



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Almeida Pessoa de, Luciano; Alvarenga Alves de, Amauri; Castro, Evaristo Mauro de; Zanela, Silvia
Mara; Vieira, Carlos Vinício

Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação
solar

Ciência Rural, vol. 34, núm. 1, janeiro - fevereiro, 2004, pp. 83 - 88

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33134113>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar*

Early growth of plants of *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submitted to radiation solar levels

Luciano Pessoa de Almeida¹ Amauri Alves de Alvarenga² Evaristo Mauro de Castro³
Silvia Mara Zanella⁴ Carlos Vinício Vieira⁵

RESUMO

O plantio de essências nativas, seja com finalidade econômica ou conservacionista, requer uma série de cuidados que dependem do conhecimento prévio de suas características fisiológicas e exigências ecológicas nas diversas etapas de seu ciclo vital. O estudo do crescimento e desenvolvimento de uma planta, em diferentes condições ambientais, oferece ao pesquisador bom indicio sobre quais as melhores condições para se cultivar determinada espécie. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial e as concentrações de clorofilas em plantas jovens de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. (Canela-Batalha), submetidas a níveis de redução da radiação solar: 0% (Pleno Sol), 30%, 50% e 70%. Os resultados demonstram que o teor de clorofila total foi maior nas plantas cultivadas em 70% de sombreamento, o mesmo ocorrendo com a razão clorofila a/b. A maior altura foi apresentada pelas plantas cultivadas em 50 % de sombreamento. Do ponto de vista de acúmulo de matéria seca total e matéria seca de raízes, a melhor performance foi observada nas plantas em 30 % de sombreamento e o maior acúmulo de matéria seca de folhas verificado nas plantas cultivadas em 30 e 50 % de sombreamento. Conclui-se que as melhores condições de cultivo para mudas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. (Canela-Batalha) foram os níveis de 30 e 50 % de redução da radiação solar incidente.

Palavras-chave: *Cryptocaria aschersoniana* Mez., crescimento inicial, sombreamento, mudas florestais, radiação.

ABSTRACT

The cultivation of native essences with economical or conservacionist purpose needs a serie of cares that need

some previous knowldgment of the physiological and ecologic characteristics of the diversers phases of the life cycle. The study of the growth and development of a plant under different environmental conditions offers to the researcher a good clue on which the best conditions to grow a particular species. It was aimed at to evaluate the initial growth and the concentration of chlorophylls in young plants of *Cryptocaria aschersoniana* Mez. (Canela-Batalha) submitted to levels of reduction of solar radiation: 0 % (full sunlight), or 30, or 50 or 70%. The results demonstrate that the concentration of total chlorophyll was larger in the plants grown under 70% of shading, the same happened with the ratio of chlorophyll a/b. The greatest plant height was observed in the plants grown in 50% of shading. From the standpoint of total biomass accumulated and root dry matter, the best performance was observed in the plants under 30 % of shading and the higher leaves dry matter accumulation was verified in the plants grown under 30 and 50% shading. It is ended that the best ones growing conditions for seedlings of *Cryptocaria aschersoniana* Mez. (Canela-Batalha) were the levels of 30 and 50% of reduction of the incident solar radiation.

Key words: *Cryptocaria aschersoniana* Mez., early growth, shading, forest young plants, radiation.

INTRODUÇÃO

A espécie *Cryptocarya aschersoniana* Mez., conhecida com o nome popular de canela-batalha, é uma importante espécie nativa, pertencente ao grupo ecológico das espécies clímax tolerantes à sombra (DAVIDE et al., 1995). Esta espécie tem sido

¹Engenheiro Agrônomo, MSc, autônomo, Av. Presidente Vargas, 735, 99680-000, Constantina, RS. E-mail: lucianochoapeco@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia Vegetal.

³Engenheiro Florestal, Dr, Professor, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia.

⁴Biólogo, MSc, Autônomo.

