



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

RODRIGO DE FREITAS SILVEIRA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DA MATA
ATLÂNTICA EM DIFERENTES PERÍODOS DE SOMBREAMENTO**

Prof. Dr. LUCAS AMARAL DE MELO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JANEIRO – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

RODRIGO DE FREITAS SILVEIRA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DA
MATA ATLÂNTICA EM DIFERENTES PERÍODOS DE SOMBREAMENTO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. LUCAS AMARAL DE MELO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JANEIRO – 2014

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS
NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA EM DIFERENTES PERÍODOS
DE SOMBREAMENTO**

RODRIGO DE FREITAS SILVEIRA

Monografia aprovada em 31 de janeiro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo – UFRRJ
Orientador

Pesq. Dr. Alexander Silva de Resende – EMBRAPA
Membro

Prof. Dr. Paulo Sergio dos Santos Leles – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e a minha família.

Agradecimentos

Agradeço a Deus acima de tudo e de todos, não somente pela concretização dessa etapa profissional, mas por ter me dado força, sabedoria e saúde.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) por seu ensino gratuito e de ótima qualidade.

Ao professor Lucas Amaral por ter aceitado de imediato ao meu pedido de orientação e por sua disposição de sempre ajudar com seu conhecimento.

A equipe do Laboratório e Pesquisas efetuadas em Reflorestamentos da UFRRJ (LAPER), pelo espaço cedido e pelos ensinamentos passados. Em especial ao Alan que me ajudou muito nesse trabalho.

Aos queridos amigos e colegas de trabalho da empresa Acácia Amarela Produção de Mudas e Consultoria Ambiental: Rafaelle, Rodrigo Braga, Hélio, Joelson, Camila, Cícero, Pedro e principalmente ao Alysson Canabrava, pelos ensinamentos técnicos e pessoais. Todos sempre estiveram dispostos a ajudar, desde a montagem do experimento até a última medição.

Aos grandes amigos que construí na turma da Engenharia Florestal 2007- II, sem eles meu caminho seria muito mais difícil.

Agradeço às pessoas que estiveram comigo por todos os anos da minha vida, primeiramente meus pais que fizeram o possível para me dar a melhor educação possível e o maior amor que uma pessoa possa sentir e a minha irmã que me ensinou os melhores caminhos para se seguir. E também aos meus amigos de Frutal que sinto muita saudade.

A todos meus familiares que de alguma maneira contribuíram para este momento, meus tios, tias, avó, e primos. A todos da república Cocebaeae que conviveram comigo durante esses anos mais do que qualquer pessoa, formando assim uma “família”: Dudu, Lucas, Pinda, Vandrê e Zé.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e a qualidade das mudas de *Bauhinia forficata* Link (pata de vaca), *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (embiruçu) e *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), produzidas em sacos plásticos de 14 x 20 cm. Para cada espécie, foi montado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, analisando cinco tratamentos, sendo que T1 (todo processo realizado a pleno sol, desde o semeio até a expedição), T2 (o semeio foi feito na sombra e as plantas foram submetidas nessa condição até apresentarem dois pares de folhas, depois o restante do processo foi feito a pleno sol), T3 (as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 30% do período referente ao seu ciclo de produção), T4 (as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 60% do período referentes ao seu ciclo de produção) e T5 (as mudas foram mantidas sob sombreamento durante todo o período referente ao seu ciclo de produção), composto por seis repetições e 18 plantas por parcela. Ao longo do processo de produção, foram realizadas avaliações, de 15 em 15 dias, a partir de 45 dias após a semeadura, que consistiram em medições da altura da parte aérea (H) e diâmetro de coleto (DC). Na última avaliação, além da altura e diâmetro do coleto, foram avaliadas a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca do sistema radicular (MSR), a matéria seca total (MST), a relação MSPA/MST e o Índice de qualidade de Dickson (IQD). Conclui-se que o uso de sombreamento é importante para manejar o crescimento das mudas, em que, mudas submetidas inicialmente ao sombreamento tendem a crescer mais em altura, depois estas devem ser levadas a pleno sol, onde ganharão em diâmetro do coleto e matéria seca radicular, rustificando as mudas.

Palavras chave: *Bauhinia forficata*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Hymenaea courbaril*.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate the growing and the quality of *Bauhinia forficata* (pata de vaca), *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (embiruçu) and *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) cuttings, produced in plastic bags sized 14-20cm. To each species, a completely randomized design experiment has been put together, analyzing five treatments, with T1 (the entire process realized exposed to the sun, since the sowing until shipment), T2 (the sowing has been made in the shade and the plants have been submitted to this until they show two pairs of leaves, after this, the rest of the process has been made exposed to the sun), T3 (the cuttings has been exposed to the shade until they reach 30% of their production cycle), T4 (the cuttings has been exposed to the shade until they reach 60% of their production cycle), T5 (the cuttings has been exposed to the shade during all their production cycle), composed of six repetitions and eighteen plants per field. Over the production process, assessments have been realized every fifteen days, from forty-five days after the sowing, and that consists in measurements of the height of the aerial part (H) and stem diameter (DC). On the last one, beyond the height (H) and stem diameter (DC), the dry matter of the aerial part (MSPA), the dry matter of the root system (MSR), the total dry matter (MST), relationship between MSPA/MST and Dickson Quality Index (IQD). With the results, it is possible to conclude that the shading use is a important tool to manage the cuttings growing in which cuttings initially submitted to shading tend to grow more in height, after, they must be taken exposed to the sun, where they are going to increase in stem diameter and root dry matter, leaving the cuttings rustic.

Keywords: *Bauhinia forficata*, *Pseudobombax grandiflorum* and *Hymenaea courbaril*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Produção de mudas de espécies florestais	2
2.2 Sombreamento durante a produção de mudas de espécies florestais	3
2.3 Descrição das espécies	5
2.3.1 <i>Bauhinia forficata</i>	5
2.3.2 <i>Pseudobombax grandiflorum</i>	6
2.3.3 <i>Hymenaea courbaril</i>	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Localização do estudo e material vegetal	7
3.2. Produção das mudas sob sombreamento	8
3.3 Avaliações e análise dos dados	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.1 <i>Bauhinia forficata</i>	10
4.2 <i>Pseudobombax grandiflorum</i>	15
4.3 <i>Hymenaea courbaril</i>	20
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Tratamentos com diferentes períodos de sombreamento utilizados para a produção de mudas de *Bauhinia forficata*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Hymenaea courbaril* **8**
- Tabela 2:** Análise química do substrato utilizado para a produção de mudas de *Bauhinia forficata*, de *Pseudobombax grandiflorum* e de *Hymenaea courbaril* **9**
- Tabela 3:** Médias para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), aos 120 dias após a semeadura..... **14**
- Tabela 4:** Médias para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu), aos 120 dias após a semeadura **19**
- Tabela 5:** Médias para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá), aos 150 dias após a semeadura **24**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Crescimento em altura de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos. . **11**
- Figura 2:** Crescimento em diâmetro do coleto de mudas da espécie *Bauhinia forficata* (pata de vaca), ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos. **11**
- Figura 3:** Altura de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. **12**
- Figura 4:** Diâmetro do coleto de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. **13**
- Figura 5:** Matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. **13**
- Figura 6:** Crescimento em altura de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamento. **15**
- Figura 7:** Crescimento em diâmetro do coleto de mudas da espécie *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu), ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamento. **16**
- Figura 8:** Altura de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. **17**
- Figura 9:** Diâmetro do coleto de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. **17**
- Figura 10:** Matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. **18**
- Figura 11:** Crescimento em altura de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos. **20**
- Figura 12:** Crescimento em diâmetro de coleto de mudas da espécie de *Hymenaea courbaril* (jatobá) ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos. **21**
- Figura 13:** Altura de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 150 dias após a semeadura. **21**

Figura 14: Diâmetro de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 150 dias após a semeadura. 22

Figura 15: Matéria seca da total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de *Hymenaea courbaril* (jatobá) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 150 dias após a semeadura. 23

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental por todos os segmentos da população tem estimulado diversos setores da economia, inclusive aqueles relacionados à implantação de projetos florestais, pois estes além de estarem contemplados na legislação brasileira trazem muitos benefícios ao meio ambiente. No Brasil, a demanda por mudas florestais tem crescido consideravelmente devido a grandes empreendimentos, os quais geram impactos ao meio ambiente. A restauração de ecossistemas impactados, também denominada recomposição florestal, deve utilizar os conceitos de diversidade, interação entre espécies e sucessão ecológica (KAGEYAMA e GANDARA, 2000).

Tendo em vista a urgente necessidade da recomposição da vegetação nativa, aliada à tendência em se realizar a recuperação de áreas degradadas, é de fundamental importância a compreensão da biologia reprodutiva das espécies nativas, para que esta recomposição florestal possa ser feita de forma racional. Tais informações são importantes para auxiliar na produção de mudas de alta qualidade para o desenvolvimento das atividades florestais e de programas de conservação.

O êxito de um reflorestamento depende de diversos fatores, tais como a escolha correta das espécies a serem implantadas, os tratamentos silviculturais, a época e o método do plantio e, principalmente, a qualidade das mudas que serão utilizadas em campo. As mudas devem apresentar altos padrões de qualidade, pois muito comumente são implantadas em ambientes não favoráveis ao seu desenvolvimento o que pode diminuir a porcentagem de sobrevivência no campo, aumentando os custos com replantio.

Um dos problemas de viveiristas é identificar e quantificar, durante a fase do viveiro, os fatores que alteram a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo. Diante disso, é de suma importância a realização de pesquisas sobre o comportamento e o crescimento das espécies na fase de viveiro. São vários os fatores que contribuem para se obter mudas com qualidade: o material genético das sementes escolhidas, a irrigação dos canteiros, o recipiente onde a muda permanecerá até sua expedição, o substrato, o transporte das mudas e o ambiente de produção.

A luminosidade é considerada um fator climático fundamental, pois intensidade, qualidade e duração da luz atuam como fonte de energia para o crescimento das plantas. Estes são provavelmente os seres mais afetados pela variação da intensidade luminosa nos ecossistemas, isso devido à luz ser imprescindível ao principal processo que ocorre no organismo desses seres, a fotossíntese. As diferentes quantidades de luz que incidem sobre um ambiente interferem na dinâmica local proporcionando diferentes respostas da vegetação, devido a sua maior ou menor adaptação e capacidade de aclimação à oferta de energia luminosa.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *Bauhinia forficata* Link. (pata de vaca), *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (embiruçu) e *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), produzidas sob diferentes períodos de sombreamentos ao longo do ciclo de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de mudas de espécies florestais

Segundo Carneiro (1995) a formação de mudas mais vigorosas permite maior chance de sucesso no estabelecimento da cultura, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo.

Para alcançar sucesso em um reflorestamento um dos fatores que contribuem é a qualidade das mudas produzidas, elas devem estar preparadas para condições extremas encontradas no campo (COSTA et al., 2005, VIANA et al., 2008, MACEDO, 2011, ABREU, 2011). Mudas com boa qualidade aumentam a porcentagem de sobrevivência no campo, evitando assim o replantio e diminuindo os custos da implantação florestal (BORTOLINI et al., 2012).

Vários fatores interferem na produção de mudas florestais, tais como a semente, o substrato, os recipientes, o sombreamento e o tempo. Para Schmidt (2000), as sementes carregam em seus genes as características que irão determinar o potencial da árvore que se formará a partir delas. Sementes com genótipos de boa qualidade irão ocasionar um rápido crescimento se o ambiente for favorável. Mudas de menor qualidade são mais susceptíveis a doenças e com uma maior probabilidade de morte após o plantio.

