

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**Emergência, crescimento inicial e características fotossintéticas  
de *Pterogyne nitens* Tul. sob condições contrastantes de luz**

LANA CARINE DOS SANTOS SILVA

CRUZ DAS ALMAS  
BAHIA - BRASIL  
2021

LANA CARINE DOS SANTOS SILVA

**Emergência, crescimento inicial e características fotossintéticas de  
*Pterogyne nitens* Tul. sob condições contrastantes de luz**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia, como parte das  
exigências do Curso de Graduação de  
Bacharelado em Biologia, para obtenção  
do título de Bacharela em Biologia.

CRUZ DAS ALMAS  
BAHIA – BRASIL  
2021

TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO

LANA CARINE DOS SANTOS SILVA

“Emergência, crescimento inicial e características fotossintéticas  
de *Pterogyne nitens* Tul. sob condições contrastantes de luz”

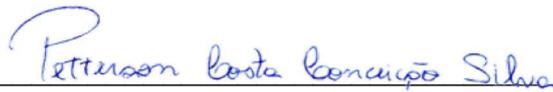
BANCA EXAMINADORA



---

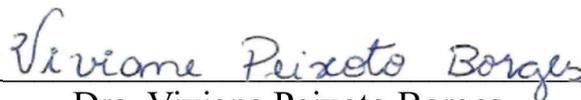
Prof. Dr. Rogério Ferreira Ribas  
Orientador

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)



---

Dr. Petterson Costa Conceição Silva  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



---

Dra. Viviane Peixoto Borges  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

CRUZ DAS ALMAS  
SETEMBRO - 2021

“Somos quem podemos ser,  
Sonhos que podemos ter (e teremos!)”

(Humberto Gessinger)

Aos meus pais e familiares...  
dedico,

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Edleide e Hélio, que nunca mediram esforços para que eu conseguisse realizar esse sonho. Agradeço por todo amor, carinho, apoio, incentivo e confiança. É tudo por vocês.

A minha avó, Maria Luíza, minha fortaleza. Com todo seu amor, sempre dava um jeito para que eu me sentisse a melhor pessoa do mundo. Te amo vó!

Ao meu tio Edmilson, que sempre me incentivou e me apoiou. Dono dos melhores conselhos. Obrigada por tudo.

A todos os meus familiares que estiveram comigo nessa caminhada, em especial a tia Edlene, a mulher do coração mais lindo.

A todos os meus amigos e amigas, vocês são a minha segunda família. Obrigada por todos os momentos. Foram longos cinco anos inesquecíveis.

A Juan, por todo apoio, carinho e companheirismo.

A todos os professores que compartilharam seus conhecimentos, em especial ao meu orientador Rogério Ferreira Ribas, por toda dedicação, incentivo, paciência e ensinamentos.

A todos que participaram de alguma forma, direta ou indiretamente para minha formação.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

## RESUMO

SILVA, Lana Carine dos S., Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, maio de 2021. **Emergência, crescimento inicial e características fotossintéticas de *Pterogyne nitens* Tul. sob condições contrastantes de luz.** Orientador: Rogério Ferreira Ribas.

Em ambientes de florestas tropicais, as alterações na intensidade luminosa proporcionam um ambiente altamente heterogêneo, influenciando diretamente o crescimento, a sobrevivência e a distribuição dos indivíduos arbóreos em diferentes estratos. Desse modo, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da disponibilidade da luz no estabelecimento inicial e características fotossintéticas de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae). O estudo foi conduzido em área externa do Setor de Ciências Biológicas Prof. Elinsmar Adorno, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB, situada no município de Cruz das Almas, BA. Para avaliação da emergência de plântulas, 120 sementes por tratamento foram colocadas em bandejas com areia lavada igualmente distribuídas em dois tratamentos com variações na intensidade de luz: sombra (SO), sob condição de 30% da radiação solar e pleno sol (PS), sob condição de 100% da radiação solar. As variáveis analisadas foram: porcentagem de emergência (%E); índice de velocidade de emergência (IVE); tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME). Para análise de crescimento, as plântulas foram uniformizadas por altura de parte aérea e transplantadas para vasos plásticos contendo terra como substrato. Após um período de 137 dias, foram avaliados o efeito da luz nas trocas gasosas, na emissão de fluorescência da clorofila *a* e no teor de pigmentos cloroplastídicos. O experimento foi conduzido completamente ao acaso com uma espécie, dois níveis de irradiância e número variável de repetições por tratamento e os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. A emergência das plântulas de *P. nitens* apresentou diferença estatística entre os tratamentos. As plantas submetidas ao sombreamento artificial (SO) apresentaram maiores valores de altura (H), área foliar (AF), fluorescência mínima (Fo), dissipação regulada Y(NPQ) e teores de clorofila b (Chl b), carotenoides e clorofilas totais. Por outro lado, as plantas submetidas a radiação solar direta (PS) apresentaram maiores valores de taxa de assimilação líquida (TAL), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e rendimento quântico efetivo Y(II). O regime de luz exerceu influência sobre todos os parâmetros fisiológicos avaliados indicando que as plantas jovens de *P. nitens* apresentam plasticidade fenotípica, ou seja, elas foram capazes de alterar sua fisiologia e morfologia de acordo com o regime de luz.

**Palavras-chave:** plasticidade fisiológica; amendoim bravo; trocas gasosas

## ABSTRACT

SILVA, Lana Carine dos S., Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, maio de 2021. **Emergence, early growth, exchanges gasouses and photosynthetic characteristics of *Pterogyne nitens* Tul. under different light intensities.** Advisor: Rogério Ferreira Ribas.

In tropical forest environments, changes in light intensity provide a highly heterogeneous environment, directly influencing the growth, survival and distribution of arboreal individuals in different strata. Thus, the work aimed to evaluate the effect of light availability on the initial establishment and physiological characteristics of *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae). The study was conducted in an external area of the Biological Sciences Sector Elinsmar Adorno, from the Center for Agricultural, Environmental and Biological Sciences at UFRB, located in the municipality of Cruz das Almas, BA. To assess seedling emergence, 120 seeds per treatment were placed in trays with washed sand equally distributed in two treatments with variations in light intensity: shadow (SO), under 30% solar radiation condition, and full sun (PS), under condition of 100% of the solar radiation. The variables analyzed were: percentage of emergency (% E); emergency speed index (IVE); mean emergency time (TME) and mean emergency speed (VME). For growth analysis, the seedlings were standardized by height of the aerial part and transplanted to plastic pots containing substrate. After a period of 137 days, the effect of light on gas exchange, on the chlorophyll a fluorescence emission and on the content of chloroplast pigments was evaluated. The experiment was conducted completely at random with one species, two levels of irradiance and a variable number of repetitions per treatment and the results were subjected to analysis of variance at 5% probability. The emergence of seedlings of *P. nitens* showed a statistical difference between treatments. Plants subjected to artificial shading (SO) showed higher values of height (H), leaf area (AF), minimum fluorescence (Fo), regulated dissipation Y (NPQ) and levels of chlorophyll b (Chl b), carotenoids (Carot) and total chlorophylls (Total). Whereas, plants subjected to direct solar radiation (PS) showed higher values of liquid assimilation rate (TAL), CO<sub>2</sub> assimilation (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E) and effective quantum yield Y (II). The light regime influenced all the physiological parameters evaluated, indicating that young *P. nitens* plants have phenotypic plasticity, that is, they were able to change their physiology and morphology according to the light regime.

