



## Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) sob diferentes condições de sombreamento

Fernanda Carlota Nery<sup>1,4\*</sup>, Débora de Oliveira Prudente<sup>2,4</sup>, Amauri Alves de Alvarenga<sup>3,4</sup>, Renato Paiva<sup>3,4</sup> e Marcela Carlota Nery<sup>5</sup>

Aceito: 21 de junho de 2016    Recebido após revisão: 16 de maio de 2016    Recebido: 1 de março de 2016  
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3656>

**RESUMO:** (Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) sob diferentes condições de sombreamento). Guanandi é uma espécie arbórea muito utilizada na obtenção de madeira e em programas de reflorestamentos mistos de matas ciliares degradadas. Objetivou-se avaliar a relação entre o desenvolvimento inicial e diferentes níveis de sombreamento tomando-se por base as variações nas concentrações de clorofilas (*a/b*), carotenoides, nitrogênio foliar e acúmulo de biomassa em plantas jovens. Os tratamentos com sombreamento intermediário (30% e 50%) exibiram plantas com maior altura e crescimento secundário do caule. Menor teor de nitrogênio foliar foi encontrado em mudas com 70% de sombreamento. As mudas crescidas sob 50% de sombreamento mostraram valores menores de clorofila *a* do que de clorofila *b*, com menor relação clorofila *a/b*. No geral, o melhor desempenho vegetativo das mudas foi obtido sob 30% e 50% de sombreamento, sendo a condição a pleno sol não recomendada para o desenvolvimento inicial de mudas de guanandi.

**Palavras-chave:** *Calophyllum brasiliense*, qualidade fisiológica, crescimento vegetativo.

**ABSTRACT:** (Development of guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) saplings grown under different shading conditions). Guanandi is a tree species greatly valued for its wood and widely used in mixed reforestation programs in degraded riparian forests. We aimed to evaluate the relationship between the initial development of the species saplings and shading levels, by analyzing variations in the concentration of chlorophylls (*a/b*), carotenoids, and foliar nitrogen, as well as biomass accumulation. Treatments with intermediary shading (30% and 50%) resulted in increased height and increased stem secondary growth. The lowest foliar nitrogen content was found in saplings grown under 70% shading. Saplings grown under 50% shading showed lower levels of chlorophyll *a* than of chlorophyll *b*, and consequently a lower chlorophyll *a/b* ratio than plants subjected to the other treatments. Overall, the best vegetative performance was observed in saplings grown under 30% and 50% shading. The full-sun growth condition is not recommended for the initial development of guanandi saplings.

**Keywords:** *Calophyllum brasiliense*, physiological quality, vegetative growth.

### INTRODUÇÃO

Guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) ocorre da região Amazônica até o norte de Santa Catarina, principalmente na floresta pluvial Atlântica (Oliveira & Joly 2010). Trata-se de uma planta com alto potencial madeireiro e com alta possibilidade de cultivo, útil no reflorestamento misto de matas ciliares degradadas (Schultz 2011, Silva *et al.* 2014). A espécie também possui propriedades medicinais, por apresentar metabólitos secundários com ação antibacteriana, moluscicida, anti-hipertensiva e com atividade contra imunodeficiência humana (HIV-1) (Noldin *et al.* 2006, Braga *et al.* 2007, Bernabé-Antonio *et al.* 2010, Carvalho *et al.* 2013). Está na lista de espécies florestais tropicais amazônicas que devem ser consideradas em programas de conservação de recursos genéticos *in situ* e *ex situ* (Carvalho 1994, Tropical Flora Reflorestadora 2014).

Apesar de haver grande interesse na sua comercialização são poucas as pesquisas voltadas para a obtenção de

alternativas viáveis e práticas para a produção de mudas (Silva *et al.* 2014). Contudo, a demora, em relação à emergência das plântulas, acarreta no aumento do custo da produção. Assim, para atenuar estes problemas, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos de base fisiológica, sobretudo no que diz respeito à germinação de sementes e crescimento inicial de mudas, no sentido de oferecer suporte a programas de recomposição de ambientes degradados (Almeida *et al.* 2004, Lisboa *et al.* 2012).

