

# Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa

---

Gizelda Maia Rego<sup>1</sup>

Edilberto Possamai<sup>2</sup>

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de períodos de sombreamento sobre o crescimento inicial e concentrações de clorofila em mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), foi instalado um experimento no viveiro de pesquisa da *Embrapa Florestas*, em Colombo, PR. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos estabelecidos foram: 100 % (pleno sol); 70 %; 64 %, 44 % e 34 % de radiação solar incidente. A altura e diâmetro do coleto foram monitorados em intervalos de 30 dias, dos 60 aos 180 dias após a emergência (DAE). O peso da matéria seca total, aérea e radicial, área foliar, clorofila a e b e clorofila total, foram medidos aos 180 DAE. O percentual de 63,07 % de RFA (radiação fotossinteticamente ativa) proporcionou o maior crescimento em altura das mudas. As maiores médias de diâmetro do coleto ocorreram com as mudas submetidas a pleno sol. O oposto foi observado com a área foliar, onde observaram-se as maiores médias quando as mudas foram submetidas ao maior percentual de sombreamento (34 % de luminosidade). O acúmulo de matéria seca total foi estimado para 54,40 % de RFA. Os teores de clorofila a e b foram maiores nas folhas das mudas sombreadas. Concluiu-se que mudas do jequitibá-rosa, em sua fase inicial, apresentam bom crescimento quando cultivadas na faixa de 54 % a 64 % de luminosidade.

Palavras-chave: Espécie florestal, plântulas, mudas, luminosidade, radiação solar.

---

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora, pesquisadora da *Embrapa Florestas*. email: gizelda@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, professor do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR. email: possamai@agrarias.ufpr.br.

# Effect of Shadeness Over Chlorophyll Level and Initial Growth of *Cariniana legalis*

## ABSTRACT.

To evaluate the effects of periods of shadeness over the initial growth and concentrations of chlorophyll in *Cariniana legalis*(Mart.) Kuntze seedlings, an experiment was installed in the research nursery of *Embrapa Florestas*, at Colombo/PR, Brazil. It was utilized randomized blocks design with five treatments and four replications. The treatments established were: 100% (entire light); 70%, 64%, 44% and 34% of sun radiation. Monitoring of height and diameter were made under intervals of 30 days, from 60° to 180° day after emergency (DAE). Air total dry matter weight of roots, leaf area, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll were measured 180 days after emergency. FAR (Photosynthetic Active Radiation) of 63, 07% led to the best seedling growth in height. Best diameter averages of the region that divides roots from stem occurred with seedlings submitted to entire light. The contrary was observed with leaf area, where major averages were observed when seedlings were submitted to shadeness (34% of light). Dry matter estimates accumulated on 54,40 % of FAR. Chlorophyll a and b levels were higher in the leaves of seedlings cultivated in shadow. Seedlings of *Cariniana legalis*, at the first phase presented a good growth rate when cultivated among 54% and 64% of brightness.

Keywords: Forest species, seedling production, luminosity, solar radiation.

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração desordenada da Floresta Ombrófila Densa tem gerado a extinção de espécies madeiras de valor econômico, como a *Cariniana legalis* (Martius), conhecida como jequitibá-rosa e pertencente ao grupo ecológico das espécies secundárias tardias, com distribuição geográfica no sul da Região Nordeste e Sudeste do Brasil. De acordo com a International Union for Conservation of Nature (2005), esta espécie está ameaçada de extinção e ocorre no estrato superior e

formação Baixo-Montana da Floresta. A *Cariniana legalis*, é utilizada para composição de plantios mistos e em programas de recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1992).

O estudo da luminosidade e sua relação com a fotossíntese é fundamental para avaliação do potencial das espécies arbóreas em programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento. O crescimento e a adaptação da planta a diferentes ambientes relacionam-se à sua eficiência reprodutiva, que está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila foliar (ALMEIDA et al., 2004). Os teores de clorofila e carotenóides nas folhas são utilizados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa e ao crescimento e à adaptação a diversos ambientes. Uma planta com alto teor de clorofila é capaz de atingir taxas fotossintéticas mais altas, pelo seu valor potencial de captação de “quanta” na unidade de tempo (PORRA et al., 1989; CHAPPELLE & KIM, 1992).

