

EFEITO DA INTENSIDADE DE LUZ NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Virola surinamensis* (Rol.) WARB.

EFFECT OF LIGHT INTENSITY ON THE GROWTH OF *Virola surinamensis* (Rol.) WARB. SEEDLINGS

Juliana Domingues Lima¹, Breno Marques da Silva e Silva²,
Wilson da Silva Moraes³

¹ Autor para contato: Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Experimental de Registro, Registro, SP, (13) 3828-2900; judlima@registro.unesp.br

² Universidade Estadual Paulista - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP

³ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA, Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento, Regional Vale do Ribeira, Registro, SP

Recebido para publicação em 27/03/2007

Aceito para publicação em 16/08/2007

RESUMO

Virola surinamensis (Rol.) Warb é uma espécie madeireira de grande importância econômica que se encontra sob intensa pressão de exploração no estuário amazônico. Entretanto, informações ecofisiológicas a seu respeito são escassas. Diante disso, estudou-se o efeito de duas intensidades de luz no crescimento de mudas, por meio do uso do sombreamento artificial. Para tal, mudas foram transferidas para sacos plásticos contendo mistura de solo e areia na proporção 2:1, sendo mantidas sob radiação plena e 50% de sombreamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dez repetições. Mudas submetidas a 50% de sombreamento apresentaram maior acúmulo de matéria seca na folha, caule e raiz, maior altura, número de folhas e área foliar quando comparadas com mudas cultivadas sob radiação plena. Além disso, as taxas médias de crescimento absoluto e relativo e taxa assimilatória líquida foram mais altas durante o intervalo de 60 a 210 dias após a semeadura para mudas sob sombreamento. Em conjunto, os resultados mostram que *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. exibe melhor crescimento inicial sob certo grau de sombreamento.

Palavras-chave: *Virola surinamensis*, crescimento inicial, requerimento de luz, sombreamento.

ABSTRACT

Virola surinamensis (Rol.) Warb. is a woody specie of economic

importance under exploration intensity pressure in the amazonic estuary. On this subject, it was to evaluated the effect of two light intensities on the seedlings growth, through artificial shading. For this, seedlings were transplanted to bags filled with sand and soil in the proportion of ratio 2:1, being kept under full sunlight and 50% sunlight. The experimental design was completely randomized with ten replicates per treatment. Seedlings submitted to 50% shading showed higher leaf, stem and root dry mass, higher stem height, leave number and leaf area when compared with seedlings cultivated under full sunlight. In addition, mean absolute and relative growth rate and mean net assimilatory rate were higher during the interval from 60 to 210 days after sowing in seedlings under shading. The results show that *Virola surinamensis* presented better early growth under certain degree of shade.

Key words: *Virola surinamensis*, initial growth, light requirements, shading.

1. Introdução

No estuário amazônico, ao norte do Brasil, a pressão sobre os recursos da floresta tem causado redução no estoque de madeira de algumas espécies de interesse econômico (LEITE et al., 2006), como por exemplo, *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae), uma das mais exportadas pela indústria madeireira. É uma espécie tipicamente amazônica, conhecida na sua região de ocorrência como virola ou ucuúba, tendo como habitat a várzea e os igapós. Sua madeira é utilizada na fabricação de laminados (PAULINO FILHO, 1985) e de compensados (LORENZI, 2002).

Diante da intensa exploração de *Virola surinamensis*, surge a necessidade de conhecer exigências específicas para o desenvolvimento desta espécie florestal visando atividades de reflorestamento, cujo êxito depende da qualidade das mudas produzidas. Estas além de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento volumétrico desejável (GOMES et al., 1991).

Luz, água, temperatura e condições edáficas são elementos do ambiente que interferem no desenvolvimento da planta (REID et al., 1991). A luz, por ser fonte primária de energia, é essencial para o desenvolvimento, sendo que variações na qualidade e quantidade, presença ou ausência de luz irão influenciar fortemente o tipo de desenvolvimento da planta (POGGIANI et al. 1992). Influencia também a distri-

buição das espécies na comunidade florestal, sendo o elemento mais importante para mecanismos de regeneração e crescimento das florestas (AMO, 1985).

