



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**



**COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DE MUDAS DE *Sclerolobium  
paniculatum* Vogel. SOB SOMBREAMENTO**

**ALESSANDRA CUNHA DA CONCEIÇÃO**

**BELÉM-PA**

**2010**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**



**COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DE MUDAS DE *Sclerolobium  
paniculatum* Vogel. SOB SOMBREAMENTO**

**ALESSANDRA CUNHA DA CONCEIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Botânica, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de **Mestre**.

**Orientador:**

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. MOACYR BERNARDINO DIAS FILHO, Ph. D.

**BELÉM-PA**

**2010**

CONCEIÇÃO, Alessandra Cunha

Comportamento morfofisiológico de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel sob sombreamento/ Alessandra Cunha da Conceição; Orientação de Moacyr Bernardino Dias Filho – Belém, 2010.

63 f.: il.

Dissertação apresentada na Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas com área de concentração em Botânica Tropical.

1. *Sclerolobium paniculatum* Vogel - Morfologia. 2. Sombreamento. 3. Aclimação. I. Dias Filho, Moacyr Bernardino., Orient. II. Universidade Federal Rural da Amazônia. III. Título.

CDD 582.16



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI



**COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DE MUDAS DE *Sclerolobium  
paniculatum* Vogel. SOB SOMBREAMENTO**

**ALESSANDRA CUNHA DA CONCEIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Botânica, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovado em 11 de junho de 2010

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Moacyr Bernardino Dias Filho, Ph. D.  
Embrapa Amazônia Oriental  
Orientador

---

Prof. Dr. Marco Antônio Menezes Neto  
Universidade Federal do Pará - UFPA  
1<sup>a</sup> Examinador

---

Dr. Eniel David Cruz  
Embrapa Amazônia Oriental  
2<sup>o</sup> Examinador

---

Dr. Antônio Pedro da Silva Sousa Filho  
Embrapa Amazônia Oriental  
3<sup>a</sup> Examinador

*Aos meus pais **Maria e Francisco**, pois se não fosse pelo apoio incondicional, não estaria concluindo mais esta etapa na minha vida, portanto toda a luta é para proporcionar uma vida melhor a eles.*

*E ao meu noivo **Hugo Borges**, que esteve ao meu lado em todos os momentos nunca deixando desanimar.*

**DEDICO**

## **Agradecimentos**

À Deus, pelas bênçãos maravilhosas realizadas em minha vida e por nunca ter me abandonado.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) pela oportunidade de ingresso no Programa de Pós-Graduação Botânica Tropical.

À Embrapa Amazônia Oriental, pela realização das atividades.

Ao Programa REUNI/CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Coordenador do Curso de Mestrado Prof<sup>o</sup>. Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos pela paciência e incessante luta pela manutenção do curso.

Ao Dr. Moacyr Bernardino Dias Filho, pela paciência, dedicação e grande aprendizado, mas principalmente pelos exemplos de humildade e sabedoria.

Ao Dr. Eniel Davi Cruz, pela ajuda e ensinamentos no trabalho prático, e pela amizade, pessoa exemplar.

Aos professores do curso de Mestrado em Botânica Tropical e em especial à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izildinha de Souza Miranda, pela oportunidade de apresentação de trabalho no 60<sup>o</sup> Congresso Nacional de Botânica.

Aos Professores dos estágios de Docência no ensino superior Dr. Heráclito Conceição (incentivo e amizade), Dr. Marco Antônio (paciência e amizade desde os tempos de graduação) e Dr. Roberto Cezar (grande aprendizado).

Aos amigos da turma de Mestrado em Botânica: Maria Carolina, Zélia Braga, Giselle Luz, Luciana Oliveira, Carla Castro, Pedro Glécio, Suelen Mata, Mônica Furtado, Alexandre Mesquita, Fábio Leão, Lícia Kellen, Adeilza Sampaio, Rozijane Santos, Anna Christina, Osvanda Moura, Francismeire Bonadeu, Mara Souza, José Leonardo, Tonny Medeiros.

Aos meus pais Francisco e Maria, meus irmãos, ao Roger e aos meus familiares que estiveram presente nessa fase da minha vida.

Ao meu noivo Hugo Borges, pessoa importantíssima para conclusão desse trabalho, obrigada pelo amor e pela paciência.

Aos meus amigos desde a graduação que estiveram comigo em mais uma etapa da minha vida, em especial a Adriene Costa, Celice Álvares, Manuella Teixeira, Milena Monteiro, Vivian Silva e Venícius Lanôa.

À Jéssica Pinho, Henrique Monteiro, Danielle Campinas, Keila Saldanha, Lury Mourão, Mara Campos, Paula Campos, Beth Campos, Kellem Faria, Fábio Pacheco, Franci Martes e Paulo Santos pelo incentivo e apoio incondicional.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma, mesmo com uma palavra de incentivo, para a conclusão deste trabalho.

## Epígrafe

*“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a  
vida passar;  
é melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se  
fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva  
caminhar, que em dias tristes em casa me esconder.  
Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade  
viver...”*

*(Martin Luther King)*

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 ALTERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS EM PLANTAS SOB NÍVEIS DE SOMBREAMENTO.....	18
2.2 ÍNDICES E PARÂMETROS QUE DETERMINAM O PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS.....	21
2.2.1 Altura e diâmetro.....	22
2.2.2 Altura da planta pelo diâmetro do coleto.....	23
2.2.3 Produção de massa seca.....	23
2.2.4 Razão massa seca da parte aérea e massa seca da raiz.....	24
2.2.5 Razão altura da planta e massa seca da parte aérea.....	25
2.2.6 Comprimento caulinar específico.....	25
2.2.7 Área foliar.....	25
2.2.8 Área foliar específica.....	26
2.2.9 Razão de área foliar.....	27
2.2.10 Índice de qualidade de Dickson.....	27
2.2.11 Taxa de crescimento relativo.....	27
2.3 A ESPÉCIE.....	28
2.3.1 <i>Sclerolobium paniculatum</i> para fins energéticos.....	29
2.3.2 Comportamento silvicultural de <i>Sclerolobium paniculatum</i> .....	30
2.3.3 Comportamento e classificação ecológica de <i>Sclerolobium paniculatum</i> .....	31
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
3.1 LOCAL E SEMEADURA.....	32
3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	32
3.3 PARÂMETROS AVALIADOS.....	33
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
4.1 ALTURA DA PLANTA.....	35

4.2	DIÂMETRO DO COLETO.....	36
4.3	RAZÃO ALTURA DA PLANTA E DIÂMETRO DO COLETO.....	38
4.4	RAZÃO MASSA SECA DA PARTE AÉREA E MASSA SECA DA RAIZ.....	39
4.5	RAZÃO ALTURA DA PLANTA E MASSA SECA DA PARTE AÉREA.....	40
4.6	COMPRIMENTO CAULINAR ESPECÍFICO.....	41
4.7	PRODUÇÃO DE MASSA SECA TOTAL.....	42
4.8	ALOCAÇÃO DE BIOMASSA.....	44
4.9	ÁREA FOLIAR.....	45
4.10	ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA.....	46
4.11	RAZÃO DE ÁREA FOLIAR.....	47
4.12	ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON.....	48
4.13	TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO.....	49
4.14	IMPLICAÇÕES ECOFISIOLÓGICAS E PRÁTICAS.....	50
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Razão entre parte aérea e sistema radicular (PA/SR) em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. em função dos níveis de sombreamento ao longo do tempo. Valores são médias.....	p. 39
Tabela 2	Comprimento caulinar específico (CCE) de mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. em função dos níveis de sombreamento. Valores são médias $\pm$ erro padrão.....	41
Tabela 3	Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. em função dos níveis de sombreamento. Valores são médias $\pm$ erro padrão.....	49

## LISTA DE FIGURAS

		p.
Figura 1	Variação na altura de mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ). * significativos a 5% de probabilidade.....	35
Figura 2	Diâmetro médio do coleto em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	37
Figura 3	Razão entre altura da planta e diâmetro do coleto em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	39
Figura 4	Razão entre altura da planta e massa seca da parte aérea em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento ao longo do tempo.....	41
Figura 5	Comprimento caulinar específico (CCE) em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. Sob níveis de sombreamento ao longo do tempo experimental.....	42
Figura 6	Variação na massa seca total em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ). * significativos a 5% de probabilidade.....	43
Figura 7	Valores percentuais (%) de alocação de biomassa em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento.....	44
Figura 8	Variação na área foliar em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do temp. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ). * significativos a 5% de probabilidade.....	45
Figura 9	Área foliar específica em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	46
Figura 10	Variação na razão de área foliar em mudas de <i>S. paniculatum</i> Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ). * significativos a 5% de probabilidade.....	48
Figura 11	Variação na taxa de crescimento relativo em mudas de <i>S. paniculatum</i> níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ). * significativos a 5% de probabilidade.....	50

## RESUMO

O desmatamento é fato marcante da realidade amazônica, ocasionando diversos impactos negativos à região. O reflorestamento tem sido apontado como uma das alternativas para diminuir esses impactos. No entanto, para obter êxito em processo de reflorestamento, é necessário ter o conhecimento do comportamento de certas espécies diante de variáveis ambientais, como a luz. Essas variáveis irão influenciar diretamente a qualidade das mudas produzidas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o comportamento morfofisiológico de *Sclerolobium paniculatum* Vogel sob níveis de sombreamento visando contribuir para a determinação do nível ideal de sombreamento para produção de mudas. O estudo foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará. Aos 88 dias após a semeadura, cinco mudas foram utilizadas para coleta de dados iniciais de crescimento para avaliação das variáveis, altura, diâmetro do coleto, área foliar e massa seca do caule, da raiz e das folhas. Em seguida as plântulas foram distribuídas sob telas pretas de polipropileno (Sombrite) ajustadas para proporcionar os seguintes níveis de sombreamento: 25%, 50% e 75% de interceptação de luz solar direta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco plantas e três tratamentos, totalizando 45 unidades experimentais. Foram realizadas três avaliações com intervalos de 20 dias, totalizando 60 dias de exposição das plantas aos tratamentos. Os parâmetros avaliados foram altura da planta (AP) e diâmetro do coleto (DC), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), razão altura da planta e diâmetro (AP/DC), razão parte aérea e sistema radicular (PA/SR), razão altura da planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento caulinar específico (CCE), razão de massa de folha (RMF), razão de massa de caule (RMC), razão de massa de raiz (RMR), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), índice de qualidade de Dickson (IQD) e a taxa de crescimento relativo (TCR). Os dados foram submetidos às análises estatísticas. Observou-se efeito significativo da interação entre tempo e níveis de sombreamento para os parâmetros AP, MST, RAF, AF e TCR. No entanto, o DC, IQD, CCE, RMC e AFE foram afetados apenas pelos níveis de sombreamento. Todos os parâmetros analisados foram influenciados pelo tempo. *Sclerolobium paniculatum*, quando submetida a diferentes níveis de sombreamento, demonstrou ser uma espécie que possui capacidade de tolerar esses ambientes durante sua fase inicial de crescimento. Tal capacidade foi observada pelas alterações morfofisiológicas como aumento da AFE, maiores TCR e produção de biomassa nos ambientes mais sombreados, o que pode ser bom indicativo para produção de mudas. O sombreamento mais indicado para produção de mudas desta espécie foi o de 50%.

Palavras-chave: produção de mudas, plasticidade fenotípica, alocação de biomassa.

## ABSTRACT

Deforestation is a remarkable fact of the Amazonian reality, causing several negative impacts on the region. Reforestation has been suggested as an alternative to reduce these impacts. However, to succeed in a reforestation program, it is necessary to understand the response of selected seedling species to common environmental variables such as light. These variables will directly influence the quality of seedlings produced. The aim of this study was to characterize the morphophysiological responses of *Sclerolobium paniculatum* Vogel under increasing shading levels in order to contribute to determine the ideal level of shading for seedling production. The study was conducted in a greenhouse of the Plant Ecophysiology Laboratory of Embrapa Eastern Amazon, in Belém, Pará. Eighty-eight day-old, five seedlings were used to collect baseline data for evaluation of growth variables, height, stem diameter, leaf area and dry mass of stem, root and leaf. Then the seedlings were distributed under black polypropylene screens adjusted to provide the following levels of shading: 25%, 50% and 75% of interception of direct sunlight. The experimental design was completely randomized with five plants and three replications, totaling 45 experimental units. Three evaluations were carried out at intervals of 20 days, totaling 60 days of plant exposure to shade levels. The measured parameters were plant height (PH), stem diameter (SD), leaf dry mass (LDM), stem dry mass (SDM), root dry mass (RDM) and total dry mass (TDM), plant height and diameter ratio (PH / SD), aerial part and root system (AP / RS), plant height and aerial part dry mass ratio (PH / APDM), specific stem length (SSL), leaf mass ratio (LMR), stem mass ratio (SMR), root mass ratio (RMR), leaf area (LA), leaf area ratio (LAR), specific leaf area (SLA), Dickson relation index (DRI) and relative growth rate (RGR). Data were analyzed statistically. We observed a significant interaction between time and levels of shading for the parameters PH, TDM, LAR, LA and RGR. However, SD, DRI, SSL, SMR and SLA were only affected by shade levels. All parameters were influenced by time. *Sclerolobium paniculatum*, when subjected to different levels of shading, was able to tolerate these environments during the early stages of growth. This ability was observed by morphological and physiological changes such as increased SLA, RGR and greater biomass production in shaded environments, which can be a good indicator for seedling production. The most suitable shade level for seedlings production of this species was 50%.

Keywords: seedling production, phenotypic plasticity, biomass allocation.

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira é a maior extensão de floresta tropical do mundo (SCARIOT, 1998; GAMA et al., 2003). A variedade dos recursos naturais existentes só ocorre em consequência das diferentes associações vegetais que crescem sob a influência de fatores ambientais intrínsecos a cada ecossistema que forma esse bioma (GAMA et al., 2003). Entretanto, problemas ambientais como o desmatamento são fatos marcantes da realidade amazônica.

O desmatamento pode ocasionar a diminuição da biodiversidade e a degradação de recursos naturais (VIEIRA et al., 2005), além de poder provocar mudanças climáticas, tanto localmente, modificando o microclima, quanto regionalmente (MALHI e PHILLIPS, 2004).