⁵Graduando em Agronomia, Bolsista do PIBIC/CNPq, Universidade Federal de Lavras.

*Trabalho financiado com recursos do CNPq

recomendada para plantios mistos em programas de recuperação de áreas degradadas, ambientes perturbados, matas ciliares e na recomposição das margens de reservatórios hidrelétricos.

Para a exploração racional das potencialidades das espécies nativas na recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação, é de suma importância o estudo da autoecologia da espécie, bem como a melhor maneira de produzir mudas de uma determinada espécie.

O ambiente de luz em que a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a este ambiente depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As respostas destas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta (ENGEL & POGGIANI, 1991).

O crescimento e a adaptação da planta a diferentes condições de ambiente relacionam-se a sua eficiência fotossintética que, por sua vez, está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila foliar. Diversos fatores externos e internos afetam a biossíntese de clorofilas, por isso, os seus conteúdos foliares podem variar de maneira significativa. Entre estes fatores, a luz é essencial a sua síntese (WHATLEY & WHATLEY, 1982). A clorofila está sendo constantemente sintetizada e destruída (foto-oxidação) em presença de luz, porém sob intensidades luminosas mais elevadas ocorre maior degradação, e o equilíbrio é estabelecido a uma concentração mais baixa. Portanto, folhas de sombra possuem concentração maior de clorofila do que as folhas de sol (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

O crescimento das plantas pode refletir a habilidade de adaptação das espécies às condições de radiação do ambiente em que estão se desenvolvendo. Geralmente as características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância ou de intolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz (NAVES et al., 1994). O sucesso na adaptação de uma espécie em ambientes com baixa ou alta radiação pode ser baseado em quanto é eficaz e na rapidez com que os padrões de alocação e comportamento fisiológico são ajustados em ordem, para maximizar a aquisição de recursos em um ambiente particular (DIAS-FILHO, 1997).

O conhecimento gerado em estudos fitossociológicos tem sido utilizado para definir as espécies a serem utilizadas em projetos de recuperação de áreas florestais degradadas. Entretanto, pouco se conhece sobre o comportamento de espécies de mata de galeria crescendo em diferentes níveis de

sombreamento. Esse tipo de informação é de suma importância para otimizar os modelos de regeneração a serem utilizados em projetos de recuperação de matas de galeria degradadas.

É importante o estudo das concentrações de clorofilas e do crescimento de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. sob condições de viveiro, visando a produção de mudas com padrão de qualidade para utilização em programas de revegetação de ambientes degradados ou perturbados.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no período de março de 2000 a fevereiro de 2001, na área experimental do Setor de Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, localizado na região sul do estado de Minas Gerais, a 918m de altitude, latitude 21°14'S e longitude 45°00'W GRW.

As sementes utilizadas para obtenção das mudas foram coletadas manualmente em 4 plantas matrizes localizadas no horto florestal do campus da Universidade Federal de Lavras, no período de fevereiro a março de 2000, cujos frutos encontravam-se em plena fase de maturação.

Os diásporos (semente + endocarpo) foram submetidos a uma escarificação mecânica para retirada do endocarpo e as sementes resultantes da escarificação colocadas para germinar em rolos de papel e em câmaras de germinação do tipo BDO, com fotoperíodo de 12 horas em condições de temperatura alternada, 30/20°C (dia/noite).