Para o estudo da intensidade luminosa adequada a cada espécie, a utilização do sombreamento artificial em condições de viveiro, é um método bastante válido, apresentando certas vantagens em relação aos estudos em condições naturais, como as de isolar e quantificar o efeito da luminosidade e fornecer condições uniformes (ENGEL, 1989).

Dentro desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de duas intensidades de luz no crescimento de mudas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb.

2. Material e métodos

O presente estudo foi conduzido em viveiro do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (IEPA), Amapá, AP, em Macapá-AP (00°02'21"S, 51°05'35"W e altitude de 16 m), clima equatorial super-úmido. Para tal, sementes recém coletadas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. foram beneficiadas removendo-se o pericarpo conforme recomendação de Cunha et al. (1994). Em seguida, foram colocadas para germinar em areia lavada a 30°C.

Sessenta dias após a emergência das plântulas, foi feita a primeira avaliação para coleta de dados iniciais de crescimento, tais como altura, número de folhas, área foliar e matéria seca do caule, da raiz e das

folhas. Em seguida, 200 mudas uniformes foram plantadas em sacos plásticos contendo 3 kg de mistura de solo de floresta de várzea e areia na proporção 2:1 (v/v), suplementada com calcário dolomítico (31% de CaO e 18% de MgO, com PRNT de 90,10%, 3 kg m⁻³ de solo) e NPK (4-14-8, 2 kg m⁻³ de solo). Na seqüência, foi instalado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (níveis de luz), radiação plena e 50% de sombreamento, sendo o sombreamento obtido com o uso de tela de polietileno preto (“sombrite”). Cada tratamento foi constituído de cem plantas, sendo utilizadas dez repetições em cada avaliação realizada.

Foram feitas seis avaliações, realizadas a cada 30 dias, para determinação da altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar total, matéria seca de folhas, caule e raiz. A área foliar foi determinada gravimetricamente, pelo peso do molde das folhas em papel, comparado ao peso de um padrão com área conhecida, e o peso da matéria seca das folhas determinada após a secagem do material vegetal em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até peso constante.

A partir dos dados primários, variáveis subsequentes foram determinadas, tais como, matéria seca total (MST= matéria seca das folhas, caule e raiz), razão parte aérea/raiz (matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz), razão de massa foliar (matéria seca da folha/matéria seca total), razão de área foliar (área foliar total/matéria seca total) e área foliar específica (área foliar total/matéria seca da folha). Também foram calculadas a taxa média de crescimento absoluto ($TCA = (P_2 - P_1)/(t_2 - t_1)$), a taxa média de crescimento relativo da matéria seca ($TCR_{MS} = (\ln P_2 - \ln P_1)/(t_2 - t_1)$), a taxa de média de crescimento relativo da área foliar média ($TCR_{AF} = (\ln AF_2 - \ln AF_1)/(t_2 - t_1)$) e a taxa média assimilatória líquida ($TAL = [(P_2 - P_1)/(t_2 - t_1)] / [(\ln A_2 - \ln A_1)/(A_2 - A_1)]$), onde P = peso seco da matéria seca, AF = área foliar total e t = tempo, com índice₁ = valor inicial e índice₂ = valor final (HUNT, 1982).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Em seguida, foi feito o estudo de regressão das variáveis área foliar total e acúmulo de massa seca em função do tempo. Para obter maiores informações sobre o comportamento das variáveis de crescimento foi feita análise de variância aos 210 dias após a semeadura, última avaliação, e quando o Teste F foi signifi-

cativo, comparou-se a média dos tratamentos pelo Teste t-Student a 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

Mudas de *Virola surinamensis* cultivadas sob sombreamento de 50% apresentaram maior área foliar e matéria seca total (Figura 1), bem como acúmulo isolado de matéria seca na folha, caule e raiz (Figura 2), quando comparadas com mudas cultivadas sob radiação plena. Em geral, as diferenças entre os tratamentos ocorreram 120 dias após a semeadura para as duas condições de luminosidade.

