



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS  
CAMPUS DE PATOS**



**ROBERTA PATRÍCIA DE SOUSA SILVA**

**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE *Microdesmia rigida* (Benth.)  
Sothers & Prance MANTIDAS SOB SOMBREAMENTO**

**PATOS – PB – BRASIL**

**2020**

ROBERTA PATRÍCIA DE SOUSA SILVA

**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS DE MUDAS *Microdesmia rigida* (Benth.)  
Sothers & Prance MANTIDAS SOB SOMBREAMENTO**

.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo, e Tecnologia dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientador:** Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire.

**PATOS – PB – BRASIL**

**2020**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

S586c

Silva, Roberta Patrícia de Sousa

Crescimento e trocas gasosas de mudas de *Microdesmia rigida* (Benth.)  
Sothers & Prance mantidas sob sombreamento / Roberta Patrícia de Sousa Silva.  
– Patos, 2020.

55f.: il. color.

Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

“Orientação: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire”.

Referências.

1. Oiticica. 2. Luminosidade. 3. Caatinga. 4. Semiárido. I. Título.

CDU 630\*9

**ROBERTA PATRÍCIA DE SOUSA SILVA**

**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE *Microdesmia rigida*  
(Benth.) Sothers & Prance MANTIDAS SOB SOMBREAMENTO**

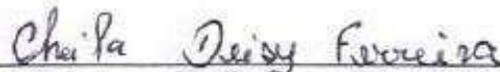
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande/CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: 13 de fevereiro de 2020.



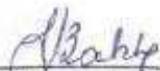
---

**Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire**  
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(Orientador)



---

**Prof. Dr. Cheila Deisy Ferreira**  
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(1º Examinador)



---

**Prof. Dr. Ivonete Alves Bakke**  
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(2º Examinador)

**Dedico** à minha mãe Maria Lúcia Gomes, ao meu irmão Renan e, em especial, à minha avó Maria Rita (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus Jeová, por ter me dado forças em toda essa caminhada difícil, pela saúde a mim concedida para vencer todas as etapas e obstáculos, principalmente a mental. Dedico a Ti, senhor!

À minha Guerreira e exemplo de tudo que eu quero ser se um dia for mãe, Lúcia Gomes, obrigada pelo apoio incondicional, pela compreensão e por aquietar todas as minhas angústias e inseguranças nessa vida acadêmica. Amo demais a senhora!

Ao meu querido irmão Renan, que tanto faz por mim em cuidar da nossa mãe enquanto estou pelo mundo tentando vencer através da formação superior. Obrigada por tudo! Isso é pela nossa família.

À minha querida avó paterna Maria Rita, que sempre acreditou em mim quando me falava desde pequena que seria a formada da família. Olha onde estou, vizinha! A senhora foi meu grande amor.

Às minhas grandes amigas que considero irmãs, Joana, Jeane e Mayra. Vocês me incentivam e me encorajam em todos os momentos da minha vida e não seria diferente na vida de estudante. A engenheira de vocês está concluindo mais uma etapa. Amo vocês!

Às minhas amigas Joyce, Joicy, Maria e Jaine por todo apoio, principalmente no começo dessa trajetória, e por tornar sempre alegres nossos momentos. Amo muito vocês!

A Fatinha, Zezinho e Zé Ferreira, três funcionários do Campus de Patos que se tornaram grandes amigos e confidentes, em especial, a Zezinho por ter me ajudado a montar a estrutura do experimento no viveiro com seu conhecimento empírico que nem os mais inteligentes fariam. A sua simplicidade e bondade são qualidades que sempre vou tentar imitar. Obrigada amigo! Um dia voltarei.

Em especial, ao meu grande amigo irmão Sérgio. Não tenho nem palavras para lhe agradecer, são quase sete anos de cumplicidade e ajuda no curso e na pós-graduação.

Ao meu orientador professor Lucineudo, pela confiança de me ter dado esta oportunidade. Sempre o admirei e quis trabalhar com o senhor, obrigada pela paciência, pelos ensinamentos, enfim, sempre me lembrarei do senhor com ternura.

Aos Professores, Ivonete, Patrícia, Beth, Joedla, Jacob, Éder e, em especial, Francisco, Naelza e Carminha, que se tornaram grandes amigos com quem sei que posso sempre contar.

À turma da Pós-graduação em Ciências Florestais, em especial, Angélica e Ediglécia. Aos meus grandes amigos Sérgio e Amanda. Muito obrigada por toda ajuda com o experimento

e por tudo mais que compartilhamos durante esses dois anos, pois sem vocês não conseguiria. São mais que amigos e sei que posso sempre contar com vocês.

Aos amigos que fiz no Campus de Patos, Josuelo, Victória, Thais e, em especial, Sávio e Estevão. Vocês foram os melhores amigos que alguém poderia ter. Muito obrigada por tornarem os meus dias mais felizes em Patos. Viraram irmãos! Amo vocês demais!

Para finalizar, aos membros da banca examinadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivonete Alves Bakke e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cheila Deisy Ferreira; agradeço por suas contribuições para a melhoria da pesquisa e por integrar a banca examinadora. Desejo-lhes votos de saúde e paz.

Enfim, a todos que contribuíram de maneira direta e indiretamente para a realização desta pesquisa, meus agradecimentos, inclusive àqueles que não foram mencionados.

Que Deus sempre nos abençoe e nos proteja.

**Muito Obrigada!!**

*Histórias, nossas histórias, dias de luta, dias de glória. ”*

**Alexandre Magno Abrao**

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Valores médios de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa fotossintética (A) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) de mudas de oiticica aos 30, 60 e 90 dias de sombreamento. .... 40
- Tabela 2** – Teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total e razão clorofila *a/b* de mudas de oiticica mantidas em diferentes níveis de sombreamento. .... 42
- Tabela 3** – Altura (A), diâmetro do caule (D), razão altura/diâmetro (RAD), taxa de crescimento absoluto (TCA) e área foliar (AF) de mudas de oiticica mantidas em diferentes níveis de sombreamento. .... 43
- Tabela 4** – Peso da matéria seca do caule (PMSC), das folhas (PMSF), raízes (PMSR), da parte aérea (PMSPA), total (PMSTotal), razão raiz/parte aérea (R/PA) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de oiticica mantidas em diferentes níveis de sombreamento. .... 44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Bioma Caatinga.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 A oiticica (<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers &amp; Prance) .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 A luz e a fisiologia das plantas .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Produção e qualidade de mudas florestais .....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>O SOMBREAMENTO E SEUS REFLEXOS NO CRESCIMENTO E NAS TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE <i>Microdesmia rigida</i> (BENTH.) SOTHERS &amp; PRANCE.....</b>	<b>33</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1 Generalidades.....</b>	<b>37</b>
<b>2.2 Parâmetros avaliados .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.....</b>	<b>39</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Trocas gasosas e teores de clorofila .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Parâmetros de crescimento e qualidade de mudas .....</b>	<b>43</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

SILVA, Roberta Patrícia de Sousa. **Crescimento e trocas gasosas de mudas de *Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance mantidas sob sombreamento**. 2020. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos — PB. 55p

## RESUMO

Em virtude da importância da intensidade luminosa no crescimento de mudas durante a fase de viveiro e da inexistência de informações a esse respeito em plantas de oiticica (*Microdesmia rigida*), este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento no crescimento e nas trocas gasosas de mudas das plantas. A pesquisa foi conduzida no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), Campus de Patos. Foram avaliados os níveis de 0% (Sol pleno), 50% e 70% de sombreamento, dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 15 plantas. Os parâmetros de crescimento das mudas e os fisiológicos avaliados foram: altura, taxa de crescimento absoluto, diâmetro, razão altura/diâmetro, área foliar, razão raiz parte aérea, índice de qualidade de Dickson (IQD), taxa de transpiração, condutância estomática, taxa de fotossíntese, concentração interna de CO<sub>2</sub>, toeres de clorofila *a*, *b* e total. O sombreamento promoveu redução na taxa de transpiração, aumento da condutância estomática das plantas aos 30 e 60 dias do início dos tratamentos e, na taxa de fotossíntese das plantas, aos 90 dias. A concentração interna de CO<sub>2</sub> aumentou com o sombreamento, exceto aos 60 dias, em que ocorreu decréscimo à proporção que a intensidade luminosa incidente diminuiu. Em relação à concentração de pigmentos, para clorofila *a* não foram observadas diferenças entre o tratamento 50% de sombreamento e sol pleno; no entanto, a clorofila *b* e clorofila total foram maiores no tratamento com 70% de sombreamento. Em relação ao crescimento, os ambientes sombreados proporcionaram incremento em altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, além de maior acúmulo de massa seca e IQD. Recomenda-se a produção de mudas de oiticica, durante a fase de viveiro, sob 50% de sombreamento, em virtude de essa condição proporcionar a obtenção de melhores índices de qualidade de mudas.

**Palavras-chave:** Oiticica, luminosidade, Caatinga, semiárido

SILVA, Roberta Patrícia de Sousa. **Growth and gas exchange of *Microdesmia rígida* (Benth.) Sothers & Prance seedlings kept under shade.** 2020. Masters Dissertation in Forest Sciences. CSTR / UFCG, Patos - PB. 55pgs

### ABSTRACT

Due to the importance of light intensity in the growth of seedlings during the nursery phase, and the lack of information in this regard in oiticica plants (*Microdesmia rígida*), this work aimed to evaluate the effect of shading on growth and gas exchange of plant seedlings. The research was conducted at the Forest Nursery of the Academic Unit of Forest Engineering, at the Rural Health and Technology Center of the Federal University of Campina Grande (CSTR / UFCG) (Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande), Campus in Patos. Levels of 0% (full sun), 50% and 70% of shading were evaluated, arranged in a completely randomized design (DIC), with four replications of 15 plants. The growth parameters of the seedlings and physiological evaluated were: height, absolute growth rate, diameter, height/diameter ratio, leaf area, root-shoot ratio, Dickson's quality index (DQI), sweating rate, stomatal conductance, rate photosynthesis, internal CO<sub>2</sub> concentration, levels of chlorophyll *a*, *b* and total. Shading promoted a reduction in the rate of transpiration, an increase in the stomatal conductance of plants at 30 and 60 days after the beginning of treatments, and in the rate of photosynthesis of plants, at 90 days. The internal CO<sub>2</sub> concentration increased with shading, except at 60 days, when there was a decrease as the incident light intensity decreased. Regarding the concentration of pigments, for chlorophyll *a* no differences were observed between the 50% shading and full sun treatment; however, chlorophyll *b* and total chlorophyll were higher in the treatment with 70% shading. In relation to growth, shaded environments provided an increase in plant height, stem diameter, leaf area, in addition to greater accumulation of dry mass, and IQD. It is recommended to produce oiticica (*Microdesmia rígida*) seedlings under 50% shading during the nursery phase, as this condition provides the achievement of better seedling quality indexes.

**Keywords:** Oiticica (*Microdesmia rígida*), luminosity, Caatinga, semiarid

## 1 INTRODUÇÃO

A região semiárida ocupa boa parte do Nordeste brasileiro numa área de aproximadamente 980.00 km<sup>2</sup> (GUSMÃO et al., 2016) e apresenta clima quente e seco, com chuvas irregulares e mal distribuídas durante os meses do ano, além de elevados níveis de radiação e temperatura. Possui como vegetação característica a Caatinga, que apresenta alta diversidade e endemismo, além de heterogeneidade marcante com várias fisionomias, compondo assim um ambiente de extrema importância biológica. As espécies deste bioma precisam ajustar-se ao ambiente, muitas vezes, hostil, desenvolvendo estratégias morfológicas e fisiológicas como a caducifolia, folhas diminutas, espécies suculentas como as Cactaceae, além do desenvolvimento de espinhos e acúleos.

Ambientes de maior luminosidade como a região semiárida apresentam temperaturas elevadas e conseqüentemente maiores índices de pressão de vapor, aumentando os efeitos no metabolismo vegetal e reduzindo a taxa fotossintética, pois há o fechamento dos estômatos, resultando em menor captação de CO<sub>2</sub> (FAVARETTO et al., 2011). Nas regiões tropicais, a elevada radiação ultrapassa o que de fato as espécies utilizam no processo de fotossíntese, afetando o fotossistema II (COSTA et al., 2015).

A presença da luz está diretamente ao processo fotossintético das plantas, pois esta é fonte primária de energia para os vegetais, atuando diretamente no desenvolvimento inicial e no crescimento. Dessa forma, para se obter êxito no processo de produção de mudas em viveiros florestais, é fundamental a realização de estudos com diferentes luminosidades, pois a exigência de luz varia conforme a espécie.

