

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Caracterização do Crescimento de Mudanças de Três Espécies**  
**Florestais sob Diferentes Níveis de Sombreamento**

Fernanda Ventorim Pacheco

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**CARACTERIZAÇÃO DO CRESCIMENTO DE MUDAS DE TRÊS  
ESPÉCIES FLORESTAIS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE  
SOMBREAMENTO**

**FERNANDA VENTORIM PACHECO**

*Sob orientação do Professor*  
**Carlos Rodrigues Pereira**

*e Co-orientação do Professor*  
**Paulo Sérgio dos Santos Leles**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

634.92

P116c

T

Pacheco, Fernanda Ventorim, 19-.

Caracterização do crescimento de mudas de três espécies florestais sob diferentes níveis de sombreamento/Fernanda Ventorim Pacheco - 2010.

49 f.: il.

Orientador: Carlos Rodrigues Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Bibliografia: f. 33-49.

1. Florestas - Mudas - Teses. 2. Espécies - Teses. I. Pereira, Carlos Rodrigues. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

**FERNANDA VENTORIM PACHECO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/03/2010

---

Carlos Rodrigues Pereira. Prof. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Durval Dourado Neto. Prof. Dr. ESALQ-USP

---

Fernanda Reinert Thomé Macrae. Prof<sup>ª</sup>.Dr<sup>ª</sup>. UFRJ

---

Rogério Luiz da Silva. Prof. Dr.UFRRJ

## RESUMO

PACHECO, Fernanda Ventorim. **Caracterização do crescimento de mudas de três espécies florestais sob diferentes níveis de sombreamento**. 2010. 40p. (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

A produção de mudas de essências florestais, seja com finalidade econômica ou conservacionista, depende de conhecimentos relacionados ao crescimento e desenvolvimento vegetal. O estudo do crescimento e desenvolvimento de uma planta, em diferentes condições ambientais, permite definir e aprimorar formas de cultivos mais adequadas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de mudas de *Schinus terebenthifolius* (aroeira), *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) e *Chorisia speciosa* (paineira) cultivadas em casas de vegetação sob 0%, 22%, 50%, 70%, 84% e 91% de sombreamento. Os parâmetros de crescimento analisados foram altura, diâmetro do colo, área foliar e massa seca total em função do sombreamento. Foram analisadas 24 mudas por espécie, sendo essas analisadas até os seus 90 dias após a emergência nos diferentes ambientes de sombra. As amostragens foram realizadas periodicamente, a cada dois dias no primeiro mês, a cada quatro dias no segundo e a cada oito dias no último mês. *S. terebenthifolius* e *C. speciosa* tiveram o crescimento beneficiado nos tratamentos a 22 e 50% de sombra. Já as mudas de *D. nigra* se beneficiaram com os níveis intermediários de sombra (50, 70 e 84%). A partir dos resultados observa-se que *S. terebenthifolius* e *C. speciosa* em seu ambiente natural podem ser beneficiadas com a presença de clareiras, comportando-se como espécies secundárias iniciais. Assim pode ser sugerido o seu plantio a céu aberto ou em adensamento de capoeiras. Por outro lado, as mudas de *D. nigra* parecem ser mais favorecidas em dosséis fechados apresentando-se como uma espécie secundária tardia. O plantio dessa espécie, portanto, seria mais adequado para o enriquecimento de matas. Pode ser estabelecida uma ordem crescente de exigência a sombra na seguinte seqüência: *S. terebenthifolius* = *Chorisia speciosa* < *D. nigra*.

**Palavras-chave:** espécies florestais, sombreamento, mudas, crescimento, radiação e necessidade de luz.

## ABSTRACT

PACHECO, Fernanda Ventorim. **Characterization of the growth of seedlings of three forest species under different shading levels.** 2010. 40p. (Dissertation, Master in Environmental and Forest Sciences, Area of Conservation of the Nature) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

The production of seedlings of forest essences, with economical or conservationist purposes, depends on the knowledge of plant growth and development. The study of the growth and development of a plant, in different environmental conditions, allows to define and to improve more appropriate forms of cultivation. The objective of this study was to assess the development of seedlings of *Schinus terebenthifolius* (aroeira), *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) and *Chorisia speciosa* (paineira) grown in green house under 0%, 22%, 50%, 70%, 84% and 91% of shading. The parameters used for growth evaluation were height, diameter of the base of the stem, leaf area and total drought mass in relation to the shade level. Were analyzed 24 seedlings by species, which were analyzed up to 90 days after the emergency under different shade levels. The samplings were carried out periodically, every other day in the first month, every four days in the second and every eight days in the last month. *S. terebenthifolius* and *C. speciosa* had their growth favored under 22 and 50% of shading. The seedlings of *D. nigra* were favored by intermediate levels of shadow (50, 70 and 84%). According with the results *S. terebenthifolius* and *C. speciosa* can be benefitted with the presence of gaps in their natural ambient, acting as secondary species. In this way these species can be used in plantations at open sky or in the enrichment of secondary forests. On the other hand, the seedlings of *D. nigra* seem to be more favored in closed canopies, acting as a late secondary species. The planting of this species, therefore, could be more appropriate for the enrichment of forests. An increasing order of shade demand could be established as follows: *S. terebenthifolius* = *Chorisia speciosa* < *D. nigra*.

**Key words:** forest species, shade, seedlings, growth, radiation and light requirements.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por ter me mostrado a sua existência em diversas vezes durante toda minha vida.

A CAPES pela bolsa concedida e a FAPERJ pelo financiamento do projeto.

Ao meu orientador, Prof. Carlos Rodrigues Pereira, que foi muito mais que orientador, um amigo que jamais deixou eu desistir me incentivando todo o tempo, mesmo quando eu pensei em desistir. Obrigada por tudo pelos ensinamentos, pelos ótimos momentos de convivência e pela troca de experiência profissional.

Aos meus pais pelos valores transferidos, os quais nunca abandonei e que me ajudaram a ser a pessoa que sou.

Aos meninos e meninas, estagiários, que sem eles eu nunca conseguiria medir 2084 mudas em um período tão curto de amostragem e que me faziam companhia nos fins de semana e nas noites, dedicados as medições: Adima, Vagner, Leonardo, Roberto, Evandro e Igor .

Os professores: Alexandra Perez pela amizade e ajuda nas traduções para o inglês e Leonardo Medici pela atenção e ajuda quando eu o solicitava para corrigir e aprimorar determinados conceitos. Enfim a todos professores do PGCAF pelo meu crescimento profissional. Eu também não poderia deixar de agradecer aos professores da UENF que foram responsáveis pela minha formação inicial. Em especial aos professores Claudio Retamal (CBB) e Marcos Pedlowski (CCH) pela amizade e incentivo muito antes de eu pretender entrar no mestrado.

A Embrapa Agrobiologia por ter cedido a área para a implantação do experimento e pela paciência e atenção dos funcionários da área experimental (Terraço) que sempre atenderam as necessidades do experimento. Em especial ao seu Emanuel (vigia) pela experiência de vida cedida nas conversas informais e pela preocupação com minha segurança e dos estagiários, principalmente nos fins de semana.

A Família Ferreira (Mayra, Yara (Chamãe), Mario (Chopai) e Mayara) que se tornaram minha família aqui durante o período de mestrado. Pelo carinho, ajuda espiritual e financeira, atenção e bons conselhos. Sempre que precisarem de mim, estarei a disposição, vocês sempre serão especiais para mim.

Aos meus amigos de turma (Wagner, Michele, João, Andréia e Neguim) muito dos quais não mantivemos mais contato mais que foram muito importantes para minha formação. Seja pelas horas de estudo em estatística ou pelas festinhas nas quais a gente se desestressava.

Aos meninos da republica DONA FLOR (André e Alessandro) que me aturaram durante quase dois anos com minha TPM e estresses femininos. Em especial ao Alessandro de Paula que se tornou um verdadeiro irmão. Alê sentirei saudades das nossas conversas na madrugada sobre psicologia animal e relacionamento homem e mulher (A gente podia escrever um livro intitulado: Por que as mulheres namoram e os homens se divertem e/ou Os animais também tem sentimento).

Aos velhos amigos que embora distantes sempre que podiam mandavam notícias (Josimara (UENF), Priscila (UENF), Juliana (Castelo-ES), Mario (Castelo-ES), José Eduardo (Castelo-ES;UFMG)). Em especial, a Valdirene (Macaé-RJ) pela amizade e por sempre ter me socorrido quando não tinha mais ônibus pra ir para casa e me cedia a sua em Macaé.

Aos amigos e os mais que amigos ruralinos: aqueles que já se formaram e voltaram para suas casas (Jairo, Cleber, Luis), sinto muita saudade de vocês e torço para que vocês consigam realizar seus desejos; VOCÊS MERECEM TUDO DE BOM; e aqueles que ainda estão na rural: Pedro Rafael, Reinalde (Ceará), Nunes, Jeison, Angelus, Carlos Eduardo (Cadu). VOCÊS FORAM IMPREENCÍDIVEIS PARA A REALIZAÇÃO DESSE MESTRADO.

Enfim agradeço a todos que direta e indiretamente me ajudaram nesse trabalho. Se esqueci de alguém peço desculpas, mas não se sintam menos importante para mim, foi apenas minha velha falta de memória.

OBRIGADA!!!!

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | INTRODUÇÃO.....  | 1  |
| 2.    | REVISÃO DE LITERATURA.....                                       | 2  |
| 2.1   | Influência da Luz na Produtividade das Plantas.....              | 2  |
| 2.1.1 | Interceptação e absorção da irradiação.....                      | 2  |
| 2.1.2 | Fotossíntese.....  | 3  |
| 2.1.3 | Fotooxidação e fotoinibição.....                                 | 5  |
| 2.2   | Adaptação e Sucessão Ecológica.....                              | 5  |
| 2.3   | Descrição das Espécies.....                                      | 7  |
| 2.3.1 | <i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi (Aroeira).....             | 7  |
| 2.3.2 | <i>Dalbergia nigra</i> Allemao ex Benth (Jacarandá Caviúna)..... | 8  |
| 2.3.3 | <i>Chorisia speciosa</i> A. St-Hil (Paineira Rosa).....          | 8  |
| 2.4   | Análise de Crescimento.....                                      | 9  |
| 3.    | MATERIAL E MÉTODOS.....  | 9  |
| 3.1   | Caracterização do Local.....                                     | 9  |
| 3.2   | Espécies e Avaliações.....                                       | 11 |
| 3.3   | Parâmetros Analisados.....                                       | 11 |
| 3.3.1 | Altura das Plantas.....  | 11 |
| 3.3.2 | Diâmetro do Colo.....  | 11 |
| 3.3.3 | Área foliar.....   | 11 |
| 3.3.4 | Massa Seca Total.....  | 11 |
| 4.    | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                      | 11 |
| 4.1   | Condições Meteorológicas.....                                    | 11 |
| 4.2   | Altura das Plantas.....  | 13 |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>4.3</b> | <b>Diâmetro do Colo.....</b>           | <b>17</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Área Foliar.....</b>                | <b>22</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Massa Seca Total.....</b>           | <b>27</b> |
| <b>4.6</b> | <b>Implicações Ecológicas.....</b>     | <b>31</b> |
| <b>5.</b>  | <b>CONCLUSÕES.....</b>                 | <b>32</b> |
| <b>6.</b>  | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>33</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

As formações florestais do Brasil, em geral, vêm sofrendo níveis significativos de perturbação, devido principalmente ao avanço das fronteiras agropecuárias, as atividades madeireiras, à construção de usinas hidrelétricas e à especulação imobiliária. Nesse cenário vem crescendo as iniciativas para a execução de projetos que visem a conservação, recuperação e uso sustentável dessas áreas degradadas ou perturbadas. Contudo, essas iniciativas dependem de procedimento para a produção de mudas em quantidades e qualidades adequadas e do conhecimento do desenvolvimento das espécies florestais a serem utilizadas os quais ainda são escassos. Assim os estudos básicos envolvendo a germinação, crescimento e desenvolvimento vegetal se tornam de grande relevância para os programas de conservação e recuperação e o desenvolvimento da atividade florestal (MONTEIRO E RAMOS, 1997).

Para a geração de conhecimento a respeito do crescimento e desenvolvimento de espécies florestais assim como para sua exploração como espécie potencial para a recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação, é de suma importância o estudo da ecofisiologia destas espécies (ALMEIDA et al., 2004). Cada espécie tem exigências próprias para seu desenvolvimento e fatores como luz, água, temperatura e condições edáficas são alguns dos elementos do meio ambiente que influem no desenvolvimento da vegetação (TRESHOW, 1970). Suprimento inadequado de alguns desses fatores pode limitar o desenvolvimento vegetal, podendo comprometer as iniciativas tomadas para recuperação das áreas degradadas ou perturbadas. Desses fatores, a luz, por ser fonte primária de energia, é essencial para o desenvolvimento vegetal, sendo que variações na sua qualidade e quantidade, presença ou ausência irão interferir fortemente no tipo de desenvolvimento que a planta, intervindo na distribuição das espécies nas comunidades florestais, tornando-se o elemento mais importante para os mecanismos de regeneração e crescimento das florestas (POGGIANI et al., 1992; AMO, 1985).

Diante da carência de informações relativas ao desenvolvimento de espécies florestais e da importância da intensidade da luz neste desenvolvimento, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o desempenho de mudas de *Schinus terebenthifolius* (aroeira), *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) e *Chorisia speciosa* (paineira) cultivadas em casas de vegetação sob 0%, 22%, 50%, 70%, 84% e 91% de sombreamento e determinar as intensidades de sombreamento mais adequadas ao crescimento dessas espécies florestais; relacionar os efeitos do sombreamento no crescimento das mudas com o contexto ecológico de cada espécie e estabelecer uma ordem de exigência a sombra para as espécies em estudo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Influência da Luz na Produtividade das Plantas**

A irradiância é um dos mais importantes fatores que determinam a produtividade vegetal (TAIZ E ZEIGER, 2004). Devido a variações na quantidade interceptada e na quantidade absorvida pelas plantas, vários processos fisiológicos são influenciados.

Responsável pela captura da energia solar e sua subsequente transformação bioquímica em compostos orgânicos que resultam em carboidratos, fibras, celulose, etc, a fotossíntese é a mais influenciada, dentre todos os processos. Outros processos como fotoinibição, foto-oxidação e a alocação de fotoassimilados são influenciados por essas alterações no processo fotossintético, e conseqüentemente promoverão diferenças na produtividade vegetal.

#### **2.1.1 Intercepção e Absorção da Irradiação**

A parte aérea das plantas recebe radiação de todos os lados, tanto direta quanto difusa. A radiação que interage com a cultura pode ser dividida nos seguintes componentes, ou seja, radiação solar direta; radiação difusa; radiação refletida pela superfície do solo e radiação transmitida pelo dossel (LARCHER, 2006). O somatório da energia incidente e da energia perdida resulta na quantidade absorvida pelas plantas. Dessa forma, em torno de 1,3% da radiação incidente no topo da atmosfera é utilizada pelas plantas para a fotossíntese, pois grande parte dessa não é absorvida e parte se perde de volta para a atmosfera (CASAROLI et al., 2007).

Segundo LEMEURE E ROSENBERG (1975) a radiação refletida pode ser relacionada com o ângulo de inserção das folhas (K) e a elevação solar (B). Quanto  $K < B$ , maior parte da radiação incidente é refletida para baixo; quando, no entanto,  $K > B$ , maior parte da reflexão é para cima, aumentando o coeficiente de reflexão. Por outro lado a transmissão varia de forma contrária com K e B. Perto do meio dia quando a densidade de fluxo de radiação é alta, ou seja, o Sol se encontra em seu maior ângulo ( $K < B$ ), os raios solares penetram mais facilmente pelo dossel acarretando numa maior transmissão de radiação pelas folhas (MACHADO et al., 1985).

Nesse contexto, o regime de radiação solar no interior de uma cobertura vegetal ou para uma planta isolada irá depender da posição solar e de uma série de interações entre a radiação incidente e os elementos vegetais, especialmente as folhas com suas características óticas: reflexão e transmissão que se encontram intimamente relacionadas com a disposição espacial, ângulo de inserção foliar, índice de área foliar e propriedades óticas da vegetação (MOURA, 2007; MACHADO et al., 1985).