O aumento da área foliar total da planta em função do tempo apresentou resposta linear, podendo ser descrito pelas equações, $y = 0,0551x - 2,6174$ e $y = 0,04x - 2,2759$, respectivamente para plantas mantidas sob radiação plena e 50% de sombreamento (Figura 1A). O acúmulo de matéria seca total em função do tempo apresentou resposta quadrática, podendo ser descrito pelas equações, $y = 0,0005x^2 - 0,0305x + 0,731e$ e $y = 0,0004x^2 - 0,0348x + 1,7216$ (Figura 1B).

O aumento de área foliar total é comum em plantas sob sombra, pois é um dos mecanismos utilizados pela planta para aumentar a superfície fotossintética, assegurando um rendimento fotossintético mais eficiente em baixa intensidade luminosa, e conseqüentemente, compensando a baixa taxa fotossintética por unidade de área de folha, uma característica das folhas sombreadas (JONES e McLEOD, 1990). *Senna mecranthera* apresentou também maior produção de matéria seca total sob sombreamento de 50% que sob luz solar plena (CHAVES e PAIVA, 2004) e *Croton urucurana*, maior acúmulo de matéria seca total e de área foliar total sob sombreamento de 70% durante o crescimento inicial em relação à luz solar plena (ALVARENGA et al., 2003).

O acúmulo de matéria seca na folha, caule e raiz nas plantas em função do tempo após a semeadura apresentou comportamento quadrático, mostrando diferenças significativas entre os tratamentos radiação plena e sombreamento de 50% (Figura 2). No entanto, aos 210 dias após a semeadura para o acúmulo da matéria seca na raiz, as diferenças entre os tratamentos foram menos expressivas quando comparadas como o acúmulo de matéria seca da folha e do caule.

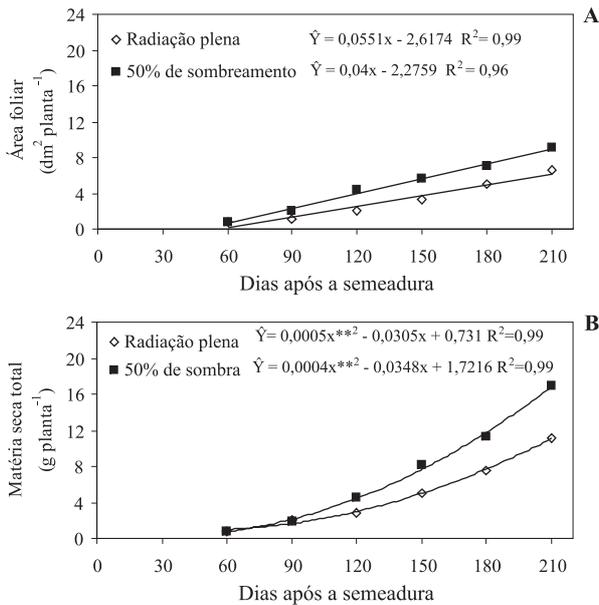


Figura 1 - Efeito da radiação plena e sombreamento de 50% na área foliar total (A) e no acúmulo de matéria seca total (B) em mudas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Significativo a 1% de probabilidade.