A exigência de luz pelas espécies pode ser avaliada utilizando o sombreamento, pois oferece uniformidade na iluminação e permite que o efeito da luz seja quantificado (PORTELA; SILVA, 2001). O sombreamento consiste em verificar o crescimento sob diferentes níveis de luminosidade, no sentido de avaliar as exigências das espécies em estudo ao longo da fase de produção de mudas em viveiro (CÂMARA; ENDRES, 2008).

A oiticica (*Microdesmia rigida* (Benth) Sothers & Prance), nativa arbórea do Bioma Caatinga, com copa adensada e tronco curto, é encontrada em matas ciliares do Nordeste brasileiro (DINIZ et al. 2008). Esses autores relatam ainda que é uma espécie de grande importância na região semiárida em vários aspectos, porque se mantém verde (perenifólia) no ambiente, preserva a margem dos riachos temporários da caatinga e, no passado, suas sementes foram bastante empregadas para a produção de sabão e como matéria prima para fabricação de tintas para automóveis, vernizes e biodiesel. Atualmente não tem sido relatado nenhum uso

comercial, apenas o seu potencial melífero, mantendo as colmeias durante o período de seca na região (PALMEIRA, 2006).

A ação antrópica no bioma Caatinga tem trazido sérias consequências, levando algumas áreas ao processo de desertificação, sendo urgente que se desenvolvam ações que visem diminuir tal processo, bem como revegetar essas áreas degradadas. Nesse contexto, a produção de mudas de qualidade é fundamental e, dentro dessa etapa, a luz constitui fator essencial a ser considerado. Em virtude de se tratar de uma espécie fundamental na recomposição e proteção de matas ciliares e devido à forte pressão antrópica sofrida no bioma Caatinga, acaba por expor as espécies que compõem o estrato arbóreo a índices elevados de luminosidade, prejudicando a sua regeneração natural.

São inexistentes os estudos abordando o comportamento fisiológico e os aspectos relacionados à produção de mudas dessa espécie. Tais informações são essenciais para que se obtenha sucesso na produção de mudas de qualidade e, dessa forma, nas etapas futuras de crescimento e estabelecimento no campo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito do sombreamento no crescimento e nas trocas gasosas de mudas de *Microdesmia rigida* em viveiro.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Verificar o crescimento das mudas mantidas em diferentes condições de sombreamento;
- Determinar o melhor nível de sombreamento para mudas de oiticica durante a fase de viveiro sob condições semiáridas;
- Verificar o efeito de diferentes níveis de sombreamento na capacidade fotossintética das plantas;
- Avaliar os efeitos do sombreamento na produção de pigmentos fotossintéticos pelas plantas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Bioma Caatinga

A caatinga estende-se por cerca de 844.453 km<sup>2</sup>, o equivalente a 11% do território nacional, abrangendo quase por completo os 980.000 km<sup>2</sup> da região semiárida nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais (MMA, 2011; GUSMÃO et al., 2016).

A pouca disponibilidade de água durante quase toda parte do ano ocorre devido a uma combinação das altas taxas de evapotranspiração, com baixas precipitações, geralmente concentradas em curtos intervalos de três a cinco meses. O bioma é considerado bastante peculiar devido às diferenças fisionômicas, ecológicas e principalmente florísticas (MAIA, 2004; QUEIROZ, 2009).

Como o bioma está incluído na região semiárida, as espécies endêmicas precisam adaptar-se às condições climáticas adversas, principalmente em relação às estações que podem ser divididas em dois períodos distintos: o chuvoso, denominado de “inverno”, que geralmente dura três a cinco meses, e o de “verão”, com duração de sete a nove meses (BARBOSA, 2003).

Em decorrência dessas condições, a vegetação está condicionada ao déficit hídrico na região em razão das irregularidades das chuvas, porém percebe-se que este fator é agravado pela associação de outras características da região, como altas temperaturas e intensidade luminosa, provocando a dessecação do solo, em virtude da elevada evaporação (TROVÃO et al., 2007).

Em relação aos solos com exceções, estes são predominantemente jovens, pedregosos, com pouca capacidade de retenção de água, compactados (ALVES et al., 2009). Nesses ambientes semiáridos, ocorrem grandes variabilidades espaciais de solos, com alta predominância e solos rasos (Neossolos litólicos, Planossolos com carácter nátrico ou solódico), outros poucos de fertilidade natural (Vertissolos e Luvisolos, rasos) e os profundos restritos a coberturas sedimentares. Dessa forma, estes solos apresentam características intrínsecas que os deixam altamente susceptíveis à degradação física, requerendo, assim, estratégias de manejo e conservação para uso sustentável (AMARAL et al., 2015).

A vegetação em virtude dos períodos de estiagem é formada por plantas caracterizadas como arbóreas ou arbustivas de médio a pequeno porte, com adaptações de proteção como espinhos, acúleos e tricomas urtigantes e microfilia (PRADO, 2003).

A formação vegetal possui características bem definidas em função da necessidade de resistência à seca. Adaptações e mecanismos fisiológicos e anatômicos são utilizados para a máxima captação e armazenamento de água pelas plantas na estação chuvosa. Dentre os mecanismos mais marcantes e característicos das espécies da caatinga estão a perda das folhas na estação seca, abundância de cactáceas, árvores e troncos tortuosos, com raízes em grande parte superficiais que encobrem o solo de forma marcante (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Apesar da grande extensão, da importância socioeconômica e de ser exclusivamente restrito ao território brasileiro, a Caatinga é o bioma menos protegido e estudado dentre os demais que ocorrem no país (MMA, 2012). Além de possuir menores áreas de proteção e das condições climáticas adversas, o impacto da atividade antrópica sobre ele é considerado descontrolado e intenso, aumentando acentuadamente sua degradação (ALVES et al., 2017).

O bioma Caatinga, quando comparado aos demais biomas, possui baixa produção de biomassa, o que ocorre em função de fatores como elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e baixa precipitação, provocando altas taxas de evapotranspiração. Tal fato ocorre em razão da maior perda de água em relação à capacidade de absorção de água, limitando a ascensão até as folhas, resultando no fechamento dos estômatos (MENEZES; SAMPAIO, 2000).

Assim, em ambientes fragmentados ou degradados, a regeneração natural pode demandar longos períodos de tempo, correndo o risco de não ser suficiente para a conservação da biodiversidade em médio e longo prazos (BECKER et al., 2007; CHAZDON et al., 2009). Em relação à busca de alternativas em menor prazo, em contrapartida aos efeitos da degradação está a regeneração artificial através do plantio de mudas de espécies nativas (HUFFORD et al., 2013).

Dessa forma, com o aumento na demanda de serviços e produtos florestais, a produção de mudas tornou-se fundamental em razão de tais mudas serem utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas via restauração ambiental, o que demonstra a real necessidade do desenvolvimento de pesquisas que possam aperfeiçoar a produção de mudas com baixo custo e com qualidade fisiológica e morfológica para o sucesso dos plantios (LELES et al., 2012).

### **3.2 A oiticica (*Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance)**

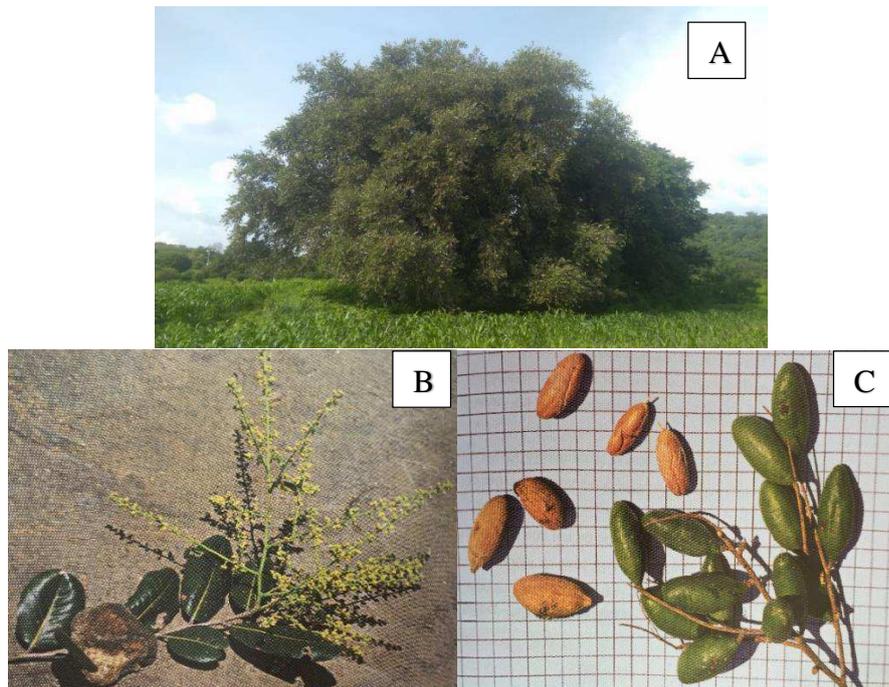
Popularmente conhecida como oiticica, pertence à família Chrysobalanacea, sendo uma espécie endêmica da caatinga, normalmente encontrada às margens de cursos d'água, em solos aluviões preferencialmente, é uma espécie de grande porte, atingindo 15 a 20 m de altura,

com copa densa e o tronco com ramificações rentes ao solo (MAIA, 2004; DUQUE, 2004; MELO et al., 2006).

As folhas são grossas e ásperas com cutículas espessas, aspectos que contribuem para a redução da transpiração; são alternadas, pecioladas oblongo-lanceoladas, quebradiças, com nervuras acentuadas e faces tomentosas. Seu fruto é drupáceo elíptico, epicarpo liso seco e verde mesmo maduro e, posteriormente, marrom quando seco com uma única semente; 70% corresponde à amêndoa, com o teor de óleo correspondente a 63% de seu peso (DUQUE, 2004; PALMEIRA, 2006; DINIZ et al., 2008; QUEIROGA et al., 2013).

O seu florescimento ocorre entre julho e dezembro, considerados os períodos mais quentes do ano, ocorrendo a maturação dos frutos já nos três primeiros meses do ano. As sementes são dispersas por aves, morcegos e principalmente água, apresentando germinação irregular e tardia (DUQUE, 2004).

**Figura 1** – Aspecto geral da árvore (A), folhas e inflorescência (B), frutos e sementes (C) de Oiticica.



Fonte: Silva, (2020); Maia, (2004).

Durante o ano, incluindo os períodos de seca comuns na região de ocorrência dessa espécie, a planta mantém-se verde, fornecendo abrigo para os animais, devido ao conforto térmico gerado pela sombra ao redor de sua copa (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007), e também

auxilia na preservação das margens dos rios e riachos intermitentes na região da caatinga (GUIMARÃES, 2018).

A espécie possui vários usos, sendo que, na medicina popular, as folhas são usadas no tratamento de diabetes e inflamações (ALBUQUERQUE et al., 2007). Em termos econômicos, a principal atividade é a extração de óleo de seus frutos para indústrias de tintas, vernizes. Nas décadas de 1930 e 1940, foi amplamente empregada na fabricação de sabão, atividade encerrada com o passar dos anos com a chegada do óleo sintético, ocorrendo o abandono da cultura (BEZERRA et al., 2009; QUEIROGA et al., 2013; MACEDO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

É uma planta melífera de grande importância no bioma, pois floresce durante o período seco e, juntamente com diversas espécies vegetais da caatinga, fornece alimento às abelhas, possibilitando aos apicultores uma alternativa econômica rentável para o período (FERNANDES et al., 2005; SILVA FILHO et al., 2010).

Já no âmbito social, a colheita dos frutos incide entre os meses de dezembro a fevereiro, período característico de seca na região semiárida, em que faltam recursos financeiros, e gera oportunidade de renda para os agricultores (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2014). Dessa forma, a atividade proporciona benefícios socioeconômicos pela absorção de mão de obra da população local com extrativismo.

Além dos usos acima relatados, a oiticica possui grande potencial para a utilização da recomposição e proteção de matas ciliares, além de constituir abrigo para os animais, possibilitando conforto térmico nas horas quentes do dia. A espécie tem sido estudada em relação à germinação e ao tempo de armazenamento (SANTOS et al., 2017; DINIZ et al., 2008) e do comportamento das plantas quanto ao uso da adubação potássica e biofertilizante bovino sob condições de salinidade (DINIZ NETO et al., 2014). No entanto, são inexistentes estudos relacionando o sombreamento durante a fase de viveiro e sua influência na fisiologia das plantas.