As sementes germinadas foram transferidas para caixas plásticas contendo vermiculita expandida e colocadas em câmara de crescimento até atingirem o estágio de um par de folhas. Após esse período, foram transplantadas para sacolas plásticas com dimensões de 14 x 28cm contendo substrato à base de terra de subsolo, areia e esterco bovino na proporção 3:1:1, previamente analisado no Laboratório de Solos da UFLA. A partir da análise de solo, foram incorporados ao substrato superfosfato simples (20% P_2O_5) na proporção de 5kg m⁻³, e cloreto de potássio (60% K_2O) em 2,5kg m⁻³. As mudas permaneceram em viveiro com nível de 50% de luminosidade por um período de seis meses até se estabelecerem, quando, então, os tratamentos referentes aos níveis de radiação foram impostos (0% ou pleno sol, 30%, 50% e 70% de redução da radiação solar incidente). Os níveis de 30%, 50% e 70% foram obtidos com a utilização de telas de nylon, conhecidas comercialmente como "telas sombrite", conforme especificações do fabricante.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo que cada parcela experimental foi constituída de 35 plantas aleatoriamente distribuídas em cada tratamento de redução da radiação solar incidente.

A determinação dos teores de clorofila foi realizada em 6 plantas por tratamento, tomadas ao acaso. De cada planta, seccionaram-se 3 folhas completamente expandidas, localizadas entre o ápice e base da planta, sendo imediatamente acondicionadas em papel alumínio e caixa de isopor com gelo. A quantificação das clorofilas *a*, *b* e total foi realizada segundo a metodologia proposta por ARNON (1949).

Na avaliação do crescimento das plantas, foram determinadas as seguintes características: altura e diâmetro do caule, matéria seca das folhas, caule e raízes em 10 plantas de cada tratamento, tomadas ao acaso.

No final do experimento, as 10 plantas tomadas ao acaso, foram separadas em folhas, caule e raízes. Todo material foi acondicionado em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar, a aproximadamente 70 °C, durante 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado para quantificar a distribuição da matéria seca nas partes da planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey através do programa estatístico SISVAR versão 4.3 (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se queda acentuada no teor de clorofila foliar total nas plantas cultivadas a pleno sol e sob 50% de sombra (Tabela 1). A redução no teor de clorofilas das folhas a pleno sol (por unidade de massa) é amplamente relatada na literatura, como registrado por NAVES et al. (1994). O maior acúmulo de clorofila em níveis mais sombreados pode ser devido a um efeito compensatório da espécie a menor

quantidade de radiação disponível. BOARDMAN (1977) reforça a idéia de que folhas cultivadas sob baixas intensidades de luz, apresentam maiores teores de clorofila por unidade de peso.

O nível de 70% de sombreamento proporcionou maior razão clorofila *a/b*, sendo esta razão reduzida com o aumento da radiação, tendo a pleno sol os menores valores (Tabela 1). A proporção entre clorofilas *a* e *b*, de uma maneira geral, tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa (KOZLOWSKI et al., 1991), devido a uma maior proporção relativa de clorofila *b* em ambiente sombreado. Este aumento da clorofila *b* em ambientes sombreados é associado ao fato de a sua degradação ser mais lenta do que a clorofila *a* (ENGEL & POGGIANI, 1991). Alguns estudos, entretanto, apresentam resultados contrários como os verificados por KAPPEL & FLORE (1983), CASTRO et al. (1996), e LEE et al. (2000) segundo os quais os maiores valores da relação clorofila *a/b* ocorreram em condições sombreadas.

As plantas cultivadas em 50% de sombreamento apresentaram maior crescimento em altura do que as plantas em pleno sol, mas não foi superior às demais (Tabela 2). Os tratamentos com 30% e 70% de sombreamento não apresentaram diferenças significativas, sendo as menores alturas constatadas nas plantas a pleno sol. Alguns autores encontraram respostas semelhantes. Segundo eles, as maiores alturas de plantas foram observadas em condições sombreadas (MAZZEI et al., 1998; MAZZEI et al., 1999; PAEZ et al., 2000), mas há resultados contraditórios em algumas espécies, como na *Cabralea canjerana*, na qual os maiores valores em altura foram encontrados em condições de extremos de luz, ou seja, pleno sol e 90% de sombreamento. Nesse caso, parece que o fator que determinou a altura não foi a luz nem a sombra (SOUZA-SILVA et al., 1999).