A busca por melhores genótipos que apresentem uma maior taxa de germinação, sobrevivência e crescimento, tem sido de grande importância ambiental e econômica. No caso de recuperação de ambientes degradados, plantas superiores geneticamente apresentam uma maior produção de biomassa, resultando em um maior recobrimento do solo e impedindo a erosão do solo e perda de nutrientes (ROSADO, 2002).

Os substratos são uma imitação do solo original, servindo como base de crescimento para as mudas em recipientes específicos (NAPPO, 2001). Para obter-se um substrato de qualidade que permita o desenvolvimento adequado, há a necessidade de que o mesmo possua algumas características importantes, tais como: a formação de um torrão resistente, ter a capacidade de reter umidade, disponibilizar nutrientes para as mudas quando necessário, ter uma relação de porosidade e compactação ideal para que não impeça o sistema radicular de se desenvolver e ao mesmo tempo em que não seja muito frágil ao ponto de desmanchar quando manuseado (NAPPO et al., 2001; STURION et al., 2000).

A função do recipiente é servir como um local que favoreça o desenvolvimento do sistema radicular e possibilite a disponibilidade de nutrientes e água e propicie sustentação para a muda (EMBRAPA, 2000). A escolha do recipiente ideal a ser utilizado deve levar em consideração a quantidade de mudas a serem produzidas e o tempo que estas permanecerão no viveiro (SILVA e STEIN, 2008). A escolha do recipiente ideal a ser utilizado deve levar em consideração a quantidade de mudas a serem produzidas e o tempo que estas permanecerão no viveiro (SILVA e STEIN, 2008). Existe uma gama de recipientes disponíveis no mercado, sendo que os mais tradicionais e comercializados são os sacos de polietileno e os tubetes de plástico rígido.

2.2. Sombreamento durante a produção de mudas de espécies florestais

Sabe-se que a luz tem um papel importante para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo que uma das classificações utilizadas para as espécies florestais nativas está relacionada com a exigência ou não de luz direta durante certa fase do ciclo de vida. Essas informações trazem um maior conhecimento das características distintas de cada espécie, ajudando a entender melhor a dinâmica e ecologia da floresta (AMO, 1985).

A germinação também é bastante influenciada pelas diferentes taxas de luminosidades, havendo determinadas espécies que respondem positivamente a luz e outras não (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979). Segundo Brissete et al. (1991), o sombreamento pode ser utilizado para auxiliar no controle excessivo de temperatura, particularmente no final da primavera e no verão, destacando que a redução da radiação solar, com telas, pode diminuir a temperatura dentro da casa de vegetação em até 5°C. Essas informações são de extrema importância para garantir o sucesso no momento de implantação de um reflorestamento e, também, na produção de mudas florestais.

Para Guardia et al. (1992), a influência da luz é determinante nos processos de regeneração nas etapas de sucessão secundária, e causam mudanças fisiológicas e morfológicas nas plantas em áreas antropizadas (MORAES NETO e GONÇALVES, 2001). Segundo Rizzini (1997), a radiação solar que incide sobre as folhas é considerada fator climático fundamental, pois a intensidade, qualidade e duração da luz atuam como fonte de energia e estímulo regulador do desenvolvimento (CARVALHO, 1996). Os diferentes graus de luminosidade causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, sendo que o grau de adaptação é ditado por características particulares de cada espécie em interação com seu meio (SCALON et al., 2003).

O sombreamento artificial realizado por meio do uso de telas do tipo “sombrite” é um método muito utilizado no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, por ser uma prática capaz de isolar e quantificar o efeito da intensidade luminosa e fornecer às parcelas experimentais condições uniformes de iluminação, quando comparadas aos estudos em condições naturais (RÊGO; POSSAMAI, 2006). Pode-se avaliar a magnitude da necessidade de luz de uma espécie por meio desse sombreamento artificial no viveiro (AGUIAR e BARBEDO, 1996).

Para Kozlowski (1962), o crescimento diamétrico em condições sombreadas mantém uma relação mais direta com a fotossíntese do que o crescimento em altura. De acordo com este autor, o crescimento em diâmetro das plantas depende, sobretudo, do balanço favorável entre a fotossíntese e a respiração.

Segundo Moraes Neto et al. (2000) dentre os parâmetros utilizados para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa, o mais frequentemente utilizado é a altura da planta, visto que a capacidade em crescer rapidamente quando sombreadas é um mecanismo de adaptação, compreendendo em uma valiosa estratégia para escapar do sombreamento.

Moraes Neto et al. (2000) e Scalon (1992) relacionam que mudas que crescem rapidamente quando sombreadas, podem mostrar mecanismos de adaptação que constituem estratégia para escapar às condições de baixa intensidade luminosa, definida por características genéticas da planta em interação com o ambiente. Para esses mesmos autores, isto faz com que folhas apresentem anatomia e propriedades fisiológicas que as capacitam ao uso efetivo da radiação solar disponível. Já Grime (1977) relata que o rápido crescimento em altura de mudas sombreadas é um mecanismo de adaptação de

plantas competitivas. Scalon et al. (2002) defendem que tal estratégia é uma forma de escape ao déficit de luz, pois as plantas não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através dos reajustes de taxas metabólicas.

Carvalho (1996) e Grime (1982) discutem que as plantas em resposta a pouca luz, produzem menos matéria seca, e retêm fotoassimilados na parte aérea com menor crescimento da raiz, desenvolvem maiores internós e pecíolos mais longos, com folhas maiores e mais delgadas. A condição de maximizar produção de matéria seca à sombra por meio de modificações do fenótipo é mais evidente em espécies que colonizam ambientes com maior intensidade luminosa, enquanto plantas típicas de sombra tendem a crescer lentamente e mostrar menor reação morfogenética em resposta às condições sombreadas.

Segundo Silva et al. (2007), plantas sob maior intensidade luminosa apresentam um maior acúmulo de massa seca na raiz, permitindo uma maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta capacidade de suportar taxas mais elevadas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados. O que ainda se pode destacar é que plantas crescidas a pleno sol estão sujeitas à maior restrição hídrica, o que pode induzir o crescimento da massa seca do sistema radicular em detrimento do acúmulo de assimilados na parte aérea (CHAPIN et al., 1987).

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 carotenóides. Além da concentração total desses pigmentos, a proporção entre eles e entre as clorofilas **a** e **b** muda em função da intensidade luminosa. Geralmente, a clorofila e os carotenóides tendem a aumentar com a redução da intensidade luminosa (FERRAZ e SILVA, 2001; FONTES e SILVA, 2000).

O estudo da luminosidade e sua relação com a fotossíntese é fundamental para avaliação do potencial das espécies arbóreas em programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para o seu crescimento. O crescimento e a adaptação da planta a diferentes ambientes relacionam-se à sua eficiência reprodutiva, que está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila foliar (ALMEIDA et al., 2005). Os teores de clorofila e carotenóides nas folhas são utilizados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa e ao crescimento e à adaptação a diversos ambientes. Uma planta com alto teor de clorofila é capaz de atingir taxas fotossintéticas mais altas (PORRA et al., 1989; CHAPPELLE e KIM, 1992).

Entre os diversos componentes do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

Salisbury e Ross (1969) consideram que baixa produção de matéria seca causada pelo sombreamento pode ser explicada com base no ponto de compensação. Espécies tolerantes têm baixo ponto de compensação, sendo capazes de produzirem assimilados sob baixa intensidade de luz. Para espécies intolerantes, por possuírem alto ponto de compensação, à medida que diminui a intensidade de luz, há redução na produção de matéria seca, pois, sob intensidade de luz abaixo do ponto de compensação, o hidrato de carbono é mais consumido pela respiração do que produzido pela fotossíntese.

Segundo Kozlowski (1962), o aumento do sombreamento diminui a fotossíntese e, conseqüentemente, a quantidade de fotoassimilados e reguladores de crescimento, causando redução do diâmetro do coleto. O autor considera ainda que a fotossíntese, aparentemente, guarda uma relação mais direta com o crescimento em diâmetro do que em altura.

Boyer e South (1984) encontraram influência do sombreamento no crescimento do diâmetro do coleto e observaram que mudas de *Pinus taeda* L. crescidas em condições de casa de vegetação tiveram maior altura da parte aérea e foram mais delgadas e menos ramificadas do que as crescidas a pleno sol. Estes mesmos autores destacaram ainda que essas diferenças morfológicas, aparentemente, foram causadas pela mudança do comprimento de onda da luz e pela proteção contra o vento.

Gajego et al. (2001) constataram que alguns estudos evidenciam um crescimento mais favorável em condições de alta luminosidade para espécies heliófitas com maior produção de matéria seca, enquanto em outros encontraram maior acúmulo de matéria seca em baixa luminosidade. Estudos de crescimento e respostas fotossintéticas para sombra em um grupo de plantas jovens tolerantes, moderadamente tolerantes e intolerantes à sombra mostraram que a biomassa total foi menor e a área foliar específica maior em condições de 79 e 89% de sombra em comparação a plantas cultivadas em altas taxas de luminosidade (GRONINGER et al., 1996).

De acordo com Ferreira et al. (1977), Engel (1989), Kozlowski et al. (1991) e Atroch et al. (2001) a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plantas às condições de intensidade luminosa do ambiente, já que modificações nos níveis de luminosidade podem acarretar diferentes respostas em suas características fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento.

2.3. Descrição das espécies

2.3.1. *Bauhinia forficata* Link

Bauhinia forficata é uma espécie pertencente à família Fabaceae, sub família Caesalpinaceae, floresce a partir do final do mês de outubro prolongando-se até janeiro. A maturação dos frutos ocorre durante os meses de julho a agosto, deve-se colher os frutos (vagem) diretamente da árvore quando iniciarem a abertura espontânea. É uma planta decídua ou semidecídua, heliófila, característica de floresta pluvial Atlântica. Como planta pioneira e de rápido crescimento, é recomendada para plantios mistos em áreas degradadas destinadas à recomposição da vegetação arbórea. Sua ocorrência é do Rio de Janeiro e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Ocorre em planícies aluviais úmidas ou início de encostas, quase sempre em formações secundárias como capoeiras. É rara sua ocorrência no interior de mata primária densa (LORENZI, 2002).

Atualmente a pata de vaca vem sendo amplamente utilizada em projetos de recomposição florestal, principalmente por ser uma espécie pioneira, de copa densa, que recobre rapidamente o solo ao entorno (MARTINS, 2005; CICERO et al., 2007; ROSA et al., 2008; LISBOA, 2010;). A espécie também tem sido empregada na recuperação de áreas degradadas (COSTA et al., 2007). Já a madeira é usada em caixotaria e obras leves, até mesmo para lenha e carvão, sendo considerada moderadamente pesada (LORENZI, 2002). Nos sistemas de quintais agroflorestais, é utilizada devido suas características medicinais, tendo ação diurética, antidiabética, tônica renal, depurativa e hipoglicemiante (ROSA et al., 2007; VIANA, 2008)

A pata de vaca também tem se destacado em todo o Brasil devido as suas boas características paisagísticas, como porte médio, até 10 metros de altura, presença de folhas grandes, copa de largura moderada, flores com bom aspecto visual, excelente para uso na arborização urbana, principalmente sob rede elétrica (BORTOLETO et al., 2007; SCHALLENBERGER et al., 2010; BOENI e SILVEIRA, 2011; GALLON et al., 2012).