### **3.3 A luz e a fisiologia das plantas**

A luminosidade é um dos principais fatores que interferem na produção de mudas, sendo o manejo da intensidade luminosa ainda pouco explorado em relação às espécies nativas. Sua importância se dá principalmente pelo fato de, ao incidir sobre as folhas, sua intensidade, duração e qualidade servirão de estímulo regulador no desenvolvimento das plantas (CAMPOS; UCHIDA, 2002; ORTEGA et al., 2006), em razão da sua influência no processo fotossintético.

As células-guarda dos estômatos apresentam sensibilidade a qualquer variação ou sinais ambientais dos fatores abióticos, como temperatura, umidade, água e principalmente luz; assim, há um excessivo controle sobre a abertura dos estômatos (ASSMANN; SHIMAZAKI, 1999), controlando as trocas gasosas entre a planta e o ambiente externo.

A energia que é gerada pelo processo fotossintético é armazenada em compostos orgânicos, que são utilizados posteriormente no metabolismo celular do vegetal. Diversos fatores internos e externos possuem efeito direto na capacidade fotossintética das plantas, sendo que os principais externos são disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, irradiância e concentração de CO<sub>2</sub>, e os internos incluem espessura da lâmina foliar, teor de clorofila e idade da folha (MARENCO et al., 2014).

O metabolismo das plantas é totalmente dependente das condições ambientais, sendo que a luz fornece informações sobre o ambiente através de vários sensores, que são moléculas especiais denominadas pigmentos, responsáveis por perceber a qualidade e quantidade de radiação luminosa (KERBAUY, 2013). Ainda segundo esse autor, a clorofila é encontrada em todos os eucariontes fotossintetizantes, fazendo parte dos centros de reação e necessitando de fótons de comprimento de ondas específicos para que seja ativada. Assim, o estado oxidado da clorofila *a* do centro de reação atua na fotoxidação da água e liberação de O<sub>2</sub>, juntamente com os elétrons dos cloroplastos, formando assim o ATP no processo chamado de fotofosforilação, considerando a fonte de energia dos vegetais.

As condições e características do ambiente influenciam no metabolismo das espécies e definem taxas e proporções fotossintéticas e de respiração, ocasionando ganho e perda nos balanços das trocas gasosas, influenciando a produtividade econômica e biológica das plantas (POPOV et al., 2003).

A qualidade espectral também afeta a estrutura anatômica das folhas, exercendo efeitos maiores no período da expansão foliar e, quando há mudança na qualidade de luz, as plantas apresentam um alto grau de plasticidade fisiológica e anatômica, podendo exibir variações em sua estrutura a fim de se adaptarem melhor aos diferentes ambientes (SCHUERGER; BROWN; STRYJEWSKI, 1997).

A irradiância aumenta o processo fotossintético em nível de folha até atingir o ponto de saturação ( $P_s$ ), ou seja, a partir deste ponto, a elevação nos níveis de luminosidade não causa aumentos na fotossíntese. Já a irradiância de compensação ( $P_c$ ), é alcançada quando a quantidade de carbono fixado através da fotossíntese é igual à quantidade de carbono perdido pela respiração (MARENCO et al., 2014).

Assim, a luz não só fornece energia para a planta através da fotossíntese mas também em sinais que regulam o metabolismo e, dessa forma, qualquer modificação no nível de luminosidade nas condições em que as plantas se encontram pode condicionar respostas fisiológicas diferentes nos aspectos bioquímicos, anatômicos e em seu desenvolvimento (ATROCH et al., 2001).

A luz também tem influência direta em modulações de diversas enzimas estromais ligadas ao transporte de elétrons e fixação de CO<sub>2</sub>, como a rubisco, Frutose-1,6-bifosfato fosfatase, ribulose-5-fosfato quinase, NADP-gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, entre outras (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Além das alterações nos tecidos fotossintetizantes do mesófilo, vários estudos mostram que diferenças nos níveis de intensidade luminosa causam mudanças significativas na densidade estomática, no tamanho e número de células epidérmicas, número de tricomas e tamanho dos espaços intercelulares (NERY et al., 2007). Dentre estes fatores, em diferentes níveis de radiação, a frequência estomática das folhas pode ser um importante mecanismo de adaptação das espécies (ABRAMS; MOSTOLLER, 1995).

O estudo da luminosidade e a relação com a fotossíntese é importante na avaliação de espécies arbóreas não só para sua utilização econômica como também em programas de reflorestamento, haja visto que a luz é um fator crítico para o crescimento das espécies. A área foliar é amplamente utilizada para avaliar as respostas do crescimento das plantas em função da intensidade luminosa, pois pode analisar a tolerância à sombra das diferentes espécies, correlacionando com a área fotossintetizante útil (ENGEL, 1989).

A demanda de luz pelas plantas varia entre as espécies durante seu crescimento. Porém, as plantas necessitam da capacidade de adaptação e dependência da quantidade ou qualidade de luz e aclimação que ocorre para potencializar o ganho total de carbono (PACHECO; PAULILO, 2009). Com relação à tolerância à luz, as plantas se dividem em dois grupos importantes: as espécies tolerantes à luminosidade (heliófitas), que se desenvolvem em plenas condições de luminosidade, e as intolerantes (ombrófilas), que necessitam de sombra, realizando sua fotossíntese com o mínimo de luminosidade (POGGIANI; BRUNI; BARBOSA, 1992).

Estudos relacionados à disponibilidade da radiação luminosa para o processo de produção de mudas de boa qualidade são fundamentais no desenvolvimento das atividades florestais, sendo o uso do sombreamento artificial através de telas de sombreamento – um método bastante utilizado nestes estudos, pois possibilita a análise das diferentes necessidades luminosas das espécies em condições de viveiro (LIMA; ZANELLA; CASTRO, 2010).

O sombreamento artificial com malha negra refere-se a um método bastante válido em estudos com diferentes espécies sobre a necessidade luminosa em viveiro, auxiliando no controle da temperatura local, principalmente no verão, reduzindo, assim, a radiação solar (ENGEL, 1989; RÊGO; POSSAMAI, 2006). Mudanças que se desenvolvem sob condições de pouca disponibilidade de luz, são mais sujeitas à fotoinibição do que as desenvolvidas a pleno sol. Isso acontece, porque mudas em pleno sol possuem maior captura de luz, pois suas antenas do fotossistema II são maiores assim como o índice de luz saturada nas plantas cultivadas à sombra, reduzindo, assim, a quantidade de enzimas fotossintetizantes (KITAO et al., 2000).

Os estudos apresentam resultados variados em relação à plasticidade fisiológica de diversas espécies em relação a radiação fotossintética ativa, através da ascensão inicial de mudas comparadas em níveis de sombreamento diferentes (PIEREZAN; SCALON; PEREIRA, 2012).

Dentre os trabalhos, testando a influência de diferentes níveis de luminosidade (sol pleno, 50% e 30%) no desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas, podem ser citados os desenvolvidos em *Copaifera langsdorffii* Desf. (DUTRA; MASSAD; SANTANA, 2012), *Pterogyne nitens* Tull. (CÉSAR et al., 2014), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al., 2008), *Caesalpinia echinata* Lam. (AGUIAR et al., 2011), *Magonia pubescens* A. St.-Hil. (JEROMINI et al., 2015), *Bertholletia excelsa* Blonp. (ALBUQUERQUE et al., 2015), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. (CÂMARA; ENDRES, 2008) e *Tocoyena formosa* (Cham. & Schtdl.) K. Schum. (BONAMIGO et al., 2016).

### **3.4 Produção e qualidade de mudas florestais**

A preocupação mundial com o meio ambiente é cada vez mais frequente, levando ao aumento na demanda de serviços e produtos florestais, principalmente a produção de mudas de espécies florestais nativas para a recuperação de áreas em processo de degradação (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005). Porém, esses projetos esbarram na dificuldade de se encontrarem mudas de espécies variadas e adequadas para tal fim (MARTINS, 2009).

O êxito no plantio depende de diversos fatores que podem alterar a sobrevivência e o desenvolvimento durante a fase inicial, como a qualidade das mudas. Estas precisam ter capacidade de resistência às condições hostis encontradas em campo, crescendo rapidamente com o intuito de diminuir os danos causados por pragas florestais (LELES et al., 2006; LIMA et al., 2008).

Mudas de alta qualidade resultam em plantios mais homogêneos, reduzem a necessidade e intervenção nos tratamentos culturais, diminuem os índices de mortalidade e, conseqüentemente, há menor necessidade de replantio, contribuindo para a redução dos custos (RUDEK; GARCIA; BANDEIRA, 2013).

Um dos principais problemas na produção de mudas de espécies florestais em viveiro é determinar quais fatores durante esse período têm influência na sobrevivência e no desenvolvimento inicial das mudas, e quais destas características se correlacionam da melhor forma com as variáveis estudadas. A análise destas variáveis pode ser realizada de maneira fácil e rápida, observando-se os parâmetros morfológicos (FONSECA et al., 2002). Segundo Rose, Carlson e Morgam (1990), uma muda com qualidade padrão é determinada por características morfológicas, estruturais e fisiológicas.

Alguns índices que expressam relações entre os parâmetros de crescimento podem ser ferramentas importantes na avaliação da qualidade de mudas arbóreas ainda em viveiro, pois indicam se estão com o potencial máximo para a sobrevivência após o transplântio para o campo (SILVA et al., 2012).

A altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação do diâmetro coleto e altura da parte aérea, peso da matéria seca e verde, peso seco total são parâmetros morfológicos mais frequentemente utilizados (KRATKA; CORREIA, 2015). A altura da parte aérea da muda é um dos parâmetros mais antigos de avaliação utilizados na classificação de qualidade, pois é facilmente mensurável, mas isoladamente não fornece informações completas (BIRCHLER et al., 1998).

A razão altura/diâmetro do coleto é um importante parâmetro que indica a qualidade das mudas, pois para serem levadas à campo, espera-se equilíbrio no seu desenvolvimento. Caso contrário, pode ocorrer o estiolamento e conseqüentemente maior possibilidade de tombamento. O estiolamento pode ser uma resposta bastante comum em mudas em ambiente sombreados, podendo ser atribuído ao maior investimento em alongamento celular em busca de luminosidade (MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013).

A matéria seca das mudas é outro parâmetro importante, pois contém informações sobre a altura, diâmetro, copa e raízes (CARNEIRO, 1995). O caule contribui com o maior percentual de matéria seca de parte aérea, o que implica diretamente maior resistência aos períodos de déficit hídrico no campo, devido ao acúmulo de biomassa (LIMA et al., 2006). A relação altura/peso da matéria seca da parte aérea é importante, pois indica o estado de lignificação da muda, tornando-se fundamental para o estabelecimento da planta pós-plantio (GOMES et al., 2003). No que se refere ao Índice de Qualidade de Dickson, este está

relacionado com a produção da matéria seca da parte aérea, das raízes e total, além de altura e diâmetro do coleto das plantas, sendo importante parâmetro na avaliação da qualidade de mudas (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

Além do nível de luminosidade, a produção de mudas de qualidade depende de outros fatores, como o tipo de substrato e de recipientes. Na composição do substrato ideal, diferentes materiais têm sido usados, como casca de arroz, vermiculita, composto orgânico, serragem, esterco bovino, dentre outros (COSTA et al., 2005), constituindo-se fonte de nutrientes e suporte para o sistema radicular (GOMES; SILVA, 2004).

Estes materiais precisam estar livres de pragas e doenças, operacionais e em grande quantidade, a qualquer época do ano (SOUZA et al., 2006; OLIVEIRA; LIMA; LIMA, 2014).

Em relação ao recipiente, tubetes e sacos plásticos são os mais recomendados, porém pode haver algumas desvantagens (FERRAZ; ENGEL, 2011). Nos plantios em áreas em estado de degradação, em geral, as mudas são produzidas em sacos plásticos volumosos, pois estes, em maiores dimensões, podem proporcionar maior sobrevivência e seu crescimento inicial após o plantio (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005). Esses pesquisadores acrescentam que tubetes direcionam bem as raízes, mas o pequeno porte deste recipiente está associado a um menor volume de substrato, acarretando maior necessidade de replantio e de irrigação em campo.