Diante dos grandes problemas ambientais que a região amazônica vem enfrentando devido ao desmatamento, surge a necessidade de reverter tal situação. O reflorestamento tem sido apontado como uma das alternativas para diminuir os impactos negativos do desmatamento. Nas décadas de 1970 e 1980 houve maior investimento em programas de reflorestamento e isso trouxe alguns benefícios, como: adoção de práticas silviculturais ambientalmente corretas, disseminação da importância do bom manejo florestal, acúmulo de áreas de preservação de florestas nativas, entre outros (JUVENAL e MATTOS, 2002).

Para Portela et al. (2001) são fundamentais os estudos sobre espécies com potencialidade para programas de reflorestamento, seja este com finalidade econômica ou apenas conservacionista. Assim, a escolha da espécie a ser utilizada é um fator extremamente relevante na implantação de povoamentos florestais (ALVINO et al., 2007). Além disso, o êxito de um reflorestamento depende da qualidade das mudas produzidas e essas, além de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento volumétrico desejável, para isso é necessário ter conhecimento das exigências nutricionais das espécies utilizadas e de suas respostas morfofisiológicas às alterações ambientais (GOMES et al., 1991).

Nesse sentido, pesquisas visando conhecer as respostas morfofisiológicas de espécies florestais às condições ambientais vêm sendo realizadas a fim de subsidiar esses programas. Trabalhos desenvolvidos por Engel e Poggiani (1990), Salgado et al. (2001), Ramos et al. (2004), entre outros, conseguiram demonstrar através do comportamento das espécies estudadas o potencial de uso e os ambientes mais adequados para plantio.

Entre muitos fatores ambientais a luz é considerada como fator principal que influencia o crescimento do vegetal, devido ser fonte primária na produção de energia, por

meio da fotossíntese (UCHIDA e CAMPOS, 2000; CAMPOS e UCHIDA, 2002; DOUSSEAU et al., 2007). Ademais, a intensidade da luz tem sido reconhecida como o fator mais importante para os mecanismos de regeneração e crescimento florestal (ENGEL e POGGIANI, 1990). Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade às quais uma espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

A adaptação das plantas ao ambiente luminoso depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível (ALMEIDA et al., 2004). Ou seja, o sucesso na adaptação de uma espécie em ambientes com baixa ou alta radiação pode ser baseado em quanto é eficaz e na rapidez com que os padrões de alocação de carbono e comportamento fisiológico são ajustados para maximizar a aquisição de recursos em um determinado ambiente (DIAS FILHO, 1997).

Dentre as alterações morfofisiológicas que ocorrem nas plantas sob alta intensidade luminosa, pode-se destacar a maior distribuição de biomassa para as raízes (CLAUSSEN, 1996; DIAS FILHO, 1997); aumento na espessura foliar (DUZ et al., 2004), aumento na densidade estomática (LEE et al., 2000), diminuição da área foliar (GORDON, 1969), redução do crescimento em altura em algumas plantas (REGO e POSSAMAI, 2006).

Em plantas sob baixas intensidades luminosas, observa-se rápido crescimento em altura (REGO e POSSAMAI, 2006), aumento da área foliar (SILVA, B. et al., 2007), redução do diâmetro do coleto (KOZLOWSKI, 1962), menor espessura foliar (LIMA et al., 2008), alocação de carbono prioritária para a parte aérea (SILVA, B. et al., 2007) e menor investimento em sistema radicular (DIAS FILHO, 1997; CARVALHO et al. 2006).

Algumas alterações morfofisiológicas apresentadas pelas espécies podem ser indicativas de produtividade, ou seja, possibilita a escolha de mudas de melhor qualidade. Por exemplo, plantas com sistema radicular bem desenvolvido têm mais chances de sobrevivência no campo (UCHIDA e CAMPOS, 2002); a produção de matéria seca total permite avaliar o crescimento de uma planta, pois essa quantidade de massa acumulada é reflexo direto da produção fotossintética líquida (REGO e POSSAMAI, 2006); uma relação equilibrada entre altura da planta e diâmetro do coleto fornece informações para formação de mudas mais resistentes às condições do ambiente (SILVA, R. et al., 2007). Tais alterações morfofisiológicas podem ser obtidas por meio da manipulação das variáveis ambientais e da capacidade de adaptação das espécies a esses ambientes. O uso de diferentes níveis de sombreamento como método, pode nos dar resultados relevantes para produção de mudas, principalmente quando a espécie estudada apresenta plasticidade fenotípica ao fator luz.

Foram desenvolvidos muitos estudos sobre a influência da variação da luminosidade no crescimento e desenvolvimento de espécies arbóreas, com o intuito de conhecer suas condições de aclimação e o ambiente melhor indicado para produção de mudas, como observado no trabalho de Felfili et al. (1999) estudando *Sclerolobium paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth.; Campos e Uchida (2002) que trabalharam com *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, *Hymenaea courbaril* L. e *Ochroma lagopus* (Cav. Ex. Lam.) Urban; Scalon et al. (2003) *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns; Demuner et al. (2004) estudando *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms; Duz et al. (2004) em *Cecropia glazioui* Sneth, *Cedrela fissilis* Vell. e *Bathysa australis* (A. St.-Hil.) Hook. Ex. Sch.; Lima Jr. et al. (2006) em *Cupania vernalis* Camb.; Lima et al. (2008) com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.; entre muitos outros.

*S. paniculatum* Vogel é uma espécie florestal nativa da região Amazônica, pertence à ordem das Fabales e à família Caesalpiniaceae (CRONQUIST, 1981), conhecida como taxi-branco ou carvoeiro, entre outros (FELFILI et al., 1999). É uma espécie pioneira, que frequentemente inicia a sucessão secundária em áreas abertas pela germinação intensa de suas sementes (PIRES e MARCATI, 2005). O taxi-branco é recomendado para reflorestamento em áreas degradadas por apresentar rápido desenvolvimento (TELES et al., 1999). Segundo Tomaselli et al. (1983) a espécie reúne características promissoras para a produção de carvão, além de ser utilizada na construção civil.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi cultivar mudas de taxi-branco em casa de vegetação, sob diferentes níveis de sombreamento artificial, visando contribuir para a determinação do nível ideal de sombreamento para produção de mudas e caracterizar o comportamento da espécie ao sombreamento.

## OBJETIVO GERAL

Caracterizar o comportamento morfofisiológico de taxi-branco sob níveis de sombreamento.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analisar as variações morfofisiológicas de taxi-branco sob níveis de sombreamento;
- Contribuir para a determinação do nível ideal de sombreamento para produção de mudas de taxi-branco.

## HIPÓTESE

- O desenvolvimento inicial de plântulas de taxi-branco é influenciado pelo nível de sombreamento.
- É possível determinar o nível ideal de luz para produção de mudas de taxi-branco.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ALTERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS EM PLANTAS SOB NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

A disponibilidade de luz, água e nutrientes do solo e a temperatura são componentes ambientais de fundamental importância no crescimento e desenvolvimento vegetal. Em uma floresta, a disponibilidade de luz varia amplamente no tempo e espaço, podendo, dessa forma, influenciar na distribuição das espécies e condicionar grande parte dos processos de crescimento das plantas.

A luz, principalmente no que se refere à sua intensidade, tem sido reconhecida como o fator mais importante para os mecanismos de regeneração e crescimento florestal (ENGEL e POGGIANI, 1990). Por ser fonte primária na produção de energia por meio da fotossíntese, é o principal fator que influencia o crescimento do vegetal (UCHIDA e CAMPOS, 2000; CAMPOS e UCHIDA, 2002; DOUSSEAU, 2007), principalmente por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade às quais uma espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

A adaptação das plantas ao ambiente luminoso depende do ajuste do seu aparelho fotossintético e na distribuição de carbono, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível (ALMEIDA et al., 2004). Ou seja, o sucesso na adaptação de uma espécie em ambientes com baixa ou alta radiação pode ser baseado em quanto é eficaz e na rapidez com que os padrões de alocação de carbono e comportamento fisiológico são ajustados em ordem, para maximizar a aquisição de recursos em um ambiente particular (DIAS FILHO, 1997).

Essas modificações morfofisiológicas são chamadas de plasticidade adaptativa, e segundo Dias Filho (2000) todas as plantas têm a habilidade de modificar seu padrão de desenvolvimento em resposta a luz do ambiente, no entanto, segundo o mesmo autor esses ajustamentos variam entre as espécies.

Alves (2006) afirma que há uma revelação de estratégias desenvolvidas pelas plantas (amplitude fenotípica) representadas por alterações morfoanatômicas que ocorrem de acordo com a condição ambiental em que se encontram. Segundo o mesmo autor dependem também

do aparelho fotossintético e de acordo com Moraes Neto et al. (2000) o grau de adaptação é ditado também por características genéticas da planta em interação com o meio ambiente.

Dentre as alterações morfofisiológicas que ocorrem nas plantas sob alta intensidade luminosa, pode-se destacar a distribuição da biomassa entre raiz e parte aérea. A maior razão raiz/parte aérea e a menor razão de massa foliar ocorrem devido à distribuição preferencial de biomassa para as raízes, permitindo assim, uma maior absorção de água e nutrientes, o que garantiria maior capacidade para suportar as maiores taxas de fotossíntese e transpiração que ocorrem nestes ambientes (CLAUSSEM, 1996). Alvarenga et al. (2003) observaram que o sistema radicular de mudas de *Croton urucurana* Baill. acumulou mais biomassa quando as mudas foram cultivadas a pleno sol.

Segundo Gordon (1969), plantas submetidas a ambientes mais iluminados sofrem diminuição da área foliar, o que é benéfico para a planta, uma vez que menos material foliar é exposto a eventuais danos causados pelo excesso de luz. Além disso, algumas plantas geralmente apresentam características anatômicas que lhes são peculiares como, paredes das células epidérmicas mais retas, mesofilo mais espesso, sistema vascular mais denso, e folhas pequenas e estreitas (Alves, 2006). Em mudas de *C. vernalis* Camb., Lima Jr. et al. (2006), observaram maior espessura do limbo em plantas cultivadas sob sol pleno. Os trabalhos de Santiago et al. (2001); Aguilera et al. (2004); Castro et al. (2005) e Alves (2006) também confirmam esses resultados.

Lee et al. (2000) relatam aumento na densidade estomática com o aumento da intensidade de luz. Da mesma forma, Duz et al. (2004) descrevem tendência de aumento da densidade estomática com o aumento da intensidade de luz em *C. glazioui* Sneth e *C. fissilis* Vell. Carvalho et al. (2006) afirmam também que plantas sob altas intensidades luminosas apresentam maiores teores de clorofila por área foliar e maiores razões entre clorofilas a e b do que plantas cultivadas sob sombra. No entanto, Almeida et al. (2004) notaram em *Cryptocaria aschersoniana* Mez. queda acentuada no teor de clorofila foliar total nas plantas cultivadas a pleno sol.

Segundo revisão de Rego e Possamai (2006), a redução do crescimento em altura em pleno sol pode estar associada à elevação da temperatura das folhas e, conseqüentemente, à intensificação da taxa respiratória, o que induziria ao fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e aumentando o consumo de fotoassimilados. Ferreira et al. (1977) afirma também que quando mudas estão sujeitas a altas intensidades luminosas, há formação de caules mais espessos e curtos.

Sob baixas intensidades luminosas, ou seja, ambientes sombreados observam-se alterações morfofisiológicas bem evidentes. Assim, segundo Rego e Possamai (2006) e Carvalho et al. (2006), algumas espécies sob sombreamento tendem a intensificar o crescimento em altura, sendo esse um mecanismo importante de adaptação à baixa intensidade luminosa, podendo ser atribuído a um maior investimento no alongamento celular, visando maior busca de luz. Tal comportamento pode ser encontrado, por exemplo, nos trabalhos de Felfili et al. (1999); Campos e Uchida (2002); Alvarenga et al. (2003); Scalon et al. (2003) e Demuner et al. (2004) em que as espécies apresentaram maiores alturas em ambientes com menor exposição à luz.

Segundo Kozlowski (1962), o aumento do sombreamento pode reduzir o diâmetro do coleto, em decorrência da diminuição da fotossíntese e, conseqüentemente, a quantidade de fotoassimilados e reguladores de crescimento. Em mudas de *C. ferrea* Mart. ex Tul., Lima et al. (2008) observaram tendência na redução do diâmetro do colo com o aumento do sombreamento. Salgado et al. (2001); Fonseca et al. (2002) e Scalon et al. (2003) também observaram diminuição no diâmetro do coleto com o aumento do sombreamento. No entanto, algumas espécies também apresentam a capacidade de aumentar o diâmetro quando submetidas à baixa intensidade luminosa, mostrando assim a capacidade de tolerar ambientes sombreados, como no caso de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Grisebach (ENGEL e POGGIANI, 1990) e *Inga uruguensis* Hook & Arn. (SCALON et al., 2002).

Silva, B. et al. (2007) afirmam que, sob sombreamento, ocorre aumento da área foliar, como um dos mecanismos utilizados pela planta para aumentar a superfície fotossintética, assegurando rendimento fotossintético mais eficiente em baixa intensidade luminosa e, conseqüentemente, compensando a baixa taxa fotossintética por unidade de área de folha. Engel e Poggiani (1990) observaram que *Amburana cearensis* (Fr. Ali.) A. C. Sm. foi capaz de aumentar em até dez vezes sua área foliar em relação às plantas crescidas a pleno sol. Alvarenga et al. (2003) estudando mudas de *C. urucurana* Baill., observaram que esta espécie apresentou maior área foliar nos maiores níveis de sombreamento.

Scalon et al. (2003) afirmam que um dos fatores ligados à eficiência fotossintética de plantas e, conseqüentemente, ao crescimento e à adaptabilidade a diversos ambientes é o conteúdo de clorofila e carotenoides, os quais tendem a aumentar com a redução da intensidade luminosa. Segundo Engel e Poggiani (1991) de maneira geral demonstra-se que a proporção entre clorofila a e b tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa. Porém, algumas espécies apresentam comportamentos distintos. Por exemplo, *Maytenus*

*ilicifolia* Mart. ex Reiss. estudada por Alves (2006) a razão clorofila a/b nas folhas das plantas do tratamento sombra apresentou maiores valores do que nos tratamentos sol e meia sombra.