Duarte e Nunes (2012) avaliando o crescimento inicial de mudas de *Bauhinia forficata* em diferentes substratos: composto orgânico + terra de subsolo, na proporção de 1:1; areia + terra de subsolo, na proporção 1:3 e terra de subsolo pura, concluíram que o composto orgânico + terra de subsolo é o substrato, dentre os testados, o mais indicado para a espécie, apresentando um melhor desenvolvimento das mudas e deixando-as com maior vigor.

2.3.2. *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns

Pseudobombax grandiflorum (embiruçu) pertence à família Malvaceae, floresce a partir do mês de junho, prolongando-se até o final do mês de setembro com a planta totalmente despida de folhagem e seus frutos amadurecem no período de setembro a outubro. É uma espécie decídua, heliófila ou de luz difusa, característica de floresta pluvial Atlântica. Encontrada principalmente no fundo dos vales, beira de rios e várzeas no interior da floresta primária densa. Também encontrada em formações secundárias como capoeiras e capoeirões. Sua ocorrência é no Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (LORENZI, 2002).

Para a produção de mudas de embiruçu em viveiros, recomenda-se usar canteiros semi-sombreados. É uma espécie pioneira, fotoblástica positiva com padrões considerados típicos de espécie colonizadora de clareira. Pode ser plantado a pleno sol em pequenos plantios puros ou associado a plantio misto com pioneiras. Ocorre, naturalmente, em solos úmidos, tanto em terrenos de fertilidade média a alta (EMBRAPA, 2008).

A madeira do embiruçu é considerada de baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos, sendo que cuidados especiais devem ser tomados contra a sua degradação biológica. Sua madeira por ser muito leve e de propriedades físico-mecânicas baixas a médias é aplicada em caixotaria e miolo de compensados, também sendo utilizada em marcenaria (EMBRAPA, 2006).

Para plantio com finalidade ambiental, o embiruçu é uma espécie ótima para plantios em áreas degradadas de preservação permanente. É recomendada, também, para revegetação natural de voçorocas (EMBRAPA, 2006).

2.3.3. *Hymenaea courbaril* L.

Hymenaea courbaril (jatobá) é uma espécie pertencente à família Fabaceae, sub família Caesalpinaceae que floresce durante os meses de outubro-dezembro e frutos amadurecendo a partir do mês de julho, sendo uma planta semidecídua, heliófila ou esciófila, seletiva xerófita, característica da floresta latifoliada semidecídua. É pouco exigente em fertilidade do solo e umidade do solo, geralmente ocorrendo em terrenos bem drenados. Sua ocorrência é desde o Piauí até o norte do Paraná na floresta semidecídua, tanto em solos de alta como de média fertilidade e pode atingir de 15-20 metros de altura (LORENZI, 2002).

A maioria das espécies desse gênero possui algum valor econômico, pois fornece madeira de ótima qualidade empregada na construção civil no uso como vigas, caibros, ripas, acabamentos internos, como marcos de portas, tacos e tábuas de assoalhos. Sua casca e a seiva do tronco são usadas na fitoterapia popular, contendo valiosas resinas, os frutos são comestíveis e a casca é rica em tanino (FERREIRA; SAMPAIO, 1999).

Segundo Carvalho (2003), o jatobá apresenta lento crescimento vegetativo e suas sementes são duras com tegumento impermeável à água o que dificulta ou retarda a germinação, podendo levar até 10 meses para germinar e com 30% de germinação. Em sua revisão, Carvalho (2003) observou que a dormência causada pela impermeabilidade do tegumento das sementes de jatobá, pode ser superada por meio de escarificação química com ácido sulfúrico concentrado, durante 30 minutos, ou escarificação mecânica na região próxima ao embrião, ou ainda com imersão das sementes em água à temperatura ambiente por sete a dez dias.

O jatobá tem grande importância florestal e ambiental pelo potencial que possui como planta fixadora e armazenadora de carbono, além de sua beleza paisagística podendo ser utilizada na arborização de grandes parques e jardins. (MELO; PÓLO, 2007).

Pierezan (2010) avaliou a emergência e o crescimento inicial de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*. L) tratadas com bioestimulante vegetal (Stimulate®) e sob sombreamento. Constatou-se que a emergência foi maior sem o emprego de bioestimulante. Os maiores teores de clorofila foram observados em condições de 30% de luz, a menor fotossíntese a pleno sol.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do estudo e material vegetal

O trabalho foi realizado de abril a outubro de 2012, no viveiro florestal da empresa Acácia Amarela Produção de Mudas e Consultoria Ambiental Ltda., com sede na rodovia BR- 465 km 51, Município de Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro. O clima em Seropédica, RJ, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw (BRASIL, 1980). Segundo os dados dos últimos dez anos da estação meteorológica da PESAGRO-RJ, a que se encontra mais próxima ao local do experimento, a precipitação média anual é de 1.245 mm, sem estação seca definida, e a temperatura média anual é de 23,7 °C.

Foram produzidas mudas de três espécies florestais nativas da Mata Atlântica com o propósito de avaliar o crescimento das plantas quando submetidas a diferentes períodos de manutenção das mudas sob sombreamento. As espécies estudadas foram *Bauhinia forficata* Link. (pata de vaca), *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (embiruçu) e *Hymenaea courbaril* L. (jatobá).

As sementes utilizadas para a formação das mudas foram adquiridas em empresas especializadas em venda de sementes florestais. As sementes de todas as espécies foram coletadas em 2011, variando somente o mês, devido à fenologia das mesmas.

Apenas as sementes de jatobá tiveram que ser submetidas ao processo de quebra de dormência, que se constituiu da escarificação mecânica do tegumento com auxílio do

esmeril, sendo logo em seguida, embebidas em um pano úmido por um período de 16 horas antes de serem semeadas.

3.2. Produção das mudas sob sombreamento

Para cada espécie foi montado um experimento. O delineamento estatístico usado em cada um dos três experimentos foi inteiramente casualizado, sendo composto por cinco tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições, com parcelas compostas por 18 mudas.

Tabela 1: Tratamentos com diferentes períodos de sombreamento utilizados para a produção de mudas de *Bauhinia forficata*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Hymenaea courbaril*

Tratamento	Tempo de permanência das mudas sob sombreamento
T1	Todo o processo de formação das mudas foi realizado a pleno sol, desde o semeio até a expedição.
T2	O semeio foi feito à sombra e as plântulas foram mantidas nessa condição até apresentarem dois pares de folhas. Depois disso, o restante do processo foi feito a pleno sol.
T3	As mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 30% do período referente ao seu ciclo de produção ¹ .
T4	As mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 60% do período referente ao seu ciclo de produção ¹ .
T5	As mudas foram mantidas sob sombreamento durante todo o período referente ao seu ciclo de produção ¹ .

¹ - Foi considerado um ciclo de produção para cada uma das espécies estudadas, devido serem espécies com crescimento diferenciado. De acordo com literatura especializada (LORENZI, 2002), o ciclo de produção de mudas da *Bauhinia forficata* e da *Pseudobombax grandiflorum* é de 120 dias e da *Hymenaea courbaril* é de 150 dias.

Para a instalação dos experimentos, foi montada uma casa de sombra com uma tela de polietileno de cor preta, conhecida como sombrite, com malha para 50% de sombreamento, que recobria tanto a parte superior, quanto as laterais do canteiro.

O recipiente utilizado para a produção das mudas das três espécies foi o saco plástico de polietileno com dimensão de 14 x 20 cm, com capacidade para 1245 cm³. O substrato utilizado foi composto por uma mistura, em proporções volumétricas, de 20% de areia, 30% de esterco e 50% de argila. Depois de adicionados os componentes da mistura, houve a homogeneização e a retirada de uma amostra para análise química do substrato (Tabela 2).

Tabela 2: Análise química do substrato utilizado para a produção de mudas de *Bauhinia forficata*, de *Pseudobombax grandiflorum* e de *Hymenaea courbaril*

P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	Corg	pH _{água}
-----mg/L-----	-----Cmol _c /dm ³ -----					%	1:2,5
257	585	2,9	2,5	0,543	1,7	2,31	7,3

Realizou-se a semeadura diretamente nos recipientes, utilizando duas sementes por recipiente para a *Hymenaea courbaril* e quatro sementes para a *Bauhinia forficata* e *Pseudobombax grandiflorum*. Quando as plântulas apresentaram dois pares de folhas, foi realizado o desbaste, deixando apenas a plântula de maior vigor em cada recipiente.

Sempre que necessário foi realizada a monda em todos os recipientes, para que não houvesse a competição das plantas invasoras com as mudas a serem produzidas.

Os tratamentos que inicialmente foram colocados sob sombreamento, foram retirados dessa condição assim que alcançassem o momento estipulado para as mudas serem dispostas a pleno sol. Para cada uma das espécies, isto ocorreu em determinados momentos, pois o ciclo de produção foi considerado diferente, conforme ressaltado anteriormente.

3.3. Avaliações e análise dos dados

Ao longo do processo de produção das mudas, foram avaliados a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC) das mudas. As avaliações foram feitas no intervalo de 15 em 15 dias, com o início aos 45 dias após a semeadura para as espécies *Bauhinia forficata* e *Pseudobombax grandiflorum* e aos 60 dias para a espécie *Hymenaea courbaril*.

Foram realizadas cinco avaliações para as espécies *Bauhinia forficata* e *Pseudobombax grandiflorum*, as quais apresentam ciclo de produção de aproximadamente 120 dias. Para a espécie *Hymenaea courbaril*, foram realizadas sete avaliações, devido apresentar um ciclo de produção de aproximadamente 150 dias.

A altura da parte aérea foi medida com auxílio de uma vara graduada em centímetros, com altura de 1,30 m. O diâmetro do coleto foi medido com utilização de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Ao fim do processo de produção, aos 120 dias após a semeadura para as espécies *Bauhinia forficata* e *Pseudobombax grandiflorum* e, aos 150 dias para a *Hymenaea courbaril*, foram determinadas: a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca das raízes (MSR) e a matéria seca total (MST).

Para determinação da matéria seca, os dados de altura da parte aérea e diâmetro do coleto referente à última avaliação foram tabelados e calculados as respectivas médias para cada uma das três espécies, em cada um dos cinco tratamentos e cada uma das quatro repetições. Com as médias de altura da parte aérea e o diâmetro de coleto calculado, foram selecionadas quatro plantas por parcela, que mais se aproximassem dos valores médios obtidos.

Uma vez selecionadas, as mudas foram decepadas rente ao substrato, separando a parte aérea do sistema radicular. A parte aérea das quatro mudas foi colocada diretamente em sacos de papel, o sistema radicular foi lavado em água corrente com a intenção de retirar totalmente o substrato, que ainda estava preso às raízes. Em seguida,

o sistema radicular das quatro mudas também foi colocado em um saco de papel e, todos foram devidamente identificados (espécie, tratamento e repetição).

Depois de preparados e identificados, os materiais foram levados a uma estufa com circulação de ar interno à temperatura de 65°C, até atingirem valor constante.

Após a secagem, o material foi pesado em uma balança com precisão de duas casas decimais. Como cada saco de papel possuía partes de quatro plantas, o valor encontrado foi dividido por quatro e este considerado como o valor médio para cada planta. A partir dos valores médios de MSPA e MSR, foi calculada a MST, por meio da soma da matéria seca da parte aérea e da matéria seca das raízes.