Apesar de fatores ambientais abióticos não serem forças isoladas que atuam sobre as plantas, a radiação é fundamental como fonte essencial e direta de energia, para o desenvolvimento de todos os vegetais (Lenhard *et al.* 2013). A luz solar desempenha papel relevante no controle dos processos associados ao acúmulo de biomassa (Vilela & Ravetta 2000) e contribui de forma inequívoca para o incremento do crescimento das plantas (Engel & Poggiani 1991, Silva *et al.* 2014).

1. Professora Doutora.

2. Doutoranda.

3. Professor Titular.

4. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia, Av. Doutor Sylvio Menicucci 1001, Kennedy, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

5. Professora Doutora, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Rua da Glória 187, Centro, CEP 39100-000, Diamantina, MG, Brasil.

\* Autor para contato. E-mail: [fernanda.nery@dbi.ufla.br](mailto:fernanda.nery@dbi.ufla.br)

Para quantificar a influência da luz no desenvolvimento das plantas, especialmente no seu crescimento, são empregados alguns parâmetros como altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, estrutura foliar interna, área foliar, taxa fotossintética, conteúdo de clorofila total, biomassa total e particionamento de biomassa entre os diferentes órgãos (Lima Jr *et al.* 2005). Pode-se avaliar a magnitude da necessidade de luz de uma espécie por meio de sombreamento artificial em viveiro, o que confere uniformidade de iluminação e permite isolar e quantificar o efeito da luz (Portela *et al.* 2001).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a relação entre o desenvolvimento inicial e diferentes níveis de sombreamento para adaptação e formação de mudas de guanandi sob condições de viveiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de guanandi foram produzidas a partir de sementes coletadas em árvores matrizes localizadas em área de preservação do Parque Quedas do Rio Bonito, município de Lavras, região sudeste do estado de Minas Gerais. Imediatamente após o beneficiamento, as sementes foram germinadas em rolo de papel Germitest®, à temperatura de 30 °C, na ausência de luz. As mudas permaneceram em viveiro sob 50% de sombreamento por um período de cinco meses. Após esse período, foram transplantadas para tubos de PVC contendo 5 kg de substrato à base de terra de subsolo e areia (2:1), sendo incorporados ao substrato, 5 kg.m<sup>-3</sup> de superfosfato simples e 2,5 kg.m<sup>-3</sup> de cloreto de potássio. A seguir, as mudas foram transferidas para três níveis de sombreamento (30%, 50% e 70%) e um tratamento a pleno sol (0%) como controle.

As mudas foram avaliadas mensalmente quanto à altura (do colo ao ápice da planta), diâmetro de colo (tomado a 3 cm acima do nível do solo) e número de folhas, em 50 plantas para cada tratamento.

Ao término do experimento, foram tomadas 25 plantas de cada tratamento, separadas em folhas, caule e raízes. Foi realizada a secagem estufa a 70 ± 2 °C por 72 horas, seguido pela avaliação da matéria seca (g) acumulada nas diferentes partes da planta. A área foliar foi avaliada em 10 plantas de cada tratamento, utilizando-se um integrador de área foliar MODEL LI-3100 Area Meter marca LICOR. Para a determinação do teor de nitrogênio total foram coletadas cinco folhas simples completamente expandidas, sendo quatro folhas por tratamento. Utilizou-se o método de micro-Kjeldahl (AOAC 1990), aplicando-se o fator 6,25 para o cálculo. A determinação dos teores de clorofilas *a*, *b* e total foram realizadas segundo a metodologia de Arnon (1949), em cinco plantas por tratamento, a partir de três folhas simples completamente expandidas, retiradas na região mediana das plantas. Os dados foram expressos em µg.g<sup>-1</sup> matéria fresca (MF). Os teores de carotenoides foram determinados a partir de cinco folhas maduras e completamente expandidas por tratamento, localizadas no 3º internó do terço superior da planta. Após a coleta, as folhas foram imediatamente

acondicionadas em papel alumínio e mantidas cobertas por gelo. A extração e a quantificação dos carotenoides foram realizadas segundo a metodologia descrita por Duke & Kenyon (1986), e os cálculos feitos usando o coeficiente de absorvidade molar de Sandmann & Boger (1983), após a leitura em espectrofotômetro (Beckman DU-640) a 445 nm.

