

## Efeitos da saturação hídrica, idade e volume radicular no crescimento inicial de quatro espécies florestais

E. L. N. Casemiro<sup>1</sup>, Ubirajara Contro Malavasi<sup>2</sup>, M. M. Malavasi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., Mestre Prod. Vegetal, Coopacol, Campo Mourão, PR.

<sup>2</sup>Prof. UNIOESTE, CCA, Marechal Cândido Rondon, PR, umala@unioeste.br.

Recebido em 27 de novembro de 2006

---

### Resumo

O estudo comparou o crescimento de mudas de *Cordia ecalyculata*, *Colubrina glandulosa*, *Croton urucurana*, e *Hovenia dulcis* submetidas a saturação hídrica por 60 dias. As sementeiras foram executadas de modo a obter mudas das quatro espécies com idades de 120, 150 e 180 dias que pudessem ser submetidas concomitantemente à saturação hídrica. Mudas de sobrasil expresaram o maior incremento em diâmetro. Os maiores incrementos em altura foram quantificados com mudas de uva-do-japão (19,74 cm) e sanga-d'água (20,02 cm) sob condição de saturação hídrica. Nesta mesma condição, mudas de sobrasil e café-de-bugre resultaram em uma redução na massa seca da raiz enquanto que mudas de sanga-d'água e uva-japonesa apresentaram acréscimos. Mudas de tubetes com 300 cm<sup>3</sup> apresentaram maior acúmulo de massa seca de folhas do que as de tubetes com 180 cm<sup>3</sup>.

**Palavras-chaves:** restrição radicular, encharcamento, tamanho do tubete.

---

### Effects of water saturation, age and root volume on the initial seedling growth of four tree species.

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of water saturation upon initial seedling growth of four tree species. Tested species included *Cordia ecalyculata* Vell. (café-de-bugre), *Colubrina glandulosa* Perk. (sobrasil), *Croton urucurana* Baill. (sanga-d'água), and *Hovenia dulcis* (uva-japonesa). The study was conducted as a complete randomized block design composed by seedling of 4 species, 3 lengths of seedling growth (180, 150, and 120 days after transplanting to seedling container), 2 container sizes (300 and 180 cm<sup>3</sup>), and 2 root growth conditions (with and without water saturation for 60 days). Sobrasil seedlings expressed the highest increment in root collar. The highest increments in height were measure in uva-do-japão (19.74 cm) and sanga-d'água (20.02 cm) seedlings under saturated root condition. Under saturation condition seedlings of sobrasil and café-de-bugre reduced their root dry weight while seedlings of sanga-d'água and uva-japonesa increased root mass. Seedlings grown in 300 cm<sup>3</sup> containers yielded higher increment of leaf dry weight than seedlings grown in 180 cm<sup>3</sup> containers.

**Key words:** root restriction, water logging, container size

## Introdução

Matas ciliares são consideradas áreas de proteção permanente no Brasil (FERREIRA e DIAS, 2004) e sistemas reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes na bacia hidrográfica. Devido à constante elevação do lençol freático nas áreas ciliares ocorre uma saturação das camadas sub-superficiais do solo em períodos que variam de alguns dias a meses. Nessas condições ocorre a limitação das trocas de oxigênio nos espaços do solo e as plantas consomem o oxigênio em poucas horas tornando o solo hipóxico ou anóxico (JOLY e LOBO, 2000).

Vegetais característicos das matas ciliares apresentam maior resistência ou tolerância ao encharcamento do solo. Apesar de muitas espécies arbóreas possuírem mecanismos de adaptação a solos encharcados, a grande maioria não tolera esta condição por não apresentarem mecanismos de difusão de gases (Joly, 1986). Ainda, de acordo com o mesmo autor, as plantas submetidas a um solo saturado com água desviam sua rota metabólica aeróbica para uma rota alternativa denominada de anaeróbica, a qual é menos eficiente na produção de energia, sendo compensada pela aceleração da glicólise, o que acarreta na produção de produtos que podem ser fitotóxicos como o etanol, lactato e acetaldeído.