O uso de recipientes inadequados provoca má formação do sistema radicular das mudas em viveiro, resultando em distribuição anormal das raízes laterais e superficiais, prejudicando a absorção de água e nutrientes em quantidades satisfatórias às necessidades da planta (MAFIA et al., 2005). O resultado disso é, segundo esses autores, um quadro sintomatológico característico de deficiência hídrica, que causa desequilíbrio entre raiz e parte aérea. Como se sabe, no processo de produção de mudas de espécies arbóreas nativas, a frequente irrigação provoca maior liberação de nutrientes, tornando-os disponíveis para as plantas (DUTRA; MASSAD; SARMENTO, 2016).

## REFERÊNCIAS

- ABRAMS, M. D.; MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, Oxford, v.15, n.6, p.361-70, 1995.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/treephys/15.6.361>.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Ceres**, Viçosa, v. 58, n.6, p. 729-734, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600008>.
- ALBUQUERQUE, T. C. S.; EVANGELISTA, T. C.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 4, p. 440-445, 2015.  
DOI: [10.18227/1982-8470ragro.v9i4.3025](https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i4.3025).
- ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, E. L. C. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v.110, n. 1, p. 76-91, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.09.010>.
- ALMEIDA, L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. Submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83- 88, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000100013>.
- ALVES, A. R.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; OSAJIMA, J. A.; HOLANDA, A. C. Conteúdo de nutrientes na biomassa e eficiência nutricional em espécies da caatinga. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 377-390, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509827686>.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009. Disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/2371/2371178> > Acesso em 05 de dezembro de 2019.
- AMARAL, A. J.; PEREZ, D. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; HERNANI, L. C.; CUNHA, T. J. F.; MELO, A. S. Atributos de um neossolo quartzarênico sob mangueira irrigada e sob vegetação de Caatinga: estudo comparativo em Petrolina, PE. In: CASTRO, S. S.; HERNANI, L. C. (Ed.). **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.  
Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1043261/1/pdf4..pdf>> Acesso em 05 de dezem. 2019.
- ASSMANN, S. M.; SHYMAZAKI, K. The multisensory guard cell. stomatal responses to blue light and abscisic acid *Plant Physiology*, **American Society of Plant Physiologists**, Rockville, v. 119, p. 809-815, 1999.  
DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.119.3.809>.

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

Disponível em < <http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/42-volume-25-numero-4?download=709:vol25numero4> > Acesso em 15 de dezem. 2019.

BARBOSA, D. C. A. **Estratégias de fermentação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com Germinação rápida**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C (Org). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, p. 625-649, 2003.

BECKER, C. G.; FONSECA, C. R.; HADDAD, C. F. B.; BATISTA, R. F.; PRADO, P. I. Habitat Split and the global decline of amphibians. **Science**, Washington, v. 318, n. 5857, p. 1775-1777, 2007.

DOI: 10.1126/science.1149374.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas Potencial do Nordeste para a Produção de Biodiesel**. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2007. 53p. (Documentos, 177). Disponível <em

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/277417/1/DOC177.pdf> > Acesso em 11 de jul. 2019.

BEZERRA, J. N. S.; LOPES, E. L.; SOUSA, A. H.; BARBOSA, F. G.; NETO, M. A. Constituintes químicos isolados das raízes de *Licania rigida* Benth. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBQ, 2009.

Disponível em < <http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0862-1.pdf> > Acesso em 14 de out. 2019.

BIRCHLER, T.; ROSE, W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. **Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales**, Madri, v. 7, n. 1, p. 109-121, 1998.

Disponível em < <https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/view/2806/2169> > Acesso em 10 de jun. 2018.

BONAMIGO, T.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, Z. V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (RUBIACEAE). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509822750>.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1-2, p. 19-30, 1998.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v28i12.2305>.

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa Caesalpinifolia* Benth. *E Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, 2008.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v38i1.11026>.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do Sombreamento no Crescimento de Mudanças de Três Espécies Amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000300008>.

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

CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; BONFIM, J. A. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 357-366, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509814573>.

CHAZDON, R. L.; HARVEY, C. A.; KOMAR, O.; GRIFFITH, D. M.; FERGUSON, B. G.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MORALES, H.; NIGH, R.; SOTO-PINTO, L.; VAN BREUGEL, M.; PHILPOTT, S. M. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in human-modified tropical landscapes. **Biotropica**, v. 41, n. 2, p. 142-153, 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00471.x>.

COSTA, A. C.; REZENDE-SILVA, S. L.; MEGGUER, C. A.; MOURA, L. M. F.; ROSA, M.; SILVA, A. A. The effect of irradiance and water restriction on photosynthesis in young jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) plants. **Photosynthetica**, v. 53, p. 118-127, 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11099-015-0085-6>.

COSTA, M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 19-24, 2005.

Disponível em< <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2280>> Acesso em 24 de junho de 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, West Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.  
DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>.

DINIZ, F. O.; MOREIRA, F. J. C.; SILVA, F. D. B.; MEDEIROS FILHO, S. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de oiticica (*Licania rigida*, Benth). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 476-480, 2008.

Disponível em< <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/89/84> > Acesso em 26 de jun. 2018.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.10-18, 2014.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000100002>.

DUQUE, J. G. **O nordeste e as lavouras xerófilas**. 4. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23261/1/livro1-O-Nordeste-e-as-Lavouras-Xerofilas.pdf>> Acesso em 26 de jun. 2018.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 491-498, 2016.

DOI: 10.5380/rf.v46i3.44570.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1212-1218, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000048>.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 202 f., 1989.

Disponível em <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/engel,vl-m.pdf>> Acesso em 27 de jun. 2018.

FAVARETTO, V. F.; MARTINEZ, C. A.; SORIANI, H. H.; FURRIEL, R. P. M. Differential responses of antioxidant enzymes in pioneer and late-successional tropical tree species grown under sun and shade conditions. **Environmental and Experimental Botany**, Pittsburgh, v. 70, p. 20-28, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.06.003>.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciencia e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000400014>.

FERNANDES, S. C.; WESTERKAMP, C.; SANTOS, J. B. Quem poliniza os pés de oiticica (*Licania rígida*, Benth., Chrysobalanaceae) ? **Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC** – Fortaleza, CE, 2005.

Disponível em <

[http://www.sbpnet.org.br/livro/57ra/programas/SENIOR/RESUMOS/resumo\\_1885.html](http://www.sbpnet.org.br/livro/57ra/programas/SENIOR/RESUMOS/resumo_1885.html)>

Acesso em 28 de jun. 2018.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e Guarucuia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300005>.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de Qualidade de Mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, Produzidas Sob Diferentes Períodos de Sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. **Os substratos e sua influência na qualidade de mudas.** In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato.* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.190-225, 2004.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113–127, 2003.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200001>.

GUIMARÃES, A. K. V. **Estudo do Óleo de Oiticica (*Licania rigida*, Benth) para Obtenção de Biodiesel e Avaliação das suas propriedades como combustível.** 2018. 295 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte. Disponível em <  
[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/26635/1/Estudo%C3%B3leooiticica\\_Guimar%C3%A3es\\_2018.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/26635/1/Estudo%C3%B3leooiticica_Guimar%C3%A3es_2018.pdf)> Acesso em 07 de jun. 2019.

GUSMÃO, L. F. P; QUEIROZ, L. P; QUIJANO, F. R. B; JUNCÁ, F. A; OLIVEIRA, R. P; BASEIA, I. G. **Caatinga – Diversidade na Adversidade do Semiárido Brasileiro.** In: *Conhecendo a Biodiversidade.* Brasília: Editora Vozes, p. 101-111. 2016. Disponível em<[https://www.researchgate.net/publication/304497160\\_CAATINGA\\_Diversidade\\_na\\_adversidade\\_do\\_semiarido\\_brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/304497160_CAATINGA_Diversidade_na_adversidade_do_semiarido_brasileiro)> Acesso em 14 de jul. 2019.

HUFFORD, K. M.; MAZER, S. J.; HODGES, S. A. Genetic variation among mainland and island populations of a native perennial grass used in restoration. **AoB Plants**, Oxford, v. 6, plt055, 2013.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1093%2Faobpla%2Fplt055>.

JEROMINI, T. S.; SCALON, S. P. Q.; PERREIRA, S. T. S.; FACHINELLI, R.; SCALON FILHO, H. Armazenamento de sementes e sombreamento na emergência e crescimento inicial das mudas de *Magonia pubescens* A. St.-Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 683-690, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000400010>.

JOSÉ, 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**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.  
Disponível em < <http://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/download/436/375/>> Acesso em 15 setem. De 2019.

KAWAI, H.; KANEGAE, T.; CHRISTENSEN, S.; KIYOSUE, T.; SATO, Y.; IMAIZUMI, T.; KADOTA, A.; WADA, M. Responses of ferns to red light are mediated by an unconventional photoreceptor. **Nature**, London, v. 421, p. 287-290, 2003.  
DOI: <https://doi.org/10.1038/nature01310>.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal.** 2.ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. p. 82-132, 2013.

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

DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2000.100309.x>.

KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. Crescimento Inicial de Aroeira do Sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em Diferentes Substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 551-559, 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300016>.

LELES, P. S. S.; LISBOA, A. C.; OLIVEIRA NETO, S. N.; GRUGIKI, M. A.; FERREIRA, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes.

**Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 13, n. 1, p. 69 - 78, 2012.

Disponível em < <https://floram.org/article/588e2212e710ab87018b4637/pdf/floram-13-1-69.pdf> > Acesso em 09 de dezem. 2019.

LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000100006>.

LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S.; DANTAS, V.A.V.; ALMEIDA, C.C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul.

(Leguminosae, Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000100002>.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira.

**Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000300014>.

MACEDO, F. L.; CANDEIA, R. A.; SALES, L. L. M.; DANTAS, M. B.; SOUZA, A. G; CONCEIÇÃO, M. M. Thermal characterization of oil and biodiesel from oiticica (*Licania rigida* Benth).

**Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 106, n. 2, p. 531-534, 2011.

DOI: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs10973-011-1580-z>.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio.

**Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 947 - 953, 2005.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600014>.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z, 413, 2004.

MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, P. R. S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, J. K. S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia:

fotosíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 786-789, 2014.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000004>.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 261 p., 2009.

MELO, J. C.; PACHECO FILHO, J. G. A.; STRAGEVITCH, L.; TEIXEIRA, J. C.; BRITO, J. Z. **Produção de Biodiesel de Óleo de Oiticica. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**, Brasília, v. 2, p. 164-169, 2006.

Disponível em: < [www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/producao/oiticica14.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/producao/oiticica14.pdf) > Acesso em 15 de jun. 2018.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Agricultura sustentável no semiárido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S. et al. (Eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC; Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 20-46, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Unidades de conservação por bioma**. Brasília, DF, 2012.

Disponível em: <<https://mma.gov.br/areas-protetidas/unidades-de-conservacao>> Acesso em 09 de dezem. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Monitoramento do Bioma Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 469, 2011.

Disponível em < <https://www.mma.gov.br/projeto-de-monitoramento-do-desmatamento-nos-biomas-brasileiros-por-satelite-pmdbbs> > Acesso em 12 de setem. 2019.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 4, supl.I, p. 655-663, 2013.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722013000500005>.

NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 129-131, 2007.

Disponível em < <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/151/140> > Acesso em 03 de jul de 2018.

OLIVEIRA, L. R.; LIMA, S. F.; LIMA, A. P. L. Crescimento de mudas de cedro-rosa em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 79, p. 187-195, 2014. DOI: 10.4336/2014.pfb.34.79.605.

OLIVEIRA, F. A. G.; PINTO, V. L.; SOUZA, L.; DINIZ, J. C.; SANTOS, A. G. D.; VIANNA, F. A. Síntese, caracterização e avaliação de biodiesel de óleo de oiticica (*Licania rigida* Benth) e isolamento do éster metílico do ácido licânico. **Química: ciência, tecnologia e sociedade**, Mossoró, v.1, n.1, p. 31-41, 2012.

Disponível em< <http://periodicos.uern.br/index.php/qcts/article/view/348/237>> Acesso em 03 de jul. 2018.

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

Disponível em < <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74412311> > Acesso em 02 de mai. 2019.

PACHECO, P.; PAULILO, M. T. S. Efeito da intensidade de luz no crescimento inicial de plantas de *Cecropia glaziovii* Sneath (Cecropiaceae). **Insula: Revista de Botânica**, Florianópolis, v. 38, p. 28-41, 2009.

DOI: 10.5007/2178-4574.2009v38p28.

PALMEIRA, H. S. **Relatório técnico sobre produção e comercialização da Oiticica**.

CETENE, Banco do Nordeste, 29 p., 2006.