Entre os diversos componentes do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001). O sombreamento artificial é um método utilizado no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, pois isola e quantifica o efeito da intensidade luminosa e fornece às parcelas experimentais condições uniformes de iluminação, quando comparada aos estudos em condições naturais (ENGEL, 1989).

As variações na quantidade, qualidade, presença ou ausência de luz irão influenciar fortemente o desenvolvimento que a planta irá apresentar. A luz influencia a distribuição local das espécies em uma comunidade florestal, sendo reconhecido como o mais importante fator para os mecanismos de regeneração e crescimento das florestas (AMO, 1985; FANTI & PEREZ, 2003).

Os parâmetros morfológicos mais utilizados na determinação do padrão de

crescimento inicial das mudas de espécies arbóreas têm sido as relações entre a altura da parte aérea, o diâmetro do colo e o peso da matéria seca total (parte aérea e raízes), que servem para prever o grau de tolerância de diversas espécies ao sombreamento (KOZLOWSKI, 1962; ENGEL, 1989; CHAVES & PAIVA, 2004).

Pouco se conhece sobre as respostas fisiológicas do crescimento inicial desta espécie, aos diferentes fatores ambientais. Por este motivo, o trabalho teve como objetivo quantificar e comparar os teores de clorofilas e os parâmetros de crescimento de plantas jovens de *Cariniana legalis*, submetidas a diferentes níveis de intensidade luminosa.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo para determinar os padrões de crescimento inicial do jequitibá-rosa foi conduzido no viveiro da *Embrapa Florestas*, localizada no Município de Colombo, PR, a 22° 42' 30'' S e 47° 38' 00'' W.G., com altitude média de 950 m. O clima é Cfb, segundo a Classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.600 mm. A temperatura média anual é de 16,5 °C; temperatura média do mês mais frio 12,6 °C e temperatura média do mês mais quente 20,1 °C. As avaliações dos teores de clorofila foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Sementes de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) foram coletadas na Reserva Florestal Vale do Rio Doce, localizada no Município de Linhares, ES, e armazenadas no Laboratório de Sementes da *Embrapa Florestas*, em Colombo, PR. No início do mês de setembro do ano de 2000, aos 30 dias após coleta, as sementes foram colocadas para germinar em substrato vermiculita, em bandejas de isopor, sob sombrite com 80 % de luminosidade natural. Após 30 dias da semeadura, as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno com dimensões de 10 cm de largura x 20 cm de profundidade, contendo solo de floresta, coletado nos primeiros 25 cm, em área de Floresta Ombrófila Densa, localizada em Morretes, PR.

Os níveis de luminosidade foram medidos por meio de um sensor de quanta na faixa fotossinteticamente ativa, medidas em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , acoplado a um *data*

*logger* (LICOR -1000). Em cada parcela (campânulas), foram colocados pontos monitorados a cada 30 minutos, no período de 9h às 17h. Fora das campânulas foi utilizado um ponto de controle para determinação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Os valores médios de sombreamento foram obtidos pela integração da curva diária de luz. Cada sombrite forneceu uma luminosidade média de 34, 44, 64, 70 % de RFA em relação à plena luz do dia (100 % de RFA).

As campânulas consistiram de estruturas de madeira com 2 m de comprimento x 1 m de largura x 1 m de altura, recobertas com telas de nylon (sombrite). As avaliações da altura da planta e diâmetro do colo foram realizadas aos 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a emergência (DAE), em 15 plantas da área útil. As demais avaliações, como matéria seca total (aérea e radicial), área foliar e teores de clorofila a e b, foram realizadas somente aos 180 DAE, nas mesmas 15 plantas utilizadas nas avaliações da altura e diâmetro do colo. O diâmetro do colo foi medido com paquímetro digital num ponto a 1 cm do solo e a altura, com régua milimetrada partindo-se do nível do solo até a gema apical.