Key-words: physiological plasticity; angry peanuts; gas exchange

## ÍNDICE

Introdução .....	06
Objetivos.....	08
Material e métodos .....	08
Resultados e discussão.....	10
Conclusão .....	14
Referências bibliográficas .....	14
Figuras e Tabelas .....	19
Apêndice.....	23

## INTRODUÇÃO

O crescimento e o desenvolvimento dos vegetais é consequência de vários processos fisiológicos, que por sua vez são controlados pelas condições ambientais e características genéticas de cada espécie (PEREIRA et al., 2010). Dentre eles, a luz desempenha uma função significativa na regulação da produção primária, contribuindo de forma efetiva para o crescimento das plantas.

Em ambientes de florestas tropicais, as alterações na intensidade luminosa proporcionam um ambiente altamente heterogêneo, influenciando diretamente o crescimento, a sobrevivência e a distribuição dos indivíduos arbóreos em diferentes estratos (VIEIRA, 2013; LIMA et al., 2010). Alterações nos níveis de luminosidade podem afetar as características morfofisiológicas das plantas devido a sua capacidade de perceber o sombreamento por outras plantas por meio diminuição da razão de luz vermelho:vermelho-distante (V:VD) (CÉSAR et al., 2014). Contudo, a capacidade de aclimação das espécies às diferentes condições de radiação solar depende do ajuste de suas características fisiológicas (SCHOCK et al., 2014).

Espécies arbóreas variam na sua eficiência em responder à alteração na disponibilidade de luz (THOMPSON et al., 1992), conforme a sua capacidade de aclimação e a quantidade e/ou qualidade de luz, podendo classificá-las em dois grupos, dependentes de luz ou tolerantes à sombra (WALTERS; FIELD, 1987; SEEMANN, 1992; GRONINGER et al., 1996; LIMA et al., 2008). A aclimação de plantas à quantidade de luz incidente acontece no sentido de potencializar o ganho total de carbono, que pode ocorrer por intermédio de dois caminhos. O primeiro deles é a mudança nas propriedades de assimilação de carbono pelas folhas, envolvendo ajustes fisiológicos e morfológicos, e o segundo, se dá através da mudança no padrão de alocação de biomassa em favor da parte vegetativa mais severamente afetada pela mudança (OSUNKOYA et al. 1994).

A aclimação das plantas também está associada a quantidade de clorofilas e nitrogênio foliar, visto que a luz é um dos principais fatores relacionados ao metabolismo clorofiliano (LIMA, 2005). Sob condições de radiações intensas, os processos de síntese e degradação de clorofilas ocorrem de forma constante e pronunciada. Por outro lado, sob condições de sombreamento, as concentrações foliares de clorofilas tendem a aumentar (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979; WHATLEY & WHATLEY, 1982; BRAND, 1997; ALVARENGA et al., 1998).

Segundo Demmig-Adams & Adams (1996), se a planta não for capaz de se adaptar e utilizar a quantidade extra de energia luminosa na fotossíntese, o excesso de energia deve ser dissipado para evitar a produção de espécies ativas de oxigênio e a fotooxidação de moléculas

como as clorofilas. Além disso, de acordo com Hideg & Murata (1997), o acúmulo de energia luminosa pode acarretar danos ao fotossistema II, fenômeno denominado fotoinibição.

De acordo com os estudos de Niyogi (2000), existem alguns caminhos que a energia luminosa não utilizada pela fotossíntese possa ser dissipada: dissipação não fotoquímica relacionada à fotoproteção, emissão de fluorescência e formação da clorofila tripleto. Desta forma, o estado do fotossistema II pode ser considerado um indicador do desempenho geral da fotossíntese e da presença de excessos de energia direcionados a vias potencialmente danosas. Esses caminhos são competitivos entre si, ou seja, quando um apresenta um consumo maior do total da energia que chega ao centro de reação, os outros dois processos receberão uma quantidade menor. Entretanto, mesmo com esses meios de dissipação, em alguns casos podem ocorrer fotoinibição.

A dissipação do excesso de energia por meio da fluorescência da clorofila *a* consiste na emissão da energia na forma de fótons com um comprimento de onda na faixa do vermelho-distante. O monitoramento da fluorescência da clorofila *a* é uma técnica rápida, precisa e não destrutiva que vêm sendo utilizada para avaliar os danos causados por fotoinibição em folhas intactas (NETO et al., 2011).

*Pterogyne nitens* Tul. (amendoim, amendoim bravo, bálsamo) pertence à família Fabaceae e ocorre no nordeste do país ao oeste de Santa Catarina, em ambientes da caatinga, cerrado e formações florestais, pluviais e estacionais (FILARDI et al., 2009; REGAZINI et al., 2008). Caracterizada por sua rusticidade e elevadas taxas de crescimento (FILARDI et al., 2007, LORENZI, 2002; PELLIZZARO et al., 2011), é secundária inicial, de grande porte, comportando-se como pioneira em sítios arenosos e degradados (LORENZI, 2002), sendo existente principalmente na Floresta Latifoliada Semidecídua. É comumente indicada para plantio de vias urbanas, arborização de margens de rodovias, reposição de matas ciliares em locais com inundações, e essencialmente na restauração de áreas degradadas (CARVALHO, 1994).

Segundo Paula e Alves (1997), *Pterogyne nitens* Tul. é uma espécie nativa do Brasil e contribui eficientemente na restauração de ecossistemas degradados e para fins comerciais. Sua utilização em plantios florestais apresenta vantagens adaptativas em espaços ambientais, favorecendo à recuperação de ambientes degenerados (NETO et al., 2015).

A principal ameaça à biodiversidade dos ecossistemas tropicais é a destruição das florestas e por consequência, a perda de habitats. A exploração de recursos naturais vem intensificando principalmente o consumo de espécies arbóreas florestais. Um dos maiores problemas são as conseqüentes áreas degradadas, que de acordo com a Instrução Normativa n.º 4, de 13 de Abril de 2011 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

Renováveis (IBAMA), é uma área impossibilitada de retornar naturalmente a um ecossistema que se assemelhe ao estado anteriormente conhecido.

Dessa forma, aprofundar-se em estudos ecofisiológicos, sob diferentes condições do ambiente, tem como função contribuir na melhoria do manejo, recuperação de ambientes degradados, plantio e perpetuação de espécies arbóreas tropicais. Portanto, é de suma importância o estudo dessa espécie para obtenção de mudas com elevadas taxas de sobrevivência e plantio no campo.

## **OBJETIVOS**

### *Geral*

Avaliar a plasticidade fisiológica no estabelecimento e nas características fotossintéticas de *Pterogyne nitens* em condições contrastantes de luminosidade.