PIEREZAN, L.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.

DOI: 10.1590/S0104-77602012000100015.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 564-569, 1992.

Disponível em < [https://smastr16.blob.core.windows.net/inflorestal/infref/RIF4-2/RIF4-2\\_564-569.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/inflorestal/infref/RIF4-2/RIF4-2_564-569.pdf) > Acesso em 28 de mai. 2019.

POPOV, E. G.; TALANOV, A. V.; KURETS, V. K.; DROZDOV, S. N. Effect of temperature on diurnal changes in CO<sub>2</sub> Exchange in intact cucumber plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 50, n. 2, p. 178-182, 2003.

DOI: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1023%2FA%3A1022964928958>.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050981664>.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, P. 3-74, 2003.

QUEIROGA, V. P.; FREIRE, R. M. M.; MARINHO, D. R. F.; ALMEIDA, F. A. C.; MELO, B. A. Composição química e mineral de amêndoas de oiticica em três tempos de armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n. 2, p. 173-177, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v8i2.2319>.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; Kew, Royal Botanic Gardens; Associação Plantas do Nordeste. p. 467,

2009. Disponível em < <https://pt.scribd.com/doc/85401660/51116479-QUEIROZ-2009-Leguminosas-Da-Caatinga> > Acesso em 07 de agos. 2019.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Cruz das Armas, n. 53, p. 179-194, 2006. Disponível em <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF/42125/1/BPF\\_53\\_p179-194.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF/42125/1/BPF_53_p179-194.pdf) > Acesso em 28 de mai. 2019.

ROSE, R.; CARLSON, W. C.; MORGAN, P. The targetseedling concept. In: Target Seedling Symposium; Meeting of the Western Forest Nursery Associations, 1990, Oregon. **Proceedings...Oregon:USDA**, 1990. p. 1-9. Disponível em < [https://www.fs.fed.us/rm/pubs\\_rm/rm\\_gtr200.pdf](https://www.fs.fed.us/rm/pubs_rm/rm_gtr200.pdf) > Acesso em 8 de outu. 2019.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5777/paet.v5i1.1603>.

RUDEK, A. GARCIA, F. A. O.; BANDEIRA, F. S.; Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 3775, 2013. Disponível em < <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/avaliacao%20da%20Qualidadede%20mudas.pdf> > Acesso em 29 de jan. 2020.

SANTOS, R. G.; ALBUQUERQUE.; CIPRIANO. A. K. A. L.; DANTAS, L.; MESQUITA, M. V.; SILVA, K. M. Emergência de *Licania Benth* (Chrysobalaceae) em Função do Tratamento pré germinativo e do Tempo de Armazenamento. **HOLOS**, Natal, Ano 33, v. 05, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2017.2773>.

SANTOS. R. F; MOARAE, L.; BORSOLI, A.; SECCO, D.; MOREIRA, G. C. Níveis de sombreamento na produção e desenvolvimento de mudas *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 201-206, 2010. Disponível em < <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/viewFile/1154/1254> > Acesso em 05 de jul de 2018.

SILVA, T. A.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; VIEIRA, A. T.; OLIVEIRA, M. F.; BATISTA, A. C. F. Methylic and ethylic biodiesels from pequi oil (*Caryocar brasiliense* Camb.): Production and thermogravimetric studies. **Fuel**, Oxford, v. 136, p. 10–18, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.07.035>.

SILVA, R. F.; SALDELLES, F. L. F.; KEMERICH, P. D. C.; STEFFEN, R. B.; SWAROWSKY, A.; SILVA, A. S. Crescimento e qualidade de mudas de Timbó e Dedaleiro cultivadas em solo contaminado por cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n. 8, p. 881- 886, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000800010>.

SILVA FILHO, J. P.; SILVA, R. A.; SILVA, M. J. S. Potencial apícola para *Apis melífera* L. en área de caatinga em el período de la floración de la oiticica (*Licania rígida*, Benth).

**Revista Verde**, Pombal, v. 5, n. 1, p. 120-128, 2010.

DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v5i1.251>.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050981905>.

SCHUERGER, A. C.; BROWN, C.; STRYJEWSKI, E. C. Anatomical fetures of pepper plants (*capsicum annum* L.) growth under red light emitting diodes supplemented with blue or far-red light. **Annals of Botany**, London, v. 79, n. 3, p. 273-282, 1997.

DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0341>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 820 p., 2009.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. Pêra Rio) em vaso**. 1992. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992. Disponível em <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/34740/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Efeito%20de%20substratos%20](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/34740/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20de%20substratos%20)> Acesso em 12 de novem. 2018.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações Sazonais de Aspectos Fisiológicos de Espécies da Caatinga, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3. p. 307-311, 2007.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300010>.

---

CAPÍTULO 1

**O SOMBREAMENTO E SEUS REFLEXOS NO CRESCIMENTO E NAS TROCAS  
GASOSAS DE MUDAS DE *Microdesmia rigida* (BENTH.) SOTHERS & PRANCE**

---

**O SOMBREAMENTO E SEUS REFLEXOS NO CRESCIMENTO E NAS TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE *Microdesmia rigida* (BENTH.) SOTHERS & PRANCE**

**Resumo:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento no crescimento e nas trocas gasosas de mudas de oiticica (*Microdesmia rigida*), mantendo-as sob os níveis de 0% (sol pleno), 50% e 70% de sombreamento, dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Foram avaliados altura das plantas, diâmetro do coleto, razão altura/diâmetro, taxa de crescimento absoluto, área foliar, peso da matéria seca das plantas, razão massa seca raiz/parte aérea, Índice de qualidade de Dickson (IQD), taxa de transpiração, condutância estomática, taxa de fotossíntese, concentração interna de CO<sub>2</sub>, teores de clorofilas *a*, *b* e total. Ocorreu redução na taxa de transpiração e aumento na condutância estomática, taxa de fotossíntese e concentração interna de CO<sub>2</sub> com o aumento do sombreamento. O sombreamento diminuiu a concentração de clorofila *a* enquanto que promoveu aumento na clorofila *b* e clorofila total, não havendo diferença significativa entre os níveis de 50% e 70% de sombreamento. Os ambientes sombreados proporcionaram maior crescimento em altura, diâmetro, área foliar, além de proporcionar maior acúmulo de massa seca e IQD. Recomenda-se a produção de mudas de oiticica, durante a fase de viveiro, sob 50% de sombreamento, em virtude de essa condição proporcionar a obtenção de melhores índices de qualidade de mudas.

**Palavras-chave:** Luminosidade, comportamento estomático, pigmentos, Caatinga

**SHADOWING AND ITS REFLECTIONS ON GROWTH AND GAS EXCHANGES  
OF *Microdesmia rigida* (BENTH.) SOTHERS & PRANCE**

**Abstract:** The objective of this research was to evaluate the effect of shading on growth and gas exchange of oiticica (*Microdesmia rigida*) seedlings, keeping them under the levels of 0% (full sun), 50% and 70% shading, arranged in a completely randomized design (DIC), with four replications. Plant height, stem diameter, height /diameter ratio, absolute growth rate, leaf area, plant dry matter weight, dry root/shoot weight ratio, Dickson Quality Index (DQI), transpiration, stomatal conductance, photosynthesis rate, internal CO<sub>2</sub> concentration, chlorophyll contents *a*, *b* and total. There was a reduction in the rate of transpiration and an increase in stomatal conductance, photosynthesis rate and internal CO<sub>2</sub> concentration with increased shading. Shading decreased the concentration of chlorophyll *a* while promoting an increase in chlorophyll *b* and total chlorophyll, with no significant difference between the levels of 50% and 70% of shading. The shaded environments provided greater growth in height, diameter, leaf area, in addition to providing greater accumulation of dry mass and IQD. It is recommended to produce oiticica (*Microdesmia rigida*) seedlings under 50% shading during the nursery phase, as this condition provides the achievement of better seedling quality indexes.

**Kew words:** Luminosity, stomatal behavior, pigments, Caatinga

## 1 INTRODUÇÃO

Por serem seres fotossintéticos, as plantas em crescimento podem ser afetadas por muitos fatores ambientais, como luz, temperatura, água, nutrientes e assim por diante. A luz é a fonte de energia para a fotossíntese e um dos fatores ambientais mais importantes para as plantas em crescimento (VANDENBUSSCHE et al., 2003). A baixa luminosidade afeta severamente a germinação das sementes e o crescimento das plantas, diminuindo a fotossíntese (WALTERS et al., 2004; JIANG et al., 2005) e a massa seca, inibindo as atividades de enzimas antioxidantes (YANG et al., 2008) e influenciando a localização dos cloroplastos (TROJAN; GABRYS, 1996; WILLIAMS; GORBON; WITIAK, 2003).

As espécies arbóreas apresentam diferentes respostas à disponibilidade de luz no ambiente, sendo que, para sobreviver sob condições inadequadas de luz, as plantas desenvolvem mecanismos como o ajuste do aparelho fotossintético, com finalidade de utilizar a luz da forma mais eficiente possível, refletindo diretamente no crescimento de tais espécies (DANTAS et al., 2009). Desse modo, algumas plantas apresentam maior plasticidade em resposta a mudanças de luz no ambiente, de forma que existem espécies que são favorecidas em ambientes ensolarados e outras que se beneficiam de forma mais eficiente em ambientes sombreados (POMPELLI et al., 2012), e essas respostas variam com a classe ecológica a qual pertencem (SIEBNEICHLER et al., 2008; REIS et al., 2016).

A intensidade e qualidade da luz são fatores que também podem afetar as trocas gasosas das plantas (COSTA; MARENCO, 2007). O estudo destas variáveis ecofisiológicas permitem maior compreensão do comportamento vegetativo das plantas sob condições variáveis do ambiente em que se encontram (NOGUEIRA; SILVA-JUNIOR, 2001). Durante a fase de muda, é fundamental considerar os níveis de luminosidade, ao qual as plantas estão expostas, pois altos níveis de irradiância podem causar-lhes danos, alterando os teores de pigmentos cloroplastídicos, reduzindo a atividade de enzimas antioxidantes e, ainda, fotoinibição nos centros de reação da fotossíntese (NIINEMETS et al., 1998; GONÇALVES et al., 2001; GONÇALVES et al., 2005; LIU et al. 2006; MORAIS et al., 2007).

Para a produção de mudas de qualidade, o conhecimento ecofisiológico da fase inicial das plantas torna-se fundamental (SOUZA et al., 2013), pois o rápido crescimento observado em algumas plantas sob sombreamento pode ser considerado uma importante adaptação das plantas para sobreviverem em condições de baixa luminosidade (SIEBNEICHLER et al., 2008).

Muitas vezes, em consequência de alterações no nível de luminosidade, podem ocorrer variações em aspectos como razão clorofila a/b, espessura foliar, densidade estomática e alterações nos tecidos fotossintetizantes em relação aos não fotossintetizantes, levando à modificação na distribuição de biomassa (MATOS et al., 2011; FREITAS et al., 2012).

A oiticica (*Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance), típica do bioma caatinga, pertence à família Chrysobalanaceae e ocorre principalmente em solos aluvionais marginais de rios (DUQUE, 2004). Suas plantas chegam a atingir até 20 m de altura, possuindo um tronco que pode ramificar-se próximo ao solo. Seu acentuado xerofilismo caracteriza-se pela perenidade de suas folhas ásperas (coreácea), em razão da espessa cutícula que protege sua superfície contra a evaporação, além de manter-se verde durante todo o ano, mesmo em períodos de secas auxiliando a fauna e flora por fornecer microclima mais ameno (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). A espécie possui vários usos, sendo que, na medicina popular, as folhas são usadas no tratamento de diabetes e inflamações (ALBUQUERQUE et al., 2007) e das sementes pode ser extraído o óleo, o qual é utilizado como matéria prima para produção de diversos produtos (BEZERRA et al., 2009). É uma planta melífera de grande importância no bioma, pois floresce durante o período seco, compreendido entre agosto e dezembro, favorecendo a atividade apícola dos agricultores, constituindo fonte de renda durante esse período de escassez hídrica (FERNANDES et al., 2005; SILVA FILHO et al., 2010).

