **Revista Árvore**, v.23, n.3, p.259-270, 1999.
- GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA, J. L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y. (Eds.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003, p. 111-163.
- GROMBONE-GUARATINI, M. T. et al. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **R. Bras. Bot.**, v. 31, n. 2, p. 323-337, 2008.
- HARDWICK, K. et al. Research needs for restoring seasonal tropical forests in Thailand: accelerated natural regeneration. **New For.**, v. 27, n. 3, p. 285-302, 2004.
- HOOPER, E.; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. **J. Applied Ecol.**, v. 42, n. 3, p. 1165-1174, 2005.
- KENNARD, D. K.; GHOLZ, H. L. Effects of high- and low-intensity fires on soil properties and plant growth in a Bolivian dry forest. **Plant Soil**, v. 234, n. 1, p. 119-129, 2001.
- LACERDA, D. M. A.; FIGUEIREDO, P. S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda - MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amaz.**, v. 39, n. 4, p. 295-304, 2009.
- NGOZE, S. et al. Nutrient constraints to tropical agroecosystem productivity in long-term degrading soils. **Global Change Biol.**, v. 14, n. 12, p. 2810-2822, 2008.
- PARK, A. et al. Natural regeneration and environmental relationships of tree species in logging gaps in a Bolivian tropical forest. **For. Ecol. Manage.**, Amsterdam, v. 217, p. 147-157, 2005.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biol. Conserv.**, n. 142, p. 1242-1251, 2009.
- SILVA, W.; FERREIRA, L. R.; MELO, H. B. Tolerância de cinco espécies de *Pinus* a herbicidas. **R. Árvore**, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO SMA-039**. Define procedimentos específicos para instituição, compensação ou recomposição de reserva florestal, para fins de licenciamento ambiental, nos casos em que especifica. 19/05/2010.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO SMA-08**. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. 31/01/2008.
- SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **For. Ecol. Manag.**, v. 191, n. 1-3, p. 185-200, 2004.
- TOLEDO, R. E. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; PITELLI, R. 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.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006a.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 513-520, 2006b.
- WILKINS, S.; KEITH, D. A.; ADAM, P. Measuring success: evaluating the restoration of a grassy eucalypt woodland on the cumberland plain, Sydney, Australia. **Restor. Ecol.**, v. 11, n. 4, p. 489-503, 2003.
- YAMASHITA, O. M. et al. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies forestais. **Sci. For.**, v. 37, n. 4, p. 359-366, 2009.
- ZAR, H. J. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