### *Específicos*

Avaliar e comparar a emergência, o crescimento inicial, as trocas gasosas foliares, a emissão de fluorescência da clorofila *a* e o conteúdo de pigmentos cloroplastídicos de plântulas de *P. nitens* em diferentes intensidades de luz.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido entre os meses de setembro de 2018 e março de 2019 em condições de campo no município de Cruz das Almas, BA (12°40'19" S; 39°06'22" O), de acordo com a classificação de Koppen (ALVARES, 2013). Foram utilizadas sementes da espécie arbórea *Pterogyne nitens* Tul., adquiridas comercialmente através da empresa Arbocenter Comércio de Sementes Ltda.

### *Emergência*

Para avaliação da emergência de plântulas, 120 sementes por tratamento foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 5% por 5 minutos, lavadas em água corrente e colocadas diretamente em bandejas com areia lavada igualmente distribuídas em dois tratamentos com variações na intensidade de luz: sombra (SO), sob condição de sombreamento artificial imposto por tela sombrite (70%), e pleno sol (PS), sob condição de 100% da radiação solar. A avaliação da emergência de plântulas foi realizada a cada dois dias, a partir do primeiro dia, durante um período total de 50 dias. Calcularam-se as seguintes variáveis: porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência

(TME) e velocidade média de emergência (VME), seguindo a metodologia descrita por Maguire (1962).

### *Crescimento*

Para avaliação dos parâmetros de crescimento, 15 plântulas por tratamento, apresentando cotilédones e um par de folhas primárias, foram uniformizadas por altura de parte aérea e transplantadas para vasos plásticos contendo 1,7 litros de solo (Anexo 1). As plantas foram mantidas nos tratamentos descritos anteriormente por um período de 137 dias e foi considerado dia um o dia de transferência das plântulas para os vasos plásticos. No dia um e no final do experimento cinco plantas do SO e sete do PS foram caracterizadas quanto à altura, número de folhas e matéria seca de folhas, caule e raiz. A partir destes dados foram calculados os seguintes parâmetros: altura (H), número de folhas (NF), massa seca de raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca total (MST), razão raiz/parte aérea (RPA), área foliar (AF), massa foliar específica (MFE), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) (HUNT, 1990).

### *Trocas gasosas*

Após o transplântio, as plantas foram mantidas nos tratamentos PS e SO por um período de nove meses e em cinco plantas/tratamento foram mensuradas as taxas de assimilação líquida de carbono ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e eficiência intrínseca de uso da água ( $A/g_s$ ) por meio de um analisador de gases no infravermelho (IRGA), modelo LI-6400XT (LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, USA) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR). As medições foram realizadas das 8h00 às 10h00 sob luz saturante artificial de  $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e concentração de  $\text{CO}_2$ , temperatura e vapor de  $\text{H}_2\text{O}$  do ambiente, sendo o ar de referência coletado a 50 cm de altura do solo e homogeneizado em um galão de 10 litros antes de alcançar a câmara foliar. Para cada planta, foram realizados 10 registros por folha, um a cada 12 segundos, cuja média foi considerada uma medida.

### *Fluorescência da clorofila a*

As medidas de fluorescência da clorofila *a* foram obtidas utilizando um fluorômetro portátil modulado OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA). Após trinta minutos de adaptação ao escuro, foram obtidos os parâmetros de fluorescência basal ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ) e rendimento quântico potencial ( $F_v/F_m$ ) do fotossistema II (FSII). Os rendimentos das vias competitivas de desexcitação da energia absorvida no FSII: rendimento quântico efetivo ( $Y_{II}$ ); rendimento quântico

de dissipação regulada ( $Y_{NPQ}$ ); e o rendimento quântico de dissipação não-regulada ( $Y_{NO}$ ); foram determinados de acordo com Kramer et al. (2004) e Klughammer e Schreiber (2008).

### *Pigmentos cloroplastídicos*

Para a extração de pigmentos foram retirados discos foliares de área conhecida (0,39 cm<sup>2</sup>/disco) e imediatamente imersos em 3mL de dimetilsulfóxido (DMSO), em tubos vedados e envoltos em papel alumínio. Os tubos foram mantidos 48 horas em temperatura ambiente. Após a extração, a absorvância das amostras foi determinada a 480, 649 e 665 nm com o auxílio do Espectrofotômetro Digital Ultravioleta Microprocessado - Q798U2M. O cálculo dos teores de clorofila e carotenoides, expressos em mg.g<sup>-1</sup> MS, foram feitos de acordo com as equações propostas por Wellburn (1994) para extratos em DMSO:

$$\text{Clorofila a (Clor a; mg.g}^{-1}\text{)} = 12,19 \times A_{665} - 3,45 \times A_{649}$$

$$\text{Clorofila b (Clor b; mg.g}^{-1}\text{)} = 21,99 \times A_{649} - 5,32 \times A_{665}$$

$$\text{Carotenóides (Car mg.g}^{-1}\text{)} = (1000 \times A_{480} - 2,14 \times \text{Clor a} - 70,16 \times \text{Clor b})/221$$

### *Análise dos dados*

O experimento foi conduzido completamente ao acaso com dois níveis de irradiância, com número variável de repetições por tratamento, a depender da variável/parâmetro em estudo. Para todas as análises e confecções de gráficos foram utilizados os softwares Statistica 7.0 (Statsoft, Inc. 2004) e Sigma Plot 11.0 (Systat Software, Inc. 2008), respectivamente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados relacionados com a emergência das plantas mostraram que os valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE) e a velocidade média de emergência (VME) não apresentaram significância estatística entre os tratamentos (Figura 1). Por outro, os valores de porcentagem de emergência (%E) e tempo médio de emergência (TME) diferiram estatisticamente entre os tratamentos pleno sol (PS) e sombreamento artificial (SO) ( $p \leq 0,05$ ).

A %E nas plantas submetidas ao pleno sol foi de aproximadamente 30,83% maiores quando comparadas a plantas do sombreamento. De fato, alguns estudos têm verificado que a menor disponibilidade de radiação solar decorrente do sombreamento promove uma queda na capacidade de emergência das plântulas como observado, por exemplo, em *Schinus terebinthifolius* (SANTIAGO, 2012), *Tabebuia rosea* (SOCOLOWSKI et al., 2007) e

*Hymenaea courbaril* (CARVALHO FILHO, 2003). Em contraste, o TME das plantas submetidas à condição de pleno sol foi o dobro quando comparadas com as plantas do sombreamento, com 42,3 dias no PS e 24,2 no SO. Indicando que as sementes submetidas a pleno sol (PS) levaram um tempo maior para emergência das plântulas, ocorrendo diferenças nas proporções de quantidade e tempo sem, contudo, afetar o VME, o qual não diferiu entre os tratamentos. Da mesma forma, o IVE, índice calculado a partir dos dados de contagem de plântulas emergidas e que tem por objetivo estabelecer as diferenças na velocidade de emergência não diferiu entre os tratamentos. Esses resultados tomados em conjunto, mostram que a maior disponibilidade de luz do ambiente aberto aumenta a capacidade de emergência das plântulas de *P. nitens*, mas não sua velocidade de ocupação neste ambiente.