Para melhor compreender crescimento e desenvolvimento de espécies arbóreas, estudos visando avaliar a adaptação de espécies arbóreas a diversas intensidades luminosas são de extrema importância (LIMA et al., 2010) e vários têm sido desenvolvidos nesse sentido (GONÇALVES; SANTOS JUNIOR, 2005; FARIAS JÚNIOR et al., 2007). Apesar da importância da luz no controle do ritmo de crescimento das espécies vegetais e do sombreamento ser importante no estabelecimento inicial de mudas, o número de pesquisas em relação a espécies nativas da Caatinga ainda é incipiente. Estudos com oiticica, abordando aspectos do sombreamento, seja na fase de viveiro ou no crescimento em campo, são inexistentes, e as respostas advindas dessa pesquisa contribuirão para ampliar os conhecimentos sobre essa espécie, que tão pouco é explorada do ponto de vista científico. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do sombreamento no crescimento e nas trocas gasosas de mudas de *Microdesmia rigida* em viveiro.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Generalidades**

A pesquisa foi conduzida no Viveiro Florestal e no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), Campus de Patos, nas coordenadas geográficas 7°03'34" S e 37°16'30" O.

O clima da região é do tipo Bsh, quente e seco, com estações bem definidas. A estação seca é de julho a dezembro, e a chuvosa, de janeiro a maio, com precipitação anual média de 600 mm, temperatura média anual de 25,5° C (ALVAREZ et al., 2014; MONTEIRO et al., 2015).

Os frutos de oiticica foram obtidos de árvores vegetando às margens do Rio da Cruz, na cidade de Patos-PB e, após secagem à sombra, as sementes foram retiradas, selecionadas quanto à uniformidade e aos aspectos sanitários e colocadas para germinar em sementeira contendo areia. Aos 15 dias após a emergência (DAE), as plântulas foram transferidas para sacos plásticos pretos contendo 3 kg de substrato, formado pela mistura de terra de subsolo (camada de 0-20 cm) e esterco bovino, na proporção 3:1. As plântulas permaneceram em ambiente sob 50% de sombra durante 30 dias para adaptação e, após este período, foram distribuídas de acordo com os tratamentos

Os níveis de sombreamento avaliados foram obtidos através do uso de tela sombrite preta. Os sacos plásticos contendo as mudas permaneceram no nível do solo com a estrutura de cobertura com a tela contendo 1 m de altura, com a tela distribuída também nas laterais, de forma a proporcionar o nível de sombreamento desejado em todos os lados. Semanalmente foi realizada a movimentação das plantas (dança) na estrutura, visando manter a maior uniformidade possível das plantas em relação ao sombreamento e à competição por luz. A irrigação foi realizada de forma manual, através do uso do regador, diariamente.

### **2.2 Parâmetros avaliados**

a) Alturas inicial e final das plantas: no início dos tratamentos (45 DAE), foi realizada a medição da altura das plantas, correspondendo à altura inicial (AI), com auxílio de régua graduada. A altura final (AF) foi tomada ao final do experimento, aos 90 dias após o início dos tratamentos (135 DAE).

b) Taxa de crescimento absoluto: de posse dos valores de alturas inicial e final foi calculada a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) através da equação (BENINCASA, 2003):

$$TCA = \frac{AF - AI}{\Delta T} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: AF Altura final (cm), AI altura inicial (cm) e  $\Delta T$  o intervalo de tempo entre as medições (dias).

c) Diâmetro do caule (D): foi medido ao nível do solo, usando-se paquímetro digital.

d) Área foliar: ao final do experimento, todas as folhas foram coletadas, digitalizadas em *scanner* de mesa e, através do uso do software DDA (Determinador Digital de Áreas), determinada a área foliar (FERREIRA; ROSSI; ANDRIGHETTO, 2008).

e) Massa seca das plantas: o caule, as raízes e as folhas, após a digitalização, foram acondicionados em sacos de papel, levados para secagem em estufa a 65 °C, durante 72 horas. Em seguida, foram submetidos à pesagem para a determinação do peso da matéria seca destes componentes.

f) O IQD foi determinado em função de A, DC, PMSPA, e PMSR, através da referida fórmula (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = \frac{PMST \text{ g}}{\frac{A \text{ cm}}{DC \text{ mm}} + \frac{PMSPA \text{ g}}{PMSR \text{ g}}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

A = Altura (cm);

DC = Diâmetro do Coleto (mm);

PMST = Peso da matéria seca total (g);

MSPA = Peso da matéria seca da parte aérea (g);

PMSR = Peso da matéria seca das raízes (g).

g) Parâmetros estomáticos: usando o analisador portátil de fotossíntese LCpro-SD (ADC BioScientific Ltd.) (IRGA), foram determinadas, aos 30, 60 e 90 dias do início dos tratamentos,

a taxa de transpiração ( $E$ ), a condutância estomática ( $gs$ ), a taxa de fotossíntese ( $A$ ) e a concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ). As leituras foram realizadas em folhas completamente expandidas inseridas no segundo nó a partir do ápice das plantas, entre 10:00 e 11:00 horas da manhã. Para essas leituras, os níveis de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foram aqueles medidos pelo IRGA, em cada tratamento avaliado (Tabela 1)

h) Teores de clorofila: no final do experimento, realizaram-se a extração e a quantificação de clorofilas segundo o método de Linder (1974), macerando-se 0,5 g de folhas em 25 mL de acetona 80% e, em seguida, centrifugando-se a 3.000 rpm durante 3 minutos. As leituras foram feitas em espectrofotômetro BECKMAN-DU-640, nos comprimentos de onda de 645, 652 e 663 nm. Os teores de clorofila, expressos em mg de clorofila por grama de massa fresca de folha, foram calculados usando as seguintes equações (LINDER, 1974):

$$\text{Clorofila } a = \left( \frac{12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}}{1000m} \right) V \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Clorofila } b = \left( \frac{22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}}{1000m} \right) V \quad (\text{Equação 4})$$

$$\text{Clorofila total} = \left( \frac{A_{652} \times 1000 \times (V / 1000)}{34,5} \right) \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: A = absorvância no comprimento de onda indicado

V = volume final do extrato clorofila-acetona

m = massa fresca (g) das folhas

### 2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

Foram avaliados três tratamentos (0% - sol pleno, 50% e 70% de sombreamento), dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 15 plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software ASSISTAT versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Trocas gasosas e teores de clorofila

Na tabela 1, juntamente com os parâmetros estomáticos, são apresentados os valores médios da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) medidos em cada tratamento. O sombreamento promoveu redução na taxa de transpiração ( $E$ ) das plantas aos 30 e 60 dias, sendo constatado nesta o efeito mais acentuado. Além disso, aos 60 dias ocorreu diminuição média de 33,5% na transpiração, quando se comparam as plantas mantidas a sol pleno (13,91  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) àquelas a 50% (9,34  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e 70% (9,17  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). No entanto, aos 90 dias, o sombreamento a 70% proporcionou a menor taxa de transpiração, não havendo diferença significativa entre as plantas a pleno sol e a 50% de sombra.

**Tabela 1** – Valores médios de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), taxa de transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), taxa fotossintética ( $A$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) de mudas de oiticica aos 30, 60 e 90 dias de sombreamento.

Sombreamento (%)	PAR ( $\mu\text{mol mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	$E$ ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	$G_s$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	$A$ ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	$C_i$ ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )
30 DIAS					
Sol pleno	1840	11,92 a	0,51 c	16,7 b	110,8 b
50	926	11,74 a	1,99 b	29,0 a	158,1 a
70	562	9,55 b	3,72 a	29,1 a	142,6 a
60 DIAS					
Sol pleno	1924	13,91 a	0,97 a	16,7 a	264,8 a
50	965	9,34 b	0,49 b	8,2 b	221,8 b
70	574	9,17 b	0,57 b	13,3 a	196,7 b
90 DIAS					
Sol pleno	1573	15,84 a	1,81 a	27,7 b	315,6 b
50	782	16,28 a	1,18 b	27,5 b	336,2 b
70	474	14,81 b	0,78 c	34,9 a	379,3 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

Houve elevação na condutância estomática (Tabela 1) com o aumento no sombreamento, aos 30 dias, e redução nas avaliações posteriores, sendo que o efeito foi mais prejudicial aos 90 dias, em que os valores dessa variável diminuíram de 1,81  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (sol pleno) para 0,78  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (70% de sombreamento), representando redução de 57%. O sombreamento também favoreceu a taxa de fotossíntese das plantas, sendo que o efeito mais evidente se fez notar aos 90 dias, em que a 70% de sombra (34,9  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ocorreu aumento

médio de 12,5% em comparação com os tratamentos a sol pleno ( $27,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e 50% de sombra ( $27,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (Tabela 1). Em relação à concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Tabela 1), o comportamento foi semelhante ao relatado para a taxa de fotossíntese, exceto aos 60 dias, em que ocorreu decréscimo à proporção que a intensidade luminosa incidente sobre as plantas diminuiu.

A diminuição na taxa de transpiração pode ter sido decorrente da menor abertura estomática decorrente do sombreamento, o qual causou decréscimo na quantidade de luz incidente sobre as folhas. A abertura dos estômatos está diretamente relacionada à intensidade luminosa (COSTA; MARENCO, 2007); sendo assim, menor disponibilidade de luz às folhas contribui para diminuir o grau de abertura dos estômatos e, conseqüentemente, a transpiração. Além disso, a menor demanda evaporativa do microambiente proporcionado pelo aumento do sombreamento, além da diminuição na radiação (KIRCHNER, 2010; GONÇALVES et al., 2012) pode ter contribuído para a redução na transpiração. Além disso, o sombreamento pode ter afetado a taxa de translocação de K para as células-guarda (TAIZ; ZEIGER, 2009), influenciando, assim, o mecanismo estomático.

No entanto, essa menor abertura dos estômatos não interferiu no fluxo de  $\text{CO}_2$  para o interior das folhas, pois os valores de  $C_i$  e da fotossíntese aumentaram com o sombreamento nas avaliações aos 30 e 90 dias, indicando que o fato de não ter ocorrido limitação na absorção do  $\text{CO}_2$  é necessário ao processo fotossintético.

A elevação na intensidade luminosa pode ter resultado em aumento na temperatura do ambiente típico das condições semiáridas, aumentando a transpiração e promovendo maior perda de água, levando a fechamento dos estômatos, diminuição na condutância estomática e na disponibilidade de  $\text{CO}_2$  para a carboxilação, resultando em decréscimo na fotossíntese das plantas. Com isso, haverá prejuízo no crescimento e produção de biomassa das plantas e, conseqüentemente, na qualidade das mudas.

O aumento na temperatura foliar de plantas jovens quando expostas ao sol pleno pode ocasionar decréscimo acentuado nas taxas de assimilação máxima de carbono devido à diminuição da condutância estomática (FRANCK; VAAST, 2009). Em folhas de plantas  $\text{C}_3$ , a assimilação de  $\text{CO}_2$  atinge valores máximos na faixa entre 20-30  $^\circ\text{C}$ ; já em temperaturas acima de 35  $^\circ\text{C}$ , a assimilação decai rapidamente (KERBAUY, 2013).

Há relatos de que altos níveis de irradiância podem prejudicar principalmente a condutância estomática, refletindo diretamente nas taxas assimilatórias líquidas e na eficiência da carboxilação (SCHOCK et al., 2014). Possivelmente os níveis de luminosidade no tratamento a sol pleno, alcançados neste estudo, podem ter sido prejudiciais às plantas por

reduzir a atividade de enzimas antioxidantes e causar fotoinibição nos centros de reação dos fotossistemas I (PSI) e II (PSII) da fotossíntese, diminuindo-a (NINEMETS et al., 1998; GONÇALVES et al., 2001; GONÇALVES; SANTOS JÚNIOR, 2005; LIU et al. 2006; MORAIS et al., 2007), evidenciando a necessidade do sombreamento das plantas de oiticica durante a fase de muda.

Em estudo com castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), uma espécie exigente em luz, sob condições de alta ( $1900-2100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), moderada ( $800-1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e baixa luminosidade ( $20-300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), Souza et al. (2017) verificaram maior taxa de fotossíntese quando submetidas à condição moderada de luz e maior transpiração sob máxima irradiância.

Em relação à concentração de pigmentos, foram observados maiores valores de clorofila *a* em folhas submetidas a sol pleno e 50% de sombreamento, reduzindo quando o nível de sombreamento aumentou para 70% (Tabela 2). No entanto, as concentrações de clorofila *b* e clorofila total apresentaram comportamento inverso, sendo que o tratamento 70% de sombra proporcionou os maiores valores. Tais resultados evidenciam redução progressiva na proporção clorofila *a/b* à medida que a disponibilidade de luz às plantas decrescia.

**Tabela 2** – Teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total e razão clorofila *a/b* de mudas de oiticica mantidas em diferentes níveis de sombreamento.