Com base nos parâmetros morfológicos obtidos na última avaliação realizada, foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960). Este índice tem sido utilizado em vários estudos que abordam os parâmetros morfológicos relacionados à qualidade das mudas (AZEVEDO, 2003; PAIVA, 2004; MALAVASI e MALAVASI, 2006; BINOTTO et al., 2010; BRACHTVOGEL e MALAVASI, 2010).

$$IQD = MST \div [(H / DC) + (MSPA / MSR)]$$

Em que:

MST é a matéria seca total;

H é a altura da parte aérea;

DC é o diâmetro do coleto;

MSPA é a matéria seca da parte aérea;

MSR é a matéria seca do sistema radicular.

Os dados referentes à última avaliação (H, DC, MSPA, MSR, MST e IQD) foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$). Quando foram detectadas diferenças significativas, os mesmos foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Foi utilizado o software SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Bauhinia forficata*

Para a *Bauhinia forficata*, a tendência de crescimento das mudas ao longo das medições, mostra que desde o início, as mudas dos tratamentos T1 e T2 apresentaram altura menor do que mudas mantidas mais tempo sob sombreamento (Figura 1). Ao fim do experimento, nota-se uma tendência de superioridade em altura das mudas do tratamento T5 (100% do ciclo na casa de sombra). Tal comportamento diferenciado pode ser atribuído à maior competição por luz e espaço, o que leva a planta ao estiolamento, concordando com Ataíde et al. (2010).

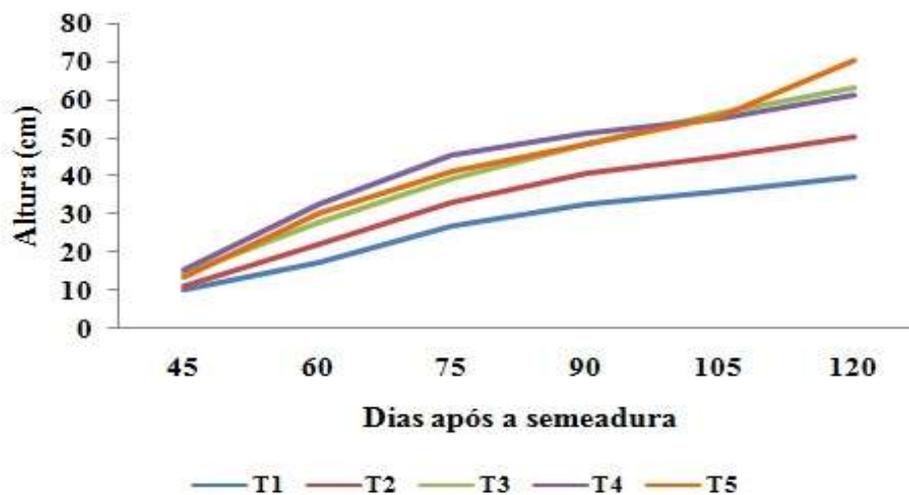


Figura 1: Crescimento em altura de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos.

O maior crescimento em altura no tratamento mantido sombreado pode ser explicado pela estratégia usada pelas plantas em investir em altura para buscar luminosidade, ao passo que, a pleno sol não existe essa necessidade. Isso mostra que as mudas sombreadas deverão atingir o tamanho ideal para ir para campo primeiro que os demais tratamentos, porém isso não significa necessariamente que a muda pode ser levada para o campo.

Com relação ao diâmetro do coleto, observa-se que o T5 apresentou mudas com os menores valores desde o início do processo de produção, pois o sombreamento diminui a fotossíntese e, conseqüentemente, a quantidade de fotoassimilados e reguladores de crescimento, causando redução do diâmetro do coleto (Figura 2). Em contrapartida, o T3 e T2 tiveram os maiores valores.

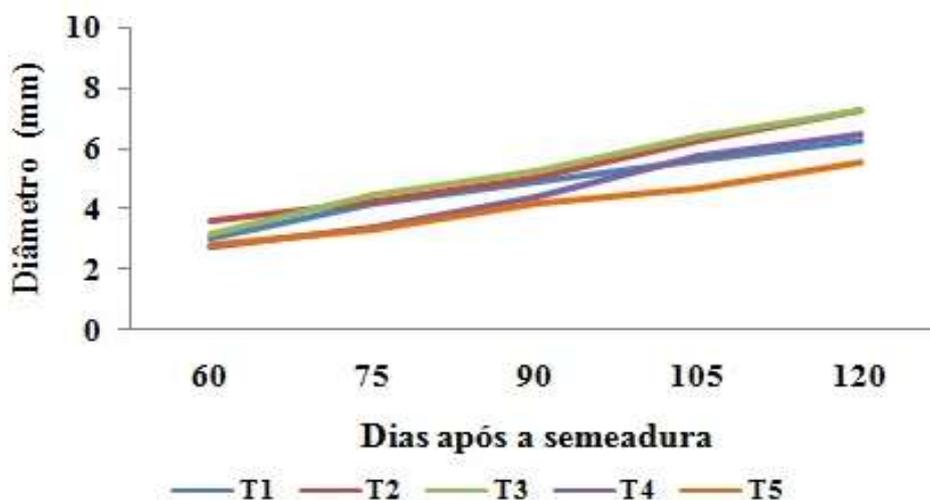


Figura 2: Crescimento em diâmetro do coleto de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos.

Os resultados de maior diâmetro do coleto em função da incidência de luz, corroboram com os resultados encontrados por Scalon et al. (2001) para pitangueiras

(*Eugenia uniflora*) e Fonseca et al. (2002) para *Trema micrantha*. Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do coleto e a altura da parte aérea são fundamentais para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais. Esses autores citam que, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro, apresentam maior sobrevivência, por apresentarem melhor capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. A qualidade da muda pode ser avaliada com a mensuração da altura e do diâmetro do coleto, já que esses contribuem com a maior parte da formação final da planta (CARNEIRO, 1995; GOMES et al., 2002).

Ao analisar a altura de mudas de pata de vaca aos 120 dias após a semeadura (Figura 3), pode-se perceber que os maiores valores foram encontrados em mudas dos tratamentos T3, T4 e T5. Já o tratamento T1, apresentou as menores médias. A redução do crescimento em altura em pleno sol está associada à elevação da temperatura das folhas e, por consequência, à intensificação da taxa respiratória, o que induziria ao fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e causando um aumento no consumo de fotoassimilados (GRIME, 1965; KOZLOWISKI et al., 1991). Desta forma, pode-se inferir que o sombreamento influencia positivamente o crescimento em altura para as mudas de pata de vaca.

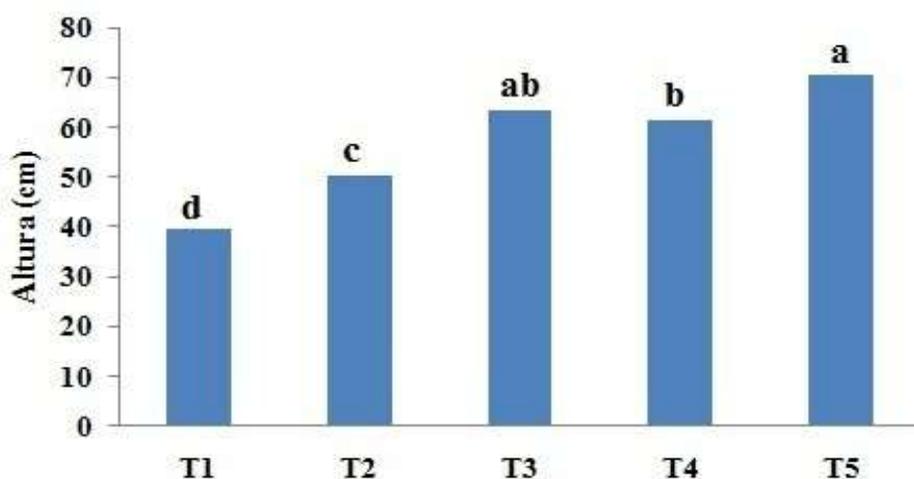


Figura 3: Altura de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

O maior crescimento das mudas em altura, quando sombreadas, pode ter ocorrido em razão do estiolamento induzido pela baixa intensidade luminosa (WHATLEY E WHATLEY, 1982), e ou porque foi favorecido pelas temperaturas mais amenas nas folhas, devido à abertura dos estômatos e a fixação de carbono pelas plantas (WALTERS et al., 1993). Scalon et al. (2002) defendem que tal estratégia é uma forma de escape ao déficit de luz, pois não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através dos reajustes de taxas metabólicas.

Outro parâmetro importante de avaliar é o diâmetro do coleto. Os tratamentos T2 e T3 não apresentaram diferenças significativas entre si e obtiveram, ao final dos 120 dias após a semeadura, as maiores médias para essa característica (Figura 4). Esses resultados são contrários aos encontrados por Atroch et al. (2001) que verificaram que mudas de *Bauhinia forficata* apresentaram maiores diâmetros de coleto a pleno sol. Já Campos e Uchida (2002), não encontraram diferenças significativas no diâmetro do

colete, quando avaliaram a influência da atenuação da radiação solar em três espécies de mudas nativas amazônicas.

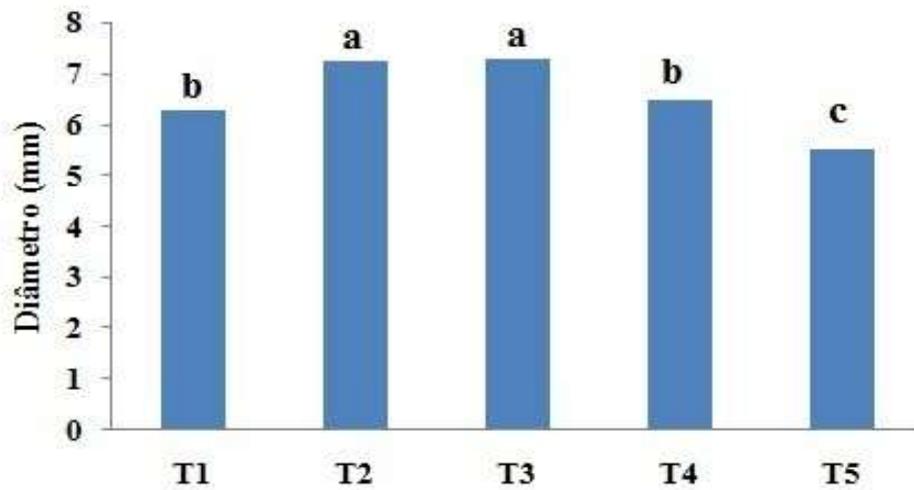


Figura 4: Diâmetro do coleto de mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

A produção de matéria seca pelas mudas também é um importante parâmetro para se analisar a qualidade das mesmas. De acordo com Carneiro (1995), a matéria seca da raiz está relacionada a um maior desenvolvimento radicular o que se torna benéfico para o crescimento das mudas em campo. Com isso, a figura 5 apresenta a matéria seca total, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz das mudas de pata de vaca.