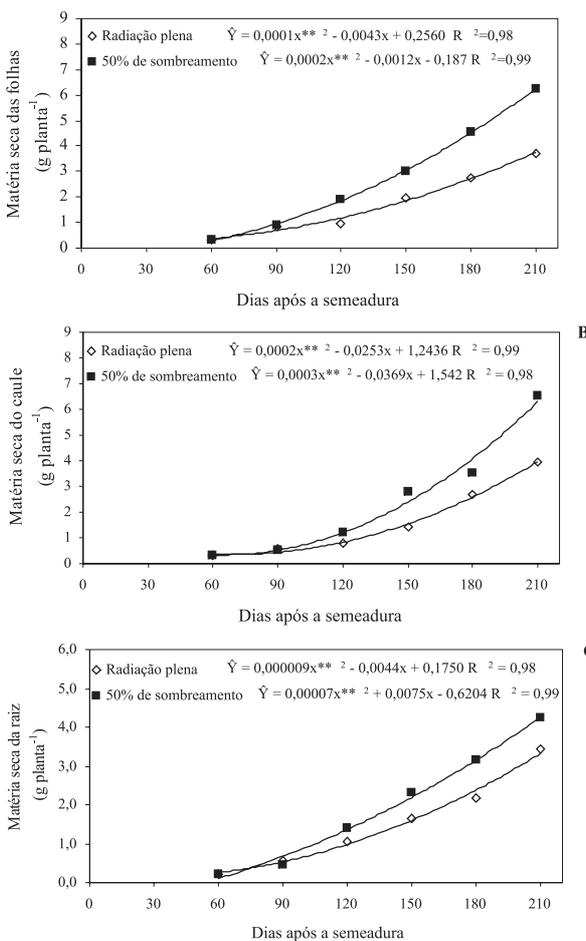


Figura 2 - Efeito da radiação plena e sombreamento de 50% no acúmulo de matéria seca da folha (A), matéria seca do

caule (B) e matéria seca da raiz (C) em mudas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Significativo a 1% de probabilidade.

O sombreamento induziu maior crescimento em altura, maior número de folhas e maior razão parte aérea/raiz (Tabela 1). Entretanto, não houve diferenças no diâmetro do caule entre os tratamentos (Tabela 1). Aumento da área foliar, número de folhas e razão parte aérea/raiz também foi observado sob sombreamento em mudas de *Guazuma ulmifolia* (MORAES NETO et al., 2001), *Jacaranda copaia* (CAMPOS e UCHIDA, 2002) e *Inga uruguensis* (SCALON et al., 2002). Em *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* também não foram observadas diferenças no diâmetro do colo a 30 e 50% de sombreamento em relação a mudas cultivadas sob radiação plena (ALMEIDA et al., 2005).

A maior razão parte aérea/raiz em mudas sob sombreamento demonstrou tendência de maior acúmulo de matéria seca na parte aérea em relação à raiz nesta condição (Tabela 1). Essa resposta pode ser prejudicial em termos de adaptação após o plantio em local definitivo, pois mudas com sistema radicular bem desenvolvido têm maiores chances de sobrevivência no campo (BARBOSA et al., 1998).

Não houve diferença significativa na razão de peso foliar entre os tratamentos (Tabela 1), que expressa a fração de matéria seca não exportada da folha (BENINCASA, 2003).

A área foliar específica tendeu a diminuir com o sombreamento (Tabela 1). Essa tendência demonstra que o aumento da área foliar total não foi acompanhado pelo incremento na matéria seca da folha, tornando as folhas mais finas.

A razão de área foliar de plantas mantidas sob sombreamento de 50% sofreu pequena redução em relação à radiação plena (Tabela 1). Essa variável representa a área foliar útil para fotossíntese e é uma componente morfológica, pois é a razão entre área foliar (área responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂) e a matéria seca total (resultado da fotossíntese) (BENINCASA, 2003), em outras palavras, é a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca. Portanto, apesar da redução da luminosidade sob sombreamento de 50%, a área foliar necessária para produção de matéria seca foi menor do que sob radiação plena.

Em termos matemáticos, a razão da área foliar é

o produto da área foliar específica pela razão de peso foliar (BENINCASA, 2003), portanto, a redução da

mesma sob sombreamento pode ser explicada somente pela redução da área foliar específica (Tabela 1).

Tabela 1 - Efeito da radiação plena e sombreamento de 50% na altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (D), razão parte aérea/raiz (RPAR), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) de mudas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb.

	ALT	NF	D	RPAR	AFE	RPF	RAF
	cm		cm		dm ² g ⁻¹	g g ⁻¹	dm ² g ⁻¹
RP	43,17 b	15,50 b	1,71 a	2,23 b	1,75 a	0,33 a	0,59 a
50 %	53,01 a	22,67 a	1,78 a	3,03 a	1,46 b	0,37 a	0,54 b

RP – radiação plena; 50% - 50% de sombreamento.

Medidas feitas aos 210 dias após a semeadura.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t-Student ($p < 0,05$).

A taxa de assimilação líquida (TAL) que é um reflexo da capacidade fotossintética da planta em relação à área fotossintetizante (HUNT, 1982), foi mais elevada em mudas cultivadas sob sombreamento quando comparadas com mudas cultivadas sob radiação plena (Tabela 2).