Carvalho et al. (2006) afirmam que existe um padrão de alocação de biomassa que prioriza os órgãos aéreos sob condições de sombreamento permitindo assim, maior captação de luz pelas plântulas, otimizando o processo fotossintético em ambiente onde a luz limita a fotossíntese. Em mudas de *S. paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth., Felfili et al. (1999) observaram aumento de investimento na produção de biomassa na parte aérea em detrimento do sistema radicular, à medida que a luz se tornou menos disponível.

Com o aumento do sombreamento também ocorre redução do sistema radicular. Ferreira et al. (1977) afirmam que o menor desenvolvimento do sistema radicular em plantas sombreadas se deve a diminuição da translocação de assimilados para a raiz, além disso, provavelmente, há maior investimento à parte aérea em detrimento do sistema radicular. Lima et al. (2008) encontraram menor acúmulo de biomassa nas raízes de mudas de *C. ferrea* Mart. ex Tul. sob sombreamento do que em plantas mantidas a pleno sol. O mesmo foi observado em *C. urucurana* Baill. por Alvarenga et al. (2003).

Nesse aspecto, estudos sobre a influência da variação da intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento de espécies arbóreas foram desenvolvidos com o intuito de se conhecer suas condições de aclimação a esses ambientes, como por exemplo, trabalhos de Felfili et al. (1999) com *S. paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth.; Campos e Uchida (2002) que trabalharam com *J. copaia* (Aubl.) D. Don, *H. courbaril* L. e *O. lagopus* (Cav. Ex. Lam.) Urban; Scaloni et al. (2003) em *B. glabra* (Pasq.) A. Robyns; Demuner et al. (2004) estudando *G. integrifolia* (Spreng.) Harms; Duz et al. (2004) em *C. glazoui* Sneh, *C. fissilis* Vell. e *B. australis* (A. St.-Hil.) Hook. Ex. Sch.; Aguiar et al. (2005) em *Caesalpinia echinata*; Lima Jr. et al. (2006) em *C. vernalis* Camb.; Rego e Possamai (2006) em *C. legalis* (Mart.) Kuntze; Lima et al. (2008) com *C. ferrea* Mart. ex Tul.; entre muitos outros.

## 2.2 ÍNDICES E PARÂMETROS QUE DETERMINAM O PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS

A qualidade morfológica e fisiológica das mudas é o reflexo da qualidade genética e da procedência das sementes, das condições ambientais do viveiro, dos métodos utilizados na produção das mudas, das estruturas e dos equipamentos utilizados no viveiro, e do armazenamento e transporte das mudas (FONSECA et al., 2002). Segundo Aguilera et al. (2004) a análise de crescimento ainda é o meio mais simples e preciso para inferir a

contribuição de diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal, sendo útil no estudo de variações entre plantas geneticamente diferentes ou sob diferentes condições ambientais.

Segundo Fonseca et al. (2002) as práticas de manejo de mudas podem alterar sua qualidade e para Uchida e Campos (2000) mudas com alto padrão de qualidade tem maior possibilidade de originarem plantios vigorosos e mais produtivos.

O uso de diferentes níveis de luminosidade como método tem dado resultados relevantes para produção de mudas, principalmente quando a espécie estudada apresenta plasticidade fenotípica à luminosidade. Para avaliar a qualidade das mudas sob níveis de sombreamento, vários parâmetros podem ser usados.

A altura da planta, o diâmetro do coleto, as massas secas da planta total, da raiz e da parte aérea, segundo Chaves e Paiva (2004), são os parâmetros morfológicos mais usados para determinar o padrão de qualidade de mudas. A relação entre alguns parâmetros também são importantes para determinar a qualidade das mudas, como a altura pelo diâmetro, altura pela massa seca da parte aérea, massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson.

### **2.2.1 Altura e diâmetro**

A altura da planta é um dos parâmetros mais usados para determinar a qualidade de mudas em razão de sua fácil medição (GOMES et al., 2002), no entanto, nem sempre é indicativo da qualidade de uma muda. Portanto, este parâmetro não pode ser avaliado isoladamente, assim como não se deve usar outros parâmetros de forma isolada (CHAVES e PAIVA, 2004).

Algumas espécies de plantas quando submetidas a altos níveis de sombreamento crescem rapidamente em altura, ocorrendo assim, maior investimento no alongamento celular, visando maior busca de luz (CARVALHO et al., 2006). Espécies que apresentam esse comportamento podem indicar estiolamento excessivo, formando caules muito finos que não darão sustentabilidade à planta quando levada ao campo, ou seja, plantas altas, porém fracas (SESMA et al., 2009). Este parâmetro tem que ser avaliado juntamente com o diâmetro, pois mudas com maiores valores em diâmetro indicam maior partição dos fotoassimilados para todas as partes da planta de forma equilibrada (CAMPOS e UCHIDA, 2002). Siebeneichler et al. (2008) ressaltam ainda que, as plantas com maior diâmetro tendem a sobreviver mais.

Scalon et al. (2002) afirma que o diâmetro do coleto é importante na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após plantio.

Portela et al. (2001) observou que *Clitoria fairchildiana* Howard apresentou maior crescimento em altura quando submetida aos tratamentos de pleno sol e 30% de sombreamento; Ramos et al. (2004) observaram que *A. cearensis* (Allemao) A.C. Smith apresentaram melhores alturas e diâmetros no nível de 0% de sombra. O nível de 70% de sombreamento foi o que possibilitou melhor crescimento em altura e diâmetro para *Cecropia pachystachya* Trec., estudada por Miranda et al. (2008).

### **2.2.2 Altura da planta pelo diâmetro do coleto**

Um parâmetro que indica qualidade de mudas é a relação altura da planta pelo diâmetro do coleto. Para Campos e Uchida (2002) esta relação, indica a qualidade das mudas a serem levadas a campo, onde se espera equilíbrio no desenvolvimento. Para Silva, R. et al. (2007) quanto menor essa relação, mais resistentes são as plantas às condições do ambiente, em decorrência do maior equilíbrio entre as partes da planta.

Lima et al. (2008) observaram em *C. ferrea* Mart. ex Tul. que a razão altura/diâmetro do colo foi mais elevada em mudas submetidas a 70% de sombreamento, seguido de plantas a 50% de sombreamento e a pleno sol, e reflete maior crescimento em altura da parte aérea da planta em relação ao crescimento em diâmetro do caule. Melo et al. (2008) estudando *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., observaram maiores valores desse parâmetro no nível de 80% de sombra e o menor valor no nível de 20% de sombra aos 25 dias após a semeadura. Silva, R. et al. (2007) em estudo com *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., notaram que essa relação foi mais elevada em mudas submetidas a 50% e menor em pleno sol.

### **2.2.3 Produção de massa seca**

Rego e Possamai (2006) afirmam que a produção de matéria seca total permite avaliar o crescimento de uma planta, e essa quantidade de massa acumulada além de outros fatores, é reflexo direto da produção fotossintética líquida somada aos nutrientes absorvidos. Silva, R. et al. (2007) afirmam que o acúmulo de massa seca indica maior eficiência no aproveitamento da incidência luminosa. Em revisão de Felfili et al. (1999), a produção da matéria seca, sendo o melhor índice de crescimento, pode ser utilizada para avaliar as condições requeridas pelas

espécies. Quando as plântulas experimentam mudanças nas condições de luz, quanto à quantidade, são capazes, em maior ou menor grau, de aclimataram-se a essa mudança. Essa aclimação ocorre no sentido de maximizar o ganho de carbono para a espécie (DUZ, et al., 2004).

Lima et al. (2008) observaram que mudas de *C. ferrea* Mart. ex Tul. apresentaram maior incremento em massa seca total quando submetidas à pleno sol. Lima et al. (2006) estudando *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. relataram que o sombreamento de 50% foi o que ocasionou maior acúmulo de biomassa total. Mudas de *A. cearensis* (Allemao) A.C. Smith quando submetidas a pleno sol apresentaram maior acúmulo de biomassa para todos os órgãos da planta (RAMOS, et al., 2004). Miranda et al. (2008) observaram que *C. pachystachya* Trec. obtiveram maior ganho de biomassa quando submetidas à 50 e 70% de sombreamento.

#### **2.2.4 Razão massa seca da parte aérea e massa seca da raiz**

A relação PA/SR é um parâmetro morfológico que pode ser usado para avaliar a qualidade de uma muda, além disso, determina as chances de sobrevivência no campo (CAMPOS e UCHIDA, 2002). Valores elevados desta relação indicam que a planta alocou mais biomassa para a parte aérea em detrimento da raiz (SILVA, B. et al., 2007). Segundo Lima et al. (2008) isso indica desequilíbrio e pode ser prejudicial em termos de adaptação após plantio, pois plantas com sistema radicular pouco desenvolvido têm menos chances de sobrevivência. Portanto menores valores para este parâmetro são os que indicam melhor qualidade da muda, devido ao equilíbrio na distribuição de assimilados da parte aérea para a raiz.

Segundo Silva, R. et al. (2007) o aumento nessa relação pode ocorrer em razão da baixa capacidade de adaptação, causando baixa atividade metabólica nas folhas, reduzindo a produção de fotoassimilados que seriam translocados para as raízes. Campos e Uchida (2002) observaram que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don e *H. courbaril* L. apresentaram maiores valores desta relação quando submetidas a 50 e 70% de sombreamento, sendo assim melhores resultados para plantas submetidas aos menores níveis de sombra. Silva, B. et al. (2007) estudando *Hymenaea parvifolia* Huber observaram os menores valores para plantas submetidas a 0 e 50% de sombreamento. Silva, R. et al. (2007) estudando *T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. observaram que o tratamento a pleno sol proporcionou-lhe o melhor resultado.

### **2.2.5 Razão altura da planta e massa seca da parte aérea**

Melo et al. (2008) afirmam que a AP/MSPA é um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas, sendo que o seu valor ideal seria em torno de 2. O mesmo autor afirma ainda que a elevação desse índice está associada ao desequilíbrio entre o desenvolvimento da altura da planta e a parte aérea, isto indica que menores valores proporcionam mudas de melhor qualidade. Melo et al. (2008) estudando a espécie *E. contortisiliquum* (Vell.) Morong, observaram que plantas mantidas em condições de 80% de sombreamento apresentaram maiores valores deste índice.

### **2.2.6 Comprimento caulinar específico**

Este parâmetro ainda é pouco utilizado, no entanto representa um bom indicativo da qualidade das mudas. Segundo Franco e Dillenburg (2007), quanto mais elevados os valores deste parâmetro, maior é o grau de estiolamento das mudas, indicando investimento maior no alongamento celular em detrimento do espessamento caulinar. Lima et al. (2006) afirmam que plântulas com crescimento em altura excessivo (estioladas) podem sofrer tombamento, resultando em alteração do padrão de qualidade para exploração econômica da planta adulta.

Franco e Dillenburg (2007) afirmam que mudas submetidas a maiores níveis de sombreamento apresentam valores elevados desta razão em decorrência do maior investimento no crescimento em altura em ambientes sombreados. Estudando a espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze Franco e Dillenburg (2007) observaram que plantas sombreadas apresentaram maiores valores deste índice após 158 dias.

### **2.2.7 Área foliar**

A área foliar é uma medida importante para caracterizar a interceptação luminosa e o potencial de produção de plantas em diferentes ambientes (GOBBI et al., 2009). Para Farias et al. (1997) a área foliar é uma variável também usada na avaliação do crescimento das mudas quanto à luz. Para Scalon et al. (2003) a área foliar pode ser considerada um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica. Para Muroya et al. (1997) aumento na área foliar sob baixas intensidades luminosas asseguram maior aproveitamento da luz, pois a planta consegue aumentar rapidamente a superfície

fotoassintética. No entanto, o aumento na área foliar só reflete qualidade quando for acompanhado em ganho de biomassa total (SILVA, B. et al., 2007).

Almeida, L. et al. (2005) observaram em *Jacaranda puberula* Cham., maior área foliar em mudas submetidas a 30% de sombra, nesse tratamento as mudas também obtiveram maior ganho em biomassa, esta espécie não apresentou ganho de biomassa e nem ampliou sua área foliar nos níveis mais elevados de sombra. Para a espécie *Eugenia uniflora* L., estudada por Scalon et al. (2001), a área foliar foi maior sob sombreamento, no entanto esse aumento em área foliar não foi suficiente para aumentar a biomassa total, que apresentou melhor ganho total de biomassa em mudas a pleno sol. *H. parvifolia* Huber estudada por Silva, B. et al. (2007) apresentou maior área foliar sob sombreamento e o acúmulo total de biomassa foi semelhante nos tratamentos a pleno sol, 50 e 70% de sombra, com isso o autor destaca que o incremento em área foliar foram suficientes para manter o ganho em biomassa. Lima et al. (2008) observaram que *C. ferrea* Mart. ex Tul., sob sombra, apresentou menores áreas foliares e massa seca em relação a pleno sol.

### **2.2.8 Área foliar específica**

A área foliar específica (AFE) indica mudanças anatômicas ou morfológicas na folha (Lima et al. 2008). A AFE é calculada pela relação entre a superfície e a massa seca da própria folha (Silva et al. 2006), ou seja, é a área foliar por unidade de massa da folha. Segundo o mesmo autor, o aumento da área foliar específica é reflexo de modificações nas dimensões e forma das folhas das plantas em resposta às alterações de luminosidade.

Plantas que são capazes de alterar rapidamente seu comportamento em resposta a níveis de luz apresentam maior plasticidade fenotípica a esse recurso (MARIMON et al., 2008). Daí a importância de se conhecer a dinâmica de resposta da AFE de mudas florestais a mudanças no ambiente de luz. Essas alterações morfofisiológicas refletem diretamente na produção fotoassintética, ou seja, alterações que maximizam a produção de fotoassimilados.

Marimon et al. (2008) afirmam que em condições de sombreamento maiores valores de AFE contribuem para aumentar a taxa de crescimento das plântulas, pois esta característica confere maior interceptação de luz e ganho de carbono por unidade de massa investida nas folhas, favorecendo o desenvolvimento da planta nesse ambiente. Porém, em ambientes com muita luz, valores menores de AFE também seriam benéficos, pois menor biomassa por unidade de área estaria diretamente exposta, reduzindo à perda de água.

