

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

**Aspectos ecofisiológicos de espécies arbustivo-arbóreas em condições
contrastantes de luminosidade**

Raiene de Oliveira Leal
Bacharel em Engenharia Florestal

Cruz das Almas
Bahia - Brasil
2016

Raiene de Oliveira Leal

Aspectos ecofisiológicos de espécies arbustivo-arbóreas em condições contrastantes de luminosidade

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pela discente Raiene de Oliveira Leal como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof.: Rogério Ferreira Ribas.

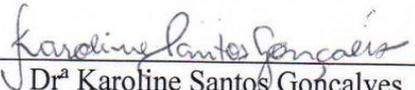
Cruz das Almas
Bahia - Brasil
2016

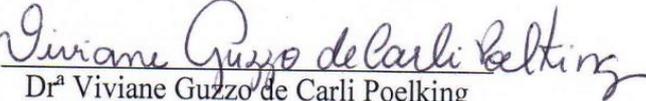
Raiene de Oliveira Leal

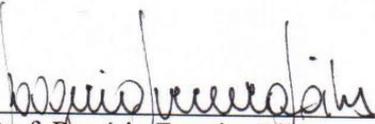
Aspectos ecofisiológicos de espécies arbustivo-arbóreas em condições contrastantes de luminosidade

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pela discente Raiene de Oliveira Leal como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof.: Rogério Ferreira Ribas.

APROVADO: 11 de julho de 2016


Dr^a Karoline Santos Gonçalves
PNPD/UFRB


Dr^a Viviane Guzzo de Carli Poelking
PNPD/UFRB


Prof. Rogério Ferreira Ribas
Orientador
UFRB

*“...não temas, porque eu sou contigo;
não te assombres, porque Eu Sou teu Deus;
eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça.”
(Isaías 41:10)*

*“Uma árvore só, não faz floresta” (Eduardo Vidreira, 2009)
“Bora FLORESTA!”*

*Aos meus pais, Raimundo e Sirlene,
por me ensinarem tudo que sei e
por ser quem eu sou,
dedico...*

AGRADECIMENTOS

Chegou enfim, o final de mais uma etapa. Chegar até aqui não teria sido possível se sozinha estivesse. Meu agradecimento vai para todos que me incentivaram e estiveram comigo nesta jornada, em especial...

...a Deus, pois sei que foi Ele quem me sustentou (Isaías 41:10) não só durante minha graduação, mas em todos os momentos da minha vida. Ele que me conduziu e me fortaleceu a todo momento durante essa jornada, me mostrando o caminho correto. **Obrigada meu Deus!**

...ao meu Pai, Raimundo, pela sua força em me incentivar a terminar a graduação, apesar de todas as dificuldades que se levantaram ao longo do caminho. És parte vital na minha vida! **Obrigada Pai!**

...a minha Mãe, Sirlene, por seu incansável esforço em me incentivar a alcançar meus sonhos. Mãe, eu te amo! **Obrigada Mãe!**

...a todos os meus amigos, pela paciência, pelo carinho, por seus ouvidos, pelos seus abraços, pelas conversas bobas, pelos puxões de orelha. Sem vocês teria sido impossível. **Obrigada a cada um de vocês!**

...a minha mais que amiga e cúmplice, Priscila, obrigada pelo companheirismo, pelos momentos divididos, pelo carinho e pelos puxões de orelha. **Obrigada Ps!**

...ao meu irmão por escolha, Alisson, agradeço os conselhos e incentivos. **Obrigada Al!**

...ao meu amigo e namorado, Eduardo, obrigada pelos conselhos e incentivos e pelo suporte em todos os momentos. **Obrigada grandão!**

...a minhas avós que sempre me deram suporte e incentivo, eu agradeço as ‘Marias’ da minha vida! **Obrigada minhas Maria’s!**

...a minha família, tios e tias, primos e primas, em especial, minha tia Agda, por todo cuidado, carinho e conselhos, a minha tia Rita, por todo incentivo e por tanto se orgulhar de mim. **Obrigada de coração!**

...a minha segunda família por me incentivar e me dá suporte em oração para a conclusão desse etapa, tia Bertilha, meu diácono Gilberto e a João, pelas orações e conselhos durante momentos de dificuldades e dúvidas. **Obrigada a vocês!**

...a Marcelo, por sempre ter uma palavra alegre para me fazer sorrir. **Obrigada Siri!**

...ao meu orientador, Rogério, pessoa com que cada dia é um novo aprendizado. Obrigada pelo seu empenho e dedicação na minha formação, por sua paciência e carinho, por acreditar e confiar em mim durante todos esses anos. **Obrigada Rogério!**