Para a avaliação da área foliar foi utilizado o medidor portátil, Modelo LI – 3000. De cada planta foram retiradas quatro folhas e em cada uma foram feitas três leituras, tomando-se por valor definitivo a média aritmética das três. Após as avaliações, todas as folhas, caules e raízes de cada muda, foram secos em estufa a 65 °C, durante 24 horas e avaliadas para obtenção da matéria seca total. A área específica foliar (AEF) foi determinada pela relação entre a área foliar (cm<sup>2</sup>) e a massa seca foliar (g).

A determinação dos teores clorofila a e b foi realizada em outras 10 mudas da área útil. De cada muda, foram retiradas quatro folhas completamente expandidas das brotações, próximo ao ápice, sendo de imediato acondicionadas em papel alumínio e caixa de isopor com gelo. No laboratório, eliminaram-se as nervuras mais grossas das folhas e os fragmentos foram picados e macerados. Foram pesadas três sub-amostras (0,30 mg/folha) de material fresco e transferidas para tubos de ensaio, aos quais foram aplicados 5 mL de DMSO (dimetilsulfóxido, 99 % de pureza em volume). Os tubos de ensaio foram fechados com tampa de borracha e colocados em banho-maria com água pré-aquecida a 70 °C e centrifugado (3.600 rpm) durante duas horas, para solubilização da clorofila. O processo de extração foi considerado completo quando, num exame visual, as folhas das amostras tornaram-se transparentes (ARNON, 1949).

Alíquotas de 15 mL das soluções foram transferidas para uma cubeta de vidro de 3 cm<sup>3</sup>, onde foram feitas, colorimetricamente, as leituras de absorvância (%) para as faixas de comprimentos de ondas de 665 nm e 648 nm, utilizando-se como o branco apenas o DMSO. A absorvância dos extratos foi medida em espectrofotômetro marca Shinadzu, modelo UV - 601. Os cálculos (em mg de clorofila por g de massa fresca de tecido foliar) foram feitos segundo as equações 1 e 2, de acordo com Ronen & Galun (1984) e Barnes et al., (1992).

$$C_a = 14,85(A_{665}) - 5,14(A_{648}) \quad (1)$$

$$C_b = 25,48(A_{648}) - 7,36(A_{665}) \quad (2)$$

Sendo:  $C_a$  : quantidade de clorofila a, em (mg.cm<sup>-3</sup> extrato);

$C_b$ : quantidade de clorofila b, em (mg.cm<sup>-3</sup> extrato); e

$A_{648}$  e  $A_{665}$ : absorvância como indicada no comprimento de onda

O teor de clorofila foi determinado em relação a: massa fresca da folha (mg.mg<sup>-1</sup> p.s) e área da folha (mg.m<sup>-2</sup>).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de 49 plantas e nas 25 plantas da área útil foram realizadas as avaliações. Os dados foram submetidos à análise da variância com estudos de regressão por meio de polinômios ortogonais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas jovens apresentou os maiores valores estimados quando submetidas ao nível de 63,07 % de luminosidade, aos 180 DAE. O crescimento foi reduzido quando as mudas foram cultivadas sob altos e baixos níveis de luminosidade (Figura 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Engel, 1989; Carvalho, 1996; Morais Neto et al., 2000 e Scalon et al., 2002, que estudando espécies lenhosas, observaram que o crescimento inicial foi reduzido, quando cultivadas sob altas intensidades luminosas.