Os resultados de taxa de crescimento absoluto demonstraram maior velocidade de crescimento em mudas sob sombreamento de 50% (Tabela 2). A taxa de crescimento relativo da matéria seca reflete o aumento da matéria orgânica seca da planta por unidade

de seca matéria (g), num período de tempo (dia), da mesma forma, que a taxa de crescimento relativo da área foliar reflete o aumento da área foliar por unidade de área foliar (dm²), num período de tempo (dia). Ambas foram mais elevadas em mudas sob sombreamento de 50%, mostrando que a redução da radiação solar teve efeito positivo nas taxas de crescimento da matéria seca e da área foliar total (Tabela 2). Maior taxa de crescimento relativo em termos de biomassa também foi observada em mudas de *Tabebuia avellanadae* sob sombra em relação à luz plena (ENGEL, 1989).

Tabela 2 - Efeito da radiação plena e do sombreamento de 50% na taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo da matéria seca (TCR_{MS}), taxa de crescimento relativo da área foliar (TCR_{MS}) e taxa assimilatória líquida (TAL) em mudas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb.

	TCA	TAL	TCR _{MS}	TCR _{AF}
	g dia ⁻¹	g dm ⁻² dia ⁻¹	g g ⁻¹ dia ⁻¹	dm ² dm ⁻² dia ⁻¹
RP	0,0687 b	0,0252 b	0,0173 b	0,0140 b
50 %	0,1078 a	0,0316 a	0,0200 a	0,0162 a

RP – radiação plena; 50% - 50% de sombreamento.

Medidas feitas no intervalo de 60-210 dias após a semeadura.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t-Student ($p < 0,05$).

A taxa de crescimento relativo da matéria seca é função da razão da área foliar e da taxa assimilatória líquida (BENINCASA, 2003). Uma vez que plantas

sob sombreamento apresentaram redução da razão de área foliar, o aumento da taxa assimilatória líquida permitiu maior taxa de crescimento relativo em plantas

nessa condição (Tabelas 1 e 2). Por outro lado, a menor taxa de crescimento relativo observada em plantas sob radiação plena pode ser atribuída apenas a redução da taxa assimilatória líquida porque a razão de área foliar foi mais elevada em plantas nesta condição.

Uma vez que foram observadas alterações morfológicas discretas nas plantas sob sombreamento, constatadas indiretamente pela redução da área foliar específica e da razão de área foliar (Tabela 1), provavelmente ocorreu algum ajuste fisiológico no aparelho fotossintético que permitiu um maior rendimento na conversão de energia luminosa em carboidratos e, conseqüentemente, promoveu maior taxa de crescimento relativo, como por exemplo, um aumento no teor de pigmentos fotossintéticos. A capacidade de adaptação sob baixa intensidade também foi observada em *Araucaria augustifolia* (INOUE e TORRES, 1989) e em quatro espécies *Prosopis* (VILELA e RAVETTA, 2000).

A diminuição do crescimento apresentada por *Virola surinamensis* crescendo em luz solar plena demonstra intolerância a esta quantidade de luz, e conseqüentemente, menor capacidade competitiva em grandes clareiras (CHAZDON, 1992). Este comportamento é encontrado em outras espécies onde a exposição prolongada a alta luminosidade pode ser prejudicial às plântulas que absorvem mais fótons de luz do que podem utilizar, levando à fotoinibição da fotossíntese ou mesmo à morte devido ao dano causado ao aparelho fotossintético pela quantidade excedente de fótons de luz (SONOIKE, 1996, KITAO et al., 2000).

Apesar de GAMA et al. (2003) terem classificado *Virola surinamensis* como espécie-clímax exigente de luz, os resultados obtidos no presente estudo não são suficientes para contestar essa classificação, pois o mesmo foi feito utilizando redução de apenas 50% da radiação, portanto, ainda sob nível alto de luminosidade quando comparado com a intensidade luminosa sob dossel fechado de floresta. Além disso, foi utilizado sombreamento artificial que promove menores alterações na razão qualidade da luz quando comparado com o sombreamento natural. No entanto, serve de subsídio técnico para produção de mudas em viveiro.