### **2.2.9 Razão de área foliar**

A razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo relação entre a área foliar responsável pela interceptação da luz e absorção de CO<sub>2</sub> e a massa seca total (Dantas et al. 2009), sendo esse um componente morfofisiológico.

A RAF também expressa a capacidade plástica das espécies ao fator luz, pois para plantas que conseguem responder de formas distintas ao sombreamento, refletem aumento no potencial para captura de luz, o que se torna importante para manter o crescimento e a sobrevivência das mudas em baixa luminosidade (LIMA et al., 2008).

### **2.2.10 Índice de qualidade de Dickson**

Segundo Binotto (2007) o índice de qualidade de Dickson informa o padrão de qualidade das mudas, sendo considerado eficiente e recomendado por diversos autores. Para Fonseca et al. (2002) é um bom indicador por levar em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade. Melo et al. (2008) refere-se ao valor estabelecido por Hunt (1990), em que mudas que apresentarem o mínimo de 0,20 do IQD, já apresentam boa qualidade. Quanto mais elevados os valores, melhor é a qualidade das mudas, pois esse índice leva em consideração a produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e total, bem como a altura e o diâmetro das mudas (CHAVES e PAIVA, 2004).

### **2.2.11 Taxa de crescimento relativo**

A taxa de crescimento relativo é o incremento em massa seca, volume, comprimento ou em área de um organismo ou de partes que o compõem (Dechoum, 2004). Além disso, pode ser definido também como a medida do ganho de recursos do ambiente. O crescimento de plantas em ambientes particulares, e sua habilidade de adaptação às mudanças nestes ambientes dependem de uma complexa interação de atributos morfológicos e fisiológicos de cada espécie (DECHOUM, 2004).

É considerada a medida mais apropriada para avaliação do crescimento vegetal, pois representa a quantidade de material novo produzido por unidade de material já existente, por unidade de tempo (ROMANO, 2001). Além disso, é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com seu tamanho inicial (DANTAS et al., 2009).

### 2.3 A ESPÉCIE

Taxi-branco é uma espécie arbórea recomendada para plantio em áreas alteradas pela ação antrópica, devido ao seu crescimento rápido, a capacidade de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio e a produção de madeira de boa qualidade para a fabricação de carvão (DIAS e BRIENZA JR., 1993). Além disso, é recomendada para programas de reflorestamento em áreas degradadas, principalmente para plantios energéticos (CARPANEZZI et al., 1983; CASTRO et al., 1990; FELFILI et al., 1999; MOCHIUTTI et al., 1999).

De acordo com o Sistema de Classificação de Cronquist (1981), *Sclerolobium paniculatum* Vogel, pertence à ordem das Fabales e à família Caesalpiniaceae. Quanto sua etimologia *Sclerolobium* significa "legume duro"; *paniculatum*, "inflorescência em panícula" (LIMA, 2004). Apresenta inúmeros nomes vulgares, que podem variar entre os Estados brasileiros, alguns dos principais e suas respectivas localidades segundo Carvalho (2003) são cachamorra, no Piauí; carvoeiro, no Distrito Federal; passuaré, em São Paulo; pau-pombo, no Maranhão e Piauí; taxi-branco-da-terra-firme, do Amazonas e no Pará; tachi-do-campo, taxi-branco-do-flanco, taxi-pitomba, e taxizeiro, no Pará; velame e veludo, na Bahia; entre muitos outros.

Ocorre naturalmente na Guiana, na Guiana Francesa, no Peru, no Suriname e na Venezuela. No Brasil, ocorre desde o norte do País até o Sudeste, em São Paulo (CARVALHO, 2003). Segundo Felfili et al. (1999) é comum no cerradão e na floresta estacional e semidecidual no Planalto Central. Na Amazônia, ocorre na vegetação secundária da floresta ombrófila densa. Carpanezi et al. (1983) afirma que na Amazônia, é uma espécie notoriamente de terra firme, no entanto já foi encontrada em regiões que sofrem alagamentos periódicos (TORRES et al., 1992; BRITO et al., 2008).

É uma árvore de porte médio, que geralmente alcança posição de dossel superior das florestas secundárias. Normalmente com 8 a 20 m de altura e 30 a 70 cm de DAP, podendo, no entanto, atingir até 30 m de altura e 100 cm de DAP (CARVALHO, 2003; CARPANEZZI et al., 1983; LIMA, 2004). Apresenta tronco reto e cilíndrico, fuste com mais de 15 m de comprimento (CARVALHO, 2003). É uma árvore perenifólia, com folhas alternas e imparipenadas, compostas de quatro a sete pares de folíolos (FELFILI et al., 1999). Inflorescências em panículas terminais amplas, de 10 a 15 cm de comprimento, com flores pentâmeras amarelas, numerosas e aromáticas (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2002). Suas

sementes são oblongas e alongadas, de até 1 cm de comprimento, de cor amarelo-esverdeada, com superfície lisa e brilhante e subapical (CARVALHO, 2003).

Trabalhos conduzidos com essa espécie na Amazônia estão sendo realizados, sobretudo com o intuito de gerar conhecimento sobre a sua biologia, principalmente no que diz respeito à influência de fatores bióticos e abióticos no seu crescimento e desenvolvimento. Na região Centro-oeste muitos destes trabalhos visa estudar o potencial dessa espécie em plantios para uso energético e, também, para programas de reflorestamento.

A seguir, serão descritos alguns desses estudos.

### **2.3.1 Sclerolobium paniculatum Vogel para fins energéticos**

Carpanezzi et al. (1983) disponibilizaram informações preliminares a respeito de aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco, indicando que a espécie seria promissora para plantios com fins energéticos. Tomasselli et al. (1983) analisaram a qualidade da madeira do taxi-branco, para fins energéticos, e concluíram que a sua madeira possui características comparáveis à madeira de espécies do gênero *Eucalyptus*, tradicionalmente utilizadas para fins energéticos no sul do Brasil.

Vale et al. (2002) quantificaram e caracterizaram a madeira e a casca de espécies do cerrado sensu stricto, no Distrito Federal. Nesse estudo foram encontradas diversas espécies com boas características para a produção de energia na forma de calor, com elevados poderes caloríficos, elevadas massas específicas e com alta produção de biomassa, e as espécies *S. paniculatum* Vog. var. *subvelutinum* Benth., *Dalbergia miscolobium* Benth e *Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. ganharam destaque quanto às características estudadas.

Vale et al. (2003) caracterizaram a madeira e a casca de três espécies do cerrado, *S. paniculatum* Vog. var. *subvelutinum* Benth., *D. miscolobium* Benth. e *P. pubescens* (Benth.) Benth. para uso energético na região de Brasília e verificaram que *S. paniculatum* Vog. var. *subvelutinum* Benth. foi a espécie de maior destaque, com produção energética superior à soma da produção das outras duas espécies estudadas. Concluíram que estas espécies devem ser incluídas em possível plano de manejo sustentado para a produção energética em pequenas comunidades.

Em estudo que investigou o potencial para produção de energia das espécies de cerrado, Vale e Felfili (2005) concluíram que *S. paniculatum* Vog. var. *subvelutinum* Benth, *D. miscolobium* Benth. e *P. pubescens* (Benth.) Benth. têm potencial para uso em plantações

de combustível vegetal e manejo sustentável por apresentar produção por árvore acima da média, e valores altos de poder calorífico.

### **2.3.2 Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* Vogel**

Dentre os principais trabalhos sobre o comportamento de espécies arbóreas indicadas para reflorestamento, destaca-se o de Yared et al. (1988) que avaliaram o comportamento silvicultural de diversas espécies florestais nativas e exóticas no Planalto do Tapajós, Pará, e concluíram que entre as espécies nativas mais promissoras foram morototó, parapará, araracanga, taxi-branco, castanha-do-brasil e cuiarana-folha-grande, estas para plantios a pleno sol.

Castro et al. (1990) estudaram o comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* Vogel no cerrado amapaense juntamente com outras espécies. Segundo este autor, esta espécie apresentou bom desenvolvimento, com incremento anual em altura de 2,2 m/ano, sobrevivência de 90% e árvores com forma e vigor excelentes e com boa adaptação. Além disso, considerou o taxi altamente promissor para formação de florestas para fornecimento de matéria prima para a produção de carvão.

O comportamento silvicultural do taxi-branco foi considerado satisfatório por Dias e Brienza Junior (1993), quando a compararam a outras espécies nativas da Amazônia. Em plantio homogêneo produziu cerca de oito toneladas de “litter” por hectare.

Castro et al. (1998) avaliaram o efeito do espaçamento no comportamento do taxi-branco no Amapá. Foram testados sete espaçamentos diferentes que indicaram que a produção de biomassa é influenciada pela densidade de plantio, e as maiores produções ocorreram nos menores espaçamentos. O espaçamento mais indicado é o de 3,0m x 1,0m para o cerrado amapaense.

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de seis espécies arbóreas do cerrado, Martinotto (2006) observou que durante o período de desenvolvimento das espécies, o taxi-branco apresentou maiores taxas de crescimento relativo em diâmetro e altura, e apresentou também a maior taxa de crescimento relativo quando submetido à adubação.

Mochiutti et al. (2006) analisando a recuperação de solos degradados pela agricultura migratória, verificaram que a deposição anual de serapilheira foi 2,2 vezes maior (9.646 kg/ha/ano) no solo degradado povoado com taxi-branco, que em uma floresta secundária (4.474 kg/ha/ano). Tonini et al. (2006) e Souza et al. (2008) observaram que o taxi-branco

apresenta excelente potencial para plantios comerciais, como produção de biomassa para fins energéticos e recuperação de áreas degradadas.

### **2.3.3 Comportamento e classificação ecológica de *Sclerolobium paniculatum* Vogel**

Segundo Venturieri (2000), *S. paniculatum* Vog. possui grande sucesso reprodutivo, com alto índice de frutificação e facilidade na dispersão de suas sementes, além disso, é uma espécie melitófila não seletiva, podendo ser polinizada por dípteros e vespas, oferecendo aos visitantes tanto néctar quanto pólen. Os frutos amadurecem de setembro a outubro no Distrito Federal; de outubro a dezembro no Pará, e de abril a maio no Piauí, sendo esse processo iniciado a partir dos cinco anos de idade, em plantios (CARVALHO, 2003).

Muitos autores discutiram o comportamento de espécies arbóreas em relação à luminosidade na dinâmica de formação de florestas. Maciel et al. (2003) destaca a classificação proposta por Swaine e Whitmore (1988) em que definem dois grupos ecológicos de espécies em floresta tropical úmida: espécies pioneiras e não pioneiras ou clímaxes.

O taxi-branco, segundo Sousa et al. (2004) é uma planta semidecídua, heliófita, seletiva xerófila, pioneira, que normalmente inicia a sucessão secundária em áreas abertas, formando grupos moderadamente densos. *S. paniculatum* Vogel, segundo diversos autores, é classificada como uma espécie pioneira ou heliófila. Tal classificação para Maciel et al. (2003) significa que estas espécies só germinam em clareiras, em dossel completamente aberto, recebendo radiação direta. Viana (1989) apud Maciel et al. (2003) completa que plântulas de espécies heliófilas não sobrevivem sob sombra. Felfili et al. (1999) estudando *S. paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, observaram sob 50% de sombreamento, seguido de pleno sol apresentou os maiores valores em biomassa e diâmetro do coleto. A autora concluiu que tal comportamento é característico de espécies heliófilas de fases iniciais de sucessão. Portanto classificada por Felfili como heliófila, ou seja, não tolerante ao sombreamento.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL E SEMEADURA

O experimento foi conduzido de agosto a dezembro de 2008, em casa de vegetação (1°26'12" S; 48°26'30" O) do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará.

Sementes de taxi-branco, provenientes de 25 matrizes, foram coletadas no município de Paragominas, no Estado do Pará. Sementes foram selecionadas pela uniformidade de tamanho, sendo a dormência quebrada por meio da remoção de uma porção do tegumento, na extremidade oposta ao eixo embrionário das sementes nuas (escarificação mecânica), com o auxílio de esmeril. A semeadura foi feita em bandejas plásticas, com substrato de areia e serragem esterilizada, irrigado regularmente.

Após a germinação, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos pretos, com dreno, com capacidade para 3 kg, contendo substrato de solo orgânico (solo retirado dos 10 cm iniciais de área de floresta secundária) e esterco na proporção de 2:1.

As mudas foram transplantadas para casa de vegetação, coberta com tela preta de polipropileno, com 75% de interceptação de luz solar, permanecendo nesse ambiente por aproximadamente três meses (88 dias) para crescimento e aclimação. Durante todo o período experimental, as mudas foram frequentemente irrigadas e 50 dias após a semeadura, foram adubadas com formulação comercial de adubo NPK (10-28-20), na proporção de 2g por planta.

#### 3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Aos 88 dias após a semeadura, cinco mudas foram usadas para coleta de dados iniciais de crescimento para avaliação das variáveis, altura, diâmetro do coleto, área foliar e massa seca do caule, da raiz e das folhas. Em seguida as plântulas foram distribuídas sob telas pretas de polipropileno (Sombrite) ajustadas para proporcionar os seguintes níveis de sombreamento: 25%, 50% e 75% de interceptação de luz solar direta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições (cada unidade experimental contendo uma planta) e três tratamentos, totalizando 45 unidades experimentais. Foram realizadas três avaliações com intervalos de 20 dias, totalizando 60 dias

de exposição das plantas aos tratamentos. As avaliações foram feitas aos 88 (dados iniciais de crescimento), 108, 128 e 148 dias após a semeadura.

### 3.3 PARÂMETROS AVALIADOS

Os parâmetros mensurados foram altura da planta (AP), diâmetro do coleto (DC), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR) e área foliar (AF). A AP e o DC foram mensurados com auxílio de régua milimetrada e paquímetro digital. Para a obtenção das massas secas dos órgãos, as plantas eram cortadas rente ao solo, sendo a parte aérea separada em folhas (cortadas na base do pecíolo), e tecido de sustentação (hastes e caule). As raízes foram lavadas e peneiradas para a retirada total do substrato. Todo o material vegetal coletado foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 48 horas. Após a secagem, foi determinada a MSF, MSC, MSR e massa seca total (MST) em balança digital. Para a determinação da AF, foram retirados cinco discos foliares de área conhecida (um por planta). Os discos foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa, para posterior verificação da massa seca e determinação da área foliar específica (AFE).