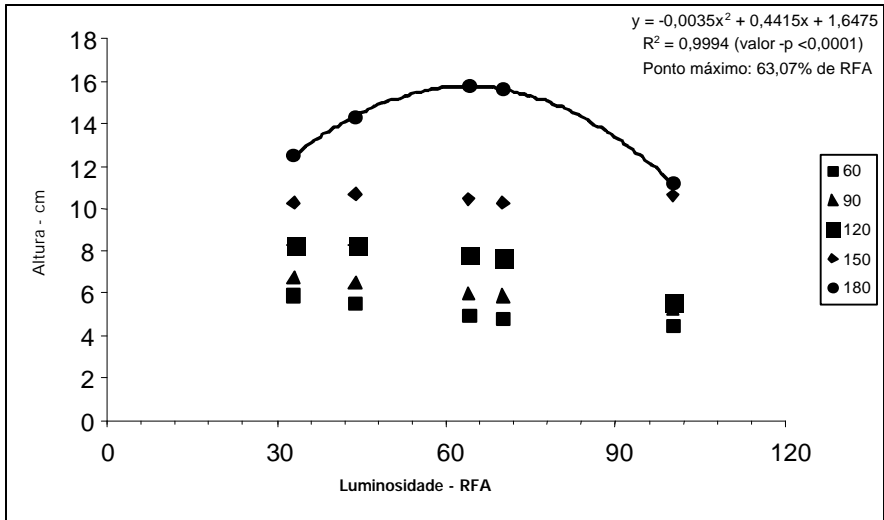


Figura 1. Crescimento em altura de mudas do Jequitibá-rosa e épocas de coleta dos dados em função de diferentes luminosidades – RFA (%).

O maior crescimento das mudas em altura, quando sombreadas, pode ter ocorrido em razão do estiolamento induzido pela baixa intensidade luminosa (WHATLEY & WHATLEY, 1982), ou porque foi favorecido pelas temperaturas mais amenas nas folhas, devido à abertura dos estômatos e a fixação de carbono pelas plantas (WALTERS et al., 1993). É provável que sob sombreamento tenha havido um eficiente controle da temperatura foliar e, conseqüentemente, do status hídrico da planta, de modo a permitir uma otimização da atividade fotossintética e da turgescência, necessárias ao crescimento (REIS, 1991).

A capacidade de crescer rapidamente quando moderadamente sombreadas é um mecanismo importante de adaptação da espécie, constituindo uma estratégia de fuga à baixa e à alta intensidade luminosa. A adaptação às baixas luminosidades é uma característica genética, a qual faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação solar disponível (LARCHER, 2000). A redução do crescimento em altura em pleno sol está associada à elevação da temperatura das folhas e, conseqüentemente, à intensificação da taxa respiratória, o que induziria ao fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e causando um aumento no consumo de fotoassimilados (GRIME, 1965; KOZLOWSKI et al., 1991).

As mudas do jequitibá-rosa apresentaram maior diâmetro do coleto, quando cultivadas em condições de maior disponibilidade de RFA (Figura 2). Maiores diâmetros do coleto, sob maiores níveis de radiação, foram observados em espécies como *Tabebuia avellanedae* e *Erythrina speciosa* (ENGEL,1989) e *Platycamus regnelli* (SCALON, 1991). Segundo Kozlowski (1962) e Larcher (2000), o crescimento em diâmetro apresenta uma relação direta com a fotossíntese líquida, a qual depende dos carboidratos e auxinas acumulados e de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração.