Quanto ao diâmetro do coleto, não foi observado qualquer efeito dos tratamentos de radiação

Tabela 1 – Teor de clorofila total e razão clorofila *a/b* de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes condições de radiação.

Tratamento	Clorofila Total (mg.g ⁻¹ de matéria fresca)	Clorofila <i>a/b</i>
Pleno Sol	1,85 b	1,63 b
30 % sombreamento	2,40 ab	1,77 ab
50 % sombreamento	1,79 b	2,27 ab
70 % sombreamento	2,58 a	2,35 a

* Médias não seguidas por letras iguais diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 2 – Altura e diâmetro do caule de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes condições de radiação.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
Pleno Sol	32,85 b	5,30 a
30 % de sombreamento	39,65 ab	5,40 a
50 % de sombreamento	49,70 a	5,55 a
70 % de sombreamento	42,20 ab	4,75 a

* Médias não seguidas por letras iguais diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

estudados (Tabela 2). Mudanças de *Platycyamus regnelli* (Pau Pereira) exibiram o mesmo padrão de resposta da espécie em estudo (ALVARENGA & SCALON, 1993).

Em relação à produção total de matéria seca, plantas expostas a 30 % de sombreamento tiveram maior acúmulo do que aquelas cultivadas a pleno sol, mas não diferiram das plantas submetidas a 50 e 70 % de sombreamento (Tabela 3). Em *Muntingia calabura*, CASTRO et al. (1996) encontraram também o mesmo tipo de comportamento nas mudas cultivadas em condições sombreadas. Outros trabalhos, no entanto, têm revelado maiores acúmulos de matéria seca total nas plantas cultivadas a pleno sol (GRONINGER et al., 1996; MAZZEI et al., 1998).

Quanto à partição de matéria seca nos diferentes órgãos da planta, verifica-se, pela tabela 3, que as plantas cultivadas nos níveis de 30 e 50% de sombreamento apresentaram maiores valores de matéria seca nas folhas, em relação as plantas em pleno sol, cujos valores chegaram a aproximadamente o dobro, enquanto que foram equivalentes as das plantas sob 70% de sombra. Este maior acúmulo de matéria seca foliar pode ser devido a uma compensação à menor quantidade de radiação disponível. Similarmente, FELFILI et al. (1999) encontraram em *Sclerobium paniculatum* maiores valores de matéria seca de folhas nas plantas cultivadas em 50% de sombreamento.

Não foram observadas diferenças nos valores de matéria seca de caule e relação raiz/parte aérea entre os tratamentos. Entretanto, verificou-se maior alocação de matéria seca para o sistema radicular das plantas cultivadas sob 30 % de sombreamento em relação aos tratamentos de extremos de radiação (Tabela 3). Resultados semelhantes para a matéria seca do caule foram encontrados por MAZZEI et al. (1998), em plantas de *Schefflera morototoni* em diferentes níveis de sombreamento. Nesta mesma espécie, a relação raiz/parte aérea e matéria seca de raízes foram maiores na condição de 50% de sombreamento.

Indivíduos de uma espécie com sistemas radiculares mais desenvolvidos em determinada condição, credenciam as plantas a terem maior capacidade de aclimação do que aquelas com sistemas radiculares reduzidos (CLAUSSEN, 1996).

Analizando quanto à proporção da partição de fotoassimilados na planta, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos estudados e apenas 27% da matéria seca total é alocada para as raízes. No caule, cerca de 34% da matéria seca produzida pela planta foi alocada nesta parte, observando-se maior efeito nas plantas cultivadas em pleno sol. Por outro lado, o sombreamento favoreceu maiores taxas de acúmulo de matéria seca foliar em cerca de 45 % do total (Figura 1). Plantas a pleno sol alocaram maiores percentuais de matéria seca para o sistema radicular, sendo este tipo de comportamento observado por vários outros autores (SOUZA-SILVA et al., 1999; PAEZ et al., 2000). Esta menor distribuição de matéria seca para raízes sob baixas condições de luminosidade é bem conhecida e provavelmente reflete uma resposta a atributos que melhoram o ganho de carbono sobre irradiância reduzida como aumento na área foliar, ou que reflita uma estratégia buscando luminosidade como o aumento na altura (THOMPSON et al., 1992; WALTERS et al., 1993).