Os valores médios de crescimento são mostrados na Tabela 1. Conforme observado, as plantas jovens submetidas às condições de PS e SO não apresentaram diferença significativa nos parâmetros de crescimento analisados, exceto na altura (H) e área foliar (AF) que foram maiores nas plântulas do SO, e na massa foliar específica (MFE) e taxa de assimilação líquida (TAL) que foram maiores nas plântulas do PS ( $p \leq 0,05$ ).

O valor médio de H das plantas do tratamento SO foi 38% maior quando comparado com o PS. O maior valor de H nas plantas do SO pode ser explicado pelo fato que, em ambientes sombreados, a menor disponibilidade de luz induz a alocação de maior quantidade de fotoassimilados para o crescimento em altura. Este aumento contribui para um maior alongamento dos entrenós e possibilita uma melhor captação da radiação luminosa direta ou não-filtrada (TAIZ et al., 2017). Assim como observado para H, a AF também foi maior em função do sombreamento, com valores cerca de 262,4% maiores nas plantas do SO em relação as plantas do PS. De acordo com Givnish (1988), plantas de ambientes sombreados em razão da baixa disponibilidade de luz tendem a maximizar a absorção de radiação fotossinteticamente ativa, alocando mais biomassa para as folhas do que para as raízes, produzindo folhas mais finas com maior área foliar. Resultados semelhantes foram obtidos por César et al. (2014) ao trabalhar com *Pterogyne nitens* e por Pacheco et al. (2013) em *Dalbergia nigra*. As mudas apresentaram maiores valores em altura e área foliar em condições de 70% de sombreamento

A MFE diferiu estatisticamente entre as plantas dos dois ambientes de luz, com valores de 63,1 para as plantas do PS e de 22,7 para as plantas do SO. A MFE é uma variável morfológica diretamente relacionada com a disponibilidade de luz no ambiente de crescimento e desenvolvimento das folhas (ARANDA et al., 2004). Em ambientes com maior disponibilidade de luz o aumento da MFE ocorre devido a maior espessura do parênquima paliádico e menor abundância de espaços aéreos, o que resulta em folhas mais espessas e mais densas (CERQUEIRA et al., 2017) e, por consequência, uma maior quantidade e capacidade do

maquinário fotossintético por unidade de área foliar (EVANS & POORTER, 2001). Como resultado, as plantas do PS apresentaram valores de médios de TAL cerca de 160,5% maior do que as plantas do SO ( $p < 0,05$ ). A TAL é determinada pelo equilíbrio entre a taxa de ganho de carbono pela fotossíntese e a taxa de perda de carbono pela respiração (POORTER E REMKES, 1990). Em geral, plantas de ambientes com maior disponibilidade de luz tendem a aumentar a TAL, que reflete a capacidade de aclimação do maquinário fotossintético e maior ganho líquido do carbono (POORTER, 1999). Esses resultados são coerentes com os de Silva et al. (2007) ao avaliar o efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia*, no qual foi observado que a TAL observada para o tratamento 70% de sombreamento se mostrou reduzida em relação a pleno sol, demonstrando que a 70% de sombreamento já existia uma limitação significativa na assimilação líquida de carbono por unidade de área foliar, devido ao déficit de luz.

Verificou-se que a eficiência do uso da água (EUA) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos aplicados (Figura 2). Por outro lado, os valores médios de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (*A*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e transpiração (*E*) foram estatisticamente maiores nas plantas do PS em comparação com as plantas do SO ( $p \leq 0,05$ ).

As plantas do SO apresentaram valores de condutância estomática 72,4% menores que nas plantas do PS, provavelmente como resultado da redução na intensidade da luz incidente sobre as plantas ocasionada pelo sombreamento artificial imposto pela tela sombrite. Os estômatos se abrem tanto em resposta à luz azul quanto em resposta à luz vermelha, ambas atuam como um sinal específico e estimulam o processo fotossintético nas células-guardas (SHIMAZAKI et al., 2007). A luz azul promove um incremento na abertura estomática por ativar as H<sup>+</sup>ATPases presentes na membrana plasmática das células-guardas. Algumas evidências indicam que a luz promove a ativação dessas bombas a partir de fosforilação (TAIZ et al. 2017). Esse resultado também pode estar relacionado ao fato de que a intensidade luminosa é um dos principais fatores responsáveis pela condutância estomática, refletindo tanto nas taxas assimilação líquida quanto na eficiência de carboxilação (COSTA, MARENCO, 2007). De fato, alguns estudos têm verificado que a menor interceptação da radiação solar decorrente do sombreamento promove uma queda substancial na condutância estomática, com consequente redução da assimilação de CO<sub>2</sub> e da perda de água por transpiração (BORGES, 2012; GAMA, 2013).

As plantas do PS apresentaram maiores taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e transpiração, provavelmente, como resultado do incremento na intensidade da luz incidente sobre as folhas. Segundo Ferreira et al. (1999), maiores valores de condutância estomática ocorrem quando a radiação solar é máxima e o potencial hídrico da folha ainda não

atingiu os valores mínimos passíveis de induzir o fechamento estomático. Em decorrência da maior condutância estomática, as plantas do PS também apresentaram uma maior taxa transpiratória. Esse resultado pode ser explicado pelo aumento da temperatura da folha devido à alta radiação solar. Isso faz com que a diferença de pressão de vapor entre o ar e o interior da folha facilite perda de vapor de água, elevando a taxa transpiratória (SOUZA, 2008).

Verificou-se que os contrastantes ambientes de luz não causaram diferenças nos valores dos parâmetros relacionados à fluorescência da clorofila *a*, exceto em  $F_0$ ,  $Y(II)$  e  $Y(NPQ)$  (Figura 3).

Os valores de emissão de  $F_0$  foram 35% maiores nas plantas do SO em relação às plantas do PS. Apesar do aumento em  $F_0$  ser atribuído à inibição da transferência de elétrons da plastoquinona A ( $Q_A$ ) para a plastoquinona B ( $Q_B$ ), indicando a ocorrência de dano na proteína D1 do centro de reação do fotossistema II (YAMANE et al., 1997), não é possível afirmar que houve fotoinibição, pois as plantas do SO não apresentaram decréscimo nos valores de  $F_v/F_m$ . Desse modo, os menores valores de  $F_0$  nas plantas do PS em relação às plantas do SO, indicam um maior tamanho das antenas coletoras de luz nestas últimas.

Os valores de  $Y(II)$  foram 50,3% maiores nas plantas do PS em relação as plantas do SO. Por outro lado, as plantas do PS apresentaram valores de  $Y(NPQ)$  cerca de 64,9% menores que os encontrados para as plantas do SO. Tais resultados sugerem que apesar das plantas do PS apresentarem menor dissipação térmica, via do ciclo das xantofilas, do excesso de radiação luminosa absorvida pelas antenas coletoras ( $Y_{NPQ}$ ), apresentaram maior capacidade de transferir a energia dos elétrons que foram perdidos das moléculas de clorofilas para formação de compostos redutores na fase fotoquímica da fotossíntese ( $Y_{II}$ ) (ROHÁČEK, 2002; BAKER, 2008) e, por consequência, menor ocorrência de dano na proteína D1 do centro de reação ( $Y_{NO}$ ) (KLUGHAMMER; SCHREIBER, 2008).