A recomendação de espécies arbóreas para a revegetação das matas ciliares é decorrente da observação das plantas existentes em locais próximos à área a ser recuperada assim como da disponibilidade de mudas em viveiros locais ou regionais. Este tipo de recomendação nem sempre é eficiente, pois plantas não-tolerantes ao alagamento têm crescimento abaixo do desejado ou não sobrevivem. A distribuição das espécies vegetais esta relacionada a diversos fatores incluindo os da história natural e do histórico de perturbações (MACHADO et al., 2004).

O conhecimento da resistência ou tolerância à saturação hídrica do sistema radicular é de grande importância, pois permitirá que as mudas sejam utilizadas para plantio em áreas próximas a cursos d'água ou que apresentem lençol freático superficial. O estudo relacionado à tolerância de espécies a saturação hídrica do solo é muito restrito devido à complexidade do sistema água – solo – planta.

Este ensaio objetivou comparar o crescimento inicial de mudas de quatro espécies arbóreas de interesse à re-

vegetação de áreas de domínio ciliar do oeste paranaenses, com diferentes idades após a repicagem e produzidas em recipientes de dois volumes submetidas a saturação hídrica do ambiente radicular por 60 dias.

## Material e Métodos

Para a realização do ensaio foram utilizadas sementes das espécies *Cordia ecalyculata* Vell. (café-de-bugre), *Colubrina glandulosa* Perk. (sobrasil), *Croton urucurana* Baill. (sanga-d'água), e *Hovenia dulcis* (uva-japonesa). As espécies utilizadas são encontradas na região e apresentam importantes características de ciclagem de nutrientes, proteção da avifauna, e resistência à anaerobiose (LORENZI, 1998).

As mudas foram produzidas pela semeadura em bandejas preenchidas com areia autoclavada ( $\pm 120^{\circ}\text{C}$  durante 2 horas), e mantidas à temperatura ambiente. As semeaduras foram realizadas no início de Abril, Maio, e Junho de modo a obter mudas com idade de 120, 150 e 180 dias após a repicagem na época de início da condição de saturação hídrica..

As repicagens, com os germinantes apresentando o primeiro par de folhas, foram realizadas para tubetes de PVC com volume de  $180\text{ cm}^3$  (13,0 cm de altura x 5,2 cm de diâmetro), e de  $300\text{ cm}^3$  (19,0 cm de altura e 5,2 cm de diâmetro). Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial (PLANTMAX<sup>®</sup>) e receberam adubação foliar completa (à razão de 5 litros para cada 1000 tubetes da formulação 10-10-10 com micro-nutrientes) a cada 15 dias, assim como irrigações diárias. Os tubetes foram fixados em bancadas de madeira com tela de arame. Com a finalidade de aumentar a homogeneidade as mudas foram movimentadas na bancada semanalmente. A altura e o diâmetro do coleto das mudas antes do início do ensaio das quatro espécies esta sumarizado na Tabela 1.

O ensaio foi conduzido em ambiente protegido (não-climatizado) com coordenadas geográficas de  $24^{\circ}33'40''\text{ S}$  e  $54^{\circ}04'12''$ . O clima local é definido como Cfa (Koppen) com temperaturas médias de  $14^{\circ}\text{C}$  na época mais fria e  $28^{\circ}\text{C}$  na época mais quente que ocorre de Outubro a Julho, altitude de 420 m, e precipitação média anual de 1.804 mm.