CONCLUSÕES

O teor de clorofila total e a relação clorofila a/b, são maiores nas plantas cultivadas a 70% de sombreamento do que em plantas cultivadas sob pleno sol.

As plantas cultivadas sob 50% de sombreamento têm maior crescimento em altura do que plantas cultivadas em pleno sol.

A matéria seca total e matéria seca de raízes são maiores nas plantas cultivadas em 30% de sombreamento, sendo o maior acúmulo de matéria seca

Tabela 3 – Matéria seca de folhas, caules, raízes, total e relação raiz/parte aérea de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes condições de radiação.

Tratamento	Matéria Seca (g)				Relação Raiz/Parte aérea
	Folhas	Caules	Raízes	Total	
Pleno Sol	2,20 b	2,06 a	1,64 b	5,91 b	0,39 a
30 % de sombreamento	5,10 a	3,36 a	3,51 a	11,98 a	0,45 a
50 % de sombreamento	5,19 a	2,81 a	2,99 ab	11,00 ab	0,37 a
70 % sombreamento	2,99 ab	1,86 a	1,69 b	6,54 ab	0,34 a

* Médias não seguidas por letras iguais diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

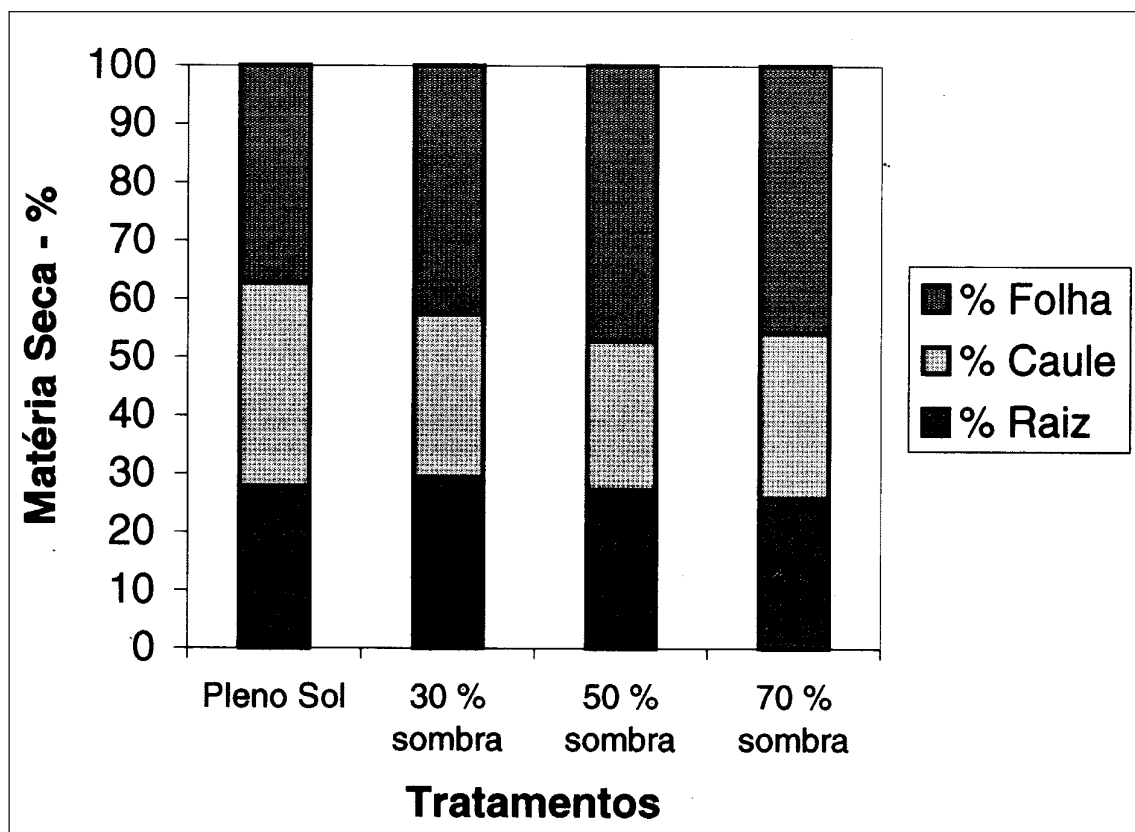


Figura 1 – Distribuição de matéria seca nas folhas, caules e nas raízes de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes condições de radiação solar.

foliar nas plantas cultivadas em 30 e 50% de sombreamento.

As mudas da espécie *Cryptocarya aschersoniana* Mez. cultivadas em 30% ou 50% de redução da radiação solar incidente apresentam melhor desempenho vegetativo do que as demais condições de cultivo testadas. A condição de pleno sol não deve ser recomendada para a formação de mudas desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A.A. de; SCALON, S.P.Q. Efeitos do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platycyamus regnelli* BENTH.). *Revista Árvore*, Viçosa, v.17, n.3, p.265-270, set./dez. 1993.
- ARNON, D.I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, Maryland, v.24, n.1, p.1-15, jan./mar., 1949.
- BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.28, p.355-377, 1977.
- CASTRO, E.M. de; ALVARENGA, A.A. de; GOMIDE, M.B. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três diferentes níveis de irradiância. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.20, n.3, p.357-365, jul./set, 1996.
- CLAUSSEN, J.W. Acclimatation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.80, n.1/3, p.245-255, Jan. 1996.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte : CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.
- DIAS-FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.8, p.789-796. Ago. 1997.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, jun. 1991.