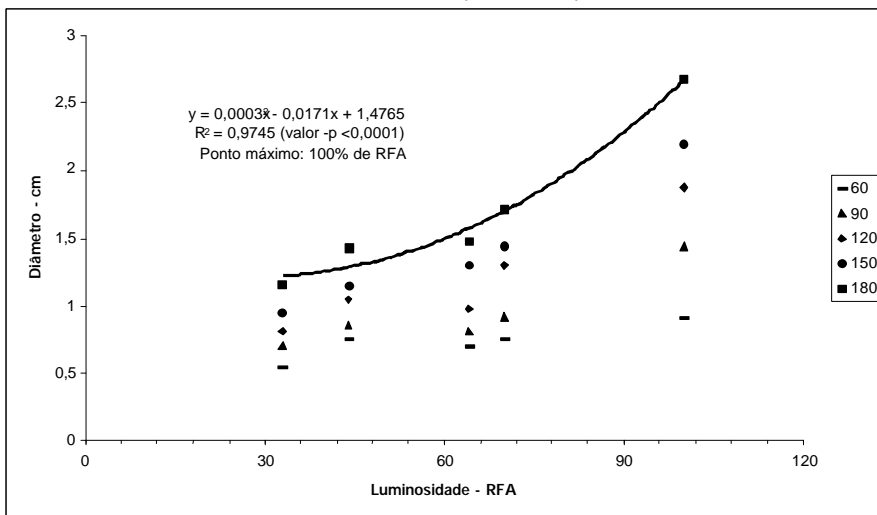


Figura 2. Crescimento em diâmetro de mudas de Jequitibá-rosa e épocas da coleta de dados, em função de diferentes luminosidades - RFA (%).

A distribuição da matéria seca total (aérea e radicial) para os diferentes órgãos da planta variou com o sombreamento das mudas, avaliadas aos 180 DAE (Figura 3). O modelo apresentou um efeito quadrático, tendo como ponto de máxima o grau médio de sombreamento de 54,40 % de RFA. As mudas do jequitibá-rosa fazem sua alocação de energia e produção de biomassa nos níveis médios de sombreamento. A produção de matéria seca total permite avaliar o crescimento de uma planta. A quantidade total de matéria seca acumulada pela planta é reflexo direto da produção fotossintética líquida, somada à quantidade de nutrientes minerais absorvidos (ENGEL, 1989).

As mudas apresentaram um acúmulo da matéria seca aérea (caule e folhas), quando



submetidas a 69,60 % de luminosidade. Verificou-se maior alocação de matéria seca no sistema radicular quando as mudas foram cultivadas sob condições de 100 % de RFA. Resultados semelhantes foram encontrados para o crescimento inicial de mudas de *Pelthophorum dubium* (FERREIRA et al., 1977) e *Muntingia calabura* (CASTRO et al., 1996). A base do caule é que experimenta, naturalmente, um sombreamento proporcionado pelas folhas superiores, ocorrendo uma menor produção de fotoassimilados por parte das folhas inferiores, que são encarregadas de atender a demanda de carbono nas raízes (WELANDER & OTTOSSON, 1997).

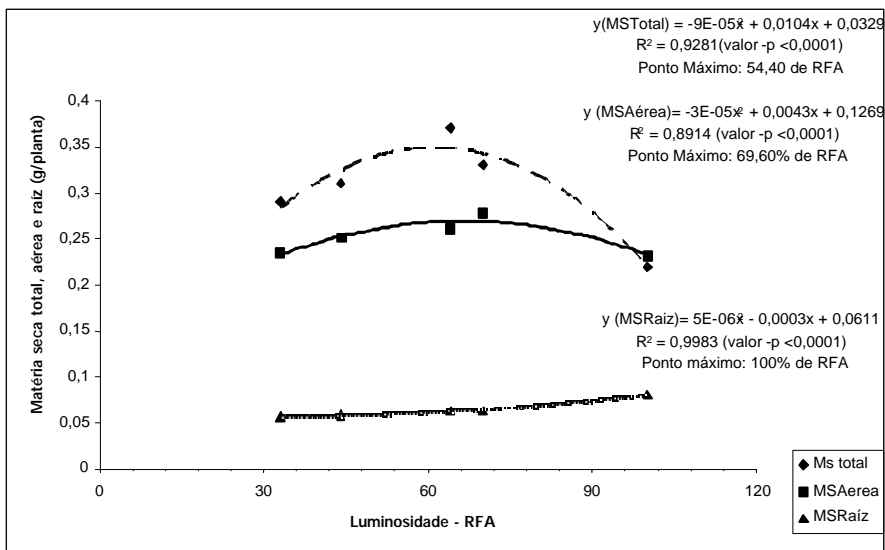


Figura 3. Matéria seca total, aérea e radicular de mudas de Jequitibá-rosa e épocas de coleta de dados em função de diferentes luminosidades – RFA (%), avaliadas aos 180 dias DAE. Colombo, PR.