O índice de área foliar, a disposição foliar e o ângulo de inserção foliar irão regular a penetração da radiação ao longo do dossel. Alguns modelos de organização espacial de folhas mostram que plantas com folhas superiores verticais e inferiores planas são mais eficientes para a captação de energia luminosa pela variação do ângulo foliar. Plantas com folhas horizontais, aquelas com pequena área foliar superior e grande área foliar inferior são mais eficientes pela melhor distribuição horizontal das folhas (CASTRO et al., 2007). Por outro lado, dosséis planofolares tendem a serem menos eficientes na captação de luz devido ao alto sombreamento (LARCHER, 2006). Estudos realizados com linhagens diferentes de algodão mostraram que essas diferiram entre si quanto à interceptação de luz devido a diferenças em suas áreas foliares. Além disso, por possuir um dossel extremamente planofoliar a luz que chegou às folhas inferiores do algodoeiro foi insuficiente, pois a maior parte da energia foi capturada pelas folhas superiores (SILVA et al., 2005). As plantas tenderam a apresentar alterações na inclinação foliar de acordo com a quantidade de luz que chegou até elas. Espécies de Floresta Tropical Úmida apresentaram 90% das folhas com ângulo de inclinação, menores que 45 graus abaixo do dossel, enquanto no topo, onde a luz que chega é maior, a

inclinação é superior a 45 graus (WIRTH et al., 2001), sendo as folhas basais menos inclinadas a interceptação de luz é otimizada. Resultados semelhantes são encontrados para *Impatiens walleriana* Hook.f. em Floresta de Araucária no Paraná (BOEGER et al., 2009).

Desta forma as interações da radiação solar com as plantas irão condicionar o microclima interno da cobertura vegetal, e a quantidade de radiação disponível dentro do dossel afetando vários processos fisiológicos. Estes interferirão significativamente na produtividade das plantas.

### 2.1.2 Fotossíntese

No processo fotossintético as plantas e outros organismos fotossintetizadores utilizam à luz para sintetizar compostos carbonados, sobretudo açúcares, a partir de dióxido de carbono e água liberando oxigênio (TAIZ E ZEIGER, 2004). A energia livre presente nesses compostos é transferida durante o processo de respiração, para compostos de alta energia, que podem ser utilizados na síntese de novos compostos e no processo de manutenção. O saldo de CO<sub>2</sub> fixado pela planta, ou fotossíntese líquida (P<sub>n</sub>), é a diferença entre a taxa de fixação bruta (P<sub>g</sub>) e a taxa de perda de CO<sub>2</sub> durante o processo respiratório (R) (JONES, 1994).

As plantas somente conseguem realizar o processo fotossintético por possuírem clorofila e outros pigmentos. As clorofilas são pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas. A Clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios. Os principais pigmentos acessórios também incluem outros tipos de clorofilas: Clorofila *b*, presente em vegetais superiores, algas verdes e algumas bactérias; Clorofila *c*, em feófitas e diatomáceas; e clorofila *d*, em algas vermelhas (TAIZ E ZEIGER, 2004).

As clorofilas localizam-se nos cloroplastos, sendo esta organela o continente da fotossíntese, isto é, onde ocorrem as duas reações mais importantes: a fotoquímica, nas membranas dos tilacóides e a bioquímica, no estroma do cloroplasto. Tais organelas, além das clorofilas, contêm outros pigmentos chamados acessórios, como os carotenóides (carotenos e xantofilas) (STREIT et al., 2005).

Estes pigmentos fotossintéticos absorvem a energia, proveniente da luz solar, e a transfere para sítios bem definidos, localizados sobre as membranas tilacóides, os assim chamados centros de reação. Há dois centros de reação, um deles absorvendo em 680nm e outro em 700nm, os quais interagem entre si através de transportadores de elétrons. É a partir da molécula de clorofila, a qual absorve em 680nm no espectro visível, que os elétrons oriundos da água são transferidos para a cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese (TAIZ E ZEIGER, 2004).

Devido aos centros de reações absorverem energia em comprimentos de onda específicos, as clorofilas e os outros pigmentos acessórios somente conseguem utilizar a radiação com comprimento de onda entre 400 a 700 nm (BEGON et al, 2006). Assim a qualidade de luz é um fator determinante para a função que estes desempenham. Este intervalo de radiação é chamado de região do espectro fotossinteticamente ativa (*PAR-photosynthetically active region*) (RICKLEFS, 1996). Apenas 56% da radiação que chega à superfície terrestre é PAR o que a torna um recurso limitante para o processo fotossintético e consequentemente para a produtividade das plantas (BEGON et al, 2006).

Além da qualidade a quantidade de radiação também é um fator determinante para a fotossíntese. Em situações onde não temos radiação a respiração cria um déficit de energia na planta. Com o aumento da radiação observa-se um aumento da taxa fotossintética com um aumento da P<sub>n</sub>, até chegar ao chamado, ponto de compensação onde a taxa respiratória se equilibra com a taxa fotossintética, ou seja, o processo fotossintético fixa exatamente a mesma

quantidade de CO<sub>2</sub> liberado pela respiração, e nenhuma troca de CO<sub>2</sub> entre a planta e a atmosfera é verificada (LARCHER, 2006; RICKLEFS, 1996). Com o aumento continuado da radiação constata-se que absorção de CO<sub>2</sub> e o rendimento fotossintético aumenta proporcionalmente a esta (LARCHER, 2006). Contudo, sob radiação intensa a planta não mais responde, em termos fotossintéticos, chegando ao chamado ponto de saturação (RICKLEFS, 1996). Neste, a planta não é mais limitada pela luz e sim por outros fatores como a atividade da ribulose-1,5-bifosfato (enzima responsável pela assimilação de gás carbônico) e/ou pela disponibilidade de CO<sub>2</sub> (TAIZ E ZEIGER, 2004). Os pontos de compensação e saturação estão condicionados à disponibilidade de radiação no ambiente e varia conforme o tipo de planta (LARCHER, 2006) e adaptações que estas apresentam.

Com o aumento da irradiância as espécies C<sub>4</sub> tendem a continuar aumentando mais a P<sub>n</sub> que plantas C<sub>3</sub>. Além disso, as plantas C<sub>4</sub> apresentam seus espaços intercelulares do mesófilo saturado a 100 µl l<sup>-1</sup> (microlitro por litro) de CO<sub>2</sub>, enquanto as plantas C<sub>3</sub>, a saturação é alcançada com 250 µl l<sup>-1</sup> (microlitro por litro). Esse comportamento se deve à elevada eficiência da carboxilação da PEP-carboxilase, combinada com a inibição da fotorespiração promovida pelo mecanismo C<sub>4</sub> da concentração de CO<sub>2</sub> junto ao sítio ativo da rubisco (KERBAUY, 2004).

Espécies e folhas que crescem em diferentes irradiâncias também apresentam grandes variações no comportamento de resposta à luz. Nas espécies de sombra em folhas sombreadas, a P<sub>n</sub> pode saturar a menos de 100 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de PAR, a qual é aproximadamente 5% da luz total. Folhas de sol, por outro lado, frequentemente continuam a responder a valores típicos para toda a luz solar (JONES, 1994). Contudo, folhas de espécies de sol crescendo em ambientes sombreados tende a apresentar comportamento semelhante a espécies de sombra (BOARDMAN, 1977).

Estudos realizados por LEMOS-FILHO (2000) com *Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium* (espécies frutíferas do cerrado) mostrou que estas se saturam a 1500 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> de PAR. DIAS E MARENCO (2007) observaram que o mogno (*Swietenia macrophylla*) apresenta ponto de saturação a 1700 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Por outro lado, *Quina pteridophylla*, crescendo abaixo do dossel de floresta tropical no sul da Amazônia, apresenta ponto de saturação de 5,9 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> a 10,9 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>, entre as estações seca e chuvosa (MIRANDA et al., 2004).

Além de atuar no fornecimento do poder redutor para a produção fotossintética a luz desempenha um importante papel na ativação de enzimas que estão envolvidas no processo fotossintético (TAIZ E ZIEGER, 2004). A rubisco é uma das enzimas ativadas pela radiação solar. A ativação da rubisco depende do pH básico do lúmen, que é alterado em função da fase fotoquímica e também da concentração de Mg e CO<sub>2</sub>, que são aumentadas em condições de luminosidade, ativando carbamilação da rubisco, que libera íons H<sup>+</sup>, conforme o pH aumenta, e recebe íons de Mg e COOH, tornando a enzima rubisco ativa. Outras enzimas também são ativadas pela luz, envolvendo outra via chamada de sistema ferredoxina-tiorredoxina. Nessa via a enzima ferredoxina transporta poder redutor do fotossistema I para a tiorredoxina. A tiorredoxina possui grupos dissulfídicos, que quando reduzida é capaz de passar o poder redutor para a enzima alvo e reduzi-la, tornando-a ativa (TAIZ E ZIEGER, 2004).

### 2.1.3 Fotooxidação e Fotoinibição

O excesso de luz pode inibir ou até mesmo comprometer o processo fotossintético. A inibição da fotossíntese pode ocorrer através de dois processos: a fotoinibição e/ou a fotooxidação. A fotoinibição envolve danos aos centros de reação, especialmente FSII (fotossistema II), quando eles são superexcitados. No Fotossistema II, ocorre perda da proteína (D1) envolvida na transferência de elétrons entre P680 (Centro de reação do FSII) e PQ (Plastoquinona). Esta proteína pode ser recuperada posteriormente (processo reversível). Por outro lado a foto-oxidação é um processo irreversível e envolve diretamente os pigmentos receptores de luz, os quais, ao absorverem muita luz, ficam muito tempo excitados e interagem com o oxigênio produzindo radicais livres, como superóxido ( $O_2$ ), que pode destruir os pigmentos. A fotoinibição e a foto-oxidação são fenômenos separados. Contudo, estudos mostram que a foto-oxidação é precedida pela fotoinibição (POWLES, 1984).

A fotoinibição leva a uma redução lenta da fotossíntese e conseqüentemente a uma diminuição do rendimento quântico acompanhado por alterações nas atividades do fotossistema II; essa pode ser detectada por modificações na emissão de fluorescência (LONG et al., 1994; KRAUSE E WEIS, 1991). Esta, embora exista controvérsias, é resultado da desativação da clorofila *a* excitada pela luz e pela transferência de energia do fotossistema II para o fotossistema I (KRAUSE E WEIS, 1991). Alguns autores apóiam a hipótese de que a atividade do fotossistema II é comprometida em situações de fotoinibição, pois os centros de reação funcionam como armadilha de energia, porém são incapazes de realizar as reações fotoquímicas normalmente e convertem a energia de excitação em calor (KRAUSE E WEIS, 1991). Estudos realizados com mogno (*Swietenia macrophylla*) e acariquara (*Minquartia guianensis*) mostraram que a fluorescência máxima destas diminuíram quando estas eram expostas à alta irradiância ( $1700 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (DIAS E MARENCO, 2007). Esta redução pode estar ligada à interrupção do fluxo de elétrons que acarreta numa redução da atividade de enzimas ligadas à fixação de carbono (POWLES, 1984).

Todos os organismos fotossintéticos são susceptíveis à fotoinibição e conseqüentemente à foto-oxidação (POWLES, 1984). Essa susceptibilidade irá depender da espécie, do ambiente de luz de crescimento e da adaptação que essas apresentam. DIAS E MARENCO (2007) comprovaram que espécies tolerantes à sombra, como *Minquartia guianensis* são mais susceptíveis à fotoinibição.

Alguns fatores e adaptações podem contribuir para proteger a planta contra a fotoinibição e a foto-oxidação. Naquela pode se incluir mecanismos que diminuem a absorção de luz – movimento de folhas, pilosidade, reflectância – a fotorrespiração, a redução do oxigênio no fotossistema I, que leva à formação de água e à dissipação de energia por mecanismos não-fotoquímicos – perda de calor ou dissipação não radiativa (WU et al., 1991). Nesta, defesas bioquímicas, como a enzima superóxido dismutase (SOD) que destrói os radicais livres e possuem um ótimo em condições de baixa luz (TAIZ E ZIEGER, 2004; KRAUSE E WEIS, 1991).

### 2.2 Adaptação e Sucessão Ecológica

A maioria das características das plantas é determinada geneticamente, embora dentro de limites, possa ocorrer variações que representam ajustes ao meio onde a planta cresce e se desenvolve. A estrutura da folha, por exemplo, pode ser grandemente influenciada pelo nível de luz durante o crescimento, existindo diferenças anatômicas, bioquímicas e ultra estruturais entre as folhas crescidas sob sol pleno e as folhas crescidas sob intenso sombreamento (KERBAUY, 2004; SANTIAGO et al., 2001). Essas diferenças estão associadas a uma função compensatória de folhas adaptadas à sombra, à diminuição proporcional da fotossíntese e à diminuição da intensidade luminosa, visto que tais folhas aproveitam melhor a luminosidade, em comparação com aquelas não adaptadas a esse fator (LARCHER, 2006).

Diferenças morfométricas também são observadas entre as plantas que crescem sob intensa radiação solar e aquelas sob sombreamento. Vários estudos com inúmeras espécies arbóreas submetidas a diferentes níveis de irradiância sob condições de viveiro confirmam que há um aumento na superfície foliar com o aumento do sombreamento (DOUSSEAU et al., 2007; SILVA et al., 2007; JUNIOR et al., 2005; CAMPOS E UCHIDA, 2002; SCALON et al., 2001). Além disso, as plantas crescidas a pleno sol tendem a apresentar maior espessamento da folha, sendo esse uma forma de proteção do aparato fotossintético (SCALON et al., 2001). Experimentos realizados com *Cedrelinga catanaeformis* e *Hidrocotyle bonaniensis* Lam. mostraram um alto peso específico da folha quando estas foram submetidas a grandes intensidades luminosas (FARIAS E COSTA, 1997). O número de folhas é diminuído com o aumento do sombreamento, o que pode ser atribuído à condição de extremo sombreamento, reduzindo as atividades metabólicas da planta (SILVA et al., 2007). Além disso, o diâmetro do caule apresenta respostas diferenciadas aos níveis de sombreamento sendo essa capacidade de resposta, provavelmente, relacionada com a plasticidade da espécie. Estudos realizados por SCALON et al. (2003) mostraram que *Bombacopsis glabra* aumenta seu diâmetro em condições de baixo sombreamento o que proporciona as plantas crescidas a pleno sol a apresentarem maior altura. Fato atribuído ao maior particionamento de fotoassimilados para a parte aérea (SCALON et al., 2001). Por outro lado, CAMPOS E UCHIDA (2002) observaram que *Jacaranda copaia* apresentou diferenças em altura entre os sombreamentos testados, embora não encontrando relações entre o diâmetro do caule e o sombreamento.

Além das modificações que ocorrem nos tecidos fotossintetizantes do mesófilo foliar, diversos trabalhos mostram diferenças nos níveis de intensidade luminosa influenciando mudanças significativas na densidade estomática, número e tamanho das células epidérmicas, número de tricomas, tamanho dos espaços intercelulares e esclerificação de tecidos (CASTRO et al., 2007; SANTIAGO et al., 2001). Folhas crescidas a pleno sol tendem a apresentar um índice estomático maior que folhas crescidas sob sombreamento, devido ao efeito da luz na diferenciação das células estomáticas (TAIZ E ZIEGER, 2004; SANTIAGO et al., 2001). Os níveis de clorofilas foliares também são controlados pela luz. Portanto, folhas de sombra possuem, geralmente, maior concentração de clorofilas em relação às crescidas sob pleno sol. Este aumento dos níveis de clorofilas é resultado do aumento das clorofilas *a* e *b*. O maior acúmulo de clorofila nos níveis de maior sombreamento pode ser devido a compensação da espécie à menor quantidade de radiação disponível (DOUSSEAU et al., 2007).

As taxas fotossintéticas variam entre as plantas crescidas a pleno sol e as plantas sombreadas. Plantas adaptadas ao sol apresentam elevadas taxas fotossintéticas e elevadas taxas de crescimento sob intensa luminosidade. Por outro lado apresentam fotossíntese ineficiente e dificuldades de sobreviver quando crescem em baixas intensidades luminosas (KERBAUY, 2004). Estudos realizados em uma floresta tropical no sul da Amazônia com *Quina pteridophylla*, planta que cresce em clareiras, mostraram uma elevada taxa fotossintética quando comparada a plantas de sombra (MIRANDA et al., 2004).

Essas diferenças morfométricas e fisiológicas resultam em diferentes definições quanto a ecologia das plantas. Os padrões são definidos a partir da ecofisiologia das espécies, onde as plantas são classificadas de acordo com características estruturais e fisiológicas sendo o principal fator a intensidade de luz. Uma das propostas referentes a esses padrões de comportamento é a classificação ecológica apresentada por BUDOWSKI (1965), onde as espécies são divididas em pioneiras, secundária inicial, secundária tardia e clímax, baseando-se em características como mecanismos de dispersão de sementes, densidade nos estratos, entre outras, mas principalmente quanto às exigências lumínicas. De acordo com esta classificação, as espécies pioneiras e secundárias inicial são intolerantes à sombra, enquanto as secundárias tardias e clímax são tolerantes, principalmente na fase juvenil.