O ensaio foi instalado na casa de vegetação utilizando um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (4x3x2x2) composto por quatro espécies, três

**Tabela 1.** Altura e diâmetro de mudas de quatro espécies florestais conduzidas em tubetes de 180 e 300 cm<sup>3</sup>.**Table 1.** Height and root collar from seedlings of four wood species in container of 180 and 300 cm<sup>3</sup>

Espécie	Dias após repicagem	Tubete 180 cm <sup>3</sup>		Tubete 300 cm <sup>3</sup>	
		Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)
<i>Cordia ecalyculata</i>	180	5,16	26,3	5,25	36,9
	150	2,70	13,6	4,13	17,5
	120	2,20	7,5	2,65	7,5
<i>Colubrina glandulosa</i>	180	3,87	15,3	4,11	19,3
	150	2,56	9,2	2,64	12,8
	120	1,74	7,6	1,72	5,4
<i>Croton urucurana</i>	180	5,51	52,8	5,64	62,2
	150	4,70	35,9	5,32	45,8
	120	3,97	30,8	4,21	34,8
<i>Hovenia dulcis</i>	180	5,34	92,9	6,05	108,2
	150	4,24	62,1	4,57	77,8
	120	3,22	7,6	2,50	10,2

idades das mudas após repicagem, dois volumes de tubete, e duas condições hídricas do ambiente radicular (saturada e não-saturada). Cada combinação de espécie, idade da muda, volume do tubete, e presença ou ausência de saturação hídrica foi aplicada em 15 mudas que constituíram as parcelas. A saturação hídrica (nível da água no coleto das mudas) foi imposta por um período de 60 dias com início em Outubro. A saturação hídrica foi obtida com a colocação de bandejas plásticas com água sob a bancada dos tubetes, o que manteve o nível d'água imediatamente abaixo da borda dos tubetes. A água das bandejas foi trocada semanalmente para evitar a proliferação de algas. Nesta mesma ocasião as mudas receberam adubação foliar quinzenalmente similar àquela já descrita.

Foram efetuadas medições da altura, diâmetro do coleto, e a biomassa seca dos componentes folhas, caule mais pecíolos, e raízes ao final do período de saturação hídrica em cinco mudas aleatoriamente escolhidas de cada parcela. As massas secas foram obtidas pela secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105 oC ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) e pesagem em balança analítica ( $\pm 0,01$  g).

Os incrementos das variáveis quantificadas foram analisadas utilizando a opção ANAVA do programa SISVAR. Quando necessário, as comparações entre médias utilizou o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## Resultados e Discussão

A análise de variância para incrementos no diâmetro do coleto indicou efeito significativo para as fontes de variação espécie ( $F=18,27$ ;  $P<0,01$ ), volume do tubete ( $F=4,11$ ;  $P<0,05$ ), e condição hídrica do ambiente radicular ( $F=,79$ ;  $P<0,05$ ). Mudas de *C.urucurana* expressaram incremento do diâmetro (1,36 mm) estatisticamente maior do que os das outras três espécies. Mudas das quatro espécies conduzidas em tubete de 300 cm<sup>3</sup> resultaram em maior incremento (1,11 mm) do que aquelas conduzidas em tubetes de 180 cm<sup>3</sup> (1,00 mm).

Sob saturação hídrica por 60 dias, as mudas das quatro espécies apresentaram maior incremento no diâmetro do coleto (1,12 mm) do que sob condição de não-saturação (1,00 mm). Anderson e Pezeshki (1999) não observaram diferença estatística no incremento em diâmetro em mudas de *Taxodium distichum*, *Quercus nuttallii* e *Quercus michauxii* quando submetidas a três ciclos de 5 dias de saturação e drenagem.

A análise dos incrementos em altura ao final do período experimental indicou interação entre as fontes de variação espécie e condição hídrica do ambiente radicular ( $F=3,62$ ;  $P<0,05$ ), e diferenças estatisticamente significativa resultantes do volume do tubete ( $F=9,76$ ;  $P<0,01$ ) e da idade da muda após repicagem ( $F=8,47$ ;  $P<0,01$ ). Sob ambiente radicular saturado, mudas de *H. dulcis* e de *C. urucurana* expressaram maiores incrementos

do que mudas de *C. ecalyculata* e *C. glandulosa* (tabela 1). Os resultados dessas duas espécies foram similares aos reportados por Anderson e Pezeshki (1999) para mudas de *Taxodium distichum*, *Quercus nuttallii* e *Quercus michauxii* as quais, quando submetidas a três ciclos de 5 dias de saturação e drenagem com redução no crescimento em quando comparadas com a condição de não-saturação.