A área foliar do jequitibá-rosa foi maior em mudas conduzidas sob baixa luminosidade, sendo que o maior valor foi observado no tratamento com 34 % de RFA, indicando que o aparato fotossintético desta espécie sofreu um ajustamento

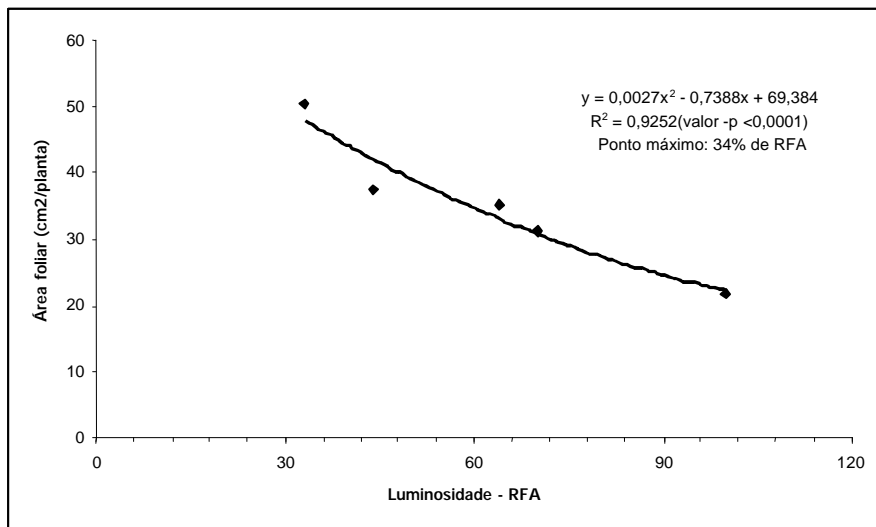


Figura 4. Área foliar de mudas de jequitibá-rosa e épocas de coleta de dados em função de diferentes luminosidades – RFA (%), avaliadas aos 180 dias DAE. Colombo, PR.

Resultados semelhantes foram obtidos para outras espécies como *Garcinia mangostana* (WIEBEL et al., 1994) e *Cabralea canjerana* (CARVALHO, 1996). Estudos semelhantes indicam que a área foliar das espécies tolerantes ao sombreamento tende a crescer com o aumento do sombreamento, pois expande a superfície fotossintética, assegurando aproveitamento mais eficiente das baixas intensidades luminosas (DALE, 1988; JONES & McLEOD, 1990).

Os valores dos coeficientes de correlação entre pares das características avaliadas (crescimento), foram baixos, indicando uma baixa correlação entre as variáveis estudadas (Quadro1). Observou-se que, quanto menor o diâmetro do coleto das plantas jovens, maior é a altura, a área foliar e área específica foliar.

Tabela 1. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis estudadas e luminosidade, para plantas jovens de jequitibá-rosa. Colombo, PR

Variáveis	Diâmetro	Matéria Seca Aérea	Matéria Seca Raiz	Matéria Seca Total	Área Foliar	AEspFoliar
Altura	-0.46173 < .0001**	0,09665 0.3388 ns	0.09344 0.3551ns	0.16130 0.1089 ns	0.08040 0.4265ns	-0.15621 0.1207ns
Diâmetro		-0.10566 0.2955 ns	-0.21241 0.0339 ns	-0.28378 0.0042 ns	-0.71625 < .0001**	- 0.57274 < .0001**
Matéria Seca Aérea			-0.54639 < .0001**	0.34316 0.0005 ns	0.06390 0.5277 ns	0.7138 0.4803 ns
Matéria Seca Raiz				0.46459 < .0001**	0.07751 0.4434ns	-0.00985 0.9225 ns
Matéria Seca Total					0.11996 0.2345 ns	0.02406 0.8122 ns
Área Foliar						0.87122 < .0001**

!\*\*: valor significativo a 1 % pelo teste de t.

ns: não significativo.