A partir dos dados primários foram calculados os seguintes parâmetros:

- Razão de altura da planta e diâmetro (AP/DC):  $AP/DC$ ;
- Razão de parte aérea e sistema radicular (PA/SR):  $MSPA/MSR$ ;
- Razão de altura da planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA):
- Comprimento caulinar específico (CCE):  $AP/MSC$
- Razão de massa de folha (RMF):  $MSF/MST$ ;
- Razão de massa de caule (RMC):  $MSC/MST$ ;
- Razão de massa de raiz (RMR):  $MSR/MST$ ;
- Área foliar (AF):  $MSF \times ADF/MSDF$ ;
- Razão de área foliar (RAF):  $AF/MST$ ;
- Área foliar específica (AFE):  $AF/MSF$
- Índice de qualidade de Dickson (IQD):  $MST / (AP / DC) + (MSPA/MSR)$ ;
- Taxa de crescimento relativo (TCR):  $MST2 - MST1 / \Delta t$

Onde,

- MSPA: massa seca da parte aérea, medida por meio somatória da MSF e MSC;
- ADF: área disco foliar;

- MSDF: massa seca disco foliar;
- MST1: massa seca total da última coleta;
- MST2: massa seca total da coleta anterior;
- $\Delta t$ : intervalo de tempo entre as coletas.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando necessário, aplicou-se o teste de Tukey para comparar médias entre tratamentos. A homogeneidade de variância foi testada pelo teste Levene. Quando necessário os dados foram transformados por meio de  $\log(x+1)$  e  $\log(x)$  para análise. A resposta dos níveis de sombreamento no tempo foi avaliada por meio de análise de regressão. Utilizou-se o pacote estatístico Statistica for Windows versão 7 para a análise dos dados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo da interação entre tempo e níveis de sombreamento para os parâmetros altura da planta, massa seca total, razão de área foliar, área foliar e taxa de crescimento relativo. No entanto, o diâmetro do coleto, índice de qualidade de Dickson, comprimento caulinar específico, razão de massa de caule e área foliar específica foram afetados apenas pelos níveis de sombreamento. Todos os parâmetros analisados foram influenciados pelo tempo.

##### 4.1 ALTURA DA PLANTA

Foram observados efeitos significativos da interação entre tempo e níveis de sombreamento para a altura das mudas de taxi-branco. Mudas cultivadas nos ambientes de 50 e 75% de sombra foram mais altas do que aquelas cultivadas a 25%, além disso, as três apresentaram resposta linear crescente ao longo do tempo (Figura 1).

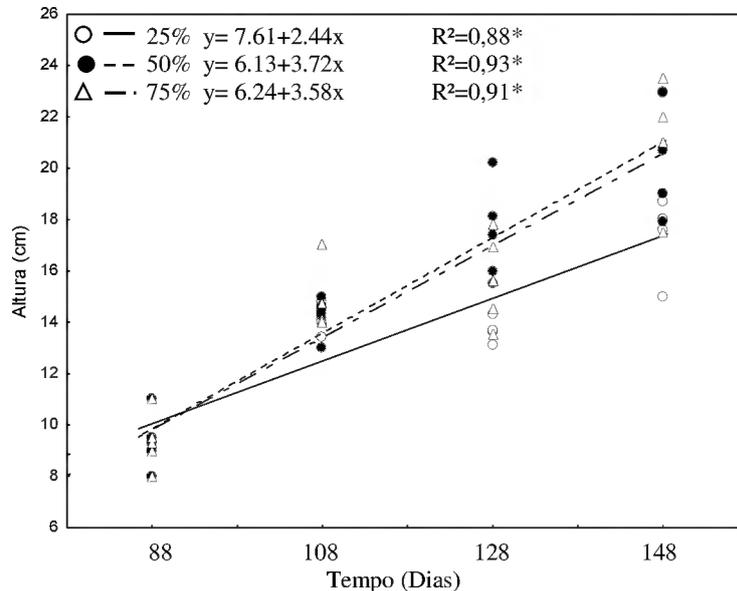


Figura 1: Variação na altura de mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>). \* significativos a 5% de probabilidade.

Para Muroya et al. (1997), a altura apresenta padrões de respostas variáveis de acordo com a capacidade adaptativa da espécie às mudanças na intensidade de luz. Diversos autores afirmam que o maior crescimento em altura em plantas sombreadas seria uma resposta

a baixa luminosidade (ALMEIDA, S. et al., 2005; MELO, 2008; DANTAS et al., 2009). Dessa forma, este comportamento seria um mecanismo de adaptação encontrado em diversas espécies vegetais, como estratégia de escape à baixa luminosidade (CARVALHO, 2006). Comportamento semelhante foram observados em *S. paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. (FELFILI et al., 1999); *A. cearensis* (Fr. Ali.) A. C. Sm. e *Eritrina speciosa* Andr. (ENGEL e POGGIANI, 1990); *Bauhinia forficata* Link (ATROCH et al., 2001), *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. (ALMEIDA, S. et al., 2005), *I. uruguensis* Hook & Arn. (SCALON et al., 2002). No entanto, quando sombreadas, algumas espécies arbóreas não apresentaram esse tipo de resposta. Por exemplo, plantas sombreadas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. e *Pterogyne nitens* Tull. (SCALON et al., 2002), *C. ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al., 2008), apresentaram menores alturas do que aquelas cultivadas a pleno sol.

Mudas com alto padrão de qualidade tem maior possibilidade de originarem plantios vigorosos e mais produtivos (UCHIDA e CAMPOS, 2000). Para Gomes et al. (2002), a altura da parte aérea é um parâmetro de fácil medição e, portanto, frequentemente utilizada para estimar com eficiência o padrão de qualidade de mudas nos viveiros. No entanto, a maior altura nem sempre pode ser indicativo positivo de qualidade de mudas. Dessa forma, esse parâmetro não deve ser avaliado isoladamente (CHAVES e PAIVA, 2004). Algumas espécies vegetais crescem excessivamente quando sombreadas, gerando mudas estioladas, ou seja, plantas altas, porém fracas por formarem caules finos que não darão sustentabilidade à planta quando levada ao campo (SESMA et al., 2009).

#### 4.2 DIÂMETRO DO COLETO

Não houve interação significativa entre níveis de sombreamento e o tempo para o diâmetro do coleto, porém, houve efeito significativo para os níveis de sombreamento (Figura 2). Observou-se tendência de maiores valores nos níveis de 50 e 75 % de sombreamento e de menores valores no nível de 25% de sombreamento.

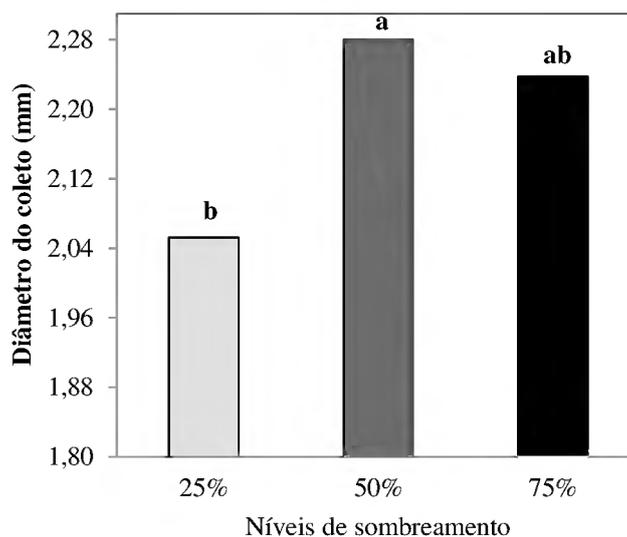


Figura 2: Diâmetro médio do coleto em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para Atroch et al. (2001), o crescimento em diâmetro depende de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração. Segundo Scalon et al. (2001), maiores diâmetros em caules evidenciam que fotoassimilados estão sendo particionados por toda parte aérea. Scalon et al. (2002) afirma que o diâmetro do coleto é uma característica importante na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após plantio. Siebeneichler et al. (2008) ressaltam que plantas com maior diâmetro do coleto apresentam maior tendência à sobrevivência.

Felfili et al. (1999) observaram maiores diâmetros de coleto no nível de 50% de sombreamento e pleno sol e menores nos níveis de 70 e 90% de sombreamento para *S. paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.). Varela e Santos (1992) estudando o diâmetro do coleto em mudas de *Dinizia excelsa* Ducke e Almeida, L. et al. (2005) estudando *J. puberula* Cham., observaram tendência de decréscimo dos valores de diâmetros em função do aumento do sombreamento, onde os níveis testados foram 30, 50 e 70% de sombreamento. Em *C. ferrea* Mart. ex Tul. menores diâmetros foram observados em plantas sombreadas (LIMA et al., 2008). Mudas de *Calophyllum angulare* A. C. Smith apresentaram maiores diâmetros em plantas sob 30, 50 e 70% de sombreamento e menores em pleno sol (MUROYA et al., 1997). Em *I. uruguensis* Hook & Arn. (SCALON et al., 2002) e *C. pachystachya* Trec. (MIRANDA et al., 2008) não foi possível observar diferenças entre plantas sombreadas e não sombreadas, no entanto, níveis maiores de sombreamento tendem a apresentar mudas com diâmetros maiores.

Valores elevados em altura e menores diâmetros podem indicar estiolamento e menor qualidade de mudas, aumentando o risco de tombamento quando levadas a campo (LIMA, 2006). *Jatropha curcas* L. quando submetida a 87% de sombreamento apresentou maiores valores em altura e menores diâmetros, evidenciando estiolamento excessivo (SESMA et al., 2009). Segundo Scalon et al. (2003) essa resposta é típica de plantas que não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas, onde crescem rapidamente como forma de escape ao déficit de luz. O taxi-branco apresentou comportamento diferente de plantas intolerantes à sombra em relação ao diâmetro do coleto, o que pode ser um bom indicativo para plantio. Diante disso, sugere-se então que pode apresentar tolerância à baixa luminosidade.

#### 4.3 RAZÃO ENTRE ALTURA DA PLANTA E DIÂMETRO DO COLETO

Considerando-se a razão AP/DC, não foi possível observar diferenças significativas para a espécie entre os níveis de sombreamento (Figura 3). Esta razão pode fornecer informações importantes para a produção de mudas. Segundo Campos e Uchida (2002) a AP/DC indica a qualidade das mudas a serem levadas a campo, onde se espera equilíbrio no desenvolvimento. Carneiro (1995) apud Melo et al. (2008) afirma que valores adequados para esta relação estão entre 5,4 e 8,1. Para Silva, R. et al. (2007) quanto menor essa relação, mais resistentes são as plantas às condições do ambiente, em decorrência do maior equilíbrio entre as partes da planta.

Os valores médios para os três tratamentos no presente estudo se enquadram no intervalo sugerido por Carneiro (1995). Este resultado pode indicar que *S. paniculatum* Vog. consegue particionar fotoassimilados de forma equilibrada, ou seja, a planta cresce igualmente tanto em altura, quanto em diâmetro do coleto. Tal observação sugere que a espécie pode tolerar ambientes sombreados durante a fase inicial de desenvolvimento.

Lima et al. (2008) observaram que em *C. ferrea* Mart. ex Tul. a razão AP/DC foi mais elevada em mudas submetidas a 70% de sombra do que em plantas não sombreadas, refletindo maior crescimento em altura em relação ao diâmetro. Outras espécies arbóreas também apresentaram o mesmo comportamento, como *J. copaia* (Aubl.) D. Don e *O. lagopus* (Cav. Ex. Lam.) Urban (CAMPOS e UCHIDA, 2002) e *E. contortisiliquum* (Vell.) Morong. (MELO et al., 2008).

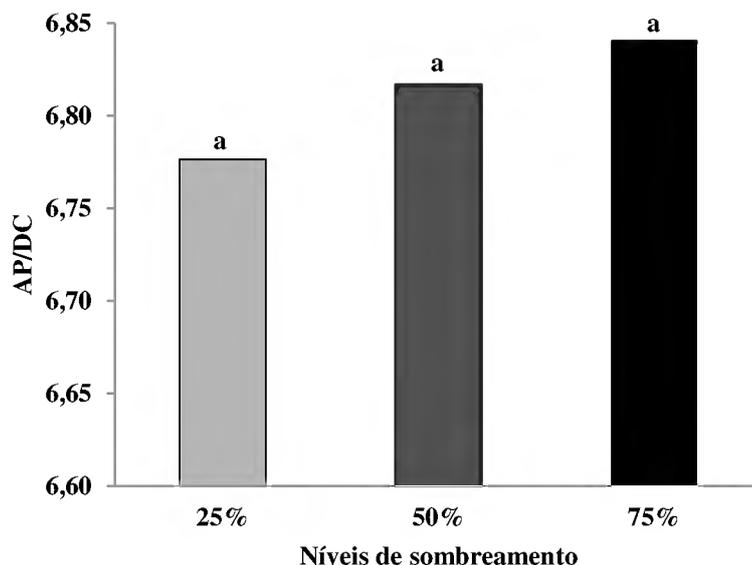


Figura 3: Razão entre altura da planta e diâmetro do coleto em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4 RAZÃO MASSA SECA DA PARTE AÉREA E MASSA SECA DA RAIZ

Não foi possível observar efeito significativo entre as médias das razões PA/SR sob os diferentes níveis de sombreamento. Foi possível observar apenas diferenças entre os períodos de avaliação para PA/SR (Tabela 1) onde os valores médios dessa relação aumentaram ao longo do tempo experimental.

Embora não tenha sido possível observar diferenças significativas entre os níveis de sombreamento, observou-se tendência de menores valores de PA/SR no nível de 50% de sombra e maiores valores no nível de 75% em todos os períodos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Razão entre parte aérea e sistema radicular (PA/SR) em mudas de *S. paniculatum* Vog. em função dos níveis de sombreamento ao longo do tempo. Valores são médias.