Ao final do ensaio foi constatado maior incremento na altura das mudas quando conduzidas em tubete de 300 cm<sup>3</sup> (13,93 cm) do que em tubete de 180 cm<sup>3</sup> (11,48 cm). O efeito positivo do volume do tubete no crescimento inicial em altura de mudas florestais em condições de saturação hídrica é similar ao relatado para condições não-saturadas (Malavasi e Malavasi, 2006). Os incrementos em altura (29,73cm; 55,98 cm; e 67,02

cm) foram diretamente relacionados com o número de dias após repicagem (120, 150 e 180 respectivamente).

A análise dos incrementos da variável massa seca da raiz revelou uma interação significativa para a interação entre espécie e condição hídrica (F=19,79; P<0,01) e efeitos significativos para as fontes de variação idade da muda após repicagem (F=261,35; P<0,01) e volume do tubete (F=19,58; P<0,01). Os incrementos médios da massa seca do sistema radicular em mudas de *C.ecalyculata* e *H.dulcis* foram estatisticamente maiores do que os nas mudas de *C.glandulosa* e *C.urucurana* sob condição hídrica não-saturada. Sob condição hídrica saturada, mudas de sobrasil e café-de-bugre apresentaram redução na massa seca radicular enquanto as de uva-japonesa apresentaram acréscimos, e as de sanga-dágua não alteraram-se comparadas com sob condições de não-saturação (tabela 2).

**Tabela 2.** Efeito da disponibilidade hídrica no ambiente radicular nos incrementos em massa seca radicular (mg).

**Table 2.** Effect of water level in the root environment on the root dry weight.

Espécie	Ambiente radicular	
	Saturado	Não-saturado
<i>Holvenia. dulcis</i>	19,74 a A	16,85 a B
<i>Croton urucurana</i>	20,02 a A	17,08 a B
<i>Cordia ecalyculata</i>	9,69 b A	8,54 b A
<i>Colubrina glandulosa</i>	3,18 b B	6,56 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e maiúscula no horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Análises visuais permitiram observar alguns detalhes do sistema radicular das mudas sob condição de saturação hídrica. A espécie café-de-bugre apresentou a emissão de raízes adventícias em pequena quantidade na fração mais superficial do tubete. Mudas de sobrasil emitiram raízes adventícias, sendo que a maioria apresentou hipertrofia celular na base do caule causando redução acentuada na quantidade de raízes.

Os incrementos em massa seca radicular com mudas de *H. dulcis*, *C. ecalyculata*, e *C. glandulosa* foram semelhantes àqueles reportados por Lopez e Kursar (1999) para *Calophyllum* e *Gustavia*. Mudas de uva-japonesa apresentaram a maior média da massa seca radicular sob saturação hídrica devido a grande quantidade de raízes adventícias emitidas.

O efeito do período de saturação hídrica varia com a espécie. Kolb et al. (1998) não encontraram diferença estatística valores na massa seca da raiz e da parte aérea de mudas de *Sebastiania commersoniana* quando

alagadas por 60 dias. Similarmente, Anderson e Pezeshki (1999) não observaram modificações morfológicas em plantas de *Taxodium distichum*, *Quercus nuttallii* e *Quercus michauxii*, quando submetidas a três ciclos de cinco dias de saturação e normalidade. Em concordância aos resultados obtidos neste ensaio, Smith et al. (2001) observaram que plantas de *Corymbia maculata*, *Lophostemon contertus*, *Platanus orientalis* e *Platanus acerifolia* tiveram o crescimento de raízes e as brotações de ramos anuladas em condição de inundação, sendo que *C. maculata* e *P. orientalis* retomaram o crescimento de raízes quando a saturação foi retirada.