Os dados dos teores de pigmentos cloroplastídicos revelaram que as plantas PS e SO apresentaram diferença significativa em todos os parâmetros analisados (Figura 4), exceto pela relação a razão entre os teores de clorofila *a* e clorofila *b* ( $p \geq 0,05$ ). As plantas do SO apresentaram maiores valores do conteúdo de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides. Enquanto que, as plantas do PS apresentaram maiores valores em relação a razão entre os teores de carotenoides e clorofila total ( $p \leq 0,05$ ). Resultados semelhantes foram observados em mudas de seis espécies florestais sob diferentes condições de abertura do dossel (MODOLO, 2020), no qual o sombreamento promove o aumento significativo dos pigmentos cloroplastídicos. O aumento dos teores de clorofilas nas folhas aumenta a capacidade de absorção de luz de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese, como a luz na faixa do verde, presente em grande quantidade no interior do dossel das florestas (REID et al.,

1991). Segundo Scalon et al. (2002), o aumento da clorofila *b* nas folhas submetidas a baixa luminosidade é uma característica importante e representa um mecanismo de adaptação à condição de menor intensidade luminosa. Isso porque a clorofila *b* capta energia de outros comprimentos de onda e transfere-a para a clorofila *a*, que atua de forma efetiva nas reações fotoquímicas da fotossíntese. Assim como observado para os teores clorofilas, as plantas do SO também apresentaram maior conteúdo de carotenoides em relação as plantas do PS, fato também observado por Lima et al. (2010), em que os maiores valores do conteúdo de carotenoides foram verificados quando plantas de *H. courbaril* e *E. contortisiliquum* eram cultivadas a 80% de sombreamento. Segundo Taiz e Zeiger (2009) os carotenoides são responsáveis pela absorção de comprimentos de onda diferentes daqueles da clorofila *a* e *b*, aumentando assim, a eficiência da planta na captação de luz. Por outro lado, a razão carotenoides/clorofila foi maior no PS do que no SO, indicando o maior investimento em fotoproteção das plantas submetidas a maior intensidade luminosa direta, pois além de atuar na absorção de luz, os carotenoides também atuam como fotoprotetores da maquinaria fotossintética.

## CONCLUSÃO

O regime de luz exerceu influência sobre diversos parâmetros dos processos fisiológicos avaliados (emergência, crescimento inicial, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* e teor de pigmentos cloroplastídicos), indicando que as plantas jovens de *P. nitens* apresentam plasticidade fenotípica, ou seja, elas foram capazes de alterar sua fisiologia e morfologia de acordo com o regime de luz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A.A., et al. Desenvolvimento de mudas de Guarea [*Guarea guidonea* (L.) Sleumer]. **Revista Daphne**, Belo Horizonte, v.8, n.3, p.22-26, 1998.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Köppen's climate classification map for Brazil, **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, ed. 6, p. 711–728, 2013.
- ARANDA, I.; PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J.A. Anatomical basis of the change in leaf mass per area and nitrogen investment with relative irradiance within the canopy of eight temperate tree species. **Acta Oecologica**, Berlin, v.25, p.187-195, 2004.
- BAKER, B. Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. **Annual Review of Plant Biology**, Boca Raton, v.59, p.89-113, 2008.
- BORGES, V. P. **Ecofisiologia de *Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo em ambientes contrastantes de luz**. Tese (Doutorado Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas - BA, 2012.

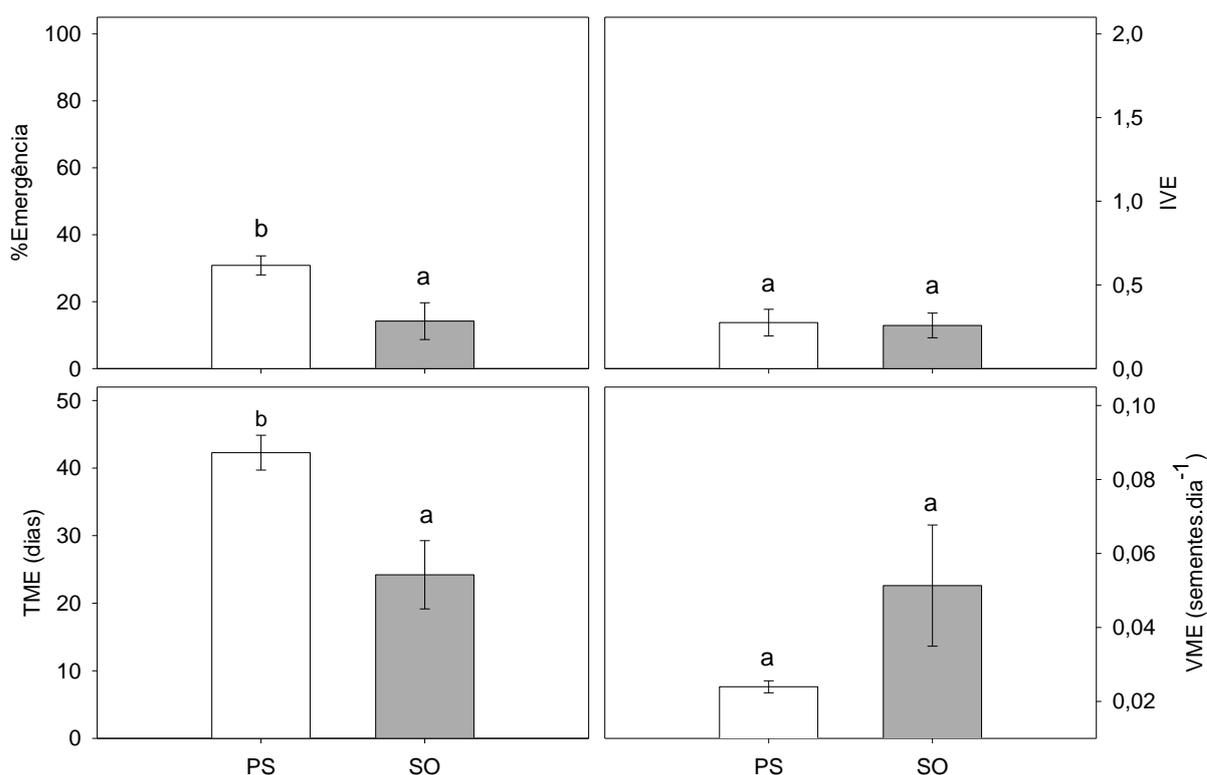
- BRAND, M.H. Shade influences plant growth, leaf color and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. cultivars. **Hort Science**, Alexandria, v.32, n.2, p.206-208, 1997.
- CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: **EMBRAPA-CNPMF**, p. 640, 1994.
- CERQUEIRA, A. F.; DALMOLIN, Â. C.; ANJOS, L.; LEDO, C. A. S.; COSTA D. S.; MIELKE M. S. Photosynthetic plasticity of young plants of *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) A. Gray, Achariaceae. **Trees** 32:1-12, 2017.
- CÉSAR, F. R. C. et al. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tul. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciência Florestal**, Santa Catarina, v. 24, n. 2, p. 357-366, abr. 2014.
- COSTA, G. F; MARENCO, R A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta, Amazônica**, [s. l.], v. 37, ed. 2, p. 229-234, 2007.
- DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W.W. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. **Trends in Plant Science**, 1:21-26, 1996.
- EVANS, J.R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, Cell and Environment*, **Oxford**, v.24, p.755-767, 2001.
- FERREIRA, C.A.G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Cerne**, 5(2): 95-104, 1999.
- FILARDI, F. L. R. et al. Padrões de distribuição geográfica de espécies arbóreas de Leguminosae ocorrentes no cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1116-1118, jul. 2007.
- FILARDI, F. L. R.; GARCIA, F. C. P.; OKANO, R. M. C. Caesalpinoideae (Leguminosae) lenhosas na estação ambiental de Volta Grande, Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1071-1084. nov./dez. 2009.
- GAMA, V. N. **Análises morfofisiológicas de plantas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) cultivadas em pleno sol e em sombreamento natural**. Orientador: Geraldo Rogério Faustini Cuzzuol. 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Espírito Santo, 2013.
- GIVNISH, T.J. Adaptations to sun and shade: a whole plant perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.15, p.63-92, 1988.
- GRONINGER, J.W.; SEILER, J.R.; PETERSON, J.A.; KREH, R.E. Growth and photosynthesis responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, v.16, p.773-778, 1996.
- HIDEG, E.; MURATA, N. The irreversible photoinhibition of photosystem II complex in leaves of *Vicia faba* under strong light. **Plant Science**, 130:151-158, 1997.
- HUNT, R. Basic growth analysis. **London: Unwin Hyman**, 1990.
- INSTITUTO Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa nº 4 de 13/04/2011 / IBAMA - Procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da