Em outra classificação, apresentada por WHITMORE (1983), uma divisão das espécies florestais é feita em quatro grupos ecológicos, sendo o fator luz ainda de maior importância. Nesta, o primeiro grupo é formado pelas espécies que se estabelecem e crescem sob dossel fechado. No segundo grupo, as espécies se estabelecem e crescem sob dossel fechado, mas se beneficiam com o aumento na disponibilidade de luz. As espécies do terceiro grupo conseguem se estabelecer sob dossel fechado, mas precisam de luz para amadurecer e se reproduzir. Espécies pertencentes ao quarto grupo necessitam de luz para se estabelecer, crescer e se reproduzir. PIÑA-RODRIGUES et al. (1990) em estudo sobre as estratégias de estabelecimento das espécies, sugeriram uma divisão em pioneiras, oportunistas e clímax. As espécies pioneiras possuem características que possibilitam um rápido estabelecimento e crescimento em condições de elevada disponibilidade de luz. Já as espécies oportunistas e as espécies clímax conseguem se estabelecer, mas, de acordo com suas características, precisam de luz para o crescimento.

## **2.3 Descrição das Espécies**

### **2.3.1 *Schinus terebenthifolius* Raddi (Aroeira)**

*Schinus terebenthifolius* pertence à família Anacardiaceae sendo conhecida popularmente de aroeira-pimenteira, aroeira-mansa, aroeira-vermelha, aroeira, aroeira-da-praia e etc (LORENZI, 2002). A variação nos nomes se dá, principalmente, pelo fato de seus frutos possuírem a aparência de uma pequena pimenta de coloração rosa-avermelhada, por isso, também chamados de pimenta-rosa, “pink-pepper”, “poivre rose”, entre outros nomes (LENZI E ORTH, 2004).

A aroeira-pimenteira é uma planta perenifólia, heliófita de porte arbóreo, podendo apresentar altura de 5-10m, com tronco de 30-60cm de diâmetro (LORENZI, 2002). A semente é única por fruto, lisa e com um envoltório membranáceo de coloração amarelo-clara (MACHADO E CARMELLO-GUERREIRO, 2001). A emergência ocorre de 10 a 15 dias depois da germinação e o crescimento da planta no campo é rápido. Em viveiro a espécie floresce e frutifica já no primeiro ano de vida (CARVALHO, 2003). Desta forma, essa espécie apresenta um grande potencial para exploração e diferentes usos.

Quanto ao contexto ecológico existem divergências na literatura, podendo ser classificada como uma espécie tipicamente pioneira (DURIGAN et al., 2004), secundária inicial (FERRETTI et al., 2002) e com tendência a secundária tardia (SOUZA E PIÑA-RODRIGUES, 2000). Adicionalmente, CHIAMOLERA (2008) mostrou que a espécie possui não apenas uma tolerância à sombra como também se adapta a essa em sua fase inicial de crescimento, assim tendo comportamento de uma espécie secundária inicial a secundária tardia.

Essa espécie é muito procurada pela avifauna, permitindo uma ampla disseminação e uma boa regeneração, sendo recomendada para reflorestamentos heterogêneos (LORENZI, 2002). Além disso, apresenta alta plasticidade ecológica permitindo ocupar diversos tipos de ambientes e formações vegetais podendo ser encontrada desde restinga até florestas pluviais (LORENZI, 2002; FLEIG E KLEIN, 1989).

*Schinus terebenthifolius* apresenta uma madeira moderadamente pesada, mole, bastante resistente e com alta durabilidade. Tais características permitem sua utilização para moirões, esteios, lenha e carvão. Ela também produz uma goma-resina com propriedades febrífuga, homeostática e antitussígena, podendo ser utilizada como planta medicinal (OLIVEIRA E GROTA, 1965). Além disso, o consumo de seus frutos tem aumentado muito, tanto para o mercado internacional como para o nacional, que os utilizam como condimento alimentar (LENZI E ORTH, 2004). Possui ainda potencialidades medicinais e fitoquímicas, sendo que seus metabólitos secundários têm auxiliado no tratamento de diversos males (AMORIM E SANTOS, 2003; GUERRA et al., 2000).

### 2.3.2 *Dalbergia nigra* Allemao ex Benth (Jacarandá Caviúna)

*Dalbergia nigra* pertence à família Leguminosae-Papilionoideae (Fabaceae). Seu gênero é composto por 120 espécies tropicais, sendo que apenas 15 espécies, somente, fornecem madeira de qualidade, sendo *Dalbergia nigra* uma das 12 espécies brasileiras que merece destaque (RIZZINI, 1995). No Brasil, ela é popularmente conhecida como jacarandá-da-bahia, jacarandá-preto, caviúna, cabiúna, graúna, jacarandá-caviúna dentre outros (RIZZINI, 1995; LORENZI, 2002)

Trata-se de uma planta decídua, heliófita de porte arbóreo, podendo apresentar altura de 15-25m, com tronco de 40-80cm de diâmetro (RIZZINI, 1995). Os frutos de *Dalbergia nigra* apresentam uma ou duas sementes, cuja emergência ocorre de 10-20 dias após a germinação (LORENZI, 2002). Devido à leveza e ao pequeno tamanho das sementes sua dispersão ocorre através do vento, sendo também atrativas para Psitacídeos (HOPE, 2004). No habitat natural o jacarandá-da-bahia raramente ou nunca se encontra em regeneração natural, devido ao coelho-do-mato (*Sylvilagus brasiliensis*), ávido por suas plântulas (CARVALHO, 2003). Essas características, dentre outras, possibilita o sucesso e a importância do uso dessa espécie em projetos de reflorestamento.

Quanto ao seu comportamento ecológico têm ocorrido variações, podendo classificada como secundária tardia a clímax, tolerando o sombreamento leve a moderado na fase juvenil (LORENZI, 2002).

O jacaranda-caviúna é conhecido comercialmente há mais de trezentos anos, por ser uma das mais valiosas espécies madeireiras que ocorrem no Brasil. Sua madeira, muito procurada para moveis, foi objeto exportação, desde os tempos coloniais (CARVALHO, 2003). Desta forma, essa espécie sofreu um intenso e desordenado processo de exploração extrativista entrando na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (OLIVEIRA FILHO, 1994). Infelizmente, plantios comerciais dessa essência ainda são incipientes, fato esse ligado à idéia difundida sobre seu crescimento considerado lento ou com velocidade intermediária quando comparada a outras espécies (GALVÃO et al., 1979; OLIVEIRA et al., 1998). Contudo, associado as características de facilidade de comercialização da madeira e a fácil adaptação das mudas em terrenos de baixa fertilidade, faz com que o jacarandá-caviúna apresente um alto potencial para o manejo florestal sustentável o que torna importante o conhecimento de mudas dessa espécie em diferentes condições ambientais.

### 2.3.3 *Chorisia speciosa* A. St-Hil (Paineira Rosa)

*Chorisia speciosa* pertence à família Bombacaceae, apresentando várias nomenclaturas populares como paineira, paineira-rosa, paineira-branca, árvore-de-paina, dentre outras. É uma espécie de ampla distribuição ocorrendo da Paraíba ao Rio Grande do Sul (LORENZI, 2002).

Trata-se de uma planta heliófila, decídua de grande porte, podendo apresentar altura de 15-30m, com tronco de diâmetro 80-120 cm (LORENZI, 2002). As flores são hemafroditas e provavelmente polinizadas por borboletas, morcegos e beija-flores (CARVALHO, 2003). As sementes são envoltas por fibras (paina), o que auxilia na dispersão pelo vento (CARVALHO, 2003). Este tipo de dispersão permite que as sementes se tornam de fácil aquisição e com grande potencial para sua utilização em projeto de reflorestamento.

Em termos ecológicos essa espécie apresenta uma variação no comportamento, podendo as vezes apresentar-se como uma espécie secundária inicial, enquanto em outras como uma secundária tardia (NAVE et al., 1997; KAGEYAMA et al., 1990). Em geral, possui crescimento rápido e mecanismos fisiológicos específicos o que a torna tolerante ao encharcamento, aparecendo com frequência em áreas ciliares (CORRÊA E PENNA, 1974).

Por se tratar de uma planta com crescimento rápido e com características ornamentais, principalmente na fase de florescimento, é muito utilizada para o paisagismo em especial em áreas públicas. Além de sua importância ecológica e ornamental, sua madeira pode ser empregada na confecção de canoas, cochos, forros de móveis, na caixotaria e no fabrico de pasta celulósica (LORENZI, 2002). Desta forma, suas sementes e mudas apresentam um grande mercado comercial.

## **2.4 Análise de Crescimento**

A análise de crescimento é um método que permite avaliar o crescimento da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos para o crescimento total. Assim é também útil para verificar adaptações fisiológicas, quanto à partição de carboidratos para folhas e outros órgão como caule e raiz. É um método bastante preciso e acessível para descrever as respostas das plantas a variações do meio ambiente, pois as variáveis necessárias para seu procedimento são relativamente fáceis de serem obtidas e exigem instrumentos baratos e de fácil manuseio (BENINCASA, 2003).

A análise de crescimento vegetal se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo de seu crescimento, resulta da atividade fotossintética. Assim a intensidade e a qualidade da luz são variáveis ambientais de significância considerável para o crescimento vegetal, pois influencia diretamente o processo fotossintético, ou seja, interfere na produção de energia química, como também leva a mudanças morfológicas da planta ao longo de seu desenvolvimento (WHATLEY E WHATLEY, 1982). Desta forma vários estudos já foram conduzidos tentando se verificar essa influencia da luz no crescimento de espécies florestais e agrícolas (CARVALHO et al., 2006; ALMEIDA et al., 2004; DUZ et al., 2004; NAKAZONO et al., 2001).

As características morfológicas mais usadas, para a análise do crescimento de mudas submetidas a diferentes níveis de luminosidade, são a altura, o diâmetro de caule, a produção de matéria seca, a área foliar e as relações entre a biomassa das partes aérea e radicular (FARIAS et al., 2007; FARIAS E COSTA, 1997). Essas características permitem, ainda, inferir alguns parâmetros fisiológicos como a taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar dentre outros, os quais são de fundamental importância para entender o crescimento e o desenvolvimento vegetal, pois eles sofrem profundas mudanças ao longo do tempo de desenvolvimento com as alterações ambientais (YUSUF et al., 1999).

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Caracterização do Local**

O experimento foi conduzido no período de 25 de março a 23 de junho de 2009 em casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamento na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia), no município de Seropédica (22°45'18,72" S e 43°40'05,31" O) região metropolitana do estado do Rio de Janeiro.

Foram utilizados seis níveis de sombreamento, ou seja, 20, 40, 60, 80 e 90% e 0% (pleno sol). Cada nível de sombreamento foi estabelecido com o uso de sombrites comprados com as indicações citadas anteriormente, embora os níveis médios obtidos em cada casa de vegetação (verificados com o uso de uma barra Ceptômetro – AccuPAR - Modelo LP PAR 80) tenham sido 22, 50, 70, 84 e 91%, respectivamente. As casas de vegetação foram construídas de madeira com pé direito de 2,5m e dispostas conforme mostrado na Figura 1.

|    |     |    |     |    |
|----|-----|----|-----|----|
|    |     |    |     | 2m |
|    | 0%  |    |     | 6m |
|    |     |    |     | 3m |
|    |     |    | 22% | 6m |
|    |     |    |     | 3m |
|    | 50% |    |     | 6m |
|    |     |    |     | 3m |
|    |     |    | 70% | 6m |
|    |     |    |     | 3m |
|    | 84% |    |     | 6m |
|    |     |    |     | 3m |
|    |     |    | 91% | 6m |
| 2m | 10m | 2m | 10m | 2m |

**Figura 1-** Disposição das casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamento (0, 22, 50, 70, 84 e 91%) observados.

Os dados meteorológicos temperatura do ar, radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e umidade relativa do ar foram obtidos com estações meteorológicas automáticas (modelo WatchDog 2550, marca Spectrum Weather), instaladas em cada ambiente de sombra.

### **3.2 Espécies e Avaliações**

As espécies florestais utilizadas nesse estudo foram: *Schinus terebenthifolius* (aroeira), *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) e *Chorisia speciosa* (paineira rosa). A escolha das espécies baseou-se na importância ecológico-silvicultural e na hipótese de que essas se comportariam diferentemente entre si quanto aos parâmetros analisados em resposta aos diferentes níveis de sombreamento.

As mudas foram obtidas através da semeadura realizada no dia 21 de março de 2009, em sementeiras com areia lavada, com 2 m de comprimento x 1 m de largura, localizadas dentro de cada nível de sombreamento analisados (0, 22, 50, 70, 84 e 91%). Foram semeadas 500 sementes por tratamento por espécie, totalizando 3000 sementes as quais foram cobertas por uma fina camada de areia lavada. Ao atingirem 10 cm de altura, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos com 25 cm de altura por 20 cm de diâmetro, contendo substrato formado por argila, areia lavada e esterco bovino curtido em proporções iguais.

Os parâmetros de crescimento analisados foram medidos aos 30, 60 e 90 dias após emergência. Em cada amostragem eram avaliadas 24 mudas por espécie e se seguiram a cada dois dias no primeiro mês (período de março a abril); a cada quatro dias no segundo mês (período abril a maio) e a cada oito dias no terceiro mês (maio a junho), totalizando 29 amostragens. Os dados de crescimento foram estudados através de análises de regressão em função dos níveis de sombreamento, utilizando-se o modelo logarítmico para a confecção das curvas de crescimento.

### **3.3 Parâmetros Analisados**

#### **3.3.1 Altura das plantas**

A altura máxima foi obtida com o auxílio de régua graduada colocada paralelamente ao caule das plantas, medindo-se a altura a partir do solo da planta até a gema apical.

#### **3.3.2 Diâmetro do colo**

O diâmetro do colo foi determinado com a ajuda de um paquímetro digital (marca MITUTOYO: ABSOLUTE DIGIMATIC), medindo-se o diâmetro das mudas no colo.

#### **3.3.3 Área foliar**

Para a determinação da área foliar foi utilizado um medidor, modelo LI-3100C Área Meter, LICOR, Inc.

#### **3.3.4 Massa Seca Total**

Para a quantificação da matéria seca total, as plantas foram retiradas dos sacos plásticos com cuidado e conduzidas a uma lavagem para a retirada do excesso de substrato. Posteriormente, essas foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa, com ventilação forçada a 70°C, até peso constante e então pesada em balança de precisão.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Condições Meteorológicas**

Os diferentes ambientes sombreados foram descritos, ao longo do experimento, pela análise dos elementos climáticos descritos na Tabela 1. A variável radiação fotossinteticamente ativa diminuiu na medida em que se aumentaram os níveis de sombreamento. Enquanto, a umidade relativa, temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho e a precipitação não variaram entre os tratamentos de sombra, permanecendo nas condições apropriadas para o cultivo das espécies estudadas..