Os ensaios, para a determinação de todas as características avaliadas, seguiram o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos representados por quatro níveis de sombreamento (30%, 50%, 70% e a pleno sol), sendo cada unidade experimental constituída de uma planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2014), sendo as médias comparadas entre os tratamentos pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas cultivadas sob 50% de sombreamento acumularam maior quantidade de matéria seca em relação aos demais tratamentos (Tab. 1). Os dados obtidos mostram ainda que, plantas expostas a condições extremas de irradiância (pleno sol e 70% de sombreamento) tiveram sua massa seca foliar reduzida em relação às cultivadas sob 30% e 50% de sombreamento. Plantas cultivadas em níveis intermediários de sombreamento (30% e 50%) alocaram maior percentual de biomassa para estruturas como caule e raízes, enquanto as plantas sob pleno sol alocaram uma maior quantidade de matéria seca somente para as raízes, fato confirmado pela maior relação raiz/parte aérea (Tab. 1), provavelmente como uma estratégia da espécie no sentido de amenizar eventuais condições de estresse ocasionado no solo.

O crescimento inicial em *Euterpe edulis* Mart. (Areaceae) e *Cryptocarya aschersoniana* Mez. (Lauraceae), espécies florestais ameaçadas de extinção, também foi avaliado sob diferentes condições de sombreamento. As plantas de ambas as espécies sob condições de sombreamento moderado (30% e 50%) apresentaram maior desempenho de crescimento da parte aérea, com maior acúmulo de matéria seca foliar em relação às plantas sob maior irradiância e, como consequência, menor alocação de assimilados para o sistema radicular e, portanto, menor

**Tabela 1.** Biomassa seca de raízes, caules, folhas, total e relação raiz/parte aérea de plantas jovens de guanandi submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

| Níveis de sombreamento | Massa seca (g) |         |         |          | Relação raiz/parte aérea |
|------------------------|----------------|---------|---------|----------|--------------------------|
|                        | Folhas         | Caules  | Raízes  | Total    |                          |
| Pleno sol (0%)         | 4,12 b         | 3,44 b  | 6,29 ab | 13,85 b  | 0,86 a                   |
| 30%                    | 5,10 a         | 4,11 ab | 6,50 ab | 15,72 ab | 0,71 b                   |
| 50%                    | 5,45 a         | 4,64 a  | 7,12 a  | 17,20 a  | 0,71 b                   |
| 70%                    | 4,05 b         | 3,47 b  | 5,64 b  | 13,16 b  | 0,73 ab                  |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

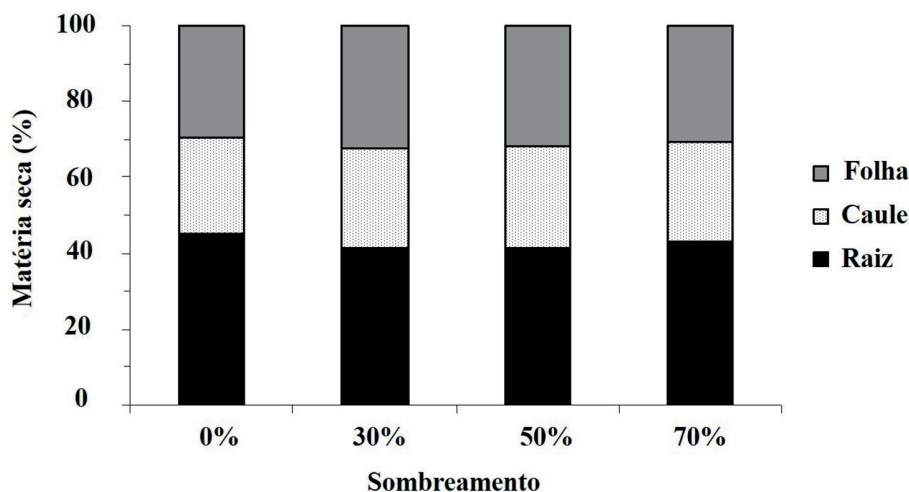


Figura 1. Particionamento de biomassa seca em plantas jovens de guanandi submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

razão raiz/parte aérea (Almeida *et al.* 2004), de modo similar ao guanandi.