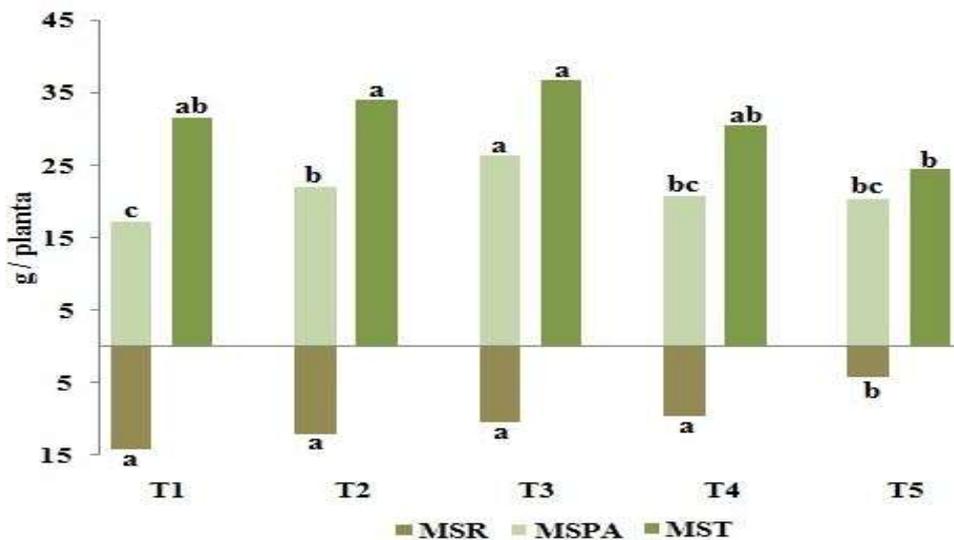


Figura 5: Matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) em mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a semeadura. Médias seguidas de mesma letra para uma mesma característica, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Ao analisar a MSPA observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que no T1 obteve os menores valores das médias. Já o T3 diferiu estatisticamente com relação aos demais tratamentos, apresentando maior acúmulo de matéria seca, possivelmente devido a uma compensação à menor quantidade de radiação disponível, confirmando a necessidade de um sombreamento parcial para um melhor crescimento inicial dessa espécie, conforme encontrado em alguns estudos com várias espécies florestais, tais como: *Dinizia excelsa* (VARELA; SANTOS, 1992); *Goupia glabra* (DANIEL; OHASHI; SANTOS, 1994); *Aniba rosaeodora* Ducke (ROSA et al., 1997). Já os outros tratamentos T2, T3 e T4 não apresentaram diferenças significativas entre si.

Com relação à MSR, pode-se relatar que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram estatisticamente iguais entre si, sendo que todos foram superiores ao T5.

Carvalho (1996) e Grime (1982) discutem que as plantas em resposta a pouca luz, produzem menos matéria seca, e retém fotoassimilados na parte aérea com menor crescimento da raiz. Desenvolvem maiores internós e pecíolos mais longos, com folhas maiores e mais delgadas.

Segundo Silva et al. (2007), plantas sob maior intensidade luminosa apresentam um maior acúmulo de matéria seca na raiz, permitindo uma maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta capacidade de suportar taxas mais elevadas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

A produção de matéria seca total (MST) não apresentou diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, ou seja, nos tratamentos que ficaram por algum momento do seu ciclo de produção a pleno sol. Já o T5 apresentou os menores valores. Contrariando os resultados para *Muntingia calabura* (CASTRO et al., 1996), que apresentou tendência crescente dos valores de acordo com o aumento dos períodos de sombreamento.

Embora sejam importantes esses índices, deve-se salientar que outros parâmetros devem ser analisados, tais como a relação (Tabela 3).

Tabela 3: Médias para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Bauhinia forficata* (pata de vaca), aos 120 dias após a semeadura

TRAT ¹	H/DC	MSPA/MSR	IQD
T1	6,30 c	1,25 c	4,17 a
T2	6,95 c	1,93 bc	3,87 a
T3	8,70 b	2,54 b	3,28 ab
T4	9,49 b	2,16 bc	2,62 b
T5	12,79 a	4,96 a	1,39 c

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). ¹Sendo que T1: todo o processo de formação das mudas foi realizado a pleno sol, desde o semeio até a expedição; T2: o semeio foi feito à sombra e as plântulas foram mantidas nessa condição até apresentarem dois pares de folhas. Depois disso, o restante do processo foi feito a pleno sol; T3: as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 30% do período referente ao seu ciclo de produção; T4: as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 60% do período referente ao seu ciclo de produção e T5: as mudas foram mantidas sob sombreamento durante todo o período referente ao seu ciclo de produção.

Com relação aos resultados obtidos, observar-se que a relação H/D apresentou um acréscimo com o aumento do período de sombreamento (Tabela 3). Com exceção do tratamento T5, que apresentou 12,79 de relação H/DC, o restante das mudas apresentou essa relação abaixo de 10, padrão considerado bom, recomendado por Birchler et al. (1998) citado por José et al. (2005). Mudas com alta relação H/DC podem apresentar estiolamento e menor índice de sobrevivência no campo.

Os dados obtidos da relação MSPA/MSR apresentaram os maiores valores no T5 e os menores no T1, já os outros tratamentos não diferiram entre si. Contrariando os resultados de *Trema micrantha* (FONSECA et al., 2002) que foram observados efeitos lineares crescentes e quadráticos.

Para o Índice de Qualidade de Dickson observa-se que o valor cresceu com o aumento de tempo a pleno sol, sendo assim, o T1 apresentou os maiores valores, mas não diferindo estatisticamente do T2, T3 e do T4. Segundo Gomes (2001), quanto maior for esse valor dentro de um lote de mudas, melhor o padrão de qualidade.

4.2 *Pseudobombax grandiflorum*

No início dos estudos com *Pseudobombax grandiflorum* todos os tratamentos apresentaram mudas com valores das médias para a altura da parte aérea semelhantes. Porém, ao longo do processo de produção, mais uma vez, assim como o que ocorreu para a pata de vaca, mudas sob sombreamento apresentaram maior crescimento (Figura 6).

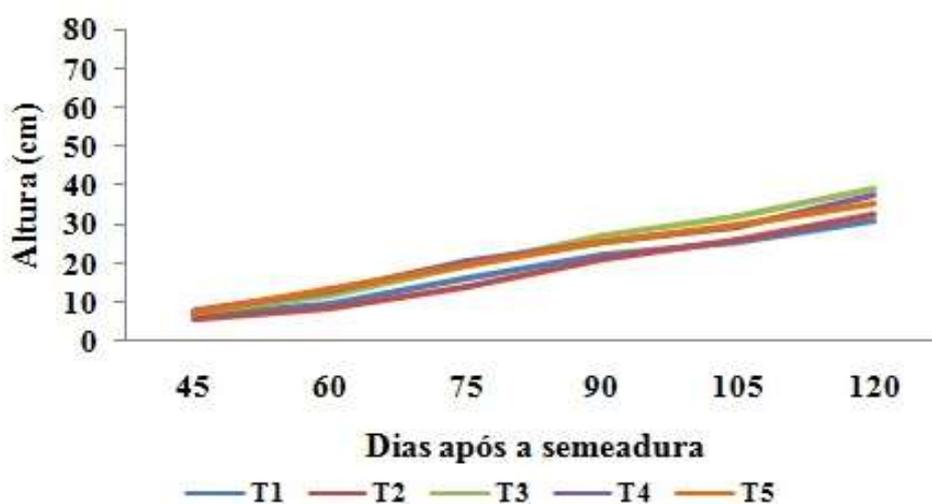


Figura 6: Crescimento em altura de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamento.

A altura entre os tratamentos demonstrou menor valor médio a pleno sol. Este fato pode revelar menor necessidade de crescimento em altura pela busca de luz devido à suficiente disponibilidade do recurso, conforme observado para *Cecropia ficifolia* Warb. Ex Snethe (Cecropiaceae) por Poorter (1998).

É provável também, que sob sombreamentos, tenha havido um eficiente controle da temperatura foliar e, conseqüentemente, do status hídrico da planta, de modo a permitir uma otimização da atividade fotossintética e da turgescência, necessárias ao crescimento (REIS, 1991).

O diâmetro, diferentemente da altura, é um parâmetro morfológico importante para avaliar a rusticidade de espécie na fase de muda. Cabe salientar que o crescimento do diâmetro do coleto tem uma forte correlação com a porcentagem de sobrevivência e crescimento da muda no campo (CARNEIRO, 1983).

Por meio da figura 7, observa-se que no início dos estudos, os valores das médias do diâmetro do coleto não diferenciavam entre si. No entanto, ao longo do processo de produção, o T5 apresentou mudas com valores abaixo dos demais tratamentos.

Ferreira et al. (1997) ao estudarem o efeito da luminosidade na produção de mudas de várias espécies florestais nativas, observaram que *Pelthophorum dubium* e *Enterolobium contortisiliquum* se mostraram indiferentes aos regimes de luz.

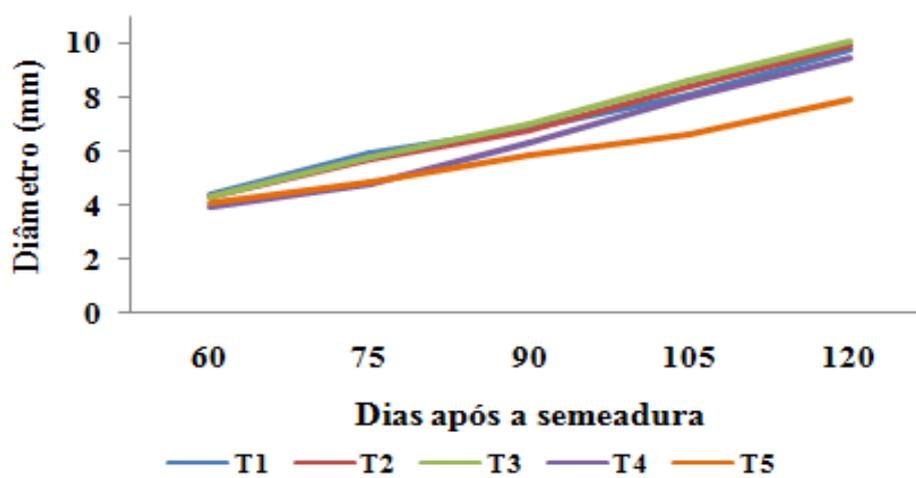


Figura 7: Crescimento em diâmetro do coleto de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu), ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamento.

O decréscimo em diâmetro do coleto com o aumento do sombreamento foi observado também em mudas de *Schizolobium parayba*, *Albizzia lebeck* e *Piptadenia rígida* (POGGIANI et al., 1992).

Com base na análise estatística dos dados obtidos aos 120 dias após a semeadura para a altura da parte aérea (Figura 8), foi possível verificar que as mudas do tratamento 3 apresentaram maiores valores em relação às mudas dos demais tratamentos. Já o T1 apresentou os menores valores das médias em altura.