Sombreamento (%)	Período (dias)			
	88	108	128	148
25	2,89 b	2,99 b	3,42 b	4,74 a
50	2,89 b	3,01 b	3,12 b	4,05 a
75	2,89 b	3,06 b	3,54 b	5,09 a

Médias seguidas de mesma letra dentro de colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os menores valores para a PA/SR são indicativos de potencial para melhor desempenho das mudas no campo, pois há um equilíbrio na partição de fotoassimilados na

planta (SILVA, B., 2007). Segundo Uchida e Campos (2002), plantas com sistema radicular bem desenvolvido têm mais chances de sobrevivência no campo, pois para Carvalho et al. (2006) essa tendência permite maior absorção de água e nutrientes, o que garantiria à planta maior capacidade de suportar as maiores taxas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

Silva, B. et al. (2007) afirmam que plantas sombreadas tendem a investir mais biomassa na parte aérea em detrimento da raiz. Lima et al. (2008) observaram esse comportamento em *C. ferrea* Mart. ex Tul., onde as maiores razões de PA/SR ocorreram em mudas mantidas a 50% e 70% de sombreamento, quando comparadas a plantas cultivadas a pleno sol. Os mesmos autores afirmam que essa partição desequilibrada de fotoassimilados pode ser prejudicial para a adaptação da espécie após o plantio. Comportamento semelhante foi observado em *V. surinamensis* (Rol.) Warb. (LIMA et al., 2006), *T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. (SILVA, R. et al., 2007) e *H. parvifolia* Huber (SILVA, B. et al., 2007).

Como no presente estudo a PA/SR não foi afetada pelos níveis de sombreamento, pode-se sugerir que taxi-branco tem a capacidade de adaptar-se à sombra, alocando biomassa de maneira equilibrada entre a parte aérea e o sistema radicular, independente do nível de sombra.

#### 4.5 RAZÃO ALTURA DA PLANTA E MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Para a AP/MSPA não foi possível detectar diferenças entre níveis de sombreamento. Foi observado efeito significativo ao longo do período experimental, onde os valores diminuíram com o tempo (Figura 4). No entanto, observou-se tendência de maiores valores desse parâmetro em mudas submetidas sob o menor nível de sombreamento (25 %).

A razão altura da planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) é um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas, sendo que o seu valor ideal seria em torno de 2 (MELO et al., 2008). A elevação desse índice está associada a um desequilíbrio entre o desenvolvimento da altura da planta e a parte aérea, isto indica que menores valores proporcionam mudas de melhor qualidade (MELO et al., 2008). Para a espécie em estudo, observou-se que ocorreu um equilíbrio na distribuição de matéria na parte aérea ao longo do desenvolvimento das mudas, tal fato fica evidente por meio da diminuição dos valores desse parâmetro, onde aos 148 dias as mudas apresentaram maior produção de massa seca, mantendo-se em equilíbrio em relação à altura.

Melo et al. (2008) observaram maiores valores desta razão em plantas de *C. ferrea* Mart. ex Tul. mantidas em 80% de sombreamento. Os autores atribuem esse resultado pelo rápido ganho inicial em altura e baixo em diâmetro.

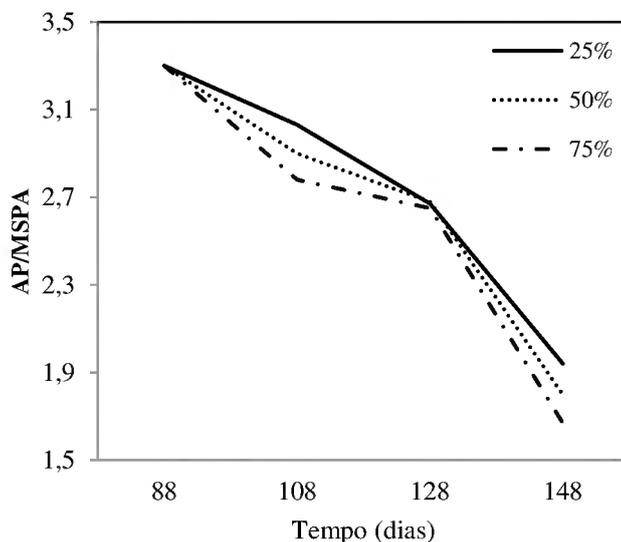


Figura 4: Razão entre altura da planta e massa seca da parte aérea em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento ao longo do tempo.

#### 4.6 COMPRIMENTO CAULINAR ESPECÍFICO (CCE)

Sob condições de maiores sombreamentos (50 e 75%), mudas de taxi-branco apresentaram menores valores para CCE (Tabela 2). Quanto maior o valor deste índice, maior é o grau de estiolamento das mudas, evidenciando maior investimento no alongamento celular em detrimento do espessamento caulinar (FRANCO e DILLENBURG, 2007).

Tabela 2. Comprimento caulinar específico (CCE) de mudas de *S. paniculatum* Vog. em função dos níveis de sombreamento. Valores são médias  $\pm$  erro padrão.

Sombreamento	CCE
25%	4,18 $\pm$ 0,12 a
50%	3,99 $\pm$ 0,14 b
75%	3,97 $\pm$ 0,14 b

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Plântulas com crescimento excessivo em altura podem sofrer tombamento quando levadas para plantio em campo, alterando o padrão de qualidade para exploração econômica da planta adulta.

Pode-se sugerir então, que a espécie em estudo possivelmente apresenta características de tolerância a ambientes com maiores níveis de sombra (50 e 75%), pois geralmente as plantas tendem a sofrer estiolamento quando sombreadas, como mecanismo de busca da captação da radiação. No entanto para *S. paniculatum* Vog. em fase inicial de desenvolvimento, pode-se observar que as mudas apresentaram um desenvolvimento equilibrado ao longo do experimento, principalmente sob 50% de sombreamento (figura 5) o que permite inferir que os fotoassimilados tenham sido distribuídos de maneira equilibrada para o espessamento do caule e ganho em altura, ou seja, distribuição de matéria de forma equilibrada no desenvolvimento, demonstrando um crescimento homogêneo para a planta. Este fato pode beneficiar o estabelecimento das mudas após o plantio, permitindo a seleção de mudas estioladas.

Franco e Dillenburg (2007) estudando *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze observaram um CCE mais elevado em plantas sombreadas, indicando maior eficiência no uso da massa para alongamento dos eixos caulinares, produzindo plantas estioladas.

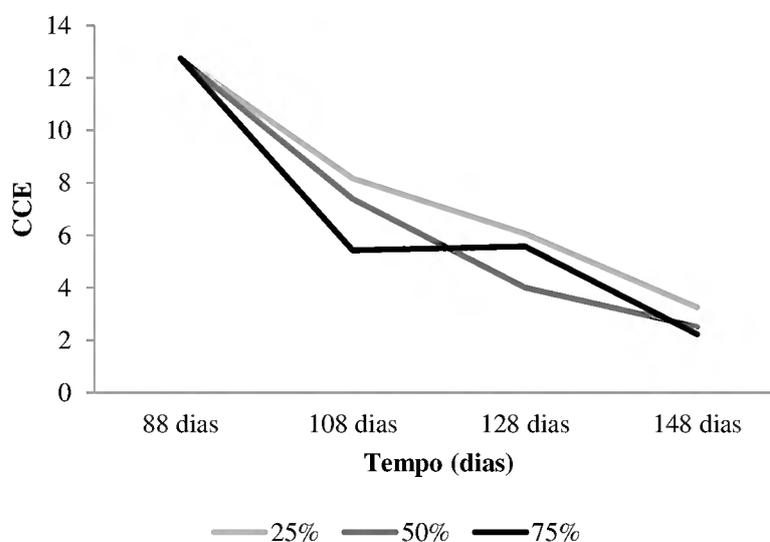


Figura 5: Comprimento caular específico (CCE) em mudas de *S. paniculatum* Vog. Sob níveis de sombreamento ao longo do tempo experimental.

#### 4.7 PRODUÇÃO DE MASSA SECA TOTAL

Mudas submetidas aos tratamentos de maior sombreamento (50 e 75%) apresentaram maiores valores para massa seca total (MST), tendo havido efeito significativo na interação entre tempo e tratamento. O acúmulo de MST apresentou resposta linear, aumentando com o tempo (Figura 6). Em função desse comportamento, pode-se inferir que mesmo sob baixa

luminosidade a espécie em estudo apresenta capacidade de aproveitar a incidência luminosa e converter em biomassa. Silva, R. et al. (2007) afirmam que o acúmulo de massa seca indica maior eficiência no aproveitamento da incidência luminosa.

A espécie arbórea *C. pachystachya* Trec. estudada por Miranda et al. (2008), também demonstrou a capacidade de maximizar a produção de massa seca em ambientes mais sombreados. Felfili et al. (1999) estudando *S. paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth., encontraram maior produção de massa total em plantas submetidas a 50% de sombreamento e pleno sol, enquanto que nos níveis de 70% e 90% de sombra, as mudas apresentaram os menores valores de biomassa. Em *A. cearensis* (Allemao) A.C. Smith (RAMOS et al., 2004), *C. ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al., 2008) e *E. contortisiliquum* (Vell.) Morong. (MELO et al., 2008), houve maior acúmulo de biomassa em plantas crescidas a pleno sol. Farias et al. (1995) observaram em *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. maior produção de matéria seca nas plantas pouco sombreadas, o autor atribui este fato a alta luminosidade que provavelmente aumentou a taxa fotossintética. No entanto, para *S. paniculatum* Vog., observou-se que os ambientes mais sombreados proporcionaram maior produção de massa seca, indicando que as alterações morfofisiológicas sofridas pela espécie foram suficientes para manter a atividade fotossintética, mesmo sob pouca luz.

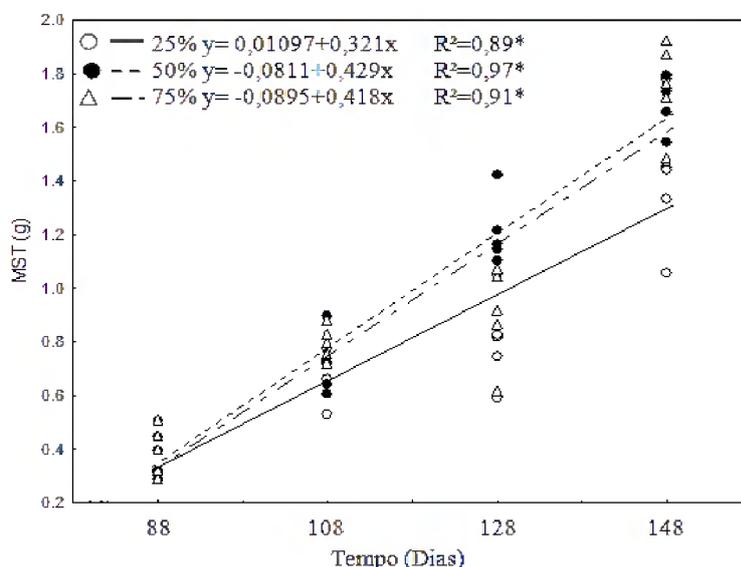


Figura 6: Variação na massa seca total em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ). \* significativos a 5% de probabilidade.

#### 4.8 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA

O padrão de alocação de biomassa para *S. paniculatum* Vog. apresentou-se de maneira distinta para os tratamentos, porém, só foi possível detectar diferenças significativas entre níveis de sombreamento para razão de massa de caule (RMC).

Mudas de taxi-branco submetidas à de 75% de sombreamento apresentaram maiores valores de RMC (figura 7). Embora para razão de massa de folha (RMF) e razão de massa de raiz (RMR) não tenha sido possível detectar diferenças entre os tratamentos, foi possível observar que mudas mantidas sob 25% de sombra apresentaram tendência a maiores valores de RMF. Para RMR, foi observada tendência de maiores valores para o nível de 50 e 25% de sombreamento, e menores valores para o tratamento de 75%. Tais observações indicam que as mudas nos diferentes níveis de sombreamento apresentam comportamento semelhante para a alocação de biomassa. Para Silva, R. et al. (2007), a RMF expressa a fração de matéria seca não exportada da folha, o que indica menor exportação de biomassa para outras partes da planta. Demuner et al. (2004) observaram em *G. integrifolia* (Spreng.) Harms que a RMF foi significativamente menor a pleno sol que em plantas sombreadas. O autor afirma que a exposição prolongada à alta radiação pode ser prejudicial às plântulas.

Plantas com sistemas radiculares mais extensos têm maior capacidade de aclimação do que com sistemas radiculares menores (ALMEIDA, S. et al., 2005). Demuner et al. (2004) não observaram diferenças significativas para RMR em *G. integrifolia* (Spreng.) Harms. Os mesmos autores observaram diferenças significativas para RMC, onde maiores valores foram observados em plantas a pleno sol.

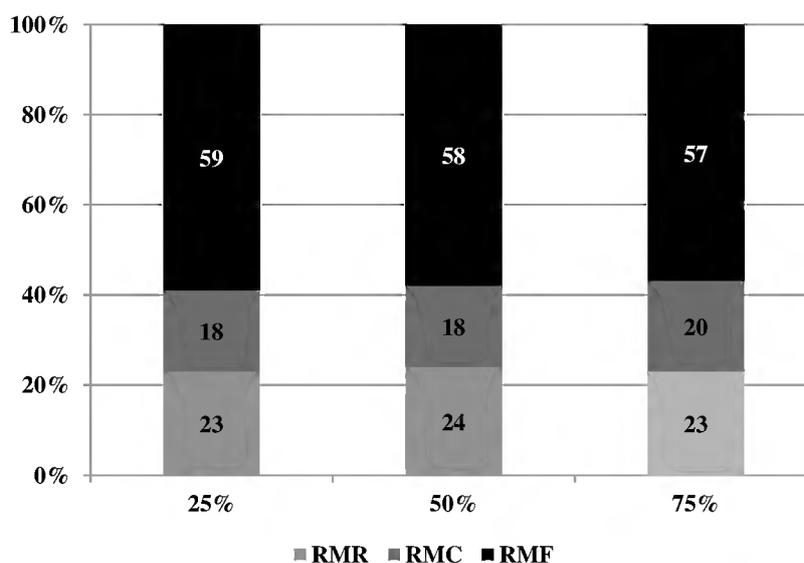


Figura 7: Valores percentuais (%) de alocação de biomassa em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento.