Analisando a distribuição percentual da alocação de biomassa nos diferentes órgãos das plantas de guanandi, verifica-se que, em média, 45% de fotoassimilados foram alocados para as raízes em todos os níveis de sombreamento avaliados. Cerca de 20% a 25% da biomassa seca produzida pelas plantas foi alocada para o caule, não havendo diferenças entre os tratamentos, e aproximadamente 30% da biomassa total foi alocada para as folhas (Fig. 1). Essa menor distribuição de biomassa para raízes sob baixas condições de luminosidade é um fato relativamente conhecido, refletindo, provavelmente uma resposta a atributos que favorecem o ganho de carbono sob níveis menores de irradiância como aumento da superfície foliar, ou uma estratégia fototrópica como aumento em altura (Walters *et al.* 1993, Meira *et al.* 2012). Lima *et al.* (2010) obteve resultados semelhantes em *Hymenaea courbaril*, demonstrando que o sombreamento favorece o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular.

Existe uma tendência no crescimento vertical de plantas sob condições de sombreamento (Campos & Uchida 2002, Alvarenga *et al.* 2003, Kissmann *et al.* 2013), como observado neste estudo, onde os tratamentos com sombreamento intermediário (30% e 50%), foram os que exibiram as plantas com maior altura (Tab. 2).

Tabela 2. Valores médios de altura (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas e comprimento de raiz (cm) de plantas jovens de guanandi, submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

| Níveis de sombreamento | Altura (cm) | Diâmetro do colo (mm) | Número de folhas | Comprimento da raiz (cm) |
|------------------------|-------------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| Pleno sol (0%)         | 24,63 b     | 5,17 b                | 11,96 b          | 16,80 a                  |
| 30%                    | 29,02 a     | 5,97 a                | 13,34 a          | 21,40 a                  |
| 50%                    | 29,23 a     | 6,16 a                | 13,63 a          | 21,00 a                  |
| 70%                    | 24,96 b     | 5,13 b                | 10,91 c          | 21,90 a                  |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Comportamento semelhante foi observado para o crescimento secundário do caule, cujos valores médios de diâmetro foram maiores nas condições de sombreamento intermediário (30% e 50%) e plantas com caule menos robusto ocorreram nos tratamentos a pleno sol e a 70% de sombreamento (Tab. 2). Plantas com maior número de folhas foram obtidas nas condições de 30% e 50% de sombreamento e não foram observadas diferenças entre os tratamentos para comprimento de raiz, com as médias entre 16,8 e 21,9 cm (Tab. 2).

Com relação à área foliar, plantas cultivadas sob condições menos sombreadas (30% e 50%), exibiram maior crescimento em superfície do limbo foliar em relação às cultivadas sob pleno sol e 70% de sombreamento. Quanto à área foliar específica (AFE) e a espessura do limbo foliar não foram encontradas diferenças entre os níveis de sombreamento de guanandi (Tab. 3), resultados que de certa maneira divergem dos citados por Lima Jr *et al.* (2005), com as maiores AFE sendo observadas em plantas parcialmente sombreadas a 50% e 70%, provavelmente devido a modificações na espessura das camadas de células epidérmicas e parenquimáticas para guanandi.

No que diz respeito à área foliar total, vários estudos com inúmeras espécies arbóreas submetidas a diferentes níveis de irradiância sob condições de viveiro destacam aumento na superfície foliar com o aumento do sombreamento, a fim de compensar as menores taxas fotossintéticas sob condições mais sombreadas (Campos &

Tabela 3. Valores médios de área foliar, área foliar específica (AFE) e espessura do limbo de folhas de plantas jovens de guanandi, submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

| Níveis de sombreamento | Área foliar (dm <sup>2</sup> ) | AFE (dm <sup>2</sup> /g) | Espessura do limbo (μm) |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Pleno sol (0%)         | 2,90 b                         | 0,39 a                   | 347,10 a                |
| 30%                    | 3,72 ab                        | 0,44 a                   | 344,40 a                |
| 50%                    | 4,47 a                         | 0,41 a                   | 332,10 a                |
| 70%                    | 3,37 b                         | 0,44 a                   | 323,70 a                |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Teores de clorofilas *a*, *b*, total ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de matéria fresca, MF) e relação clorofila *a/b* em folhas de plantas de guanandi, submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