- legislação ambiental. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/publicadas/publicada-no-diario-oficial-in-para-elaboracaode-prad>. Acesso em: Março/2021.
- KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes**, Effeltrich, v.1, p. 27-35, 2008.
- KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G.E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, v.79, p.209-218, 2004.
- KRAMER, P.J.; KOSLOWSKI, T. Physiology of woods plants. New York: **Academic**, p. 811, 1979.
- LIMA, A. L. S. et al. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazônica**, Paraná, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.
- LIMA, E.C. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Lavras, v.35 n. 5, set-out, 2005.
- 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. ExTul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**. v.38, p.5-10. 2008.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.: **Plantarum**, Nova Odessa, v. 1, p.384, 2002.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. p. 176-177, 1962.
- MODOLO, G. S. Ambientes contrastantes de luz alteram as relações entre taxas demográficas e características fotossintéticas em mudas de espécies arbóreas tropicais?. Orientador: Dr. Marciel José Ferreira. 2020. 92 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, [S. l.], 2020.
- NETO, A. D. A. et al. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, ed. 4, p. 893-897, jan. 2011.
- NETO, A. P. et al. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* s. t. blake no Sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 633-643, jul. 2015.
- NIYOGI, K. K. Safety valves for photosynthesis. **Current Opinion in Plant Biology** 3:455-460, 2000.
- OSUNKOYA, O.O.; ASH, J.E.; HOPKINS, M.S. & GRAHAM, A.W. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance in northern Queensland. **Journal of Ecology** 82:149-163, 1994.
- PACHECO, F. V. P. et al. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, ano 2013, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.
- PAULA, J. L.; ALVES, J. L. H. Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, produção e uso. **Brasília: Fundação Mokiti Okada-MOA**, p.543, 1997.
- PELLIZZARO, K. et al. Superação da dormência e influência do condicionamento osmótico em sementes de *Pterogyne nitens* tul. (Fabaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 1-9, jul/set. 2011.

- PEREIRA, M. R. et al. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga, Botucatu**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 98-110, jan. 2010.
- POORTER, H.; REMKES, C. Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. **Oecologia**, 83(4), 553-559. DOI: 10.1007 / BF00317209, 1990.
- POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology** 13:396-410. DOI: 10.1046 / j.1365-2435.1999.00332.x, 1999.
- REGAZINI, L. O. et al. Constituintes químicos das flores de *Pterogyne nitens* (Caesalpinioideae). **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n.4, p. 802-806, 2008.
- REID, D. M. et al. Environmental cues in plant growth and development. **Plant Physiology**. Academic Press, v. 10, p. 65-181, 1991.
- ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definition, photosynthetic meaning, and mutual relationship. **Photosynthetica**, Prague, v.40, n.1, p.13-29, 2002.
- SANTIAGO, R. T. Efeito da luz na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi. 2012. **Relatório Estágio Supervisionado III** (Bacharelado em Biologia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas- BA, 2012.
- SCALON, S. P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SCHOCK, A. A. et al. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-mansão cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.3-9, 2014.
- SEEMANN, J.R. Light adaptation/acclimation of photosynthesis and the regulation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity in sun and shade plants. **Plant Physiology**, v.91, p.1-18, 1992.
- SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMAN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulations of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, p. 219-247, 2007.
- SILVA, B. M. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Jaboticabal-SP, v. 31, n. 6, pp. 1019-1026, 2007.
- SOCOLOWSKI, F. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Tabebuia rosea* (Bertoloni) ap de Candolle (Bignoniaceae), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 229-237, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. **Artmed**, 4. ed. Porto Alegre, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia vegetal e desenvolvimento vegetal. **Artmed**, 6. ed. Porto Alegre, 2017.
- THOMPSON, W.A.; HUANG, L.K. & KRIEDEMANN, P.E. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade tolerant rainforest trees. II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. **Australian Journal of Plant Physiology** 19:19-42, 1992.
- VIEIRA, T.O. **Plasticidade fenotípica e aclimação de *Siparuna guianensis* em resposta a gradiente de luz**. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Biociências e Biotecnologia – CBB, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2013.
- WALTERS, M. B.; FIELD, C. B. Photosynthetic light acclimation in two rainforest Piper species with different ecological amplitudes. **Oecologia**, v.72, n.3, p.449-456, 1987.

- WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, p.307-313, 1994.
- WHATLEY, F.H.; WHATLEY, F.R. A luz e a vida das plantas: temas de biologia. **São Paulo: EDUSP**, V.30, p.101, 1982.
- YAMANE, Y.; KASHINO, Y.; KOIKE, H.; SATOH, K. Increase in the fluorescence F0 level and reversible inhibition of Photosystem II reaction center by high temperature treatments in higher plants. **Photosynthesis Research**, v.52, p.57-64, 1997.