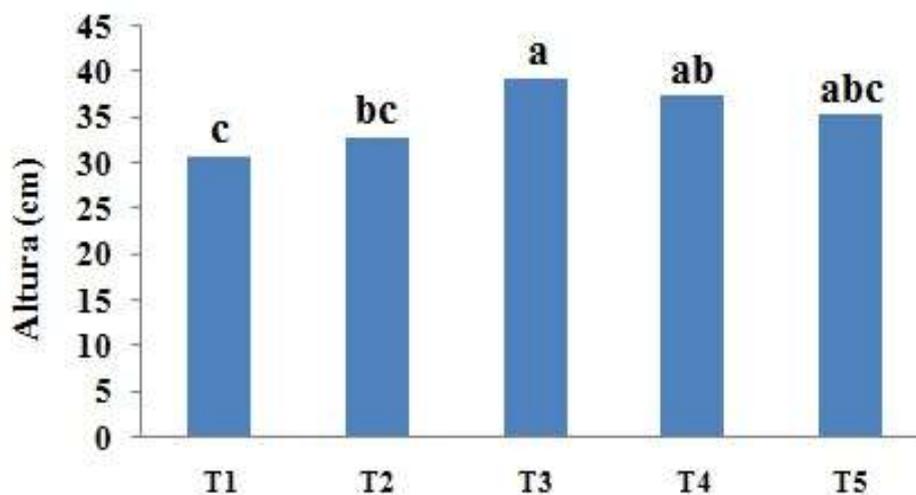


Figura 8: Altura de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a sementeira. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

A capacidade de crescer rapidamente quando moderadamente sombreada é um mecanismo importante de adaptação da espécie, constituindo uma estratégia de fuga à baixa intensidade luminosa. A adaptação às baixas luminosidades é uma característica genética, a qual faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação solar disponível (LARCHER, 2000). A redução do crescimento em altura em pleno sol está associada à elevação da temperatura das folhas e, conseqüentemente à intensificação da taxa respiratória, o que induziria o fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e causando um aumento do consumo de fotoassimilados (GRIME, 1965; KOZLOWSKI et al., 1991).

É importante também avaliar o diâmetro do coleto, em que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não apresentaram diferenças significativas entre si e obtiveram ao final dos 120 dias após a sementeira as maiores médias de diâmetro (Figura 9).

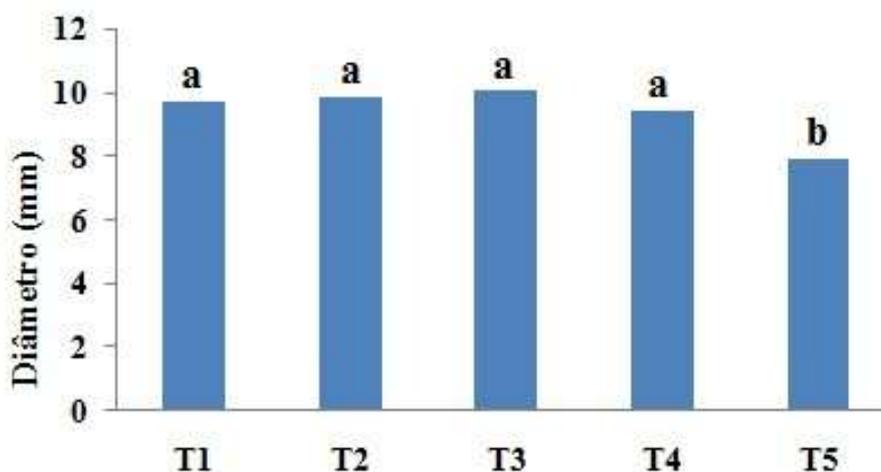


Figura 9: Diâmetro do coleto de mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a sementeira. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Maiores diâmetros do coleto, sob maiores níveis de radiação, foram observados em espécies como *Tabebuia avellanadae* e *Erythrina speciosa* (ENGEL, 1989) e *Platycamus regnelli* (SCALON, 1991). Segundo Kozlowski (1962) e Lacher (2000), o crescimento em diâmetro apresenta uma relação direta com a fotossíntese líquida, a qual depende dos carboidratos e auxinas acumulados e de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração.

A produção de matéria seca pelas mudas tem sido considerada um importante parâmetro para se analisar a qualidade das mudas, porém esta é uma análise destrutiva o que inviabiliza sua determinação em muitos viveiros (AZEVEDO, 2003).

Pode-se analisar para MSPA que não houve diferença significativa entre os tratamentos T1, T2, T3 e T4, sendo que o T5 obteve as menores médias (Figura 10).

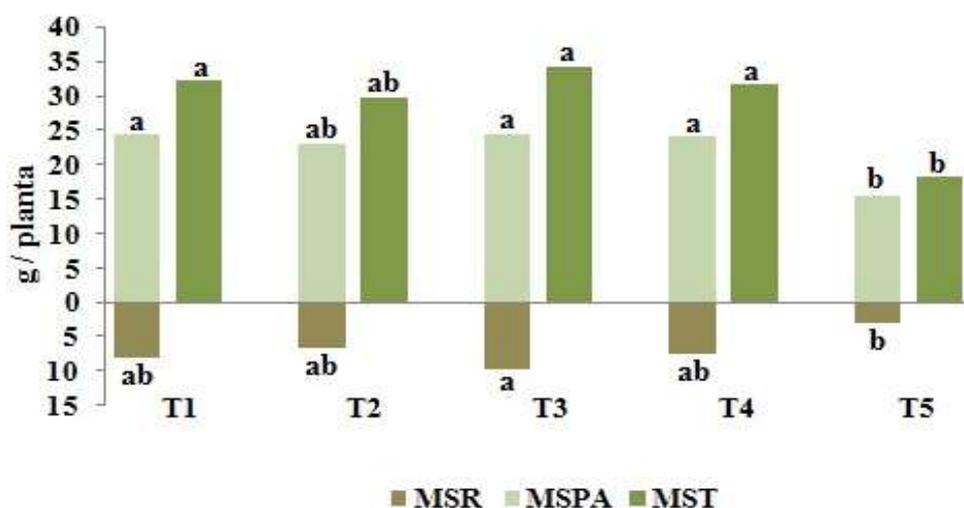


Figura 10: Matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) em mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 120 dias após a sementeira. Médias seguidas de mesma letra para uma mesma característica, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Felfili et al. (1999) demonstraram que mesmo espécies tolerantes ao sombreamento alcançam a máxima produção de massa seca quando crescem em pleno sol. Salisbury e Ross (1969) consideram que baixa produção de matéria seca causada pelo sombreamento pode ser explicada com base no ponto de compensação lumínico. Espécies tolerantes apresentam baixo ponto de compensação, sendo capazes de produzirem assimilados sob baixa intensidade de luz.

Para espécies intolerantes, por possuírem alto ponto de compensação lumínico, à medida que diminui a intensidade de luz, há redução na produção de matéria seca, pois, sob intensidade de luz abaixo do ponto de compensação, o hidrato de carbono é mais consumido pela respiração do que produzido pela fotossíntese.

Com relação à MSR, verifica-se que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos T1, T2, T3 e T4, que apresentaram os maiores valores das médias. Para Fonseca et al. (2002), quanto maior for o sombreamento, menor será a matéria seca da raiz.

A redução da matéria seca do sistema radicular com o aumento do período sob sombreamento, segundo Bongarten e Teskey (1987), deve-se ao fato de as mudas crescidas a pleno sol estarem sujeitas a maior restrição hídrica, que pode induzir ao

crescimento da matéria seca do sistema radicular em detrimento do acúmulo de assimilados na parte aérea, como ocorrido com *Pinus taeda* L.

Segundo Silva et al. (2007), plantas sob maior intensidade luminosa apresentam um maior acúmulo de matéria seca na raiz, permitindo uma maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta capacidade de suportar taxas mais elevadas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

Os resultados mostram para a MST (Figura 10) que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferiram estatisticamente entre si, apresentando os maiores valores das médias, demonstrando a importância de ter um período a pleno sol, contrariando os resultados obtidos por Varela e Santos (1992) que observaram uma tendência no aumento da matéria seca total, com o aumento do sombreamento de *Dinizia excelsa* Ducke.

Na tabela abaixo pode-se observar outros parâmetros importantes para avaliar qualidade de mudas florestais.

Tabela 4: Médias para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu), aos 120 dias após a semeadura

TRAT ¹	HD/C	MSPA/MSR	IQD
T1	3,16 c	3,04 b	5,19 a
T2	3,31 c	3,52 b	4,42 ab
T3	3,89 b	3,03 b	5,24 a
T4	3,96 b	3,44 b	4,40 ab
T5	4,46 a	6,18 a	1,86 b

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). ¹ Sendo que T1: todo o processo de formação das mudas foi realizado a pleno sol, desde o semeio até a expedição; T2: o semeio foi feito à sombra e as plântulas foram mantidas nessa condição até apresentarem dois pares de folhas. Depois disso, o restante do processo foi feito a pleno sol; T3: as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 30% do período referente ao seu ciclo de produção; T4: as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 60% do período referente ao seu ciclo de produção e T5: as mudas foram mantidas sob sombreamento durante todo o período referente ao seu ciclo de produção.

A relação entre a altura e o diâmetro do coleto (H/DC), segundo Carneiro (1995), constitui um dos parâmetros mais usados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência a períodos secos e melhor fixação no solo. Recomendado por Birchler et al. (1998) citados por José et al. (2005), a relação H/DC abaixo de 10 é considerada um bom valor.. Todos os apresentaram valores abaixo de 10 para este índice, sendo que os tratamentos T1, T2 apresentaram os menores valores e o T5, o maior.

Segundo Caldeira et al. (2013), mudas de qualidade devem apresentar médias de MSPA/MSR próximas de 2,0, apresentando boa relação entre a parte transpirante e a parte absorvente da planta. As mudas do tratamento T5 apresentaram médias de relação MSPA/MSR superiores às mudas que estiveram pelo menos um período no sol. Desta forma, pode-se concluir que as mudas produzidas totalmente sombreadas não possuem adequado equilíbrio entre a parte transpirante e a parte absorvente, indicando que essas plantas podem apresentar elevada mortalidade quando submetidas em campo a condições de déficit hídrico.

O índice de qualidade Dickson, segundo Fonseca et al. (2002) pode ser utilizado como indicador da qualidade das mudas, pois considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando resultados de parâmetros importantes para a avaliação da qualidade (CALDEIRA et al., 2008a; CALDEIRA et al., 2008b; CALDEIRA et al., 2007; CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2000a; CALDEIRA et al., 2000b; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011). Segundo Gomes (2001), quanto maior for o valor para o IQD, dentro de um lote de mudas, melhor o padrão de qualidade. Os maiores valores encontrados foram nos tratamentos T3, T1, T2 e T4, não diferindo estatisticamente entre si.

4.3 *Hymenaea courbaril*

Observa-se que ao longo do período de produção das mudas de *Hymenaea courbaril*, as mudas do tratamento 5 apresentaram as maiores médias em altura (Figura 11).

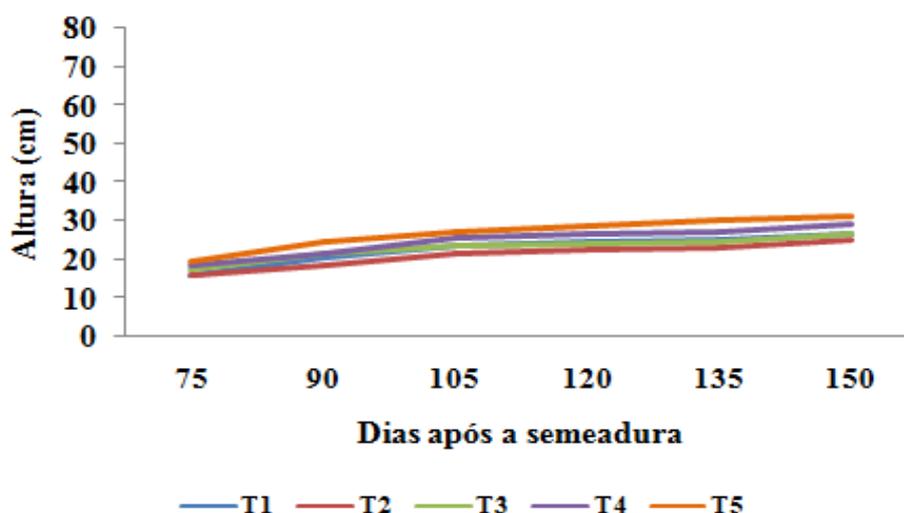


Figura 11: Crescimento em altura de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos.