| Níveis de sombreamento | Clorofila <i>a</i><br>( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF) | Clorofila <i>b</i><br>( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF) | Clorofila total<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF) | Relação clorofila<br><i>a/b</i> |
|------------------------|---|---|--|---------------------------------|
| Pleno sol (0%)         | 0,129 a   | 0,042 b   | 0,172 ab   | 3,043 a                         |
| 30%                    | 0,134 a   | 0,058 a   | 0,192 a  | 2,368 ab                        |
| 50%                    | 0,098 b   | 0,055 ab  | 0,152 b  | 1,762 b                         |
| 70%                    | 0,131 a   | 0,053 ab  | 0,185 ab   | 2,534 b                         |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Uchida 2002, Morais *et al.* 2003, Alvarenga *et al.* 2003), fato também ocorrido neste estudo em nível de 50% de sombreamento (Tab. 3). Boerger & Wisniewski (2003) realizaram um estudo da anatomia foliar de guanandi em árvores do sul do Brasil, notando que a área foliar no estágio sucessional intermediário foi maior do que no estágio avançado. A AFE foi cerca do dobro dos valores observados neste trabalho (Tab. 3) e a espessura total do limbo foi inferior à observada no presente estudo (Tab. 3). Essas diferenças revelam que a espécie apresenta plasticidade anatômica adaptando-se a diferentes condições ambientais, como observado anteriormente para outras espécies florestais (Justo *et al.* 2005, Lima Jr *et al.* 2006).

Em relação à concentração de pigmentos cloroplásticos foram observados maiores valores de clorofila *a* ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  MF) em folhas submetidas a pleno sol, 30% e 70% de sombreamento em relação às mudas cultivadas em nível intermediário de sombra (50%). Todavia, a clorofila *b* ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  MF) foi mais expressiva nas plantas cultivadas sob 30% de sombreamento e menor em mudas a pleno sol. O teor de clorofila total ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  MF) foi maior também a 30% de sombreamento e menor a 50% de sombreamento. A relação clorofila *a/b* foi maior em mudas a pleno sol e menor em mudas sob 50% e 70% de sombreamento (Tab. 4). Lima *et al.* (2010), estudando os teores de clorofila em folhas de plantas jovens de *Hymenaea courbaril*, observaram maiores valores de clorofila total e clorofila *a* ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  MF) nas folhas expostas a 50% e 70% de sombreamento em relação a 30% e a pleno sol. Os autores ainda relatam que a concentração de clorofila *b* diminuiu em plantas cultivadas a pleno sol, o que veio a favorecer uma maior relação clorofila *a/b* nessas condições de irradiância. Segundo Engel & Poggiani (1991), o aumento da clorofila *b* em diferen-

tes ambientes, sobretudo em ambientes sombreados, provavelmente esteja associado ao seu metabolismo de degradação mais lento em relação à clorofila *a*. Embora menores proporções relativas entre clorofilas *a* e *b* sejam uma condição favorável para o melhor desempenho do crescimento e do desenvolvimento de plantas sob baixos níveis de irradiância, existem espécies que não apresentam variações significativas ( $p < 0,05$ ) nessas relações, mesmo quando cultivadas a pleno sol, como *Myrtus communis* L. (Mendes *et al.* 2001).

Em relação ao teor de nitrogênio foliar, verifica-se que as plantas de guanandi cultivadas em 30% de sombreamento e a pleno sol acumularam maior teor de nitrogênio (Tab. 5), em relação aos demais níveis de sombreamento. Os menores valores foram observados nas plantas mais sombreadas cultivadas sob 70% de sombreamento. Os resultados apresentados na Tab. 5 seguem tendências semelhantes a estudos realizados por Ellsworth & Reich (1992), os quais afirmam que plantas sob pleno sol alocam mais nitrogênio para as folhas, à medida que aumenta a disponibilidade de fótons fotossinteticamente ativos. Os resultados sugerem que a deficiência da radiação solar incidente nas plantas sombreadas restringiu a formação de equivalentes redutores e açúcares necessários à assimilação do nitrogênio, impossibilitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de matéria seca de folhas (Lima *et al.* 2011).