#### 4.9 ÁREA FOLIAR

Foi possível detectar efeito significativo na interação tempo e tratamento para o parâmetro área foliar. As mudas de taxi-branco apresentaram capacidade de aumentar a área foliar diante dos níveis de sombreamento (Figura 8). O aumento da área foliar é um dos mecanismos utilizados pela planta para aumentar rapidamente a superfície fotossintética, assegurando um maior aproveitamento das baixas intensidades luminosas (MUROYA et al., 1997).

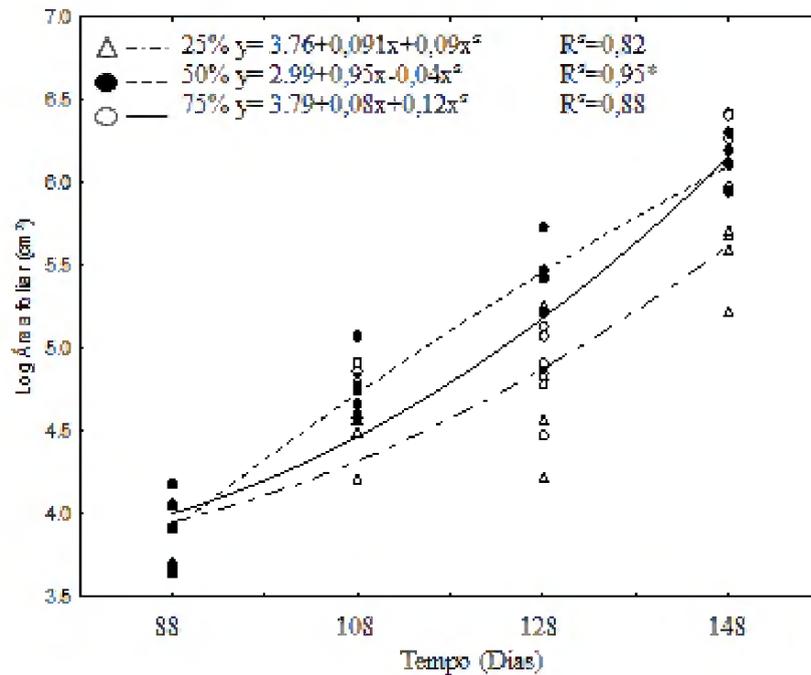


Figura 8: Variação na área foliar em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do temp. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>). \* significativos a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados em espécies como *Ceiba pentandra* (E.) Gaertn (PEDROSO et al., 1995), *C. angulare* A. C. Smith (MUROYA et al., 1997), *E. uniflora* L. (SCALON et al., 2001) e *H. parvifolia* Huber (SILVA, B. et al., 2007). No entanto, algumas espécies não conseguem aumentar a área foliar sob sombreamento, como observado em *J. puberula* Cham. (ALMEIDA, L. et al. 2005), *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (REGO e POSSAMAI 2006) e *C. ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al. 2008).

Rego e Possamai (2006) afirmam que a área foliar das espécies tolerantes tendem a aumentar com o sombreamento. Almeida, L. et al. (2005) observaram que *J. puberula* Cham. apresentou menor área foliar quando submetidas aos maiores níveis de sombra, diante disso, afirmam que a espécie não consegue aumentar a área foliar nos ambientes sombreados.

Existem alguns casos de espécies não tolerantes, que aumentam a área foliar sob 50% de sombra, no entanto, quando o sombreamento alcança 70% o aumento da área foliar não prossegue, fato observado por Ortega et al. (2006) em *P. cattleianum* Sabine.

#### 4.10 ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA

No presente trabalho, maiores valores de AFE foram observados nas mudas submetidas aos níveis de 50 e 75% de sombreamento (Figura 9). Algumas espécies apresentaram comportamento semelhante, como *Brosimum rubescens* Taub. (MARIMON et al., 2008), que apresentou maiores valores de AFE para plantas sombreadas. Em *C. vernalis* Camb. estudada por Lima Jr. et al. (2006), houve um decréscimo na espessura do limbo de mudas cultivadas em níveis mais elevados de sombra.

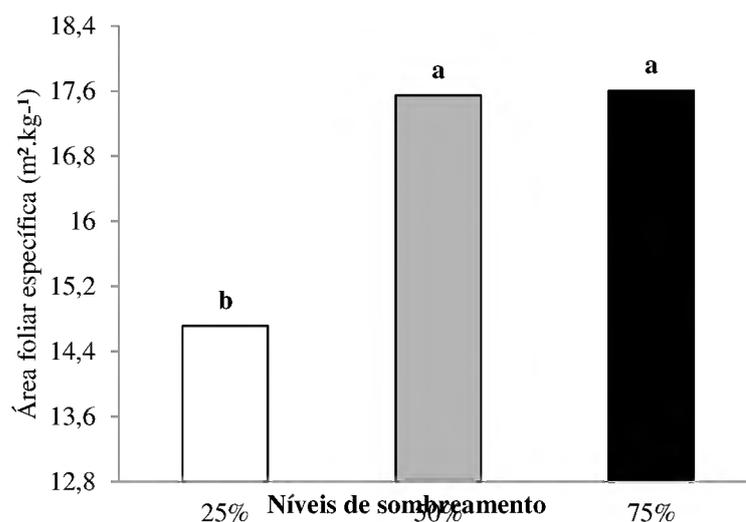


Figura 9: Área foliar específica em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Existem espécies, entretanto que não conseguem expandir a área foliar em ambientes mais sombreados, ou seja, apresentaram comportamento diferente da espécie em estudo, como *V. surinamensis* (Rol.) Warb. estudada por Lima et al. (2006), em que os valores de AFE mostraram que o aumento da área foliar foi acompanhado pelo ganho de massa a medida que diminuiu a luz, não ocorrendo alterações anatômicas para a espécie. Atroch et al. (2001) observaram que mudas de *B. forficata* Link cultivadas a pleno sol apresentaram maiores valores de AFE que plantas sob 50% de sombra, os autores afirmam que a AFE de espécies heliófilas aumentam com o aumento da luminosidade.

A espécie em estudo demonstrou que é capaz de alterar seu comportamento em resposta aos diferentes níveis de luz, pois segundo Gobbi et al. (2009) a baixa disponibilidade de radiação afeta primeiramente a fotossíntese, que pode reduzir o suprimento de carbono para o crescimento, no entanto, as plantas podem aclimatar-se ao seu ambiente luminoso. E um aumento na AFE é uma resposta comum observada em plantas sob condições de baixa luminosidade (DIAS FILHO, 1997) e esse aumento na AFE contribui para aumentar a taxa de crescimento das plântulas (MARIMON et al., 2008). O mesmo autor afirma que plantas que apresentam tal capacidade, apresentam plasticidade fenotípica ao recurso.

#### 4.11 RAZÃO DE ÁREA FOLIAR

A RAF das mudas de *S. paniculatum* Vog. foi afetada pelos níveis de sombreamento, havendo efeito significativo na interação entre o tempo e o sombreamento. Mudas submetidas aos níveis de 25% e 75% de sombra apresentaram comportamento polinomial para RAF e o nível de 50% apresentou comportamento linear decrescente (Figura 10). Aos 148 dias após a semeadura os níveis mais sombreados apresentaram maiores valores para RAF.

*S. paniculatum* Vog. apresentou maiores valores de RAF nos níveis mais elevados de sombra. Para Lima et al. (2008) isso seria uma evidencia de plasticidade, pois esse fenômeno reflete um aumento no potencial para captura de luz, importante para manter o crescimento e a sobrevivência das mudas em baixa luminosidade. O menor valor de RAF foi observado para o nível de 25% de sombreamento. Segundo Silva, B. et al. (2007), tal comportamento indica que a dimensão relativa do aparelho assimilador variou em função dos níveis de sombreamento.

A razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e  $\text{CO}_2$  e a massa seca total, resultado da fotossíntese, sendo esse um componente morfofisiológico (DANTAS et al., 2009).

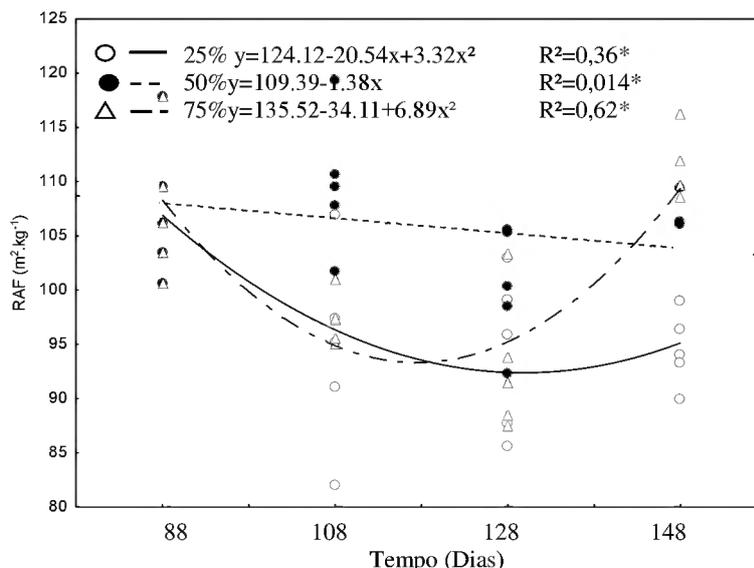


Figura 10: Variação na razão de área foliar em mudas de *S. paniculatum* Vog. sob níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ). \* significativos a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para este parâmetro foram semelhantes aos encontrados por Farias et al. (1997) em *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke. Esses autores afirmam que a espécie estudada foi favorecida pelos ambientes sombreados, pois plantas tolerantes apresentam uma baixa razão de área foliar quando submetidas a pleno sol e um rápido aumento deste índice com o sombreamento. O mesmo foi observado em *H. parvifolia* Huber (SILVA, B. et al., 2007); *C. ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al., 2008); *Stachytarpheta cayennensis* (Rich) Vahl. e *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schultz (DIAS FILHO, 1999) e *C. glaziouni* Sneath (DUZ et al., 2004) que apresentaram elevados valores em RAF sob pouca luz. Algumas espécies não apresentaram diferenças significativas para a RAF, como a espécie *V. surinamensis* (Rol.) Warb. (LIMA et al., 2006) e *B. glabra* (Pasq.) A. Robyns (SCALON et al., 2003).

#### 4.12 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Segundo Binotto (2007) o índice de qualidade de Dickson informa o padrão de qualidade das mudas, sendo considerado eficiente e recomendado por diversos autores. Para Fonseca et al. (2002) é um bom indicador de qualidade por levar em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes na avaliação da qualidade da muda. Melo et al. (2008) refere-se ao valor estabelecido por Hunt (1990), em que mudas que apresentarem o mínimo de 0,20 do IQD, já

apresentam boa qualidade. Diante disso, entende-se que quanto maior o valor do IQD melhor é a qualidade da muda. Segundo Chaves e Paiva (2004) esse índice leva em consideração a produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e total, bem como a altura e o diâmetro das mudas.

No presente estudo, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o IQD (Tabela 3). Mudanças submetidas aos três tratamentos apresentaram o valor recomendado por Hunt (1990). O tratamento de 50% de sombra foi o que resultou em melhor desempenho, pois apresentou tendência ao maior valor neste índice. O IQD indicou que a produção de mudas de *E. contortisiliquum* (Vell.) Morong. pode ser feita tanto a pleno sol como se utilizando 20% de sombreamento (MELO et al., 2008).

Tabela 3. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *S. paniculatum* Vog. em função dos níveis de sombreamento. Valores são médias  $\pm$  erro padrão.

Sombreamento	IQD
25%	2,39 $\pm$ 0,16 <b>b</b>
50%	2,69 $\pm$ 0,19 <b>a</b>
75%	2,60 $\pm$ 0,19 <b>ab</b>

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.13 TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO

Foi possível detectar efeitos significativos na interação entre tempo e tratamento (Figura 11), onde os níveis mais elevados de sombra proporcionaram maiores TCR. Além disso, as mudas em todos os tratamentos foram capazes de manter uma TCR positiva ao longo do tempo.

A taxa de crescimento relativo (TCR) é definida como a incorporação de biomassa total por unidade de tempo (DECHOUM, 2004). Para Dantas et al. (2009), a TCR é a medida da velocidade com que uma planta cresce quando comparada com seu tamanho inicial. É também considerada a medida mais apropriada para avaliação do crescimento vegetal, pois representa a quantidade de material novo produzido por unidade de material já existente, por unidade de tempo (ROMANO, 2001). O aumento na TCR ocorre através de ajustes fisiológicos no aparelho fotossintético, que permitem um maior rendimento na conversão da energia luminosa em carboidratos (LIMA JR. et al., 2005).

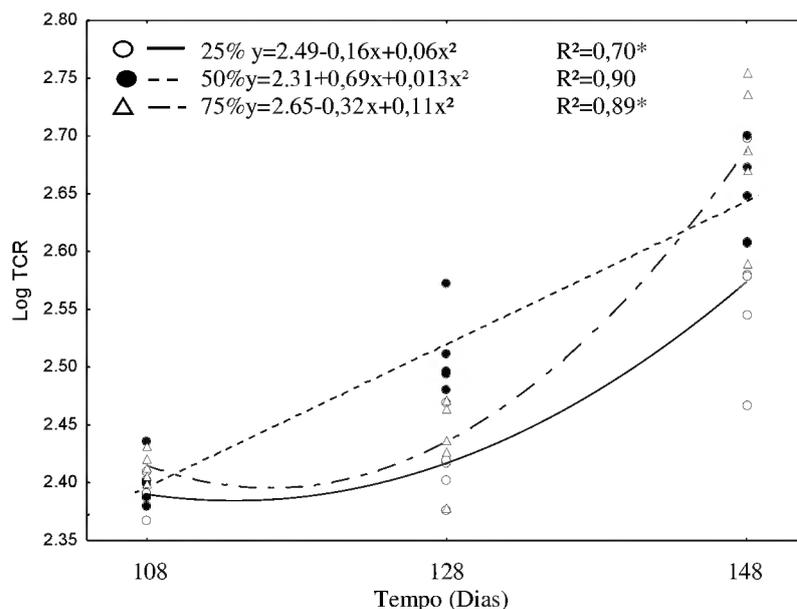


Figura 11: Variação na taxa de crescimento relativo em mudas de *S. paniculatum* níveis de sombreamento (%) em função do tempo. Equações de regressão (Y) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>). \* significativos a 5% de probabilidade.