De acordo com Ferreira et al. (1977), Engel (1989), Kozłowski et al. (1991) e Atroch et al. (2001), a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plantas às condições de intensidade luminosa do ambiente, já que modificações nos níveis de luminosidade podem acarretar diferentes respostas em suas características fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento.

Para o diâmetro do coleto, no início do processo de produção, não foi possível verificar diferenças entre os tratamentos para as médias dos diâmetros. Já no fim do processo, é possível verificar que mudas do tratamento T5 apresentaram os menores valores (Figura 12).

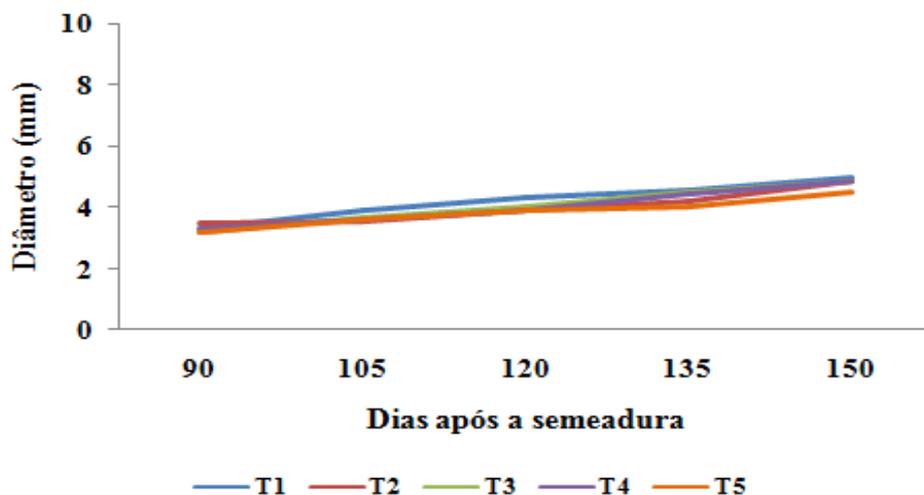


Figura 12: Crescimento em diâmetro de coleto de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) ao longo do período de produção, em função de diferentes períodos de sombreamentos.

Alguns autores (FONSECA et al., 2002; LIMA et al., 2008) citam que, aparentemente, a fotossíntese guarda uma relação mais direta com o crescimento em diâmetro do que em altura da planta, pois esta variável é diretamente ligada à área de copa. Segundo Naves (1993) e Sales et al. (2009), o diâmetro do coleto pode ser um bom indicador da capacidade assimilatória da planta, baseado nisso, tal fato justificaria essa diferença.

Analisando a figura 13, é possível observar que os tratamentos que permaneceram por mais tempo no sol foram aqueles com mudas menores aos 150 dias após a semeadura. Goulet e Bellefleur (1986) observaram que espécies representadas por pioneiras e secundárias iniciais não têm capacidade de formar folhas típicas de sol e de sombra e não são capazes de responder a uma baixa condição lumínica. Ao contrário, espécies tolerantes têm capacidade de melhor se ajustar morfológicamente ao ambiente de luz, formando folhas de sombra e de sol.

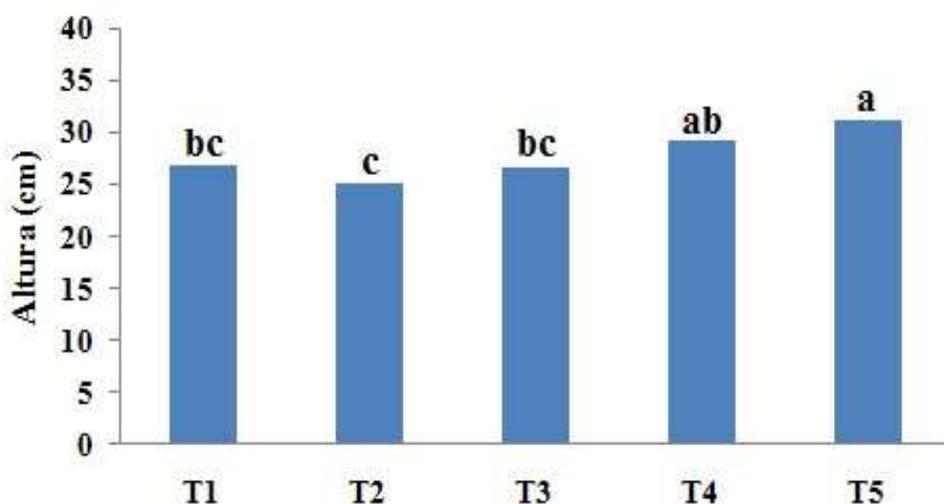


Figura 13: Altura de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 150 dias após a semeadura. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Gomes et al. (1978), analisaram a influência do sombreamento na formação de mudas de *Eucalyptus grandis*, espécies consideradas pioneiras, e observaram que o tratamento à plena luz proporcionou melhor crescimento em altura.

Já Poggiani et al. (1992), observaram o efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de *Piptadenia rigida*, *Schizolobium parahyba*, *Albizia lebbbeck* e concluíram que essas espécies apresentaram maior crescimento em altura nas condições de sombreamento do que à plena luz.

Faria (1999) relata que além da altura, o diâmetro do coleto é uma variável importante a ser mensurada. Constata-se por meio da figura 14, que os valores das médias do diâmetro do coleto não apresentaram diferenças significativas entre si, apenas entre o T1 e o T5.

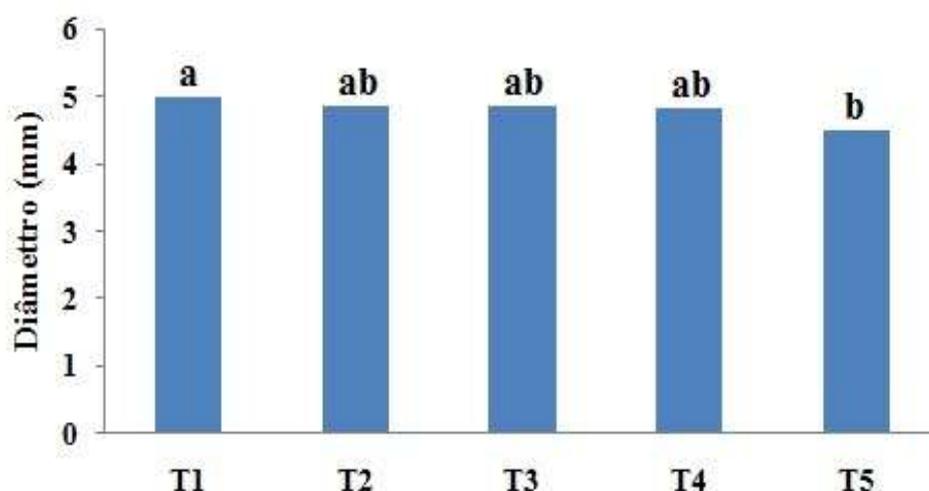


Figura 14: Diâmetro do coleto de mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 150 dias após a semeadura. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Em mudas de *Pelthophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum* (Ferreira et al., 1977), *Guazuma ulmifolia* (Moraes Neto et al., 2000) e de *Inga uruguensis* (Scalon et al., 2002) verificou-se não haver diferenças entre o diâmetro do coleto de mudas produzidas a pleno sol e em diferentes níveis de sombreamento. Em *Dalbergia nigra* (Reis et al., 1991) e *Goupia glabra* (Daniel et al., 1994) verificou-se um maior diâmetro do coleto das mudas quando as mesmas foram produzidas com intensidades de 25% a 70% de luz, reforçando a teoria de que o crescimento em diferentes níveis de sombreamento está diretamente ligado à autoecologia da espécie.

Em *Genipa americana* (Moraes Neto et al., 2000), verificou-se maior diâmetro do coleto em mudas produzidas a 40% de luz, ao passo que em mudas de *Muntinga calabura*, Castro et al. (1996) verificaram que o diâmetro do coleto era menor em mudas produzidas a pleno sol, quando comparadas com mudas produzidas sob 67% e 48% de radiação fotossinteticamente ativa. Esses resultados mostram que algumas espécies, na fase inicial de crescimento, se desenvolvem melhor quando submetidas a algum nível de sombreamento.

Na avaliação dos parâmetros da (Figura 15) observa-se que, tanto a MST, quanto a MSPA não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, fato também ocorrido em *Hymenaea courbaril* L por Carvalho Filho et al. (2003). Em contrapartida, Galicia Jimenez et al. (2001) estudando *Euphorbia pulcherrima* e Farias et al. (1997),

estudando *Cedrelinga catenaeformis*, encontraram maiores valores para a MSPA em mudas submetidas a maior exposição à luz, apresentando maior ramificação no tratamento a pleno sol.

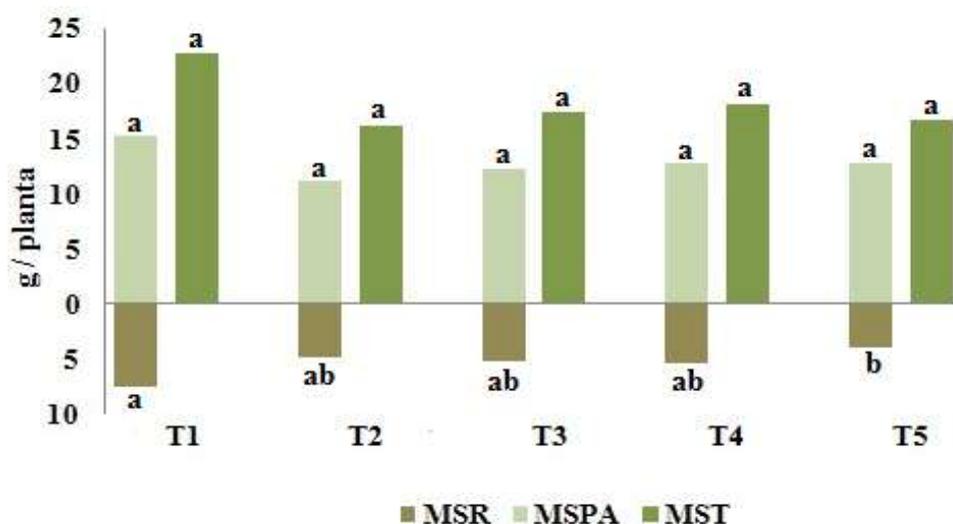


Figura 15: Matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, aos 150 dias após a sementeira. Médias seguidas de mesma letra para uma mesma característica, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Já os resultados com relação à MSR apresentaram diferença estatística (Figura 15), sendo que no tratamento 1, as mudas apresentaram os maiores valores e o tratamento 5, as menores médias. Verificou-se maior alocação de matéria seca no sistema radicular quando as mudas foram cultivadas sob condições de 100% do tempo a pleno sol. Resultados semelhantes foram encontrados para o crescimento inicial de mudas de *Pelthophorum dubium* (Ferreira et al., 1977) e *Muntingia calabura* (Castro et al., 1996).