Concordando com os trabalhos de Drew et al. (2000), Rogge et al. (1998), Lieberg (1990), Lobo (1990), e Marques (1990) este ensaio constatou a presença de lenticelas e raízes adventícias nas mudas espécies estudadas. Esta constatação vem reforçar a importância destas estruturas na resistência ou tolerância à saturação hídrica. Lopez e Kursar (1999) afirmaram que a presença

de lenticelas hipertróficas em *Prioria copaifera* foi um fator que contribui para o crescimento das raízes em condição de saturação hídrica.

A análise dos valores da massa seca aérea (caule mais pecíolos) indicou existência de interação significativa entre os fatores condição hídrica do ambiente radicular, idade das mudas após repicagem, volume do tubete, e

espécies (F=3,18; P<0,01) O desdobramento da interação privilegiou a comparação entre as espécies.

Para mudas com idade de 120 dias após repicagem, a espécie sanga-d'água apresentou incremento estatisticamente maior (P<0,05) que as mudas das outras três espécies independentemente do volume do tubete e da condição hídrica da raiz.

**Tabela 3.** Incrementos médios do peso radicular (mg) em mudas produzidas em tubetes de 120 cm<sup>3</sup> ao final do período experimental.

**Table 3.** Root dry weight of wood seedlings from container of 120 cm<sup>3</sup> at the end of experimental period

Espécie	Incremento
<i>Cordia ecalyculata</i>	0,306 b
<i>Colubrina glandulosa</i>	0,410 b
<i>Hovenia dulcis</i>	0,837 b
<i>Croton urucurana</i>	5,627 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabela 4.** Incrementos em massa seca do caule e pecíolos em função da idade após repicagem, volume do tubete e ambiente radicular.

**Table 4.** Sten and petiole dry weight at different age after transplant, volume of container and root environment.

Dias após repicagem	Volume tubete	Espécie	Ambiente radicular	
			Não-saturado	Saturado
150	180 cm <sup>3</sup>	<i>Cordia ecalyculata</i>	0,313 c	0,287 b
		<i>Colubrina glandulosa</i>	0,919 c	0,627 b
		<i>Hovenia dulcis</i>	3,582 b	3,820 a
		<i>Croton urucurana</i>	5,260 a	4,728 a
	300 cm <sup>3</sup>	<i>Cordia ecalyculata</i>	0,359 c	0,294 c
		<i>Colubrina glandulosa</i>	0,956 c	0,569 c
		<i>Hovenia dulcis</i>	3,687 b	4,523 b
		<i>Croton urucurana</i>	5,869 a	8,640 a
180	180 cm <sup>3</sup>	<i>Cordia ecalyculata</i>	1,316 c	1,522 c
		<i>Colubrina glandulosa</i>	1,906 c	1,562 c
		<i>Hovenia dulcis</i>	3,702 b	4,027 b
		<i>Croton urucurana</i>	7,74 a	9,149 a
	300 cm <sup>3</sup>	<i>Cordia ecalyculata</i>	1,447 c	1,715 c
		<i>Colubrina glandulosa</i>	3,174 b	2,154 c
		<i>Hovenia dulcis</i>	3,898 b	4,645 b
		<i>Croton urucurana</i>	11,816 a	11,973 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical para cada combinação de idade após repicagem, volume do tubete e ambiente radicular não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Em mudas com idade de 150 após repicagem, os resultados apontaram para similaridades entre as espécies sanga-d'água e uva-japonesa que expressaram incrementos em massa seca aérea (caule mais pecíolos) significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) aos das espécies café-de-bugre e sobrasil, independentemente do volume do tubete e da condição do ambiente radicular (tabela 4).

Esses resultados são similares aos reportados por Samôr et al. (2002) para com mudas de angico e sesbânia.