Com relação aos carotenoides foram verificadas diferenças quanto aos níveis de sombreamento testados (Tab. 5). Nas plantas cultivadas a 30% de sombreamento, observou-se uma tendência em acumular carotenoides que as plantas submetidas a outros níveis de sombra. Considerando-se esses pigmentos, as plantas apresentaram tendência semelhante de comportamento para teores de clorofila total e relação clorofilas *a/b* (Tab. 4). Os resultados referentes aos pigmentos cloroplásticos revelam que as plantas desenvolvem diferentes estratégias no sentido de aumentar a eficiência desses pigmentos fotossintéticos no aproveitamento da radiação, difusa sob sombreamento e sua proteção contra a foto-oxidação em ambientes com maior luminosidade.

Assim, o controle da radiação solar, pelas telas de sombreamento permite a formação de mudas mais vigorosas, com melhores condições de se adaptar em campo no momento do transplantio, além de ser uma forma mais barata e sustentável para maximizar a produção.

**Tabela 5.** Teores de nitrogênio total (%) e carotenoides ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de matéria fresca, MF) em folhas de plantas de guanandi, submetidas a diferentes níveis de sombreamento.

| Níveis de sombreamento | Nitrogênio total<br>(%) | Carotenoides<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MF) |
|------------------------|-------------------------|---|
| Pleno sol              | 5,80 a                  | 719,55 b  |
| 30%                    | 5,92 b                  | 1484,55 a   |
| 50%                    | 5,53 ab                 | 583,54 b  |
| 70%                    | 5,06 b                  | 950,18 ab   |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.