Em conjunto, os resultados permitem sugerir que *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. exibe melhor cres-

cimento inicial sob certo grau de sombreamento.

Conclusão

As análises das variáveis biométricas e fisiológicas indicam que a formação de mudas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. sob sombreamento propicia melhores condições para o crescimento e o desenvolvimento inicial.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, S.M.Z.; SOARES, A.M; CASTRO, E.M. de; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E.B. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.62-68, 2005.
2. ALVARENGA, A.A. de; CASTRO, E.M. de; LIMA JÚNIOR, E. de C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.53-57, 2003.
3. AMO, S.R. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de espécies primarias. In GOMEZ-POMPA, A.L.; AMO, S.R. **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas en Veracruz – Mexico**. México: Editora Alhambra Mexicana, 1985. p.79-92.
4. BARBOSA, P., UCHIDA, T., CAMPOS, M.A., MARQUES, A.S. Tecnologia de produção de mudas de espécies florestais. In: HIGUCHI, N., CAMPOS, M.A.A., SAMPAIO, T.B., SANTOS, J. **Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia**. Manaus: INPA, 1998. p.215-252.
5. BENINCASA, M.M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
6. CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.281-288, 2002.
7. CHAVES, A. de S.; PAIVA, H.N. de. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.65, p.22-29, 2004.
8. CHAZDON, R.L. Photosynthetic plasticity of two rain forest shrubs across natural gap transects. **Oecologia**, v.92, p.586-595, 1992.
9. CUNHA, R.; PEREIRA, T.S.; CARDOSO, M.A. **Dados preliminares sobre a germinação de sementes de ucuúba**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. 2p. (Comunicado Técnico, 1).
10. BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas:**

noções básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

11. ENGEL, V.L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** Piracicaba, 1989. 202p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade de São Paulo.
12. GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M. de M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.71-82, 2003.
13. GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C.G et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em "win-strip". **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.35-42, 1991.
14. HUNT, R. **Plant growth curves.** The functional approach to plant growth analysis. London: Editora Edward Arnold, 1982. 247p.
15. INOUE, M.T.; TORRES, D.V. Comportamento de mudas de *Araucaria augustifolia* (Bert.) O. Kutze, em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, Curitiba, v.10, n.1, p.7-11, 1989.
16. JONES, R.H.; McLEOD, K.W. Growth and photosynthetic responses to a range of light environments in Chinese tallow tree and Carolina ash seedlings. **Forest Science**, v.36, n.4, p.851-862, 1990.
17. KITAO, M., LEI, T.T., KOIKE, T., TOBITA, H. e MARUYAMA, Y. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant, Cell and Environment**, v.23, p.81-89, 2000.
18. LEITE, H.G.; GAMA, J. R.V.; CRUZ, J.P. da; SOUZA, A.L. de. Tapering function for *Virola surinamensis* (Roll.) Warb. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.99-106, 2006.
19. LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 368p. 1v.
20. MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.M.; TAKAKI, M. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da Floresta Atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.3, p.277-287, 2001.
21. PAULINO FILHO, H.F. **Ecologia química da Família Myristicaceae.** São Paulo, 1985. 336p. Tese (Doutorado em Química). Universidade do Estado de São Paulo.
22. POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E.S.Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v.4, n.2, p.564-569, 1992.
23. REID, D.M., BEALL, F.D.; PHARIS, R.P. Environment Cues in Plant Growth and Development. In: STEWARD, F.C. (Eds.). **Plant Physiology**. San Diego: Academic Press Inc. 1991. v.10. Growth and development. p.65-181.
24. SCALON, S.P.Q.; MUSSURRY, R.M.; RIGONI, M.R. VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.1, p.1-5, 2002.
25. SONOIKE, K. Photoinhibition of photosystem I: Its physiological significance in the chilling sensitivity of plants. **Plant Cell Physiology**, v.37, p.239-247, 1996.
26. VILELA, A.E.; RAVETTA, D.A. The effect of radiation on seedling growth and physiology in four species of *Prosopis* L.(Mimosaceae). **Journal of Arid Environments**, v.44, n.4, p.415-423, 2000.