**Tabela 1** - Sombreamento médio ao meio dia (%), sombreamento médio mensal (%), radiação fotossinteticamente ativa – RFA (Micromoles m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), umidade relativa do ar (dia e noite) (%), temperatura do ar (dia e noite) (°C), temperatura do ponto de orvalho (dia e noite) (°C) e precipitação pluvial total mensal (mm), nos meses de abril, maio e junho de 2009, nos diferentes tratamentos de sombreamento

| Meses | Variáveis Meteorológicas              | Unidade                                 | Níveis de Sombreamento |              |              |             |             |             |
|-------|---------------------------------------|---|------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|       |                                       |   | Zero                   | Vinte        | Quarenta     | Sessenta    | Oitenta     | Noventa     |
| Abril | Sombreamento ao meio-dia              | (%)                                     | 0.0                    | 22.4         | 50.2         | 69.8        | 83.9        | 91.3        |
|       | Sombreamento mensal                   | (%)                                     | 0.0                    | 24.6         | 48.8         | 72.6        | 84.0        | 92.8        |
|       | Radiação (RFA)                        | (uM m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) | 33,325,691.0           | 25,121,045.0 | 17,046,409.0 | 9,115,895.0 | 5,344,977.0 | 2,403,368.0 |
|       | Umidade relativa – Noite              | (%)                                     | 97.0                   | 96.6         | 97.5         | 97.8        | 97.8        | 98.3        |
|       | Umidade relative – Dia                | (%)                                     | 69.8                   | 70.8         | 71.4         | 70.1        | 70.1        | 71.2        |
|       | Temperatura do ar - Noite             | (°C)                                    | 20.2                   | 20.5         | 20.3         | 20.2        | 20.4        | 20.3        |
|       | Temperatura do ar - Dia               | (°C)                                    | 26.0                   | 26.1         | 26.1         | 26.3        | 26.7        | 26.5        |
|       | Temperatura do ponto de orvalho-noite | (°C)                                    | 19.7                   | 19.9         | 19.9         | 19.8        | 20.0        | 20.0        |
|       | Temperatura do ponto de orvalho-dia   | (°C)                                    | 19.6                   | 19.9         | 20.0         | 19.8        | 20.1        | 20.2        |
|       | Precipitação                          | (mm)                                    | 78.8                   | 78.8         | 78.8         | 78.8        | 78.8        | 78.8        |
| Maio  | Sombreamento ao meio-dia              | (%)                                     | 0.0                    | 22.4         | 50.2         | 69.8        | 83.9        | 91.3        |
|       | Sombreamento mensal                   | (%)                                     | 0.0                    | 23.7         | 47.3         | 73.2        | 83.4        | 93.2        |
|       | Radiação (RFA)                        | (uM m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) | 26,338,877.0           | 20,093,197.0 | 13,881,484.0 | 7,068,629.0 | 4,383,174.0 | 1,796,284.0 |
|       | Umidade relativa – Noite              | (%)                                     | 94.8                   | 94.7         | 96.0         | 96.3        | 96.3        | 96.9        |
|       | Umidade relative – Dia                | (%)                                     | 67.2                   | 68.5         | 69.8         | 68.6        | 68.1        | 69.2        |
|       | Temperatura do ar - Noite             | (°C)                                    | 19.4                   | 19.6         | 19.4         | 19.2        | 19.4        | 19.2        |
|       | Temperatura do ar - Dia               | (°C)                                    | 25.4                   | 25.6         | 25.4         | 25.4        | 25.9        | 25.5        |
|       | Temperatura do ponto de orvalho-noite | (°C)                                    | 18.5                   | 18.7         | 18.8         | 18.5        | 18.8        | 18.6        |
|       | Temperatura do ponto de orvalho-dia   | (°C)                                    | 18.1                   | 18.5         | 18.7         | 18.3        | 18.7        | 18.6        |
|       | Precipitação                          | (mm)                                    | 77.0                   | 77.0         | 77.0         | 77.0        | 77.0        | 77.0        |
| Junho | Sombreamento ao meio-dia              | (%)                                     | 0.0                    | 22.4         | 50.2         | 69.8        | 83.9        | 91.3        |
|       | Sombreamento mensal                   | %                                       | 0.0                    | 25.4         | 49.5         | 73.6        | 84.2        | 93.5        |
|       | Radiação (RFA)                        | (uM m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) | 22,695,960.0           | 16,387,020.0 | 10,800,870.0 | 5,672,610.0 | 3,329,310.0 | 1,215,630.0 |
|       | Umidade relativa – Noite              | (%)                                     | 95.2                   | 95.2         | 96.6         | 96.3        | 96.5        | 96.5        |
|       | Umidade relative – Dia                | (%)                                     | 71.0                   | 72.1         | 74.9         | 74.1        | 75.1        | 75.7        |
|       | Temperatura do ar - Noite             | (°C)                                    | 17.2                   | 17.4         | 17.3         | 17.1        | 17.3        | 17.1        |
|       | Temperatura do ar - Dia               | (°C)                                    | 22.4                   | 22.4         | 22.1         | 21.8        | 22.1        | 21.6        |
|       | Temperatura do ponto de orvalho-noite | (°C)                                    | 16.4                   | 16.6         | 16.7         | 16.4        | 16.7        | 16.5        |
|       | Temperatura do ponto de orvalho-dia   | (°C)                                    | 16.2                   | 16.5         | 16.9         | 16.4        | 17.0        | 16.6        |
|       | Precipitação                          | (mm)                                    | 57.1                   | 57.1         | 57.1         | 57.1        | 57.1        | 57.1        |

## 4.2 Altura das Plantas

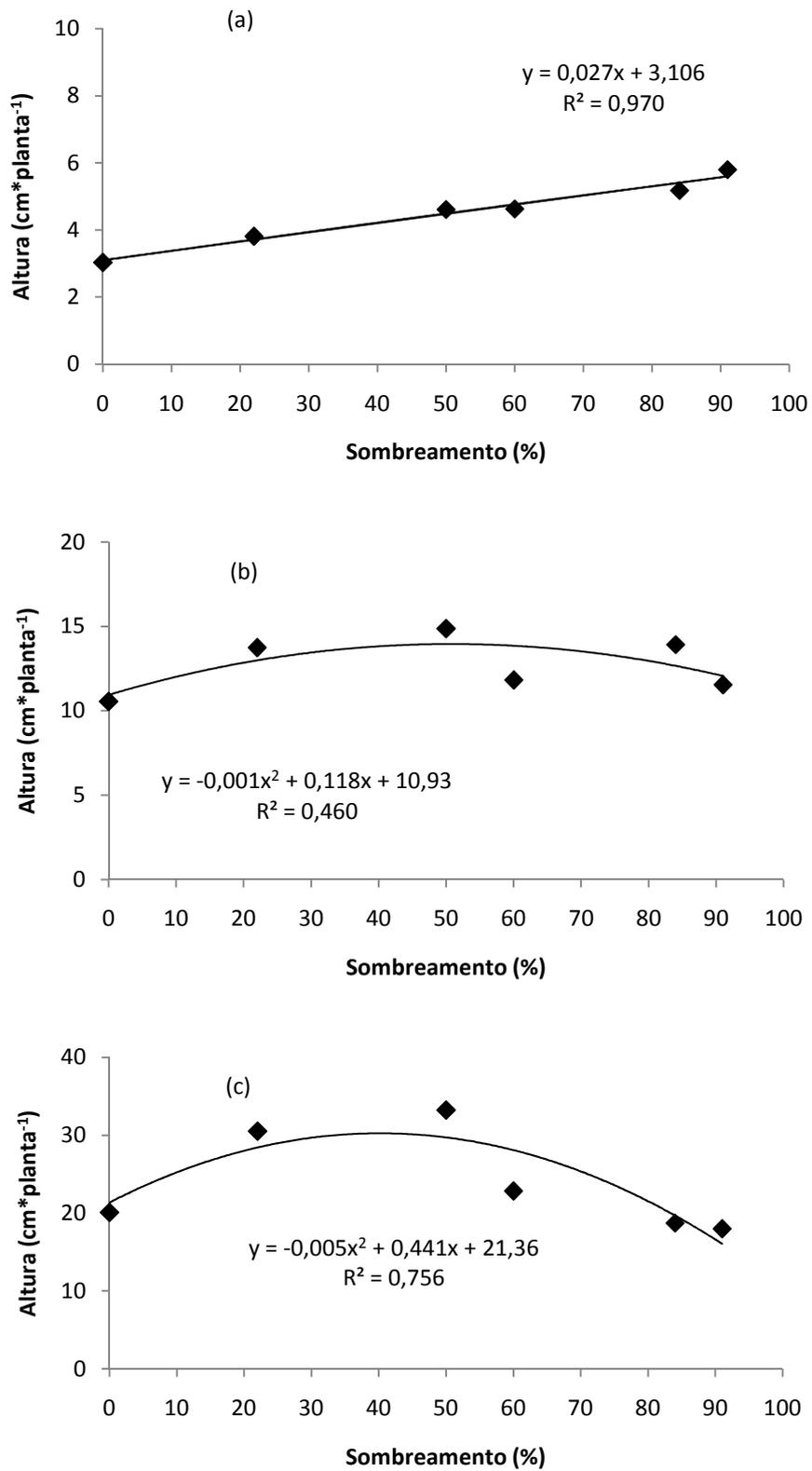
As maiores porcentagens de sombra (84% e 91%) beneficiaram o crescimento em altura das plantas de aroeira desde o início do experimento aos 30 dias (Figura 2a) e aos 60 após a emergência das sementes (Figura 2b). Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Chiamolera (2008) trabalhando com plantas de aroeira implantadas em áreas com diferentes graus de sucessão num reservatório em Iraí-PR onde se verificou que essa espécie tolera sombra no seu estágio inicial de crescimento.

Contudo, ao final do período amostral (90 DAE) as mudas para essa espécie tiveram maiores alturas nos tratamentos de 22% e 50% de sombra apresentando valores médios iguais a 30,5 e 33,21, respectivamente (Figura 2c). A maior altura sob 50% de sombra corrobora com o encontrado por Caron et al. (2007) para mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão) e por Scalon et al. (2006) para aroeira pimenteira, a mesma analisada no presente trabalho.

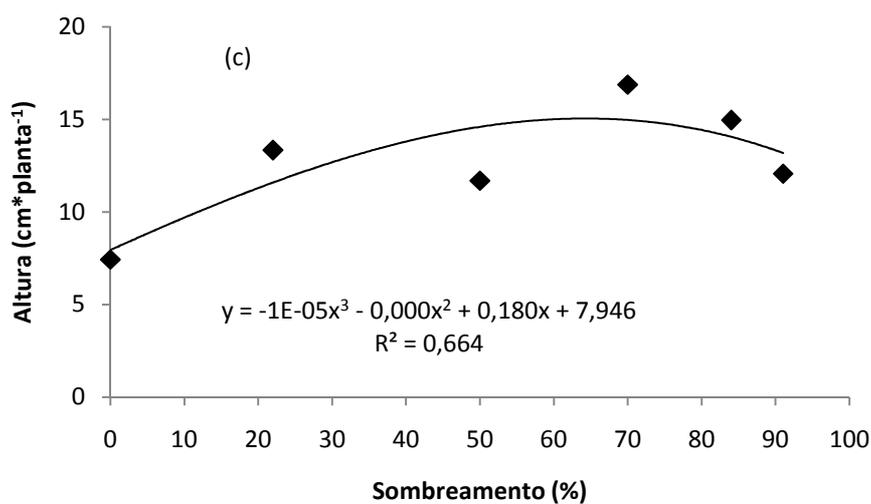
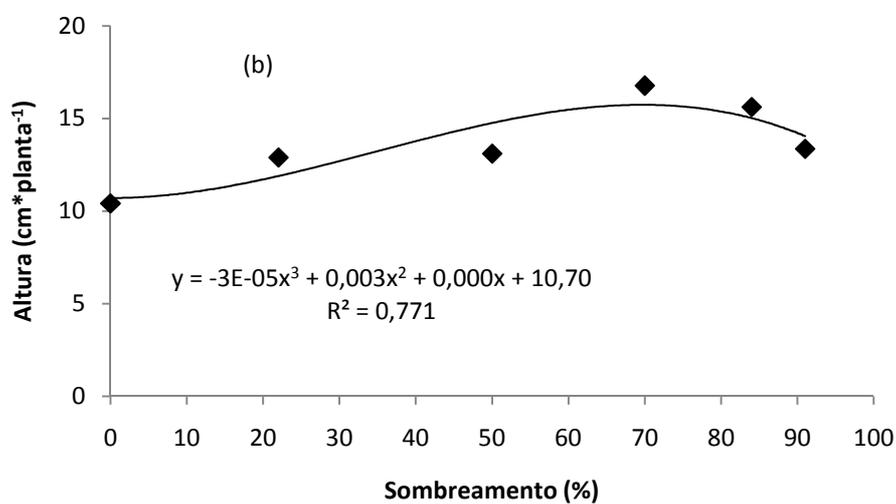
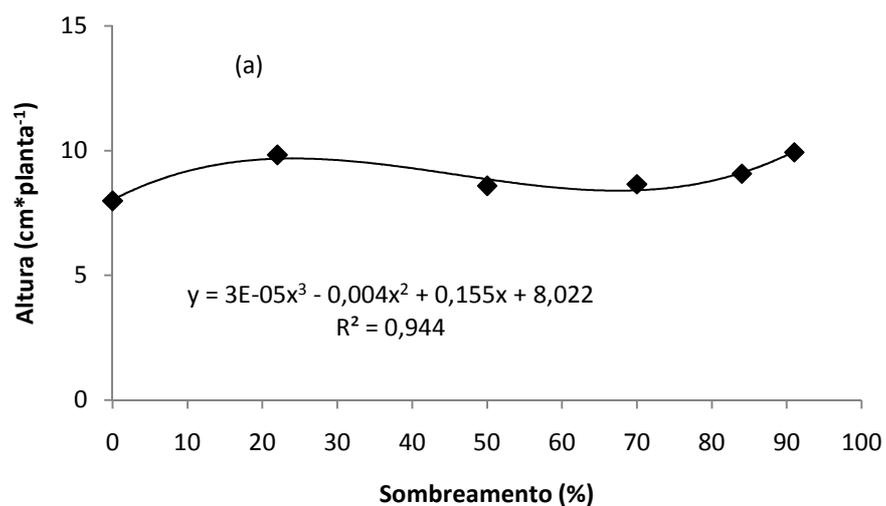
O aumento em altura, das plantas que se desenvolvem em ambientes sombreados, é considerado a resposta mais comum, relatada por alguns autores, pois a planta teria a finalidade de alcançar a luz mais rapidamente (CHIAMOLERA, 2008; FRANCO E DILLENBURG, 2007; DEMUNER et al., 2004; CANCIAN E CORDEIRO, 1998; INOUE E TORRES, 1980). Contudo, isso não foi observado ao final desse experimento o que pode está ligado ao fato da espécie *S. terebinthifolius* ser uma espécie de grande plasticidade fenotípica se adaptando em diferentes condições de luz como afirma Chiamolera (2008).

As mudas de jacarandá caviúna tenderam a uma maior altura nos tratamentos sombreados ao longo de todo o experimento (Figura 3). Esses resultados corroboram os aqueles encontrados por Reis et al. (1992) trabalhando com essa espécie a pleno sol, 30% e 50% de sombra onde verificaram que as maiores porcentagens de sombreamento favorecia a altura. Contudo, aos 60 e 90 DAE os tratamentos a 70% e 84% tiveram maior altura do que o tratamento de maior sombreamento (91% de sombra) com valores médios iguais a 16,87; 14,95 e 12,06, respectivamente (Figura 3b e Figura 3c). Rêgo (2001) verificou uma maior altura para essa espécie em sombreamentos de 64 e 70%.

Chaves e Paiva (2004), Paez et al. (2000) e Mazzei et al. (1999) também verificaram que o sombreamento promove maior altura das plantas. Essa resposta seria um importante mecanismo de adaptação das espécies, pois a capacidade de crescer rapidamente quando sombreada proporciona uma valiosa estratégia para escapar às condições de baixa intensidade luminosa (MORAES NETO et al., 2000).

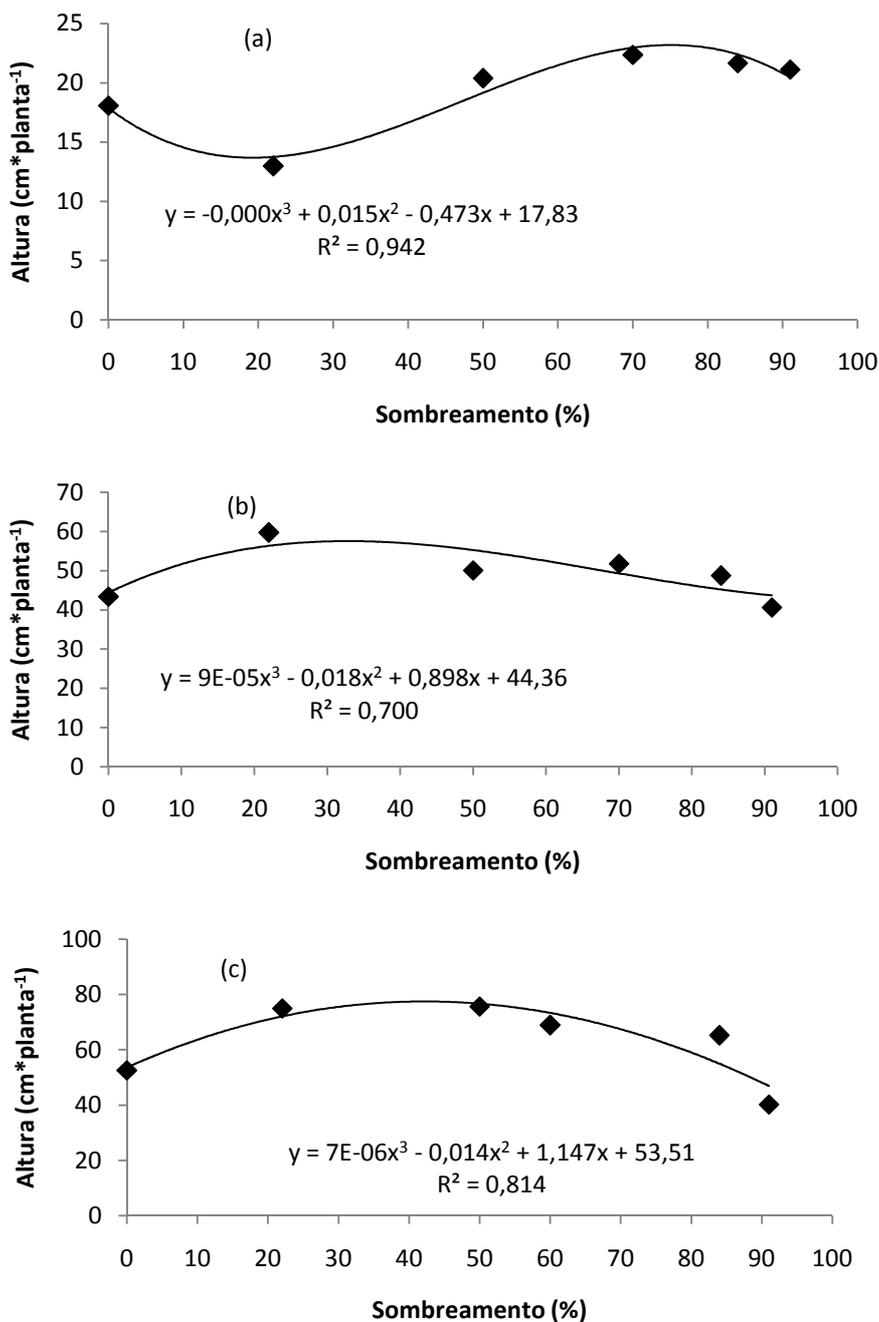


**Figura 2** – Altura de mudas de *Schinus terebenthifolius* (Aroeira) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .



**Figura 3** – Altura de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .

As mudas de paineira aos 30 DAE foram beneficiadas com o aumento do sombreamento (Figura 4a). No decorrer do experimento, no entanto, os tratamentos com níveis intermediários de sombra (22%, 50% e 70%) foram aqueles que propiciaram maiores altura. Guariz et al. (2005) trabalhando com essa espécie obtiveram resultados semelhantes, sendo as maiores alturas observadas nos tratamentos a 22% e 50% de sombreamento quando compararam ao um tratamento a pleno sol. Campos e Uchida (2002) estudando o crescimento de outra Bombacaceae (*Ochroma lagopus* Cav. ex. Lam.) verificou maior altura nos tratamentos com 30%, 50% e 70% de sombreamento.



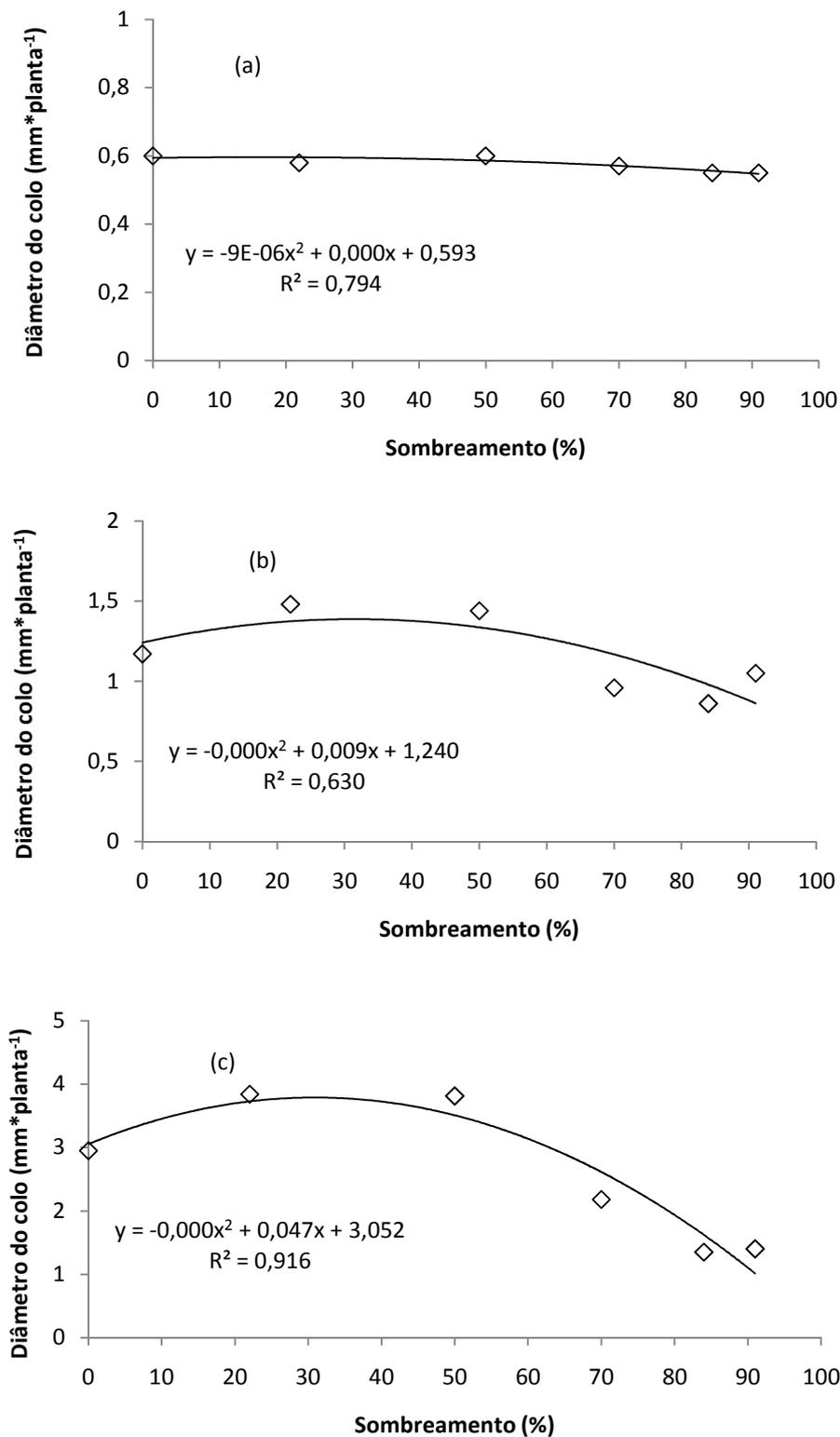
**Figura 4** – Altura de mudas de *Chorisia speciosa* (paineira rosa) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .

### 4.3 Diâmetro do Colo

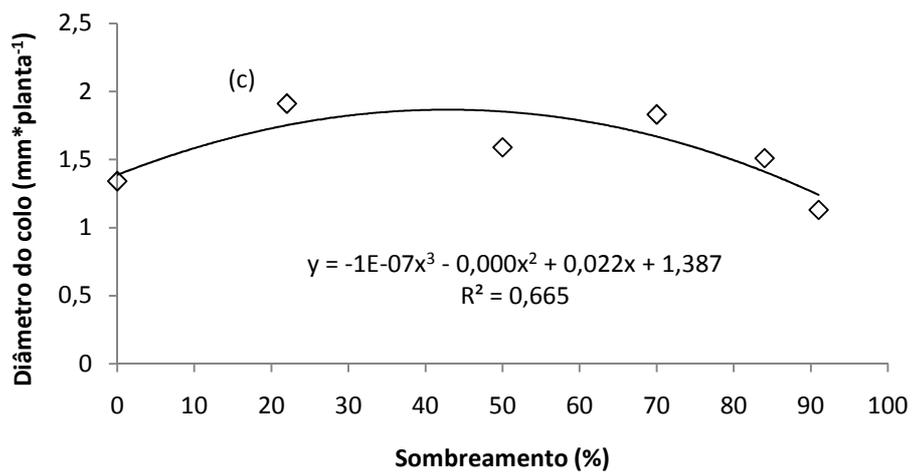
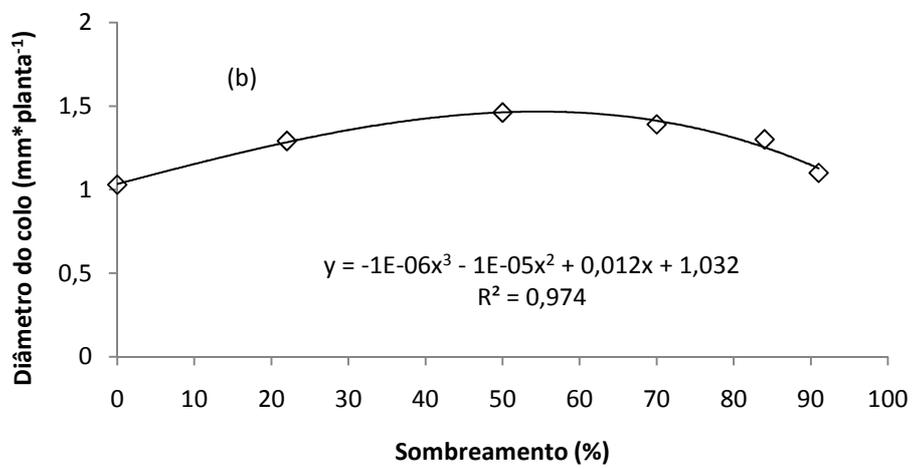
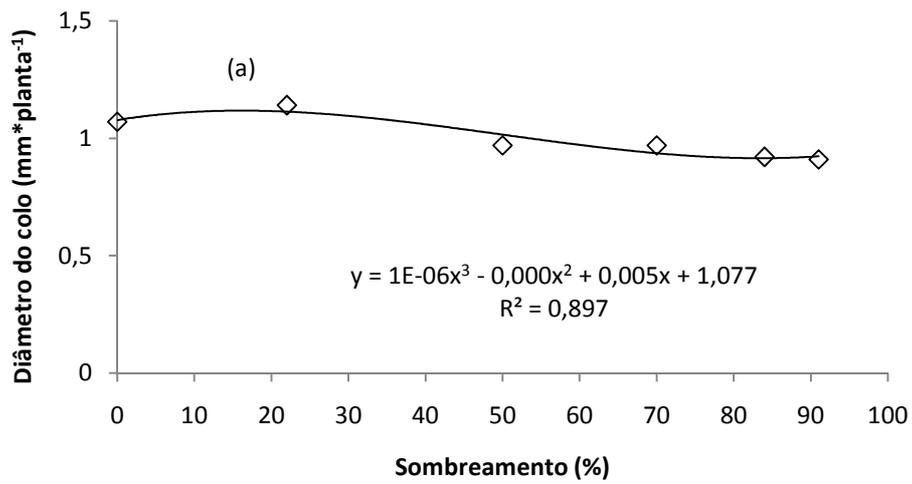
O diâmetro do colo das mudas de aroeira foi diminuído com o aumento dos níveis de sombreamento. O maior diâmetro do colo foi verificado nos tratamentos 0%, 22% e 50%. Os valores médios ao final do experimento aos 90 dias após a emergência (Figura 5c) foram, respectivamente, iguais a 2,95, 3,84 e 3,81mm. Para Scalon et al (2001) um maior diâmetro em, baixos sombreamentos, sugere uma maior disponibilidade de fotoassimilados mobilizados para a parte aérea, demonstrando assim que essas mudas crescem eficientemente em áreas abertas.

As mudas de jacarandá caviúna tiveram seu diâmetro do colo reduzido com o aumento do sombreamento no início do experimento aos 30 dias (Figura 6a). Aos 60 dias (Figura 6b) os tratamentos de 50%, 70% e 84% foram os que apresentaram maior incremento em diâmetro do coleto. Enquanto, aos 90 dias (Figura 6c) os tratamentos com maior incremento foram os com 22% e 70% de sombra. Reis et al. (1992), estudando mudas dessa mesma espécie, verificaram que as mudas apresentaram máximo diâmetro do colo sob 30 a 50% de sombreamento.

O aumento em diâmetro do coleto somado as maiores alturas observadas nos tratamentos sombreados demonstra que essa espécie apresenta maior adaptabilidade a condições de baixa intensidade lumínica, podendo ser naturalmente encontrada no sub-bosque das florestas. Contudo, o beneficiamento em diâmetro do coleto nos tratamentos com níveis de sombras intermediários, principalmente nos primeiros meses, de crescimento mostra que essa espécie pode ser beneficiada com a abertura de uma pequena clareira.



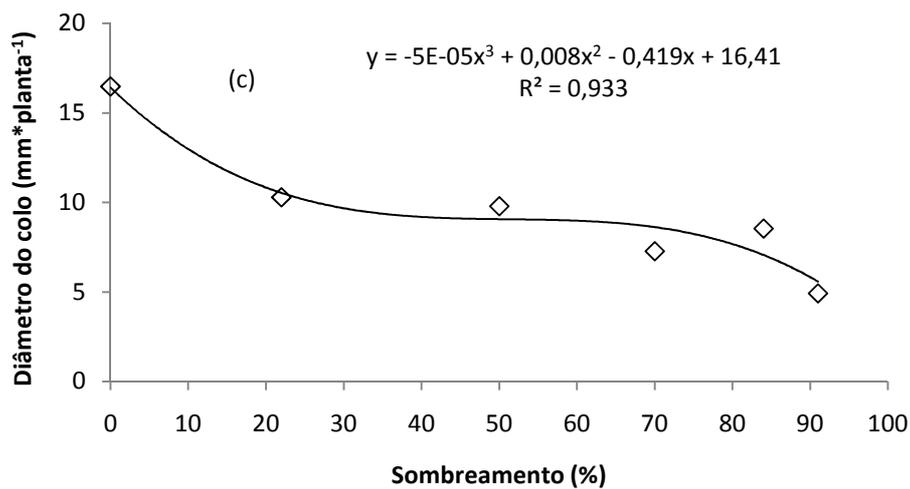
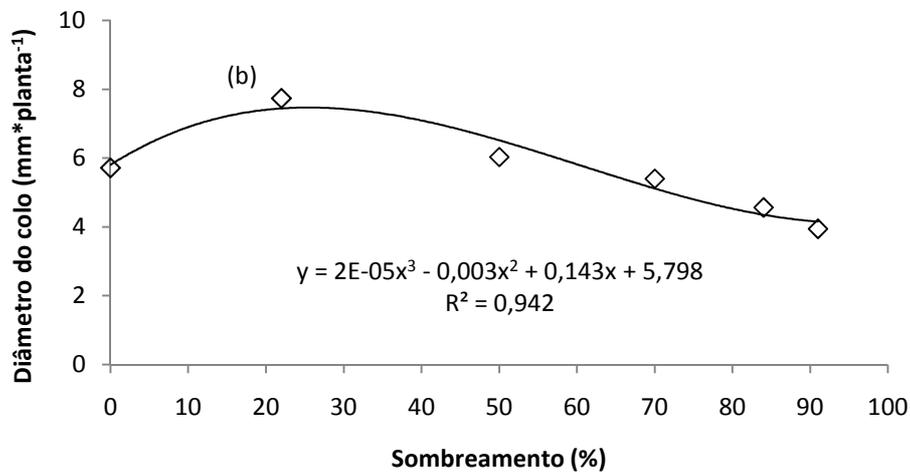
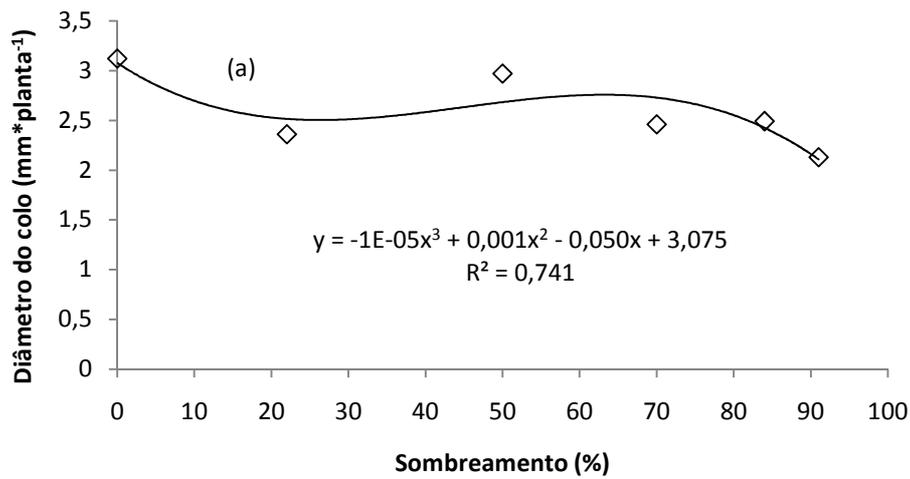
**Figura 5** – Diâmetro do colo de mudas de *Schinus terebenthifolius* (Aroeira) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .



**Figura 6** – Diâmetro do colo de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .

O maior crescimento em diâmetro do colo em condições de sombreamento também foi verificado para *Syagrus coronata* (CARVALHO et al., 2006), *Euterpe edulis* (NODARI et al., 1999), *Goupia glabra* (DANIEL et al., 1994), *Amburana cearensis* e *Tabebuia avellanedae* (ENGEL, 1989). Contudo, em outras espécies como *Cryptocaria aschersoniana* (ALMEIDA et al., 2004), *Inga uruguensis* (SCALON, 2002) e *Platycyamus regenelli* (ALVARENGA E SCALON, 1993) mostraram-se indiferentes à alteração no diâmetro do colo em função das intensidade de luz. Outras como *Pterogyne nitens* (SCALON, 2002), *Croton urucurana* e *Leucaena leucocephala* (MORAES-NETO et al., 2000) e *Erythrina speciosa* (ENGEL, 1989) apresentaram maior crescimento em diâmetro do coleto quando submetidas a pleno sol.

As mudas de paineira tenderam a apresentar uma redução no diâmetro do colo a medida que se aumentou o sombreamento durante todo o experimento, sendo a diferença observada entre os tratamentos com as maiores médias pouco significativas (Figura 7). Campos e Uchida (2002) trabalhando com outra Bombacaceae (*Ochroma lagopus* (Cav. ex. Lam.)) também constataram maiores diâmetros do colo para mudas de paineira com pouco (30%) ou nenhum sombreamento.

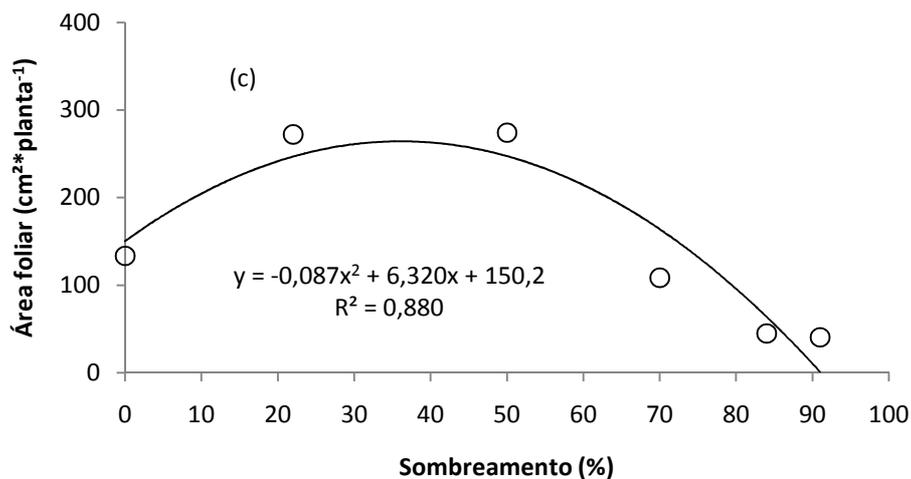
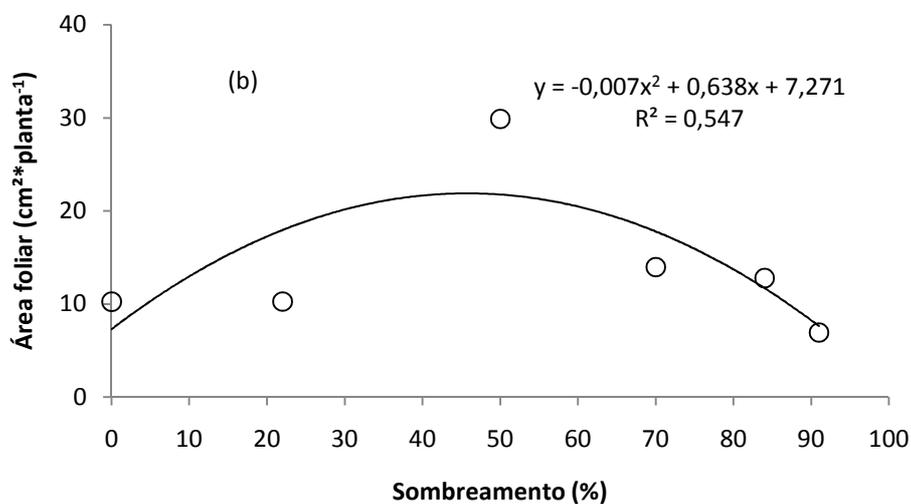
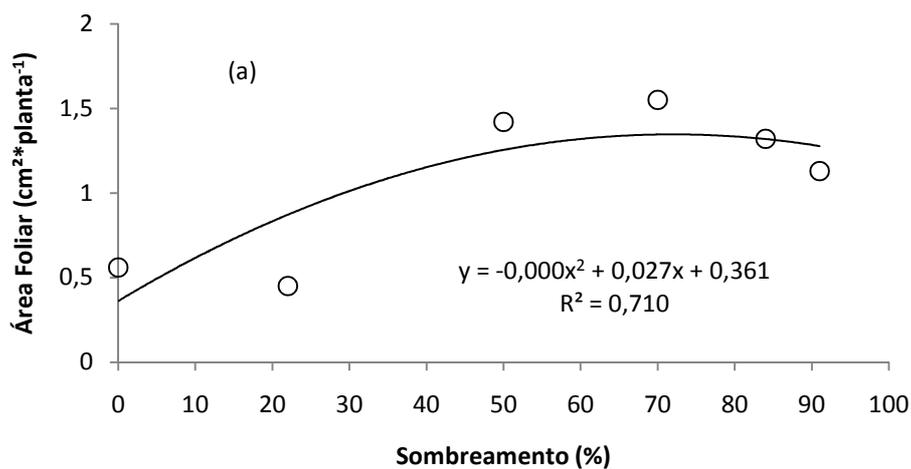


**Figura 7** – Diâmetro do colo de mudas de *Chorisia speciosa* (paineira rosa) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ.

#### **4.4 Área Foliar**

A área foliar das mudas de aroeira aos 30 dias (Figura 8a) tenderam a apresentar-se maior nos tratamentos de maior sombreamento (60%, 84% e 90%). Isso demonstra que essa espécie é comprometida no início do seu desenvolvimento em condições estressante de luz, ou seja, quando essa apresenta maior intensidade. Aos dois meses após a emergência (Figura 8b) o tratamento com maior área foliar foi o tratamento com 50% de sombra, enquanto as menores áreas foliares foram observadas nos tratamentos extremos (pleno sol e 91%). No final do experimento, aos 90 dias, as maiores áreas foliares foram encontradas nos tratamentos a 22% e 50% de sombra com valores médios iguais a 272,12 e 274,09 cm<sup>2</sup>, enquanto os tratamentos com sombreamento excessivo prejudicaram a área foliar (Figura 8c).

Vários estudos com inúmeras espécies arbóreas submetidas a diferentes níveis de irradiância sob condições de viveiro confirmam os resultados obtidos em aroeira pimenteira, destacando-se um aumento na superfície foliar com o sombreamento não muito excessivo, a fim de compensar as menores taxas fotossintéticas sob condições mais sombreadas (DOUSSEAU et al., 2007; JUNIOR et al., 2005).



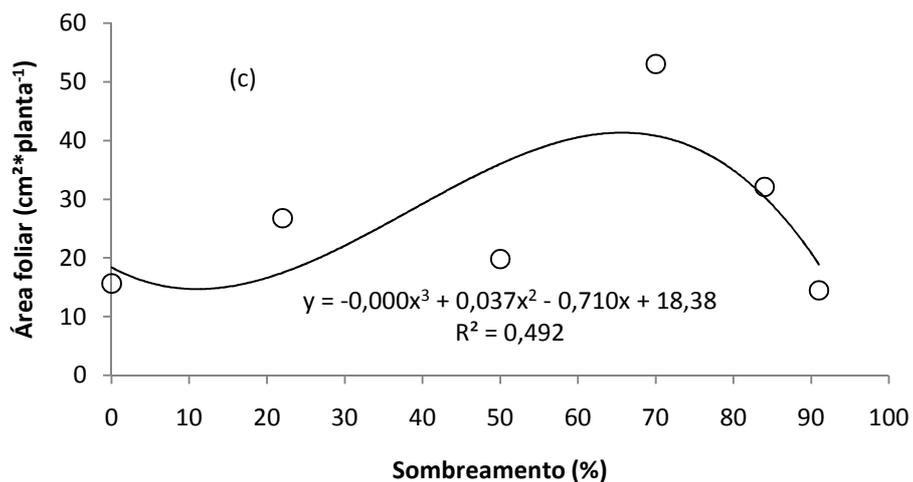
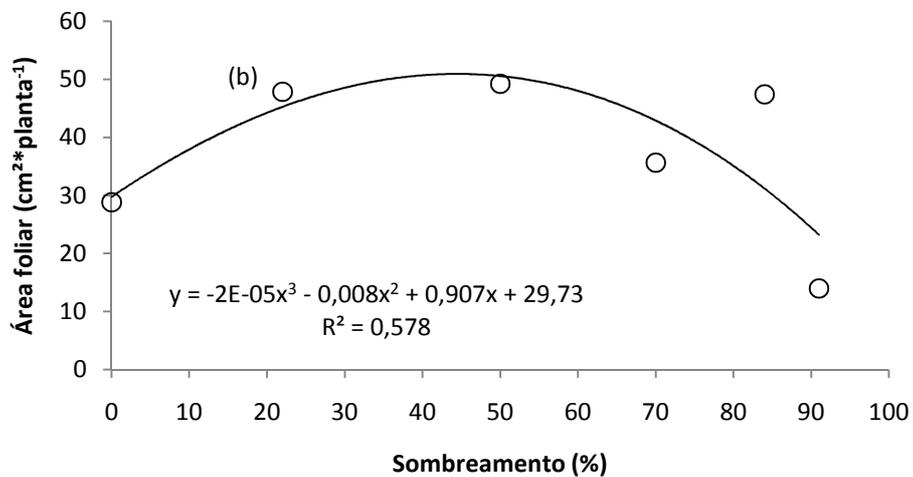
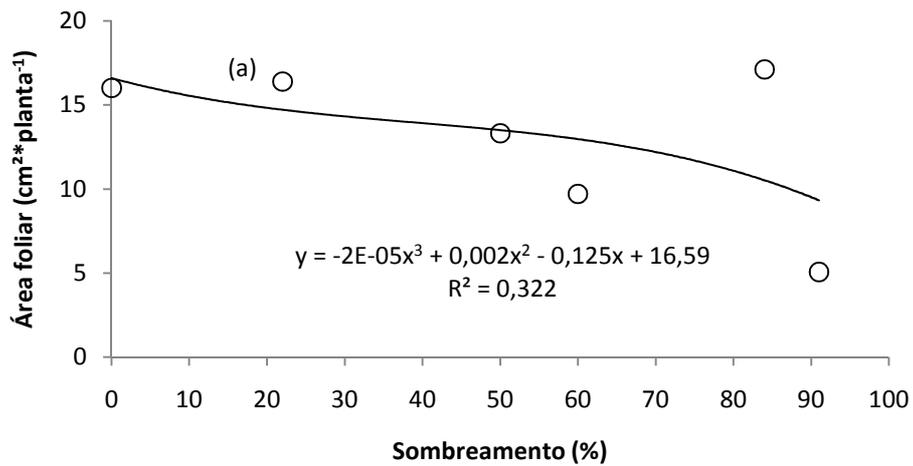
**Figura 8** – Área Foliar de mudas de *Schinus terebenthifolius* (Aroeira) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ.

As plantas de jacarandá caviúna apresentaram área foliar prejudicada com o aumento dos níveis de sombra aos 30 dias após a emergência das sementes (Figura 9a). No decorrer do experimento, o tratamento a pleno sol e a 91% de sombra foram aqueles com as menores áreas foliares (Figura 9b e 9c). A redução da área foliar no tratamento a 91% de sombra pode ser explicada pela menor produção de clorofila e menor taxa de fotossintética aparente por unidade de área foliar nessa condição (SOUZA, 1981). A menor área foliar encontrada a pleno sol concorda com Gonçalves et al. (2000) que comentam que plantas sob baixa radiação fotossinteticamente ativa apresentam menor superfície foliar. Tal ocorrência pode indicar que em condições de menores luminosidades, *Dalbergia nigra* não consegue reagir e aumentar a sua área foliar para maior captação de energia, o que indica que a espécie é realmente heliófila como classificada por Rizzini (1995).

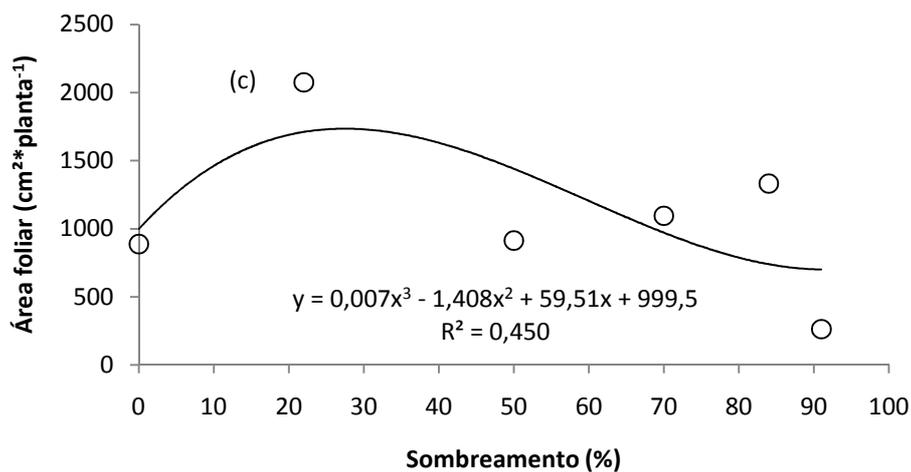
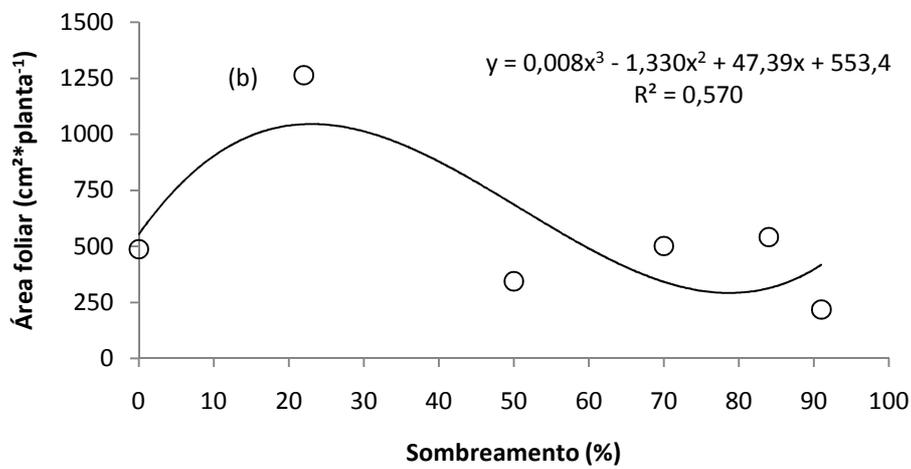
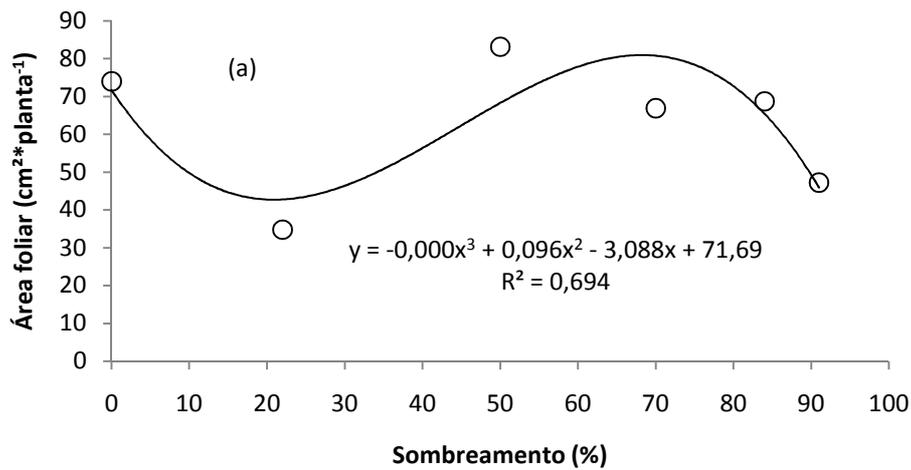
As maiores áreas foliares nos tratamentos com níveis intermediários de sombra corroboram com os resultados encontrados por Rêgo (2001) trabalhando com 34%, 44%, 64% e 70% de sombra.

A área foliar das mudas de paineira no início do experimento foi maior no tratamento a 50% de sombra. No decorrer do experimento a maior média em área foliar foi observada no tratamento a 22% de sombra com valor igual a 1135,23 cm<sup>2</sup> aos 90 dias. Além disso, houve uma tendência a diminuição de área foliar a medida que se aumentava os níveis de sombreamento (Figura 10). Esses resultados corroboram com os encontrados por Scalon et al. (2003) trabalhando com outra Bombacaceae (*Bombacopsis glabra* Pasq.) em condições de viveiro no qual encontraram maiores áreas foliares nos tratamentos com menor níveis de sombreamento (pleno sol e 30%).