A produção da matéria seca total permite avaliar o crescimento de uma planta. A quantidade total de matéria seca acumulada pela planta é reflexo direto da produção fotossintética líquida, somada à quantidade de nutrientes minerais absorvidos (Engel, 1989). Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação a MST.

Abaixo pode-se analisar outros parâmetros que também são importantes para avaliar a qualidade de mudas florestais.

Tabela 5: Médias para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação matéria seca da parte aérea e matéria seca de raízes (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá), aos 150 dias após a semeadura

TRAT ¹	H/DC	MSPA/MSR	IQD
T1	5,36 c	2,19 a	3,05 a
T2	5,15 c	2,32 a	2,16 ab
T3	5,49 bc	2,38 a	2,20 ab
T4	6,03 b	2,37 a	2,17 ab
T5	6,94 a	3,28 a	1,63 b

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). ¹ Sendo que T1: todo o processo de formação das mudas foi realizado a pleno sol, desde o semeio até a expedição; T2: o semeio foi feito à sombra e as plântulas foram mantidas nessa condição até apresentarem dois pares de folhas. Depois disso, o restante do processo foi feito a pleno sol; T3: as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 30% do período referente ao seu ciclo de produção; T4: as mudas foram mantidas sob sombreamento até alcançarem 60% do período referente ao seu ciclo de produção e T5: as mudas foram mantidas sob sombreamento durante todo o período referente ao seu ciclo de produção.

A relação H/DC, assim como para as outras espécies deste estudo, apresentou os maiores valores no T5, enquanto os tratamentos T1 e T2 apresentaram os menores valores. Porém, todos ficaram abaixo de 10, considerados um bom padrão segundo Birchler et al. (1998).

Também não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos em relação ao índice MSPA/MSR. A ausência de diferença significativa indica que as mudas apresentaram o mesmo padrão de distribuição de matéria seca entre os dois órgãos, independentemente do período de permanência sob sombreamento. Estes resultados diferem dos valores encontrados por Fonseca et al. (2002) para as mudas da espécie *Trema micrantha*, em que as mudas apresentaram aumento linear significativo da relação MSPA/MSR com o aumento do período sob sombreamento, o que foi explicado pelo incremento da altura da parte aérea e redução do diâmetro do coleto.

O Índice de Qualidade de Dickson demonstrou que os melhores resultados foram para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 5). Esses resultados demonstram que em algum período do seu ciclo de produção as mudas de jatobá devem permanecer a pleno sol para se rustificarem e com isso ganharem em diâmetro do coleto e matéria seca.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que o sombreamento pode ser utilizado como uma ferramenta para manejar o crescimento das mudas durante o ciclo de produção.

Mudas submetidas inicialmente ao sombreamento tendem a crescer mais em altura. Após atingir certa altura, estas devem ser levadas a pleno sol, onde haverá ganho em diâmetro do coleto e matéria seca radicular, rustificando as mudas, fato não ocorrido para as mudas de *Bauhinia forficata*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Hymenaea courbaril* mantidas sob sombreamento durante todo o processo de produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. **Qualidade de mudas para recomposição florestal produzidas em diferentes recipientes**. 2011. 21 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

AGUIAR, F. F. A.; BARBEDO, C.J. Efeito de fatores ambientais no crescimento de mudas de Pau-brasil (*Caesalpinia achinata* Lam.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.2, n.1, p.26-32, 1996.

ALMEIDA, S. M. Z. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies fl orestais sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

AMO, S. R. del. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. In: GOMES-POMPA, A.; AMO, S.R. **del. Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas em Vera Cruz**. México: Instituto Nacional de investigações sobre recursos bióticos, Ed. Alhambra Mexicana A., 1985, p.79-92.

ATAÍDE, M. G. et al. Efeito da densidade na bandeja sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Trópica**, v.4, n.2, p.21, 2010.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* LINK submetidas à diferentes condições de sombra. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.4, p. 853-862, 2001.

AZEVEDO, M. I. R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes**. 2003. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BINOTTO, A. F. et al. Correlations between growth variables na the Dickson quality index in Forest seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BONGARTEN, B. C.; TESKEY, R. O. Dry weight partitioning and its relationships to productivity in loblolly pine seedling from seven sources. **Forest Science**, v. 33, n. 3, p. 255-267, 1987.

BORTOLINI, M. F.; et al. Crescimento de mudas de *Gleditschia amorphoides* Taub. produzidas em diferentes substratos. **Revista Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.35-46, jan-mar, 2012.

BOYER, J.; SOUTH, D. A morphological comparison of greenhouse–grown loblolly pine seedlings with seedlings grown outdoors. **Tree Planter’s Notes**, v. 16, p. 15-18,

BRISSETE, J. C.; BARNETT, T. J.; LANDIS, T. D. Container Seedlings. In: DURYE, M.L., DOUGHERTY, P.M. (Eds) **Forest regeneration manual**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 117-41.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, v.3, p.1-8, 2007.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Revista Scientia Agraria**, v.9, p.27-33, 2008b.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, v.28, n.1/2, p.19-30, 2000a.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**, n.57, p.161-170, 2000b.

CALDEIRA, M.V.W. et al. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.3, p.11-17, 2005.

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.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Campos/UENF; UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARVALHO FILHO, J. S. de et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1 ,p.109-118, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v. 2, p.1-9, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.2, 1039 p.

CARVALHO, P. E. R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (VELL.) MART. Subsp. *Canjerana*, *Calophyllum brasiliense* Amb. e *Centrolobium robustum* (VELL.) MART. EX BENTH.** 1996. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

CHALFUN, N. N. J. **Fatores bioquímicos e fisiológicos no enraizamento de estacas de *Hibiscus rosa-sinensis* L.** 1989. 85f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COSTA, et. al. Substratos para produção de mudas de Jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p. 19-24, 2005.

COSTA, M. C. C.; et al. Substrato para a produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 19-24, 2005.

DANIEL, O. ; OHASHI, S. T.; SANTOS, R. A. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. **Revista Árvore**, v. 18, n.1, p.1-13, 1994.

DICKSON, A.; LEAF, A. L; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DUARTE, D. M.; NUNES, U.R. Crescimento inicial de mudas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos. **Cerne**, v.18, n.2, p. 327-334, 2012.

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

FARIA, J. M. R. Propagação de espécies florestais para a recomposição de matas ciliares. In: SIMPOSIO “MATA CILIAR”: ciência e tecnologia, 1., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999.p.69-79.

FARIAS, V. C. C. et al. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivada em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.

FELFILI, J. M. et al. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 13-17, 1999.

FERRAZ, K. K. F.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de espécies florestais usadas na recuperação de áreas degradadas – II. *Calliandra calothyrsus* Meisn. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus-BA. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2001.

FERREIRA, C. A. C.; SAMPAIO, P. de T. B. Jatobá *Hymenaea courbaril*. In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. de T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização.** Manaus: UFAM, 1999. 254-265 p.

FERREIRA, M. G. M.; CANDIDO, J. F.; CANO, M. A. O. et al. 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. et al. 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.

FONTES, R. V.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de *Piptadenia adiantoides* (Spreng.) Macbr., espécie florestal usada na recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2000, Ilhéus-BA. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2000.

FOWLER, A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa-Florestas, doc. 40, 2000. 27p.

GAJEGO, E. B. et al. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus-BA. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2001.

GALICIA JIMENEZ, A. B. et al. Shade intensity and its effect in morphology and physiology of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.). **Revista Chapingo, Série Horticultura**, v. 7, n. 2, p. 143-149, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A. e GARCIA, S. L. R.. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M. et al. Influência do sombreamento no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Marden. **Revista Árvore**, v. 2, n. 1, p. 68-75, 1978.

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

GUARDIA, M. C.; FREITAS, N. P. de; ZAIA, J. E. Aspecto da influência de diferentes regimes de luz no crescimento inicial de *Tabebuia chrysotricha* Mart. E *Tabebuia avellaneda* Lor. Ex Griseb. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RAD, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1992.

JOSE, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v.11, n.12, p.187 – 196, 2005.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP, São Paulo. 2000. p.249-265.

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

LACHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

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

MACEDO, M. C., et. al., Produção de mudas de ipê-branco em diferentes substratos. **Cerne**, v.17, n.1, 2001, p.95-102.

MELO, N. C.; PÓLO, M. Sobrevivência e Germinação de sementes de *Hymenaea courbaril* L. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, SEB, 2007. p1-2.

MORAES NETO, S. P. et al. 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. 35-45, 2000.

MORELLI, G.; RUBRTI I. Shade avoidance responses. Driving auxin along lateral routes. **Plant Physiology**, v.122, p. 621-626, 2000.

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

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, UFPA, n.30, p. 5-31, Lavras, 2001.

NAVES, V. L. **Crescimento, distribuição de matéria seca, concentração de clorofilas e comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas a diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa**. 1993. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIEREZAN, L.; et. al. Crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, v.18, n.1, p.127-133, 2012.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de três espécies florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992.v.4, p.564-569.

POORTER, L. Seedling growth of Bolivian rain forest tree species in relation to light and water availability. In: GROWTH RESPONSES OF FIFTEEN RAIN FOREST TREE SPECIES TO A LIGHT GRADIENT; THE RELATIVE IMPORTANCE OF MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL TRAITS, 1998, Netherlands. **Anais...** Netherlands: [s.n.], 1998. Cap. 3

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

RAMALHO, P. E. **Embiruçu (Pseudobombax grandiflorum)**. Embrapa-Florestas: Circular Técnica; Colombo: doc. 155, 2008. 9p.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 179-194, 2006.

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

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. São Paulo: Âmbito Cultural, 1997. 747p.

ROSA, L. dos S. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de pau rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) oriundas de três procedências, em função de diferentes níveis de sombreamento, em condições de viveiro. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, n.28, p.37- 62, 1997.

ROSADO, S. C. S. Revegetação de dunas degradadas no litoral norte da Paraíba. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Palestras...** Lavras: Sobrade, 2002. p.105-122.

SALES, J. F. et al. Influência do nível de irradiância no crescimento e rendimento de óleo essencial em hortelã-do-campo. **Horticultura Brasileira**, v.2, n.22; p.464, 2004.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. **Carbon dioxide fixations and photosynthesis in nature**. Belmont: Wadsworth, 1969. 747p

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 2004. p. 313-317.

SCALON, S. P. Q. **Estudo da emergência de sementes e produção de mudas de pau-pereira (*Platygyamus regnelli* Benth.)**. 1992. 630 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

SCALON, S. P. Q. et al. 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. et al., Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (pasq.) a. robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.753-758, 2003.

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

SCHIMIDT, L. Genetic implications of seed handling. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. **Danida Forest Seed Centre**. 2000. 511p.

SILVA, B. M. S. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 06, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, G. R. R. et al. Qualidade de mudas seminais de eucalipto em função dos substratos e fertilização de liberação controlada. **Revista Interciencia**, v. 38 n. 3, 2013.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Colombo, Embrapa Florestas, 2000. 125-150 p.

VARELA, V.P.; SANTOS, J. dos. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazônica**, v. 22, n.3, p. 407-411, 1992.

VIANA, J. S. et. al., Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Revista Floresta**, v.38, n.4, p. 663-671, 2008.

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

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