A matéria seca total que permite verificar como a massa se distribui pela planta, em decorrência do grau de luminosidade (crescimento), não apresentou correlação com a altura, nem com o diâmetro das plantas. Também foram observadas correlações entre a matéria seca total e das raízes; área específica foliar e área foliar.

Níveis de sombreamento elevados proporcionaram maiores teores de clorofila **a** e **b** e total, em mudas do jequitibá-rosa (Figura 5). A interação entre intensidade luminosa e clorofilas **a** e **b** foi altamente significativa, exceto para a relação clorofila **a/b**.

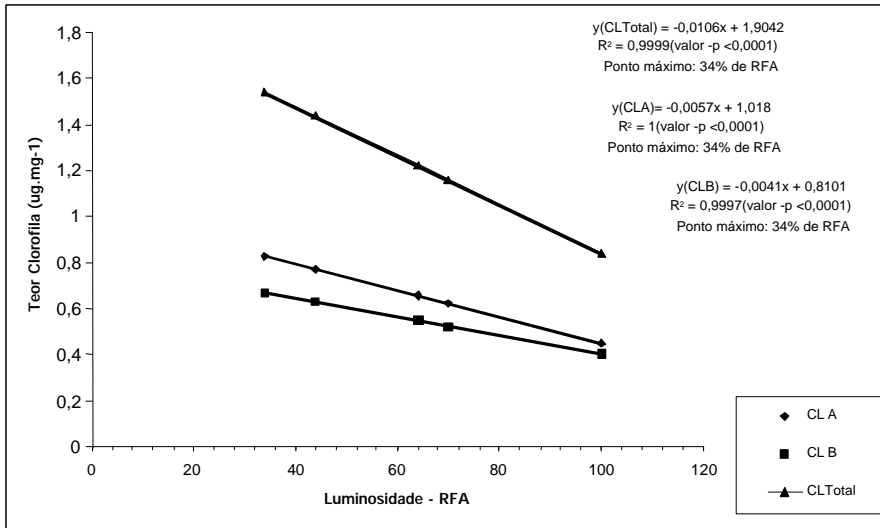


Figura 5. Teor de clorofila a, b e total em mudas de Jequitibá-rosa, submetidas a diferentes níveis de luminosidade (RFA), avaliadas aos 180 dias DAE. Colombo, PR.

Os resultados estão de acordo com os encontrados por Carvalho (1996), que observou maior teor de clorofila b nos níveis mais altos de sombreamento para as espécies arbóreas *Cabralea canjarana* e *Centrolobium robustum*. Kramer & Kozłowski (1979), afirmam que folhas de sombra apresentam maiores teores de clorofilas do que as folhas de sol. Os dados observados contradizem com os dados de Engel (1989), que afirma ser a clorofila a altamente sensível à redução da intensidade luminosa.

Scalon et al. (2002) afirma que o aumento da clorofila b nas folhas submetidas a baixa luminosidade é uma característica importante, porque a clorofila b capta energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila a, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese e representa um mecanismo de adaptação à condição de menor intensidade luminosa. Johnson et al., (1982) e He et al., (1996) observaram teores de clorofila mais elevados em folhas sombreadas e uma razão da clorofila a/b maior em folhas de sol. Reid et al., (1991) observaram que o aumento dos teores de clorofila nas folhas aumenta a capacidade de absorção de luz, de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese, tal como a luz na faixa do verde, presente em grande quantidade no interior do dossel das florestas.

## 4. CONCLUSÕES

As diferentes condições de luminosidade às quais as plantas jovens do jequitibá-rosa foram submetidas influenciaram alguns parâmetros de crescimento avaliados.