Sombreamento (%)	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total	Razão
	mg g <sup>-1</sup> MF			clorofila <i>a/b</i>
Sol pleno	302,60 a	125,28 b	203,48 b	2,41 a
50	283,33 a	192,06 a	282,35 a	1,47 b
70	211,28 b	339,55 a	351,65 a	0,66 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ( $\alpha < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Segundo Laisk et al. (2005), plantas expostas a pleno sol investem menos em complexos coletores de luz, pois, em elevada irradiância, as folhas absorvem mais energia luminosa. Sob tal condição, há uma discrepância entre a síntese e a degradação dos pigmentos, ocorrendo superioridade na degradação causada pela foto-oxidação (GONÇALVES; SANTOS JÚNIOR, 2005; KRAUSE et al., 2012). O aumento na clorofila *b* com a redução na intensidade luminosa pode constituir estratégia de maximização na absorção de luz e manutenção do potencial fotossintético da planta (SCALON et al., 2003; LICHTENTHALER et al., 2007; KRAUSE et al., 2012). Em *B. excelsa*, Souza et al. (2017) verificaram que as plantas, crescendo

sob condições de baixa irradiância, apresentaram maiores valores de clorofilas *a*, *b* e total quando comparadas às plantas sob sol pleno, e que ocorreu aumento na razão *Chla/b* nos tratamentos sol pleno e sob média irradiância em relação à baixa irradiância.

A redução na razão clorofila *a/b* com a elevação no nível de sombreamento, verificada neste estudo, pode proporcionar acréscimo na capacidade de absorção de luz, devido ao aumento nos complexos coletores de luz (NIINEMETS, 2010; HALLIK et al., 2012) resultado da redução na concentração de clorofila *a* e do aumento na clorofila *b* (Tabela 2). A clorofila *b* localiza-se, principalmente, nos complexos coletores de luz dos fotossistemas I e II (CCLI e CCLII), e a clorofila *a* está presente nos complexos coletores de luz e nos centros de reação dos fotossistemas (SOUZA et al., 2017). Nas plantas sob sombreamento, ocorrem alterações morfofisiológicas, tais como menor razão clorofila *a/b*, cloroplastos maiores, porém em menor número, folhas são mais finas e estreitas, maior eficiência fotossintética e saturação sob baixa irradiância (POORTER et al., 2012; TRIPATHI; RAGHUBANSHI, 2014).

### 3.2 Parâmetros de crescimento e qualidade de mudas

O ambiente sombreado influenciou positivamente a altura das plantas, a razão altura/diâmetro, as taxas de crescimento absoluto e a área foliar das plantas de oiticica (Tabela 3), não havendo efeito significativo no diâmetro do caule. No entanto, não houve diferenças significativas entre os tratamentos 50% e 70% de sombra em relação aos parâmetros acima citados, demonstrando que as mudas de oiticica podem ser produzidas em ambos os níveis de sombreamento.

**Tabela 3** – Altura (A), diâmetro do caule (D), razão altura/diâmetro (RAD), taxa de crescimento absoluto (TCA) e área foliar (AF) de mudas de oiticica mantidas em diferentes níveis de sombreamento.

Sombreamento (%)	A (cm)	D (mm)	RAD	TCA (cm dia <sup>-1</sup> )	AF (cm <sup>2</sup> )
Sol pleno	33,89 b	7,93 a	4,27 b	0,34 b	175,78 b
50	81,93 a	7,75 a	10,57 a	0,91 a	239,40 a
70	78,33 a	7,70 a	10,17 a	0,87 a	262,40 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ( $\alpha < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Percebe-se que submeter as plantas a 50% de sombra proporcionou incremento de 142%, 147%, 167% e 36%, respectivamente, nos valores de altura, RAD, TCA e área foliar, em relação às plantas mantidas a sol pleno. O aumento em altura das plantas sombreadas pode constituir estratégia de escape à baixa luminosidade desenvolvida por algumas plantas, promovendo o crescimento rápido em ambientes onde a luz é fator limitante (MORAES-NETO et al., 2000). Além disso, pode ser resultado da ação das auxinas, pois, quando ocorre a limitação da irradiância, as auxinas são redistribuídas lateralmente em direção à epiderme e às células corticais do hipocótilo, resultando no alongamento desses tecidos e provocando o estiolamento (MORELLI; RUBERTI, 2000).

Aumento na altura das plantas em resposta ao sombreamento também foram relatadas em *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. (CARON et al., 2010); *Copaifera langsolosffii* Desf. (DUTRA et al., 2012) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (SOUZA et al., 2013).

O aumento da área foliar das plantas quando expostas ao sombreamento é uma adaptação que permite tais plantas invistam em crescimento e alongamento da superfície da folha fotossintetizante para maior eficiência na captura da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) (PEDROSO; VARELA, 1995; LENHARD et al., 2013). De maneira geral, as folhas expostas a ambientes mais ensolarados são menores, mais espessas em comparação com as mantidas sob sombra (CRAVEN et al., 2010).

Em relação à produção de massa seca das plantas (Tabela 4), verifica-se que o sombreamento proporcionou aumento em todos os componentes, à exceção da razão R/PA, que reduziu. A exemplo do que ocorreu nos parâmetros de crescimento, não houve diferença significativa entre os níveis 50% e 70% de sombra, mas, apesar disso, os valores de 50% foram superiores aos obtidos no mais alto nível de sombreamento.

**Tabela 4** – Peso da matéria seca do caule (PMSC), das folhas (PMSF), raízes (PMSR), da parte aérea (PMSPA), total (PMSTotal), razão raiz/parte aérea (R/PA) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de oiticica mantidas em diferentes níveis de sombreamento.

Sombreamento (%)	PMSC	PMSF	PMSPA	PMSR	PMSTotal	R/PA	IQD
	(g)						
Sol pleno	5,81 b	7,73 b	13,54 b	7,19 b	20,74 b	0,55 a	0,41 b
50	17,25 a	22,37 a	39,63 a	15,84 a	55,47 a	0,41 b	0,53 a
70	16,14 a	19,33 a	35,47 a	13,48 a	48,95 a	0,38 b	0,46 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, significativamente, entre si ( $\alpha < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

O sombreamento 50% possibilitou aumentos de 197%, 189%, 193%, 120% e 167% na massa seca do caule, folhas, parte aérea, raízes e massa seca total, respectivamente, em relação ao tratamento a sol pleno. A manutenção das plantas na condição não sombreada pode ter causado fotoinibição devido ao excesso de luz, resultando em prejuízos na captação de luz e realização da fotossíntese (KITAO et al., 2000), o que pode explicar o fato de as plantas, nessa condição, ter apresentado valores tão baixos em relação ao tratamento 50% de sombra. Esse fato denota a intolerância da espécie a altos níveis de luminosidade nesse estágio inicial de crescimento.

Respostas positivas do sombreamento na produção de matéria seca na parte aérea e total foram obtidas em *Caesalpinia echinata* Lam. (AGUIAR et al., 2011), *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. Cebil (Griseb.) Altshul (FERREIRA et al., 2012) e *E. contortisiliquum* (SOUZA et al., 2013). No entanto, esses últimos autores verificaram redução na massa seca das raízes com o aumento no sombreamento. Pinto et al. (2016), em *Tabebuia aurea*, observaram que, sob sol pleno, os valores de massa seca de folhas e de parte aérea foram superiores aos das plantas sombreadas (50% de sombra), aos 63 dias. No entanto, o comportamento se inverteu aos 105 e 126 dias com o sombreamento favorecendo esses parâmetros, evidenciando a plasticidade da espécie, que pode ser cultivada nas duas condições citadas. Também em *T. aurea*, Oliveira e Perez (2012) verificaram que o tratamento 100% de luz possibilitou maior crescimento e produção de massa seca nas plantas, quando comparado com as plantas a 30% e 45% de sombreamento.

No entanto, Reis et al. (2016), em pesquisa com *Copaifera langsdorffii* Desf., uma espécie do Cerrado, observaram que a produção de fotoassimilados pode ser prejudicada sob condições de luminosidade nos dois extremos. Esses autores verificaram que as mudas não só apresentaram respostas significativas ao sombreamento em relação ao acúmulo de matéria seca das raízes, parte aérea, total e razão raiz/parte aérea, apesar da máxima produtividade de ambos os parâmetros ocorrerem em 54% e 44% de sombreamento, respectivamente, como também com 100% (0,43 g) e 90% (0,91 g) de luminosidade tenderam a apresentar a mínima produção.

Quanto ao Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Tabela 4), observa-se que o sombreamento promoveu aumento nos valores, com igualdade estatística entre os níveis de 50% e 70% de sombreamento, apesar de o IQD apresentado pelas plantas a 50% de sombra ser maior. O IQD é considerado um dos principais indicadores de qualidade de mudas, pois considera diversos fatores morfológicos importantes simultaneamente como robustez e equilíbrio da distribuição da biomassa (CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2007). Levando-se em consideração os valores propostos por Gomes e Paiva (2011) e Hunt (1990) para determinar a

qualidade das mudas, que é o IQD acima de 0,20, verificou-se que as mudas produzidas foram de excelente qualidade, estando aptas para o plantio no campo.

Resultados semelhantes aos verificados neste estudo foram obtidos por Souza e Freire (2018) em craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore), os quais verificaram que as mudas submetidas a sol pleno obtiveram redução de 17% no IQD, e que o tratamento com 50%, com redução quanto o nível de sombreamento imposto aumentou para 70%. Contrariamente, Santos et al. (2013), em estudo com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tull, obtiveram os melhores resultados de IQD nas plantas mantidas sob sol pleno.

#### 4 CONCLUSÕES

- a) O sombreamento aumenta a capacidade fotossintética, a concentração interna de CO<sub>2</sub>, a condutância estomática e diminui a transpiração das plantas de oiticica.
- b) O sombreamento possibilita aumento nas concentrações de clorofilas *b* e total, mas a manutenção das plantas a 70% de sombra promove redução na síntese de clorofila *a*.
- c) O crescimento e a produção de massa seca das plantas de oiticica é favorecida pelo sombreamento.
- d) Recomenda-se a produção de mudas de oiticica sob 50% de sombreamento, por possibilitar a obtenção de mudas com maior qualidade.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600008>.
- ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, E. L. C. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 110, n. 1, p. 76-91, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.09.010>.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, J. L.; GONÇALVES, J. L. M. Gerd Sparovek. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711–728, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas Potencial do Nordeste para a Produção de Biodiesel**. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2007. 53p. (Documentos, 177). Disponível em< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/277417/1/DOC177.pdf>> Acesso em 21 de dezem. 2019.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções Básicas**. 2. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 41 p.
- BEZERRA, J. N. S.; LOPES, E. L.; SOUSA, A. H.; BARBOSA, F. G.; NETO, M. A. Constituintes químicos isolados das raízes de *Licania rigida* Benth. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBQ, 2009. Disponível em< <http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0862-1.pdf> > Acesso em 14 de out. 2019.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. *Floresta*, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i1.26302>.
- CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. 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**, Guarapuava, v. 3, p. 1 - 8, 2007. Disponível em <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/370> > Acesso em 23 de jan. 2020.
- CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 3, p. 11 - 17, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v3i2.9075>.

CARON, B. O.; SOUZA, V. Q; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050982427>.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de Andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000200008>.

CRAVEN, D.; GULAMHUSSEIN, S.; BERLYN, G. P. Physiological and anatomical responses of *Acacia koa* (Gray) seedling to varying light and drought conditions.

**Environmental and Experimental Botany**, Pittsburh, v. 69, n. 2, p. 205-213, 2010.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.04.002>.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000300003>.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais**. In: DAVIDE, A. C. & BOTELHO, S. A. Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos experiência em mata ciliares. Lavras: Ed. da UFLA, p. 181-274, 2015.

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

DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>.

DUQUE, J. G. **O nordeste e as lavouras xerófilas**. 4. Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23261/1/livro1-O-Nordeste-e-as-Lavouras-Xerofilas.pdf>> Acesso em 26 de junho de 2018.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321- 329, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000200015>.

FARIAS JÚNIOR, J. A.; CUNHA, M. C. L.; FARIAS, S. G. G.; MENEZES JÚNIOR, J. C. Crescimento inicial de mudas de turco sob diferentes tipos de recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 3, p. 228-232, 2007.

Disponível em < <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=290&path%5B%5D=547>> Acesso em 14 de dezem. 2019.