Nas condições do ensaio, mudas de *Croton urucurana* e *Hovenia dulcis* não apresentaram restrição ao crescimento dos componentes caule e pecíolos. A redução na velocidade de crescimento é uma resposta comum para espécies não-adaptadas a saturação hídrica (SOUSA e SODEK, 2002). Taiz e Zaiger (2004) justificaram que a fisiologia do vegetal em condição de anoxia resultou em falta de energia (ATP); desta forma, os processos fisiológicos de absorção de íons de nutrientes e seu transporte para órgãos aéreos ficaram prejudicados. Ferreira et al. (2001) obtiveram em mudas de *Piptadenia gonoacantha* submetidas a 60 dias de saturação hídrica uma redução de 70% da massa seca de caule, 50% da massa seca de folhas, e 56% da massa seca de raízes.

A análise dos valores de incremento na massa seca das folhas revelou interação entre a condição hídrica do ambiente radicular e espécie ( $F=31,84$ ;  $P < 0,01$ ), assim como para as fontes de variação idade após repicagem ( $F=288,48$ ;  $P < 0,01$ ) e volume do tubete ( $F=25,32$ ;  $F < 0,01$ ). Enquanto mudas de *Croton urucurana* e *Hovenia dulcis* expressaram acréscimos no acúmulo de massa seca de folhas sob saturação hídrica (16,65% e 6,47%, respectivamente) as de *Colubrina glandulosa* e de *Cordia ecalyculata* reduziram em 46,85% e 11,78%.

Mudas oriundas de tubetes com volume de 300 cm<sup>3</sup> aumentaram em 16% o incremento da massa seca de folhas em relação àquelas de tubetes com 180 cm<sup>3</sup>. O aumento na idade após repicagem da mudas influenciou significativamente o incremento na massa seca de folhas. Os incrementos médios foram de 1.900 mg, 1.210 mg e 790 mg para mudas com 180, 150 e 120 dias após repicagem, respectivamente.

## Conclusões

Mudas de sanga-d'água expressaram incremento do

diâmetro (1,36 mm) estatisticamente maior do que os mensurados em mudas das outras três espécies.

Em ambiente radicular saturado, mudas de uva-do-japão e sanga-d'água obtiveram os maiores incrementos em altura. Os resultados indicaram maior incremento na altura e no diâmetro do coleto das mudas conduzidas em tubetes de 300 cm<sup>3</sup> do que em tubetes de 180 cm<sup>3</sup>.

Quando submetidas à saturação hídrica, as mudas de sobrasil e café-de-bugre apresentaram redução na massa seca de raiz de 49,4% e 33,8% respectivamente, enquanto que mudas de sanga-d'água e uva-japonesa apresentaram acréscimos de 5,31% e 22,8%.

O acúmulo de massa seca de folhas foi maior sob condição de saturação hídrica para mudas das espécies sanga-d'água (16,65%) e uva-japonesa (6,47%). Ao contrário, mudas de sobrasil e café-de-bugre tiveram redução de 46,85% e 11,78%, respectivamente, nas mesmas condições experimentais.

Mudas conduzidas em tubetes com volume de 300 cm<sup>3</sup> apresentaram 16% a mais de massa seca de folhas em relação às mudas em tubetes com volume de 180 cm<sup>3</sup>. O incremento na massa seca foliar foi positivamente proporcional ao número de dias após repicagem.

Os resultados apontam que mudas de *Croton urucurana* e *Hovenia dulcis* podem ser utilizadas em áreas de domínio ciliar com saturação hídrica de até 60 dias.