As mudas mostraram-se tolerantes à sombra com relação ao crescimento em altura, maior biomassa de matéria seca total e aérea. No entanto, as mudas do jequitibá-rosa submetidas a baixos percentuais de RFA sofreram uma diminuição no crescimento em diâmetro, que refletiu num sistema radicular menos desenvolvido.

Os teores de clorofila a, b e total foram maiores quando cultivadas sob luminosidade reduzida.

Para o jequitibá-rosa, verificou-se que a faixa entre 54 % a 64 % de RFA mostrou-se a mais indicada para o crescimento inicial das plantas.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P. de, ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.

AMO, S. R. del. Algunos aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. In: GOMES-POMPA, A.; AMO R., S. del (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Veracruz, Mexico**. Mexico. Alhambra Mexicana, 1985. p. 79-92.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BARNES, J. D.; BALUGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A. W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 32, n. 2, p. 85-100, 1992.

CARVALHO, P. E. R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) MART. Subsp. Canjerana, *Calophyllum brasiliense* CAMB. e *Centrolobium robustum* (Vell) MART. EX Benth., na fase juvenil.** 1996. 157 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CASTRO, E. M. de; ALVARENGA, A. A.; GOMIDE, M. B. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três níveis de irradiância. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 357-365, 1996.

CHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoids in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 39, p. 239-247, 1992.

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 Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, 2004.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, 1988.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GRIME, J. P. Shade tolerance in flowering plants. **Nature**, v. 208, n. 5006, p. 161-163, 1965.

HE, J.; CHEE, C. W.; GOH, C. J. Photoinhibition of Heliconia under natural tropical conditions: the importance of leaf orientation for light interception and leaf temperature. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 1238-1248, 1996.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Lista da flora ameaçada de extinção com ocorrência no Brasil.** Disponível em: < <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/iucn.pdf> > . Acesso em: 4 out. 2005.

JONES, R. H; McLEOD, K. W. Growth and photosynthetic responses to a range of light environments in chinese tollowtree e carolina ash seedlings. **Forest Science**, Washington, v. 30, n. 4, p. 851-852, 1990.

JOHNSON, C. R; NELL, T. A.; ROSENBAUM, S. E. Influence light intensity and drought stress on *Ficus benjamina* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 107, n. 2, p. 252–255, 1982.

KOZLOWSKI, T. T. **Tree Growth**. New York: The Ronald Press, 1962. p. 149-170.

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

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MORAIS NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35–45, 2000.

PORRA, R. J.; THOMPSON, W. A.; KRIDEMANN, P. E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying **a** and **b** extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimic et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 975, p. 384-394, 1989.

REID, D. M.; BEALL, E. D.; PHARIS, R. P. Environmental cues in plant growth and development. In: STEWARD, F. C. (Ed). **Plant Physiology**. San Diego: Academic Press, 1991. p. 65-181. (Growth and development, v. 10).

REIS, G. G. dos. Crescimento e ponto de compensação luminico em mudas de espécie florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 103-111, 1991.

RONEN, R.; GALUN, M. Pigment extracion from lichens with dimethyl sulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 24, n. 3, p. 239-245, 1984.

SCALON, S. de P. Q. **Estudo da germinação de sementes e produção de mudas de pau-pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.)**. 1991. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, 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.

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

WALTERS, M. B.; KRUGER, E. L.; REICH, P. B. Growth, biomass distribution and CO<sub>2</sub> 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.

WELANDER, N. T.; OTTOSSON, B. Influence of photosynthetic photon flux on growth and transpiration in seedlings of *Fagus sylvatica*. **Tree Physiology**, Vitoria, v. 17, p. 133-140, 1997.

WIEBEL, J.; CHACKO, E. K.; DOWNTON, W. J. S.; LUDDERS, P. Influence of irradiance on photon growth of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) seedlings. **Tree Physiology**, Vitoria, v. 14, n. 3, p. 263 -274, 1994.