FERNANDES, S. C.; WESTERKAMP, C.; SANTOS, J. B. Quem poliniza os pés de oiticica (*Licania rígida*, Benth., Chrysobalanaceae) ? **Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC** –

Fortaleza, CE – julho/2005. Disponível em <  
[http://www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/SENIOR/RESUMOS/resumo\\_1885.html](http://www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/SENIOR/RESUMOS/resumo_1885.html)>  
 Acesso em 28 de jun. 2018.

FERREIRA, W. N.; ZANDEVALLI, R. B.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasílica**, Alta Floresta, v. 26, n. 2, p. 408-414. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000200016>.

FERREIRA, O. G. L.; ROSSI, F. D.; ANDRIGHETTO, C. **DDA - Determinador Digital de Áreas**: Software para determinação de área foliar, índice de área foliar e área de olho de lombo. Versão 2.0. Santo Augusto: IFFarroupilha. 2008.

FRANCK, N.; VAAST, P. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade levels. **Trees**, Berlin, v. 23, n. 4, p. 761–769, 2009. DOI: [10.1007/s00468-009-0318-z](https://doi.org/10.1007/s00468-009-0318-z).

FREITAS, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O.; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 3, p. 5-12, 2012. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n3.freitas>.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2011. 116 p. (Série didática).

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. M.; JUSTINO, G. C.; NINA JUNIOR, A. R. Efeito do ambiente de luz no crescimento de plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 337-344, 2012. Disponível em <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr95/cap04.pdf>> Acesso em 26 de junho de 2019.

GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS JÚNIOR, U. M. Utilization of the chlorophyll a fluorescence technique as a tool for selecting tolerant species to environments of high irradiance. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes v. 17, p. 307-313, 2005. DOI: [10.1590/S1677-04202005000300005](https://doi.org/10.1590/S1677-04202005000300005).

GONÇALVES, J. F. C.; MARENCO, R. A.; VIEIRA, G. Concentrations of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of *Swietenia macrophylla* king and *Dipteryx odorata* Aubl. Willd. under two light environments. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Manaus, v. 13, n. 2, p. 149-157, 2001. DOI: [10.1590/S0103-31312001000200004](https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000200004).

HALLIK, L.; NIINEMETS, Ü.; KULL, O. Photosynthetic acclimation to light in woody and herbaceous species: a comparison of leaf structure, pigment content and chlorophyll fluorescence characteristics measured in the field. **Plant Biology**, Rockville Pike, v. 14, p. 88-99, 2012. DOI: [10.1111/j.1438-8677.2011.00472.x](https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2011.00472.x).

HUNT, G. A. Effect of stryblock design and Cooper treatment on morphologhogy of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM MEETING OF THE WESTERN FOREST NURS-ERY ASSOCIATIONS, Rosenberg, 1990. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.

JIANG, Y. W.; CARROW, R. N.; DUNCAN, R. R. Physiological acclimation of seashore paspalum and bermudagrass to low light. **Scientiae Horticulture**, Amsterdã, v. 105, p. 101–115, 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.11.004>.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2013. p 82-132.

KIRCHNER, R.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2371-2379, 2010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001100009>.

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

DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2000.100309.x>.

KRAUSE, G. H.; WINTER, K.; MATSUBARA, S.; KRAUSE, B.; JAHNS, P; VIRGO, A.; ARANDA, J.; GARCÍA, M. Photosynthesis, photoprotection, and growth of shade-tolerant tropical tree seedlings under full sunlight. **Photosynthesis research**, Tempe, v. 113, n. 1-3, p. 273-285, set. 2012.

DOI: [10.1007/s11120-012-9731-z](https://doi.org/10.1007/s11120-012-9731-z).

LAISK, A.; EICHELMANN, H.; OJA, V.; RASULOV, B.; PADU, E.; BICHELE, I.; PETTAI, H.; KULL, O. Adjustment of leaf photosynthesis to shade in a natural canopy: rate parameters. **Plant Cell Environment**. v.28, p.375-388. 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2004.01274.x>.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

DOI: [10.1590/S1983-40632013000200012](https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200012).

LICHTENTHALER, H. K.; ALEXANDER, A. C.; MAREK, M. V.; KALINA, J.; URBAN, O. Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species. **Plant Physiology and Biochemistry**, Bari, v. 45, n. 8, p. 577-588, 2007.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.04.006>.

LIMA, M. A. O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 527-534, 2010.

Disponível em < <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap20.pdf> > Acesso em 17 de novem. 2019.

LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and eco-physiological investigations. **Physiologia Plantarum**, v. 32, p.154-6, 1974.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1974.tb03743.x>.

LIU, P.; YANG, Y. S.; XU, G.; HAO, C. Physiological response of rare endangered seven-son-flower (*Heptacodium miconioides*) to light stress under habitat fragmentation.

**Environmental and Experimental Botany**, Pittsburgh, v. 57, p. 32-40, 2006.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.04.003>.

MATOS, F. S.; GAMBOA, I.; RIBEIRO, R. P.; MAYER, M. L.; NEVES, T. G.; LEONARDO, B. R. L., SOUZA, A. C. Influência da intensidade luminosa no desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* L. **Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 265-272, 2011.

Disponível em < <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1226> > Acesso em 15 de dezembro de 2019.

MONTEIRO, D. R.; OLIVEIRA, D. G. H.; ALENCAR, Z. E. V.; FARIAS, S. A. R.

Levantamento pluviométrico do município de Patos-PB nos últimos 16 anos. I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro. Vol. 1. 2015. Disponível

em < [http://editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/Modalidade\\_4datahora\\_13\\_11\\_2013\\_22\\_01\\_41\\_idinscrito\\_747\\_0cdee72ff0ee54d936d83d60f1f623d6.pdf](http://editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/Modalidade_4datahora_13_11_2013_22_01_41_idinscrito_747_0cdee72ff0ee54d936d83d60f1f623d6.pdf) > Acesso em 28 de jan. 2020.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENSEI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, p. 35-45, 2000.

Disponível em <

[https://www.researchgate.net/publication/275353245\\_Crescimento\\_de\\_mudas\\_de\\_alguas\\_e\\_species\\_arboreas\\_que\\_ocorrem\\_na\\_Mata\\_Atlantica\\_em\\_funcao\\_do\\_nivel\\_de\\_luminosidade](https://www.researchgate.net/publication/275353245_Crescimento_de_mudas_de_alguas_e_species_arboreas_que_ocorrem_na_Mata_Atlantica_em_funcao_do_nivel_de_luminosidade) > Acesso em 22 de jan. 2020.

MORAIS, R. R.; GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS JÚNIOR, U. M.; DÜNISCH, O.;

SANTOS, A. L. W. Chloroplastid pigment contents and chlorophyll a fluorescence in Amazonian tropical three species. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 959-966, 2007.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000500020>.

MORELLI, G.; RUBERTI, I. Shade avoidance responses: driving auxin along lateral routes.

**Plant Physiology**, Rockville Pike, v. 122, p. 621-626, 2000.

DOI: 10.1104/pp.122.3.621.

NIINEMETS, Ü. A review of light interception in plant stands from leaf to canopy in different plant functional types and in species with varying shade tolerance. **Ecological Research**, Tokyo, v. 25, n. 4, p. 693-714, 2010.

DOI: 10.1007/s11284-010-0712-4.

NIINEMETS, U.; KULL, O.; TENHUNEN, J. D. An analysis of light effects on foliar morphology, physiology, and light interception in temperate deciduous woody species of contrasting shade tolerance. **Tree Physiology**, Rockville Pike, v. 18, p. 681-696, 1998. DOI: 10.1093/treephys/18.10.681.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA-JUNIOR, J. F. Resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em gravioleira (*Annona muricata* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 491-495, 2001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000300009>.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA-JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F. LEDERMAN, L. E.; BURITY, H. A.; SANTOS, V. F. Comportamiento estomático y tensión de agua en el xilema de dos genotipos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) cultivados bajo estrés hídrico. **Revista de Investigación Agraria Série Producción y Protección Vegetales**, Madrid, v.15, n. 1, p. 213-225, 2000.

Disponível em < <http://www.inia.es/IASPV/2000/vol15-3/nogue.pdf> > Acesso em 15 de dezembro de 2019.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050985733>.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v17n1p47-51>.

PINTO, J. R. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, R. M. O.; SOUZA, G. O.; SANTOS-JÚNIOR, J. H. Crescimento e índices fisiológicos de *Tabebuia aurea*, sob sombreamento no semiárido. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 465 - 472, 2016.

DOI <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i4.42665>.

POMPELLI, M. F.; POMPELLI, G. M.; CABRINI, E. C.; ALVES, M. C. J. L.; VENTRELLA, M. C. Leaf anatomy, ultrastructure and plasticity of *Coffea arabica* L. in response to light and nitrogen. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 4, p. 13-28, 2012.

DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n4p13>.

POORTER, H.; NIKLAS, J. K.; REICH, P. B.; OLEKSYN, J.; POOT, P. MOMMER, L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, Malden, v. 193, n. 1, p. 30-50, 2012.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03952.x>.

REIS, S. M.; MARIMOM-JÚNIOR, B. H.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; OLIVEIRA, B.; MARIMOM, B. S. Desenvolvimento Inicial e Qualidade de Mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. Sob Diferentes Níveis de Sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 11-20, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821061>.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.74.344>.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000300011>.

SILVA FILHO, J. P.; SILVA, R. A.; SILVA, M. J. S. Potencial apícola para *Apis melífera* L. en área de caatinga em el período de la floración de la oiticica (*Licania rígida*, Benth).

**Revista Verde**, Pombal, v. 5, n. 1, p. 120-128, 2010.

DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v5i1.251>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

Disponível em < <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev41/Art410.pdf> > Acesso em 13 de agos. 2018.

SOUZA, R. R.; FREIRE, A. L. O. Relação entre o sombreamento, o crescimento e a qualidade de mudas de Craibeira. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, p. 220-225, 2018.

Disponível em < <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/18031> > Acesso em 23 jan. 2020.

SOUZA, C. S. C. R.; SANTOS, V. A. H. F.; FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C. Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 557-569, 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509827736>.

SOUZA, S. A.; ABREU, S. C.; SILVA, C. M.; SANTOS, J. X.; REIS, A. R. S. Desenvolvimento inicial de plântulas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong] em diferentes níveis de intensidade luminosa. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 32-36, 2013.

Disponível em < <https://docplayer.com.br/28938469-Desenvolvimento-inicial-de-plantulas-de-tamboril-enterolobium-contortisiliquum-vell-morong-em-diferentes-niveis-de-intensidade-luminosa-1.html> > Acesso em 15 de dezembro de 2019.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000600001>.

SCHOCK, A. A.; RAMM, A.; MARTINAZZO, E. G.; SILVA, D. M.; BACARIN, M. A. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-manso cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 3-9, 2014.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000100001>.

- TRIPATHI, S. N.; RAGHUBANSHI, A. S. Seedling growth of five tropical dry forest tree species in relation to light and nitrogen gradients. **Journal of Plant Ecology**, Oxford, v. 7, n. 3, p. 250-263, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtt026>.
- TROJAN, A.; GABRYS, H. Chloroplast distribution in *Arabidopsis thaliana* (L.) depends on light conditions during growth. **Plant Physiology**, Rockville Pike, v. 111, p. 419–425, 1996.  
DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.111.2.419>.
- VANDENBUSSCHE, F.; VRIEZEN, W. H.; SMALLE, J.; LAARHOVEN, L. J. J.; HARREN, F. J. M.; Van Der STRAETEN, D. Ethylene and auxin control the Arabidopsis response to decreased light intensity. **Plant Physiology**, Rockville Pike, v. 133, p. 517–527, 2003.  
DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.103.022665>.
- WILLIAMS, W. E.; GORTON, H. L.; WITIAK, S. M. Chloroplast movements in the field. **Plant and Cell Environment**, v. 26, p. 2005–2014, 2003.  
DOI: <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2003.01117.x>.
- WALTERS, R. G.; IBRAHIM, D. G.; HORTON, P.; KRUGER, N. J. A mutant of *Arabidopsis* lacking the triose-phosphate/phosphate translocator reveals metabolic regulation of starch breakdown in the light. **Plant Physiology**, Rockville Pike, v. 135, p. 891–906, 2004.  
DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.104.040469>.
- YANG, Y., HAN, C., LIU, Q. LIN, B.; WANG, J. Effect of drought and low light on growth and enzymatic antioxidant system of *Picea asperata* seedlings. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 30, p. 433- 440, 2008.  
DOI: 10.1007/s11738-008-0140-z.