## Referências bibliográficas

- ANDERSON, P.H.; PEZESHKI, S.R. The effects of intermittent flooding on seedlings of tree forest species. *Photosynthetica*, The Netherlands, V.37(4), pp.543 – 552. 1999.
- CARVALHO, C.J.R.; ISHIDA, F.Y. Respostas de pupunheiras (*Bractis gasipaes* Kunth) jovens ao alagamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, V.37, (9), pp.1231-1238, 2002.
- DANTAS, B.F.; ARAGÃO, C.A.; ALVES, J.D. Cálculo e desenvolvimento de aerênquimas e atividade de celulase em plântulas de milho submetidas a hipoxia. *Scientia Agrícola*, Piracicaba-SP, V.58, (2), pp.251-257, 2001.
- DREW, M. C.; JIU HE, C.; MORGAN, P. W. Programmed cell death and aerenchyma formation in roots. *Trends Plant Science*, London, V.5, (3), pp.123-127, 2000.

- FERREIRA, D.A. C.; DIAS H.C.T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.28, (4), pp.617-623, 2004.
- FERREIRA, J.N.; RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V.24, (4), pp.561-566, 2001.
- GAMA, J.R.V.; SOUZA, A.L.; MARTINS, S.V.; SOUZA, D.R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do estado do Pará. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.606-616. 2005.
- JOLY, C.A. Heterogeneidade ambiental e diversidade de estratégias adaptativas de espécies arbóreas de Mata de Galeria. In: **Anais do X SIMPÓSIO ANUAL DA ACADEMIA DE CIÊNCIAS DE SÃO PAULO**. Perspectivas de Ecologia Teórica, pp.19-38, 1986.
- JOLY, C. A.; LOBO, P. C. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R.R; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.) *Matas Ciliares – Conservação e Recuperação*. São Paulo: EDUSP, 2000, cap.9, pp 143 – 157.
- KOLB, M.R.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (*Euphorbiaceae*) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V.21, (3), pp.305-312. 1998.
- LIEBERG, S. A. **Tolerância à inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* DC**. 1990. Tese (Mestrado) - Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, SP, 1990.
- LOBO, P. C. **Variações morfoanatômicas e fisiológicas de *Anadenathera colubrina* e *Cedrela fissilis* submetidas ao alagamento e à aplicação de diferentes fitoreguladores**. 1990. Monografia (Conclusão de curso) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade de Londrina, Londrina, PR, 1990.
- LOPEZ, O.R.; KURSAR, T.A. Flood tolerance of four tropical tree species. **Tree Physiology**, British Columbia, V.19, pp.925-932, 1999.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. 2a ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998.
- MACHADO, E.L.M.; M. OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CARVALHO, W.A.C.; SOUZA, J.S.; BORÉM, R.A.T.; BOTEZELLI, L. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na Fazenda Beira lago, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.28, (4), pp.499-516, 2004.
- MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V.16, (1), pp.11-16, 2006.
- MARQUES, M. C. M. **Aspectos ecofisiológicos de tolerância à inundação em *Cedrela fissilis***. 1990. Monografia (Conclusão de curso) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 1990.
- PEZESHKI, S.R.; CHAMBERS, J.L. Variation in flood-induced stomatal and photosynthetic responses of three bottomland tree species. **Forest Science**, Bethesda, V.4, pp.914-923, 1986.
- REGEHR, D.L.; BAZZAZ, F.A.; BOGGESS, W.R. Photosynthesis, transpiration and leaf conductance of *Populus deltoides* in relation to flooding and drought. **Photosynthetica**, The Netherlands, V.9, pp.52-61, 1975.
- ROGGE, G. D.; PIMENTA, J.A.BIANCHINI, E.; MEDRI, M.E.; COLLI, S.; ALVES, L.M.T. Metabolismo respiratório de raízes de espécies arbóreas tropicais submetidas à inundação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V.21, (2), pp.153-158. 1998.
- SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. DE A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. DOS S. . Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V. 26, (2), pp. 209-215, 2002.
- SOUZA, C.A.F.; SODEK, L. The metabolic response of plants to oxygen deficiency. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas-SP, V.14, (2), pp.83-94, 2002.
- SMITH, K. D.; MAY, P.B.; MOORE, G.M. The influence of waterlogging on the establishment of four Australian landscape trees. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v.27, n.2, p.49-56. 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 719p. 2004.