Outras espécies, no entanto, aumentam sua área foliar quando exposta a níveis maiores de sombreamento (*Tapirira guianensis* Alb. por DOUSSEAU et al., 2007; *Cupania vernalis* Camb. por JUNIOR et al., 2005 e *Jacaranda copaia*, *Ochroma lagopus* e *Hymenaea courbaril* por CAMPOS e UCHIDA, 2002). O aumento da área foliar com o aumento do sombreamento é uma das maneiras da planta aumentar sua superfície fotossintetizante, assegurando maior aproveitamento de baixas intensidades luminosas (BOARDMAN, 1977), e tal comportamento é próprio de espécies tolerantes à sombra. Assim podemos constatar a partir desse trabalho que *Chorisia speciosa* não é tolerante a sombra por diminuir sua área foliar a medida que se aumenta os níveis de sombreamento.



**Figura 9** – Área Foliar de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ.



**Figura 10** – Área Foliar de mudas de *Chorisia speciosa* (paineira rosa) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ.

#### 4.5 Massa Seca Total

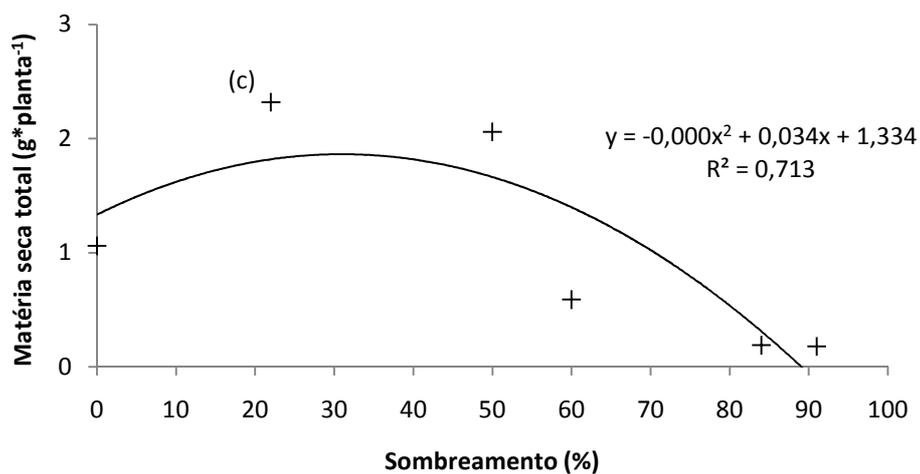
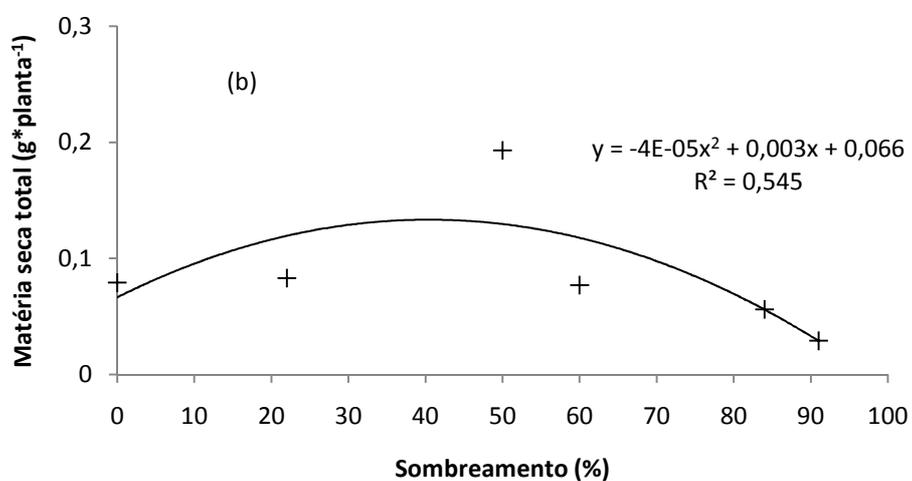
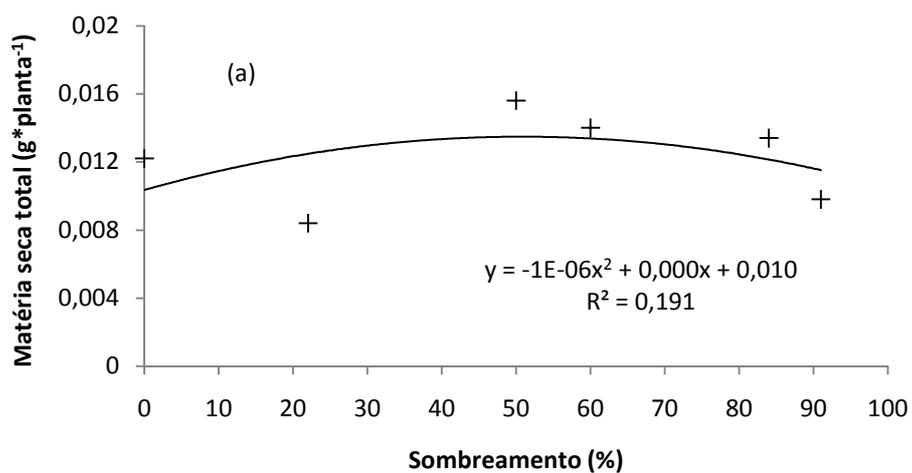
O acúmulo de matéria seca total para as mudas de aroeira aos 30 dias após a emergência das sementes foram maiores nos tratamentos com 50%, 70% e 84% de sombra (Figura 11a). No final do experimento (90 DAE) os sombreamentos excessivos (84 e 91%) prejudicaram o acúmulo de matéria seca total (Figura 11c). Segundo Farias et al. (1997) baixa intensidade de luz provoca uma redução da espessura das folhas o que promove o menor valor em matéria seca nessas condições.

O maior acúmulo de matéria seca observado nos tratamentos sombreados corrobora com os resultados obtidos por Scalon et al. (2006) para mudas dessa mesma espécie submetidas a pleno sol, 50% e 70% de sombra onde verificaram que sua matéria seca total era prejudicada a pleno sol.

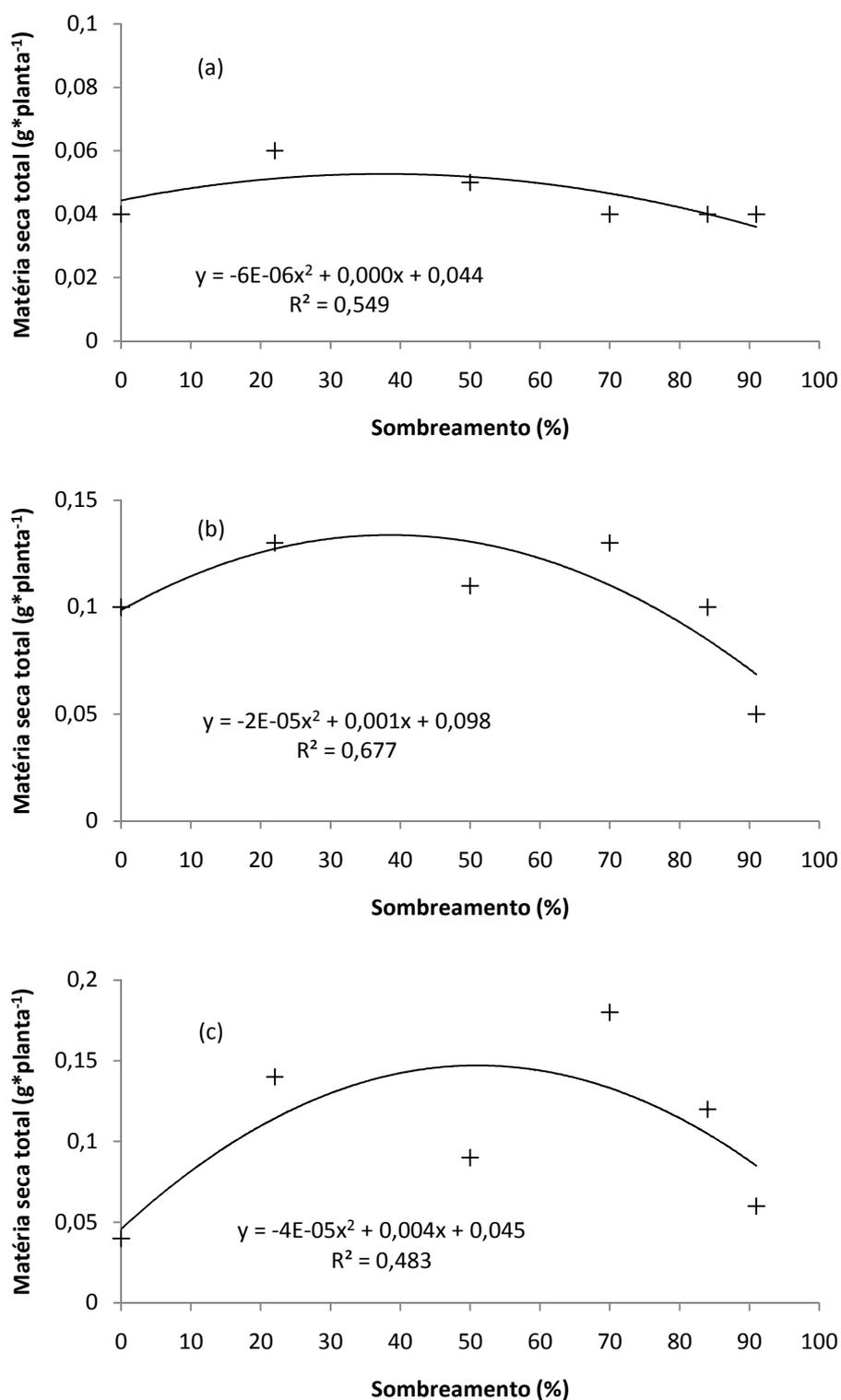
As mudas de jacarandá caviúna não mostraram diferenças aos 30 DAE em sua matéria seca total (Figura 12a). Todavia, com o aumento da idade das mudas observa-se que essas apresentam um incremento maior em matéria seca total nos níveis intermediários de sombreamento (22%, 50%, 70% e 84%) (Figura 12b e 12c). Esse resultados estão de acordo com os encontrado por Junior et al. (2010) para *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) que apresentaram maiores incrementos em biomassa a 30%, 50% e 80% de sombreamento.

Os menores valores em massa seca total observada no tratamento a pleno sol estão de acordo com os encontrados para outras espécies florestais por outros autores nessa mesma condição de sombreamento (CARVALHO et al., 2006; NAKAZONO et al., 2001). A exposição prolongada a altas irradiâncias acaba sendo prejudicial às plântulas, pois essas absorvem mais fótons de luz do que podem utilizar, levando ao processo de fotoinibição ou, mesmo a morte da planta (KITAO et al., 2000).

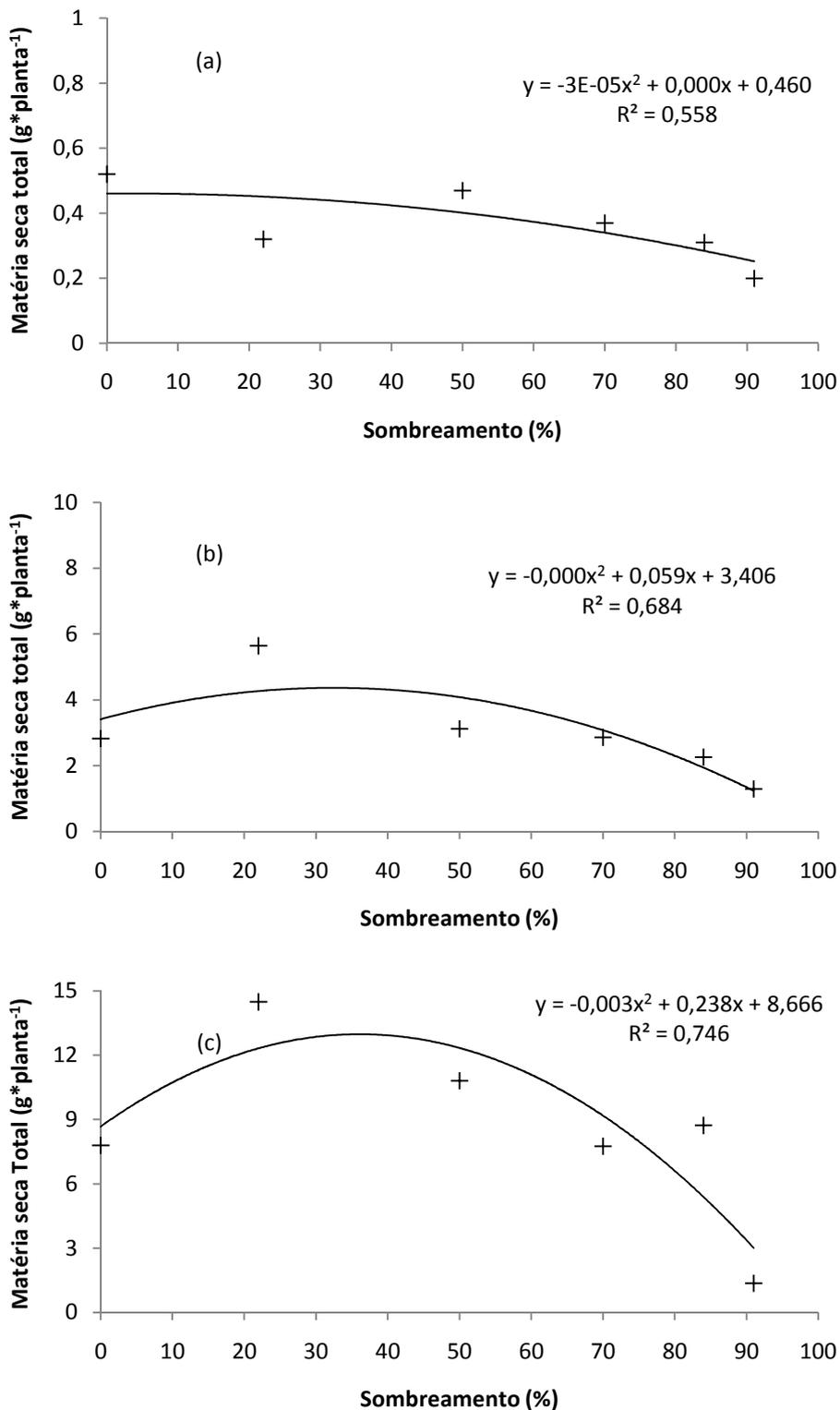
As mudas de paineira tenderam a uma menor produção de biomassa nos tratamentos com maiores níveis de sombreamento (Figura 13). No final do experimento (90 DAE) os tratamentos a 22% e 50% de sombreamento foram aqueles com as maiores medias de matéria seca total (Figura 13a). Segundo Rizzini (1995), mudas expostas a maiores níveis de luz tende a apresentar esclerofilia favorecendo o acúmulo de matéria seca total, observado nessas condições. Campos e Uchida (2002) estudando o crescimento inicial de *Ochroma lagopus* observaram um maior acúmulo de matéria seca total nas mudas menos sombreadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Scalon et al. (2003) estudando o crescimento inicial de *Bombacopsis glabra* Pasq.



**Figura 11** – Matéria seca total de mudas de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .



**Figura 12** – Matéria seca total de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .



**Figura 13** – Matéria seca total de mudas de *Chorisia speciosa* (paineira rosa) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 22%, 50%, 70%, 84% e 91%) por 30, 60 e 90 dias após emergência [(a), (b) e (c), respectivamente] em Seropédica – RJ .

#### 4.6 Implicações Ecológicas

A aroeira-pimenteira, *Schinus terebenthifolius*, nas condições do experimento, revelou-se favorecida por níveis de sombra de 22 e 50%. Esse padrão de resposta ao sombreamento permite considerá-la como pertinente aos estágios iniciais de sucessão secundária, corroborando com resultados encontrados por outros autores (CHIAMOLERA, 2008; FERRETI et al., 1995). Assim essa espécie pode ser adaptada a se regenerar e crescer, em dosséis que apresentam pequenas clareiras. Adicionalmente, por tolerar condições de sombreamento inicial pode ser uma opção satisfatória para o adensamento de capoeira como forma de recuperar e aumentar a diversidade de espécies em um ambiente degradado, devendo ser plantada consorciada com outras espécies heliófilas.

O jacarandá caviúna, *Dalbergia nigra*, nas condições experimentais demonstrou ser uma espécie que não apenas possui a capacidade de tolerar a sombra, mas nitidamente é favorecida por níveis de sombra acima de 50%, pelo menos durante sua fase inicial. Pode-se supor que essa espécie em condições naturais apresenta melhores chances de crescimento sob a cobertura da mata, tolerando inclusive intensidades luminosas bastante reduzidas, em decorrência de um dossel fechado.