## FIGURAS E TABELAS

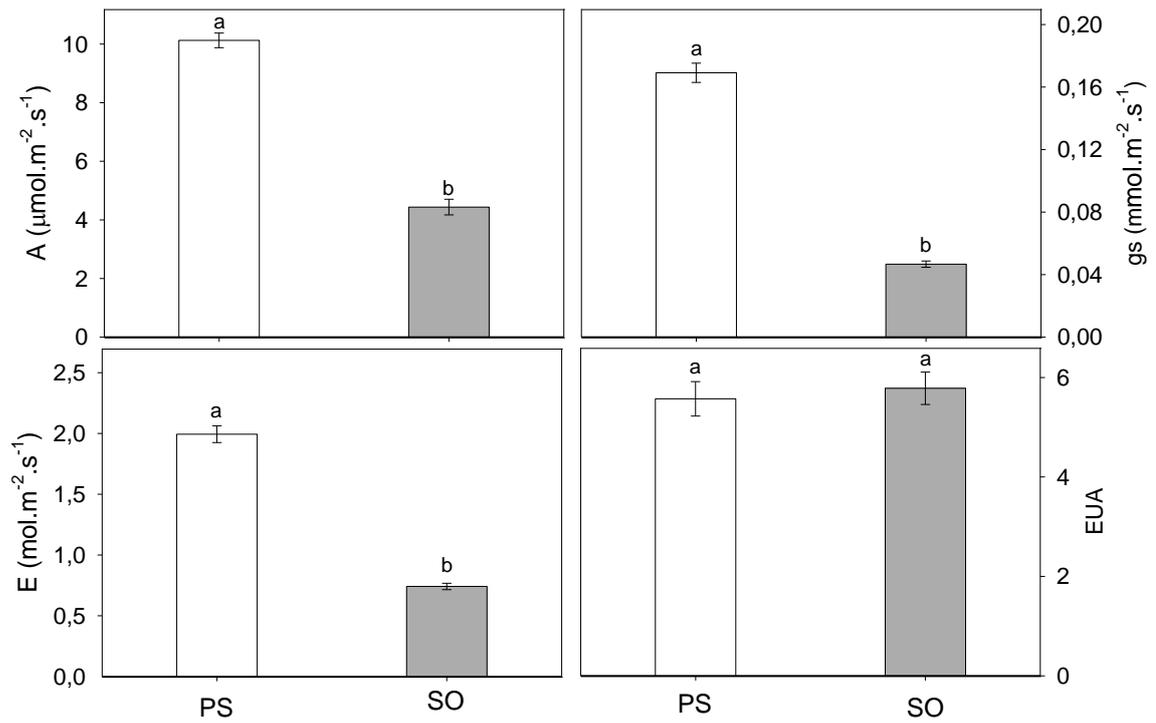


**Figura 1.** Porcentagem de emergência (% Emergência), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) de sementes em plantas jovens de *P. nitens* sob condições de pleno sol (PS) e sombreamento artificial (SO) no *campus* da UFRB, Cruz das Almas, BA. Barras indicam o erro padrão da média e letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

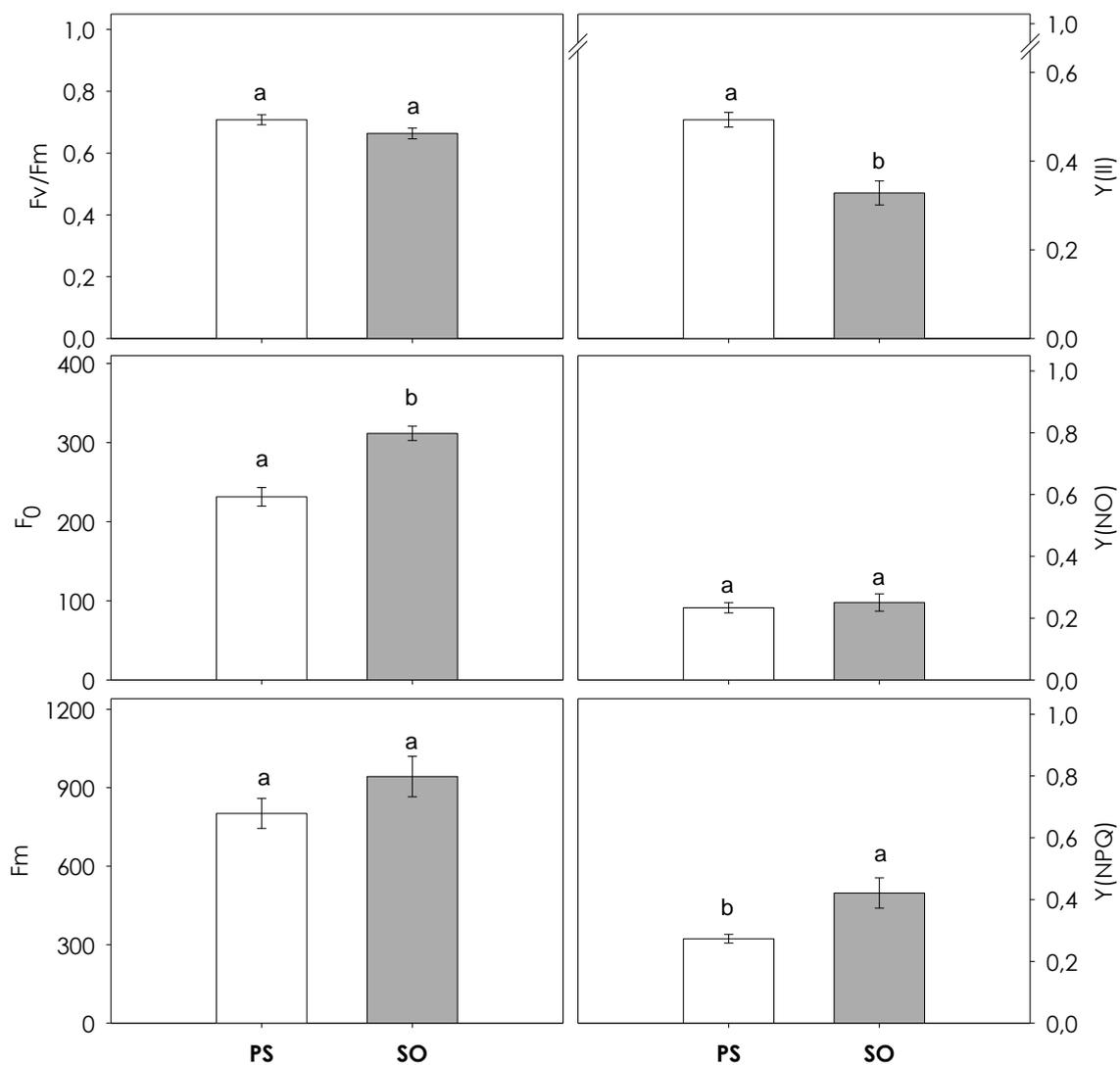
**Tabela 1.** Valores médios ( $\pm$  erro padrão) de altura (H), número de folhas (NF), massa seca de raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca total (MST), razão raiz/parte aérea (R/PA), área foliar (AF), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) em plantas jovens de *P. nitens* sob condições de pleno sol (PS) e sombra artificial por tela sombrite (SO) no *campus* da UFRB, Cruz das Almas, BA.