Resultado semelhante também foi observado por Lima et al. (2007) estudando *V. surinamensis* (Rol.) Warb., observaram que a TCR foi mais elevada em mudas submetidas a 50% de sombreamento, mostrando que a redução da radiação solar teve efeito positivo nas taxas de crescimento. No entanto, Lima et al. (2008) observaram em *C. ferrea* Mart. ex Tul., uma resposta diferente da encontrada para o taxi-branco, onde a TCR foi mais elevada em mudas submetidas à pleno sol do que em plantas sombreadas. Scalon et al. (2003) estudando *B. glabra* (Pasq.) A. Robyns. também encontrou o mesmo resultado.

#### 4.14 IMPLICAÇÕES ECOFISIOLÓGICAS E PRÁTICAS

*S. paniculatum* Vog. mostrou-se tolerante ao sombreamento durante a fase inicial de desenvolvimento. A espécie foi capaz de rapidamente se adaptar ao sombreamento por meio de alterações morfofisiológicas, demonstrando plasticidade fenotípica. Tal plasticidade infere que *S. paniculatum* Vog. modifica padrões morfológicos e fisiológicos, visando o melhor aproveitamento da luz, além disso, demonstra ser favorecida por níveis mais elevados de sombra. A resposta dessa adaptação é refletida no crescimento global da planta (PAIVA, et al. 2003).

A área foliar provavelmente foi fundamental para maximizar a atividade fotossintética, pois segundo Paiva et al. (2003) o aumento da área foliar em plantas sombreadas aumenta a

superfície fotossintetizante, promovendo maior aproveitamento das baixas intensidades luminosas. Portanto, essa resposta pode ter facilitado a produção de biomassa e, conseqüentemente, as taxas de crescimento.

Embora não tenha sido avaliado no presente trabalho, pode-se sugerir que *S. paniculatum* Vog. teria baixo ponto de compensação lumínica, pois foi capaz de produzir biomassa sob baixa intensidade luminosa. Esta característica geralmente é observada em plantas tolerantes à sombra (ORTEGA et al. 2003). Os mesmos autores afirmam que em espécies intolerantes, há redução na produção de matéria seca à medida que diminui a intensidade luminosa, ocasionado pelo alto ponto de compensação; nesse caso o hidrato de carbono é mais consumido na respiração que produzido na fotossíntese.

Maiores TCR nos níveis mais elevados de sombra, também são indicativos de que esta espécie tolera esses ambientes. O aumento na AFE foi provavelmente uma das principais alterações morfofisiológicas que mantiveram essa diferença na TCR, pois a AFE influencia nas TCR (PINZÓN-TORRES E SCHIAVINATO, 2008), que esta por sua vez, é influenciada pelo ganho em biomassa total.

Mesmo não tendo sido possível encontrar efeito significativo para RMR pode-se observar tendência aos menores valores desta razão para 75% de sombreamento. Contribuindo na redução de biomassa para as raízes nesse nível de sombra. Mudas sob 50% de sombra apresentaram tendência de melhores valores para RMR, evidenciando melhor distribuição de biomassa para todos os órgãos da planta.

Os valores do CCE também indicam maior contribuição da massa seca da parte aérea para a massa seca total para os níveis de 50 e 75% de sombreamento. Embora esse padrão de distribuição para a parte aérea favoreça aumento no aparato fotossintético, uma diminuição no crescimento radicular poderá comprometer a sobrevivência das mudas em campo (VALIO, 2001), pois estas precisarão de sistemas radiculares fortes.

Os resultados obtidos para AP/DC, PA/SR, AP/MSPA, demonstraram equilíbrio no crescimento das mudas em todos os níveis, pois não foi observado efeito significativo entre os sombreamentos para estes parâmetros. As mudas apresentaram o valor indicado do IQD nos três níveis de sombreamento. No entanto, os melhores valores foram observados nos níveis de 50 e 75% de sombreamento.

Diante disso, sugerem-se níveis elevados de sombra para produção de mudas de *S. paniculatum* Vog., pois a espécie apresentou capacidade de crescer satisfatoriamente nesses ambientes. Entretanto, o sombreamento mais indicado para produção de mudas foi o de 50%

de sombreamento, pois mudas produzidas sob 75% de sombra apresentaram tendência a produzir um sistema radicular pouco desenvolvido.

## **5 CONCLUSÕES**

O sombreamento afeta o comportamento morfofisiológico de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel.

Melhor qualidade de muda é obtida sob 50% de sombreamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. M.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T. D. R. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (PAU-BRASIL): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 871-875, 2005.

AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 43-51, 2004.

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

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGÊLO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIERA, C. V.; GAJEGO, E.B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. LIMA JR, E. C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in Southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.

ALVES, A. C. A. **Efeito das diferentes intensidades luminosas na morfoanatomia foliar de duas espécies de plantas medicinais em consórcio com *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. (Aquifoliaceae)**. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

ALVINO, F.; RAYOL, B.; SILVA NETO, P.; MUNIZ, A.; RIBEIRO, M. Armazenamento e germinação de sementes de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 726-728, 2007.

ATROCH, E. M.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes Condições de sombreamento. **Ciência Agrotecnica**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid e Pinus elliotti var. elliotti – Englen.** 2007. 56 f. Dissertação de mestrado (mestre em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

BRITO, E. R.; MARTINS, S. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, E.; SILVA, A. F. Estrutura fitossociológica de um fragmento natural de floresta inundável em área de Campo Sujo, Lagoa da Confusão, Tocantins. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 379-386, 2008.

CAMPOS, M. A. A; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

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 Florestalis**, n. 65, p. 22-29, 2004.

CLAUSSEN, J.W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, v. 80, p. 245-255, 1996.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum*).** EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10 p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 1).

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CASTRO, A. W. V.; YARED, J. A. G.; ALVES, R. N. B.; SILVA, L. S.; MEIRELLES, S. M. **Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) no cerrado amapaense.** Macapá: EMBRAPA-UEPAE de Macapá, 1990. 4 p. (EMBRAPA-UEPAE de Macapá. Comunicado Técnico, 7).

CASTRO, A. W. V.; FARIAS NETO, J. T.; CAVALCANTE, E. S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 141-146, 1998.

CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; MELO, H. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; LIMA JÚNIOR, E. C. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas à fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 846-850, 2005.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press. 1981. 1262p.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L. e ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

DECHOUM, M. S. **Crescimento inicial, alocação de recursos e fotossíntese em plântulas das espécies vicariantes *Hymenaea courbaril* var *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. (jatobá) e *Hymenaea stigonocarpa* Mart. (jatobá-do-cerrado) (Leguminosae-Caesalpinioideae)**. 2004. 170 f. Dissertação (Mestre em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP.

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S.A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 45-55, 2004.

DIAS FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 789-796, 1997.

DIAS FILHO, M. B. Respostas morfofisiológicas de espécies florestais à variações de luz. **In: Congresso Nacional de Botânica. Blumenau**. Resumos. Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil. 1999. p. 311.

DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.

DIAS, L. E.; BRIENZA JR., S. *Sclerolobium paniculatum* Vogel: uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia com potencial para recuperar áreas de solos degradados. Trabalho apresentado no **Simpósio Internacional de Manejo e Reabilitação de Áreas Degradadas**, 1993, Santarém, PA.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 477-479, 2007.

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.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, n. 43/44, p. 1-10, 1990.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FARIAS, J. A. C.; OLIVEIRA, O. S.; FRANCO, E. T. H. Crescimento inicial do guatambu, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., em diferentes intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 5, n.1, p. 69-86, 1995.

FARIAS, V. C. C.; VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 192-199, 1997.

FELFILI, J.; HILGBERT, L.; FRANCO, A.; SOUSA-SILVA, J.; RESENDE, A.; NOGUEIRA, M. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 297-301 1999.

FERREIRA, M. G. M.; CÂNDIDO, J. F.; CANO, M. A. O.; CONDÉ, A. R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, v.1 n. 2, p.121-134. 1977.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

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.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no

município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71-82 2003. Disponível em: <http://www.fineprint.com>.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, 2009

GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C.G. et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em “win-strip”. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p. 35-42, 1991.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER A.; GARCIA. S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GORDON. J. C. Effect of shade on photosynthesis and dry weight distribution on yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton) seedlings. **Ecology**, 50: 924-926, 1969.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology on conifer seedlings. In: **Target seedlings symposium, meeting of the western forest nursery associations**. Roseburg: USDA-Forest Service, 1990. p. 218-222.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. O Setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento. **BNDES Setorial**, n. 16, p. 3-30, 2002.

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

LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; JOHNSON, P.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on Leaf structure and function in seedlings of two southeast asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany**, v. 87, n. 4, p. 447-455, 2000.

LIMA, R. M. B. de. **Crescimento do *Sclerolobium paniculatum* Vogel na Amazônia, em função de fatores de clima e solo**. 2004. 194 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S; MORAES, W. S. Efeito da luz no crescimento de Plântulas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 8, p. 1-10, 2006.

LIMA JUNIOR, E. C.; 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**, v. 35 n. 5, p. 1092-1097, 2005.

LIMA JR., E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V. e BARBOSA, J. P. R. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P; LEDO C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, v. 38, n. 1, P. 5-10, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2. 384 p.

MACIEL, M. N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 1, n. 2, p. 69-78, 2003.

MALHI, Y.; PHILLIPS, O. L. Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. **The Royal society**, v. 359, p. 549-555, 2004. Disponível em: [rstb.royalsocietypublishing.org](http://rstb.royalsocietypublishing.org).

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON JÚNIOR, B. H.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 4, p. 941-953, 2008.

MARTINOTTO, F. **Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 2006. Dissertação (Agricultura Tropical). Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, MT.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; STANGERLINI D. M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob

diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 138-144, 2008.

MIRANDA, F. S.; GIOTTO, A. C.; MUNHOZ, C. B. R. Crescimento inicial de *Cecropia pachystachya* Trec. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. Trabalho apresentado no **II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais**, 2008, Brasília, DF.

MOCHIUTTI, S.; MELÉM JUNIOR, N. J.; FARIAS NETO, J. T.; QUEIROZ, J. A. L. **Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*):** leguminosa arbórea para a recuperação de áreas degradadas pela agricultura migratória. Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 5 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 28).

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L.; MELÉM JR., N. J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisas Florestais**, n. 52, p. 3-20, 2006.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 35-46, 2000.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* A.C. SMITH – Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.

ORTEGA, A. R.; ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ÂNGELO, A. C. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Cerne**, v.12, n.3, p.300-308, 2006.

PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 1, p. 134-140, 2003.

PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (E.) GAERTN). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n.1, p. 47-51, 1995.

PIRES, I. P.; MARCATI, C. R. Anatomia e uso da madeira de duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* Vog. do sul do Maranhão, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 2, p. 669-678, 2005.

PINZÓN-TORRES, J. A.; SCHIAVINATO, M. A. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais. **Hoehnea**, v. 35, n. 3, p. 395-404, 2008.

PORTELA, R., SILVA, I.; PINÃ-RODRIGUES, F. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, W.; SILVA, J. C. S.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisas Florestais**, n. 53, p. 179-194, 2006.

ROMANO, M. R. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiniana tabacum* L.) que expressam o gene *Lhcb1\*2* de ervilha.** 2001. 81 f. Dissertação de mestrado (mestre em ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SALGADO, M. A. S.; REZENDE, A. V.; FELFILI, J. N.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Brasil Florestal**, n. 70, p. 13-21, 2001.

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-longa (*Piper hispidinervium* C.DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 5, p. 1035-1042, 2001.

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

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 1, p. 1-5. 2002.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, S. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SCARIOT, A. Conseqüências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia central. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 71-86, 1998.

SESMA, R. B.; DEMUNER, W. G.; HEBLING, S. A. Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. **Natureza on line**, v. 7, n. 1, p. 31-36, 2009. Disponível: <http://www.naturezaonline.com.br>

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, M. L. S.; VIANA, A. E. S.; JOSÉ, A. R. S.; AMARAL, C. L. F.; ATSUMOTO, S. N.; PELACANI, C. R. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Scitiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 513-521, 2006.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

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 Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.

SOUZA, C. R.; LIMA, R. M. B.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 77, p. 7-14, 2008.

TELES, C.; SILVA, M.; SOUZA, F.; FRANCO, A. Influencia da inoculação com fungos micorrizicos e níveis crescentes de P no crescimento inicial do *Taxi* dos campos. **Comunicado Técnico. EMBRAPA**, 34: 1-4, 1999.

TOMASELLI, I.; MARQUES, M.; CARPANEZZI, A.; PEREI, J. Caracterização da madeira de taxi-branco-da-terra-flrme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) para energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 6/7, p. 33-44, 1983.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no Estado de Roraima. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 8-18, 2006.

TORRES, R. B.; MATTHES, L. A. F.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. **O Agrônomo**, v. 44, n. 1, 2, 3, p. 13-16, 1992.

UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. Fabaceae), cultivadas em viveiro. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 1, p. 107-113, 2000.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; LEAO, A. L. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2002.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; LEAO, A. L. Caracterização da madeira e da casca de *Sclerolobium paniculatum*, *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens* para uso energético. **An. 3. Enc. Energ. Meio Rural**, 2003.

VALE, A. T.; FELFILI, J. M. Dry biomass distribution in a cerrado sensu stricto site in central Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 661-669, 2005.

VALIO F. M. Effects of shading and removal of plant parts on growth of *Trema micrantha* seedlings. **Tree Physiology**, v. 21, p. 65-70, 2001. Disponível em: <http://treephys.oxfordjournals.org>.

VARELA, V. P.; SANTOS, J. Influência do sombreamento na produção de mudas de *Dinizia excelsa*. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 3, p. 407-411, 1992.

VENTURIERI, G. C. **A ecologia reprodutiva do taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* var. *paniculatum* Vogel) e do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) Leg: caesalpinioideae e a influência da melitofilia na polinização dessas árvores amazônicas.** 2000. 87 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

VIEIRA, I.; SILVA, J.; TOLEDO, P. Estratégias para evitar a perda da biodiversidade na Amazônia. **Estudos avançados**, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no planalto do Tapajós-Pará. Belém: **Embrapa-CPATU**, 1988. 29 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 49).