## CONCLUSÃO

As plantas de guanandi apresentaram melhor desenvolvimento inicial a 30% e a 50% de sombreamento, devido ao maior percentual de biomassa distribuída em suas estruturas, maior altura, caule mais robusto, aumento da superfície foliar, maior teor de nitrogênio foliar e menor relação clorofila *a/b*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro para a execução do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. P., ALVARENGA, A. A., CASTRO, E. M., ZANELA, S. M. & VIEIRA, C. V. 2004. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*, 34: 83-88.
- ALVARENGA, A. A. D., CASTRO, E. M. D., JUNIOR, L., CASTRO, E. & MAGALHÃES, M. M. 2003. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in south-eastern Brazil. *Revista Árvore*, 27: 53-57.
- ARNON, D. I. 1949. Copper enzymes in isolates chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1990. *Methods of the association of official analytical chemists*. 15<sup>th</sup> ed. Washington: AOAC.
- BERNABÉ-ANTONIO, A., ESTRADA-ZUNIGA, M. E., BUENDÍA-GONZÁLEZ, L., REYES-CHILPA, R., CHÁVEZ-ÁVILA, V. M. & CRUZ-SOSA, F. 2010. Production of anti-HIV-1 calanolides in a callus culture of *Calophyllum brasiliense* (Cambes). *Plant Cell, Tissues and Organ Culture*, 103: 33-40.
- BOERGER, M. R. T. & WISNIEWSKI, C. 2003. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 26: 61-72.
- BRAGA, F. C., SERRA, C. P., VIANA JUNIOR, N. S., OLIVEIRA, A. B., CORTES, S. F. & LOMBARDI, J. A. 2007. Angiotensin-converting enzyme inhibition by Brazilian plants. *Fitoterapia*, 78: 353-358.
- CAMPOS, M. A. A. & UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 281-288.
- CARVALHO, H. D. O., MEDEIROS, B. J., SÁ, B. M. D., ARAÚJO, J. T., KAWAKAMI, M. Y., FAVACHO, H. A. & CARVALHO, J. C. T. 2013. Study of dissolution profiles and disintegration of capsules containing the dried hydroethanolic extract of *Calophyllum brasiliense*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23: 194-199.
- CARVALHO, P. E. R. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ.
- DUKE, S. O. & KENYON, W. H. 1986. Effects of dimethazone (FMC 57020) on chloroplast development II. Pigment synthesis and photosynthetic function in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) primary leaves. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 25: 11-18.
- ELLSWORTH, D. S. & REICH, P. B. 1992. Leaf mass per area, nitrogen content and photosynthetic carbon gain in *Acer saccharum* seedlings in contrasting forest light environments. *Functional Ecology*, 6: 423-435.
- ENGEL, V. L. & POGGIANI, F. 1991. Estudo da concentração de clorofilas 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*, 3: 39-45.
- FERREIRA, D. F. 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38: 109-112.
- JUSTO, C. F., SOARES, Â. M., GAVILANES, M. L. & CASTRO, E. M. D. 2005. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). *Acta Botanica Brasílica*, 19: 111-123.
- KISSMANN, C., SCALON, S. D. P. Q. & TEODÓSIO, T. K. C. 2013. Condicionamento das sementes e sombreamento na emergência e no crescimento de plantas de *Bixa orellana* L. *Revista de Ciências Agrárias*, 36: 48-56.
- LENHARD, N. R., PAIVA NETO, V. B., SCALON, S. D. P. Q. & ALVARENGA, A. A. 2013. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43: 178-186.
- LIMA, M. C., AMARANTE, L. D., MARIOT, M. P., & SERPA, R. 2011. Growth and production of photosynthetic pigments in *Achillea millefolium* L. grown under different levels of shading and nitrogen. *Ciência Rural*, 41: 45-50.
- LIMA, A. L. D. S., ZANELLA, F. & CASTRO, L. D. M. D. 2010. Growth of *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. and *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) under different shading levels. *Acta Amazonica*, 40: 43-48.
- LIMA JR, É. D. C., ALVARENGA, A. A., CASTRO, E. M., VIEIRA, C. V., & OLIVEIRA, H. M. 2005. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Ciência Rural*, 35: 1092-1097.
- LIMA JR., E. D. C., ALVARENGA, A. A. D., CASTRO, E. M. D., VIEIRA & C. V., BARBOSA, J. P. R. A. D. 2006. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, 30: 33-41.
- LISBOA, A. C., SANTOS, P. S. D., OLIVEIRA NETO, S. N. D., CASTRO, D. N. D. & ABREU, A. H. M. 2012. Defeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. *Revista Árvore*, 36: 603-609.
- MEIRA, M. R., MARTINS, E. R. & MANGANOTTI, A. 2012. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, 14: 352-357.
- MENDES, M. M., GAZARINI, L. C. & RODRIGUES, M. L. 2001. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environment - effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. *Environment and Experimental Botany*, 45: 165-178.
- MORAIS, H., MARUR, C. J., CARAMORI, P. H., RIBEIRO, A. D. A. & GOMES, J. C. 2003. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 1131-1137.
- NOLDIN, V. F., ISAIAS, D. B. & CECHINEL-FILHO, V. 2006. Gênero *Calophyllum*: importância química e farmacológica. *Química Nova*, 29: 549-554.
- OLIVEIRA, V. C & JOLY, C. A. 2010. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth response. *Trees*, 24: 185-193.
- PORTELA, R. C., SILVA, I. L. & PINÃ-RODRIGUES, F. 2001. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. *Ciência Florestal*, 11: 163-170.
- SANDMANN, G. & BOGER, P. 1983. Comparison of the bleaching activity of norflurazon and oxyfluorfen. *Weed Science*, 31: 338-341.
- SCHULTZ, J. 2011. *Calophyllum brasiliense*: Olandi. In: CORADIN, L., SIMINSKI, A. & REIS, A. (Eds.) *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- SILVA, R. C., VIEIRA, E. S. N. & PANOBIANCO, M. 2014. Técnicas para superação da dormência de sementes de guanandi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49: 719-727.

TROPICAL FLORA REFLORESTADORA. 2014. *Calophyllum brasiliense* e suas características. Disponível em:<<http://www.tropicalflora.com.br/pt/reflorestamento/og.jsp>> Acesso em 24 de Jun de 2015.

VILELA, A. E. & RAVETTA, D. A. 2000. The effect of radiation on seedling growth and physiology in four species of *Proposis* L. (Mimosaceae). *Journal of Arid Environment*, 44: 415-423.

WALTERS, M. B., KRUGER, E. L. & REICH, P. B. 1993. Growth, biomass distribution and CO<sub>2</sub> exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. *Oecologia*, 94: 7-16.