Parâmetros	Tratamento		
	Pleno Sol (PS)	Sombra (SO)	p-Anova*
H (cm)	8,4 $\pm$ 0,9	11,6 $\pm$ 2,5	0,010
NF	49,0 $\pm$ 14,6	57,6 $\pm$ 14,7	0,340
MSR (g)	1,16 $\pm$ 0,59	1,24 $\pm$ 1,52	0,899
MSC (g)	0,45 $\pm$ 0,14	0,65 $\pm$ 0,38	0,226
MSF (g)	1,53 $\pm$ 0,4	1,50 $\pm$ 0,9	0,948
MST (g)	3,14 $\pm$ 1,10	3,39 $\pm$ 2,65	0,822
RPA	0,56 $\pm$ 0,19	0,44 $\pm$ 0,37	0,473
AF (cm <sup>2</sup> )	250,2 $\pm$ 80,9	656,4 $\pm$ 292,7	0,005
MFE	63,1 $\pm$ 13,2	22,7 $\pm$ 8,4	0,000
TCR (mg g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	18,9 $\pm$ 2,7	13,9 $\pm$ 5,8	0,070
TAL (mg cm <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	0,265 $\pm$ 0,1	0,102 $\pm$ 0,1	0,005

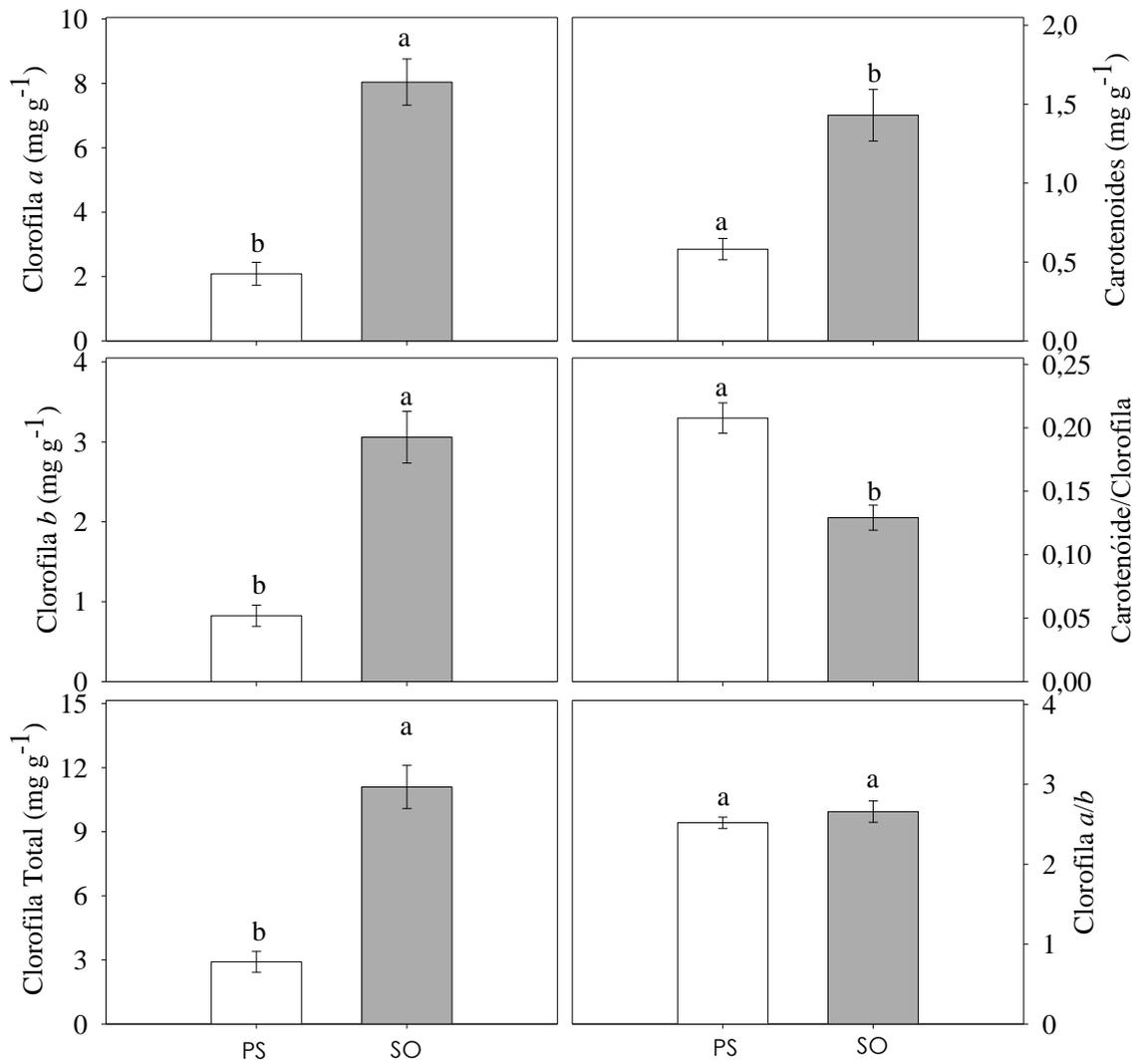
\* $p \leq 0,05$  representa diferença significativa entre as médias pelo Teste F. (n=7/PS e n=5/SO).



**Figura 2.** Valores médios da assimilação de carbono (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) em plantas jovens de *P. nitens* sob condições de pleno sol (PS) e sombreamento artificial (SO) no *campus* da UFRB, Cruz das Almas, BA. Barras representam o erro padrão.



**Figura 3.** Valores médios do rendimento quântico máximo do FSII ( $F_v/F_m$ ), fluorescência mínima ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ) e dos rendimentos quânticos efetivo,  $Y(II)$ ; de dissipação não regulada,  $Y(NO)$ ; e de dissipação regulada,  $Y(NPQ)$ ; em plantas jovens de *P. nitens* sob condições de pleno sol (PS) e sombreamento artificial (SO) no *campus* da UFRB, Cruz das Almas, BA. Barras representam o erro padrão.



**Figura 4.** Teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, carotenoides, razão entres os teores de carotenoides e clorofilas e razão entre os teores de clorofila *a* e clorofila *b* em plantas jovens *P. nitens* sob condições de pleno sol (PS) e sombreamento artificial (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Barras representam o erro padrão.

## Apêndice

### Anexo 1. Caracterização física e química do solo utilizado para uso no experimento

		mg/dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								
MO%	pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V%
1,18	5,1	1,3	48	1,5	1,0	0,5	0,2	3,0	0,040	1,66	4,66	35,62
Capacidade de campo 10kPa (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )				Ponto de murcha 1500kPa (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )			Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Textura		
0,4507				0,185			68,25	20,22	11,53	Franco arenosa		

Análise realizada pelo LAFSMA – Laboratório de análise de fertilizantes, solo e monitoramento ambiental LTDA – Cruz das Almas – BA