Os padrões de resposta de *Dalbergia nigra* ao sombreamento permitem considerá-la como pertinente aos estágios finais de sucessão secundária, sendo adaptada a se regenerar e crescer, embora lentamente, sob o dossel florestal. Além disso, pode se dizer que essa espécie deve ser plantada sob cobertura ou consórcio com outras espécies mais heliófilas. Desta forma, é uma espécie que demonstra um bom potencial para plantio de enriquecimento em matas, já que responde favoravelmente ao sombreamento.

As plantas de *Chorisia speciosa* mostraram-se bastante intolerantes à sombra em sua fase inicial de crescimento, em relação aos parâmetros estudados, com maior desenvolvimento a 22 e 50% de sombra. É capaz de sobreviver à sombra na fase inicial, mas sofre uma diminuição do crescimento. Esta espécie, portanto, mostra-se com características de espécies secundárias iniciais, sendo indicada para plantio a céu aberto ou consorciadas com outras espécies.

É necessário, entretanto, um maior número de evidências para se ter informações mais conclusivas a respeito dessas espécies. Estudos de regeneração natural e pesquisas ecofisiológicas mais aprofundadas fazem-se necessários, para um melhor entendimento dos comportamentos dessas espécies em relação à luz e sob diversas situações úteis para a definição da ecologia dessas espécies em condições naturais e assim determinar formas mais adequadas de utilização dessas espécies em sistemas silviculturais.

## 5. CONCLUSÕES

- ✓ As mudas de *Schinus terebenthifolius* Raddi (Aroeira) e *Chorisia speciosa* A. St-Hil apresentaram melhor desenvolvimento sob 22% e 50% de sombreamento, ecologicamente apresentando comportamento de espécies secundárias iniciais para os parâmetros morfológicos analisados;
- ✓ As mudas de *Dalbergia nigra* Allemao ex Benth mostraram maior crescimento nos sombreamentos acima de 50% de sombreamento, tendo apresentado comportamento de espécies secundárias tardias para os parâmetros analisados;
- ✓ A resposta positiva a sombra entre as espécies foi na seguinte ordem crescente: *Schinus terebenthifolius*=*Chorisia speciosa*<*Dalbergia nigra*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.S.; ARAGÃO, I. L. G.; SILVA P. J. D. Efeito de clareiras naturais na estrutura de plântulas de *Vochysia guianensis* Aubl. (Vochysiaceae), em floresta amazônica de terra firme. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Nova serie, Botânica, Belém, v.10, p.91-103, 1994.
- ALMEIDA, L.P.; ALVARENGA, A A.; CASTRO, E. M. de; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.83-88, 2004.
- ALVARENGA, A. A.; SCALON, S. P. Q. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau –pereira (*Platicianus regenelli* BENTH.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.17, p.265-270, 1993.
- AMO, S.R. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juvenis de espécies primarias. In GOMEZ-POMPA, A.L.; AMO, S.R. **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas em Veracruz – Mexico**. México:Editora Alhambra Mexicana, p.79-92,1985.
- AMORIM, M. M. R. de; SANTOS, L. C.. Tratamento da vaginose bacteriana com gel vaginal de Aroeira (*Schinus terebinthifoliuks* Raddi): ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 95-102, 2003.
- BALLARÈ, C.L.; SCOPE, A.A. & SANCHES, R.A. **Foraging for light: photosensory ecology and agricultural implications**. Plant, Cell and Environment, 20 ed., 1997, p. 820-825.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology from Individuals to Ecosystems**. Blackwell Publishing, 4 ed., p. 759, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal, Funep., 2ª ed. 2003. 41p.
- BOEGER, M. R.; GARCIA, S. F. P.; SOFFIATTI. Arquitetura foliar de *Impatiens walleriana* Hook. F. (Balsaminaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 29-34, 2009.
- BOARDMAN, N. K. Comparative Photosynthesis of Sun and shade plants. **Annual Reviews Plants Physiol**, v 28, p. 355-377, 1977.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. **Netherlands Journal of Agricultural Sciences**, v.10, p.361-375, 1962.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in light successional processes. **Turrialba**, v.15, n.1, p.40-42. 1965.
- 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.

- CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botânica Brasileira**, v.12, p. 367-373, 1998.
- CARON, B. O.; MEIRA, W.R.; SCHMIDT, D.; SANTOS-FILHO, B. G.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; MULLER, L. Análise de crescimento de plantas de aroeira vermelha no município de Ji-Paraná, RO. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.1, p. 1-13, 2007.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. EMBRAPA-CNPq, Brasília, 2003.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento Inicial de Plantas de Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em Diferentes Níveis de Luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A.; NETO, D. D.; LIER, Q. J. V.; MÜLLER, J.; MARTIN, T. N. Radiação Solar e Aspectos fisiológicos na cultura de soja – Uma revisão. **Revista FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.2, p. 102-120, 2007.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, A. M.; MELO, H. C.; BERTALUCCI, S. K. V.; VIEIRA, C. V.; JUNIOR, E. C. L. Adaptações anatômicas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Asteraceae), em três regiões distintas da planta, em diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.9, n.2, p.8-16, 2007.
- CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad). Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, v.65, p.22-29, 2004.
- CHIAMOLERA, L. B. **Comportamento de espécies arbóreas nativas implantadas em áreas com diferentes graus de sucessão no reservatório Iraí – PR**. 2008. P.128. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2008.
- CORRÊA, M.P.; PENNA, L.A. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. V. 5, Rio de Janeiro: IBDF, 1974. p. 237-247.
- DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, 1988.
- DANIEL, O.; OHASHI, S. T.; SANTOS, R. A. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba) efeito dos níveis de sombreamento e tamanhos de embalagens. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.18, p.1-13, 1994.
- DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade temperatura foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 305-311, 2007.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55. 2004.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. de; SANTOS, M. de O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 477-479, 2007.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; CONTIERI, W. A. & NAKATA, H. Regeneração Natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: BÔAS, O. V. DURIGAN, G. (orgs.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental do Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão/Instituto Florestal**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. p. 447-456.

DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. Crescimento Inicial de Três Espécies Arbóreas da Floresta Atlântica em Resposta à Variação na Quantidade de Luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.3, p.587-596, 2004.

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

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, Piracicaba-SP, n.43/44, p.1-10, 1990.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento Artificial e da Adubação Química na Produção de Mudas de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.1, p.49-56, 2002.

FARIAS, V. C. C. e COSTA, S. S. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.

FARIAS, V. C. C.; VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis*) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p.192-199, 2007.

FERREIRA, M. G. M.; CANDIDO, J. F.; CANO, M. A. O. & CONDE, A. R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, n.1, p. 121-134, 1977.

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOCZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-84, 1995.

FERRETTI, A. R. Fundamentos Ecológicos para o Planejamento da Restauração Florestal. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo, Embrapa Florestas, p. 21-26, 2002.

FLEIG, M.; KLEIN R. M. Anacardiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí-SC: 1989. 64p

FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.

GALVÃO, A. P. M.; FERREIRA, C. A.; TEIXEIRA, L. B. Observações sobre o Comportamento do jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* fr. allem.) em Povoamento Puro na Amazônia. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, Piracicaba-SP, n.19, p.47-59, 1979.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES-NETO, S. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, Piracicaba-SP, 2000, p. 310-350.

GRACA, M. E. C. **Influence of light intensity on growth, nodulation and nitrogen fixation of selected woody actinorhizal species**. Purdue (Doctor of Phisiology Thesis Purdue University), p.109, 1983.

GUARIZ, H. R.; FARIA, P. A. S.; PESSOPANE, E. F. dos R. Crescimento de Mudas de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. In: X ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, Vale do Paraíba. **Anais...**, 2005.

GUERRA, M. J. M.; BARREIRO, M. L.; RODRIGUEZ, Z. M.; RUBALCADA, Y. Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Cubana**, Havana, v. 5, n. 1, p. 5-23, 2000.

HOPE, J. M. **Produção de Sementes e Mudas Florestais**, n.1, ed.2, Santa Maria, 2004, 338p. (Caderno Didático).

INOUE, M. T.; TORRES, D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v.11, p. 7-11, 1980.

JONES, H.G. Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1994. 428p.

JUNIOR, E. C., L.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1092-1097, 2005.

KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO JUNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: VI CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, **Anais...** Campos do Jordão, São Paulo, 1990, n.42; p.109-112.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan S.A . RJ. 2004

KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y.; MATSUMOTO, Y.; ANG, L. H. Temperature response and photoinhibition investigated by chlorophyll fluorescence measurements for four distinct species of dipterocarp trees. **Physiologia Plantarum**, v.109, p.284-290, 2000.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyllfluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, p. 313-319, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, Rima, p.550, 2006.

LAWLOR, D.W. Photosynthesis: metabolism control and physiology. Longman Scientific and Technical Publishers, 1987.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: GRASSLAND AND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY, **Anais...**Curitiba, 1999, p.165-186.

LEMEUR, R. E ROSENBERG, N. J. Reflectant induced modification of soybean canopy radiation balance. II. A quantitative and qualitative analysis of radiation reflected from a green soybean canopy. **Agronomy Journal**, v.67, p.301-306, 1975.

LEMOS-FILHO, J. P.; Fotoinibição em três espécies de cerrado (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 45-50, 2000.

LENZI, M.; E ORTH, A. I. Caracterização Funcional do Sistema Reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebenthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 198-201, 2004.

LONG, S.P.; HUMPHRIES, S.; FALKOWSKI, P.G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.45, p.633-662, 1994.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 4ed., v.1, p. 368, 2002.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; CAMARGO, M. B. P.; FAHL, J. I. Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p. 229-238, 1985.

MACHADO, S. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Estrutura e desenvolvimento de canais secretores em frutos de *Schinus terebenthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 189-95, 2001.

MACIEL, M. de N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, R.; YAMAJI, F. M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.4, n.1, 2002.

MAZZEI, L. J.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C. Crescimento de plântulas de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.21, n.4, 1999.

MIRANDA, E. J.; FILHO, N. P.; PRIANTE, P. C.; CAMPELO Jr., J. H.; SULI, G. S.; FRITZEN, C. L.; NOGUEIRA, J. S.; VOURLITIS, G. L. Maximum leaf photosynthetic light response for three species in a transitional tropical forest in Southern Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.8, n.1, p. 164-167, 2004.

MONTEIRO, P. P. M.; RAMOS, F. A. Beneficiamento e quebra de dormência de sementes em cinco espécies florestais do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 21, n. 2, p. 169-174, 1997.

MORAES-NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; MASSANORI, T.; CENCI, S.; GONÇALVES, C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, n. 24 p. 35-45, 2000.

MOURA, R. G. Estudos das radiações solar e terrestre acima e dentro de uma floresta tropical úmida. **Dissertação** (mestrado em Meteorologia), INPE. São José dos Campos, 2007.

NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento Inicial de *Euterpe edulis* Mart. em Diferentes Regimes de Luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.173-179, 2001.

NASCIMENTO, M.T.; SADDI, N. Structure and composition in na área of Cerrado in Cuiabá-MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.15, n.1, p.47-55, 1992.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Planejamento e recuperação ambiental da fazenda de São Pedro da Mata, Município de Riolândia, SP. In: III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. **Anais...** Ouro Preto. Do substrato ao solo: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 67-77, 1997.

NODARI, R. O. Crescimento de mudas de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes condições de sombreamento e densidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.23, p.282-292, 1999.

OLIVEIRA, F.; GROTTA, A. S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Schinus terebenthifolius* Raddi, Anacardiaceae. **Rev. Fac. Bioquim.** São Paulo, v. 3, n.2, p. 271-93, 1965.

OLIVEIRA FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programa de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.113- 117, 1994.

OLIVEIRA, C. E. V.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, D. S.; ZAGO, A. R.; FERREIRA, W. G. Comportamento de espécies Florestais nativas em Plantios Homogêneos na Região Serrana Fluminense. **Floresta Ambiente**, Seropédica-RJ, v.5, n.1, p.219-224, 1998.

PAEZ, A.; GEBRE, G. M.; GONÇALVES, M. E.; TSCHAPLINSKI, T. J. Growth, soluble carbohydrates, and aloin concentration of *Aloe vera* plants exposed to three irradiance levels. **Environmental and Experimental Botany**, v.44, p.133-139, 2000.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, **Anais...** Campos do Jordão, São Paulo, 1990, n. 6, p. 676-684.

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.

POWLES, S. B. Photoinhibition of Photosynthesis Induced by Visible Light. **Annual Review Plant Physiology**, v. 35, p. 14-15, 1984.

REGO, G. M. **Ecofisiologia do Jequitibá-rosa e do Jacarandá-da-bahia: Morfogênese, Germinação e Crescimento Inicial**. 2001. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p.83.

REID, D.M.; BEALL, F. D.; PHARIS, R. P. Environment Cues in Plant Growth and Development. In: STEWARD, F. C. (ed). **Plant Physiology**. Vol. X: Growth and Development, San Diego: Academic Press Inc. 1991, p. 65-181.

REIS, A; FANTINI; A.C; REIS, M. S. GUERRA, M. P.; DOEBELI, G. Aspectos sobre a Conservação da Biodiversidade e o Manejo da Floresta Tropical Atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, p. 169-173. 1992.

RICHLEFS, R. E. A. A. **Economia da natureza**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 3<sup>o</sup>ed. 1996. 470p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil – Manual de Dendrologia Brasileira**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 296p., 1995.

SANTIAGO, E. J. A.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; LAMEIRA, O. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O. ; GAVILANES, M. L. Aspectos da Anatomia Foliar da Pimenta (*Piper hispidinervium* C.D.C.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.5, p.1035-1042, 2001.

SCALON, S. P. Q.; SCALON-FILHO, H.; RIGONI, M.R. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.3, p.652-655, 2001.

SCALON, S. P. Q. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, p.1-5, 2002.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; FILHO, H. S. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robins sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, 2003.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELENO, C. S. F. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebenthifolius*) e sombrero (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.30, n.1, p.166-169, 2006.

SILVA, A. F.; SILVA, F. P.; PITOMBEIRA, J. B.; BARROS, L. M.; BEZERRA, A. P. L. Interceptação de luz, matéria seca, área foliar de linhagens de algodoeiro herbáceo. **Revista de Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 1, p 67-73, 2005.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum. Sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, v.37, n.3, p. 365-370, 2007.

SOUZA, E. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; Comportamento de germinação de sementes de aroeira (*Schinus terebenthifolius* Raddi) sob diferentes condições de luz e temperatura. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO NACIONAL SOBRE FLORESTAS, **Anais...** Porto Seguro, 2000, v. 6, p. 69.

SOUZA-SILVA, J.C. Desenvolvimento inicial de *Cabralia canjerana* Saldanha em diferentes condições de luz. **Boletim Herbário Ezechias Paulo Heringer**, n. 4, p.80-89, 1999.

SOUZA, L. J. B. **Fotomorfose e crescimento de *Cedrella fissilis* Vell. no viveiro e no plantio de enriquecimento em linhas**. 1981, Dissertação, (Universidade Federal do Paraná) Curitiba, 117p.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas – Revisão Bibliográfica. **Ciência Rural**, v.35, n.3, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, Artmed, 3 ed., 2004, 719p.

TEIXEIRA, A. C. B.; GOMIDE, J. A.; OLIVEIRA, J. A.; ALEXANDRINO, E.; LANZA, D. C. F. Distribuição de fotoassimilados de folhas do topo e da base do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) em dois estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.479-488, 2005.

TRESHOW, M. Mineral Toxicity. In: **Environment and Plant response**. McGraw-Hill, 222-236, 1970.

YUSUF, R. I.; SIEMENS, J. C.; BULLOCK, D. G. Growth Analysis of Soybean under No-Tillage and Conventional Tillage Systems. **Agronomy Journal**,v.91, p.928-933, 1999

WHATLEY, F.H.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas: temas de biologia**. São Paulo: EDUSP, v.30, 1982., 101p.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v.70, n.3, p.536-538, 1983.

WHITMORE, T.C. A review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINE, M.D. (Ed). **The ecology of tropical forest tree seedlings** - man and the biosphere series. New York, 1996, v.17, p.3-39.

WIRTH, R.; WEBBER, B.; RYEL, R. J. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. **Acta Oecologica**, v. 22, p 235-244. 2001.

WU, J.; NEIMANIS, S.; HEBER, U. Photorespiration is more effective than the Mehler reaction in protecting the photosynthetic apparatus against photoinhibition. **Botanica Acta**, v.104, p.283-291, 1991.

ZELITCH, I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. **Bioscience**, v.32, n.10, p.796-802, 1982.