FELFILI, J.M. et al. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.297-301, 1999. (Suplemento).

FERREIRA, D.F. **SISVAR 4.3 – Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 1999.

GRONINGER, J.W. et al. Growth and photosynthetic responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, Victoria, v.16, p.773-778, 1996.

KAPPEL, F.; FLORE, J.A. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight chlorophyll content of leaves and morphology of young peach trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.4, p.541-544, July, 1983.

KOZLOWSKI, T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. London : Academic, 1991. 657p.

KRAMER, T.; KOSLOWSKI, T. **Physiology of woody plants**. New York, Academic, 1979. 811p.

LEE, D.W. et al. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two Southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany**, New York, v.87, n.4, p.447-455, 2000.

MAZZEI, L. J.; et al. Crescimento de plântulas de *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyermark e Frodin em diferentes níveis de sombreamento no viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.3, p.27-36, 1998.

MAZZEI, L.J. et al. Crescimento de plântulas de *Hymenaea coubaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee e Lang. em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.4, p.21-29, 1999.

NAVES, V.L.; ALVARENGA, A.A. de; OLIVEIRA, L.E.M. de. Comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas à diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa. **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, n.4, p.408-414, out./dez. 1994.

PAEZ, A. et al. Growth, soluble carbohydrates, and aoin concentration of *Aloe vera* plants exposed to three irradiance levels. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.44, p.133-139, 2000.

SOUSA-SILVA, J.C. et al. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha em diferentes condições de luz. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.4 p.80-89, 1999.

THOMPSON, W.A.; HUANG, L.K.; KRIEDEMANN, P.E. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. **Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v.19, p.19-42, 1992.

WALTERS, M.B.; KRUGER, E.L.; REICH, P.B. Growth, biomass distribution and CO₂ exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. **Oecologia**, Berlin, v.94, p.7-16. 1993.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo : EPU-EDUSP, 1982. 101p. (Temas de Biologia, 30).