...a FAPESB e UFRB pela concessão da bolsa durante a execução do projeto. **Obrigada!**

...a UFRB, seus funcionários e setores pelo suporte, em especial ‘Seu Chico’, que ajudou muito nos cuidados com as mudinhas. **Obrigada!**

...aos professores que de forma particular contribuíram para minha formação. **Obrigada a todos(as)!**

...a todos aqueles que me fizeram mais forte, através de críticas, fica um lembrete: EU CONSEGUI! **Obrigada!**

...a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. **Obrigada de verdade!**

RESUMO

LEAL, Raiene de Oliveira, Bacharel em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Julho de 2016. **Aspectos ecofisiológicos de espécies arbustivo-arbóreas em condições contrastantes de luminosidade.** Orientador: Rogério Ferreira Ribas.

Estudos mostram diferenças fisiológicas em plantas cultivadas em diferentes ambientes, no que se refere a disponibilidade de luz. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de ambientes com luminosidade distintas (pleno sol e sub-bosque) na germinação, crescimento, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* e teor de pigmentos cloroplastídicos de *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Schinus terebinthifolius*. Estudo realizado em área externa da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB, foi conduzido em dois ambientes distintos, pleno sol e sub-bosque. Foram avaliados, na fase de germinação, a emergência e crescimento inicial das espécies, durante 34 dias. Após este período foi realizado o transplântio para vasos contendo três litros de solo de mata, aos 117 dias, foram realizadas as avaliações de trocas gasosas, de fluorescência da clorofila *a* e de teores de pigmentos cloroplastídicos. Os resultados mostraram a interferência dos níveis de irradiância nos parâmetros fisiológicos, indicando plasticidade fenotípica para as espécies estudadas. *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius* se destacaram, mostrando a capacidade para o desenvolvimento em ambientes dinâmicos e perturbados, então sugere-se o uso dessas duas espécies nas etapas iniciais de programas de recuperação de áreas degradadas, e *C. odorata* e *G. integrifolia* em estádios mais tardios, devido à tolerância ao sombreamento.

Palavras-chave: biomassa, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*, Mata Atlântica

ABSTRACT

LEAL, Raiene de Oliveira, Bachelor of Forestry Engineering, Federal University of Bahia Reconcavo, July 2016. **Ecophysiological aspects of woody species in contrasting light conditions.** Advisor: Rogério Ferreira Ribas.

Abstract Studies show physiological differences in plants grown in different environments, as regards the availability of light. This study aimed to evaluate the effect of different light environments (full sun and understory) in germination, growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence and chloroplastidic pigment content of *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Hymenaea stigonocarpa* and *Schinus terebinthifolius*. Study on the external area of the Experimental Farm of the Center for agricultural sciences, biological and environmental UFRB, was conducted in two distinct environments, full sun and understory. Have been assessed, in the phase of germination, emergence and early growth of the species, for 34 days. After this period the transplanting to pots containing three liters of soil, to 117 days, were performed the evaluations of gas exchange, chlorophyll fluorescence and chloroplastidic pigments contents. The results showed interference irradiance levels in the physiological parameters, indicating phenotypic plasticity to the species studied. *H. stigonocarpa* and *S. terebinthifolius* stood out, showing the ability to develop in dynamic environments and disturbed, so it is suggested the use of these two species in the early stages of programs of recovery of degraded areas, and *C. odorata* and *G. integrifolia* in later stages, due to tolerance to shading.

Key-words: biomass, gas exchange, chlorophyll a fluorescence, Atlantic Forest

SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	vii
I. INTRODUÇÃO	8
II. OBJETIVO	12
<i>Objetivos específicos</i>	12
III. METODOLOGIA	13
IV. RESULTADOS	16
<i>Emergência</i>	16
<i>Crescimento inicial</i>	18
<i>Trocas Gasosas</i>	21
<i>Emissão de fluorescência da clorofila a</i>	26
<i>Teores de pigmentos cloroplastídicos</i>	28
V. DISCUSSÃO	30
VI. CONCLUSÃO	34
VII.BIBLIOGRAFIA	35

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DFP.....	Densidade de fluxo de fótons ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
%E.....	Porcentagem de emergência
IVE.....	Índice de velocidade de emergência
TME.....	Tempo médio de emergência (dias)
VME.....	Velocidade média de emergência (sementes dia ⁻¹)
H.....	Altura (cm)
NF.....	Número de folhas
MSF.....	Massa seca de folhas (g)
MSC.....	Massa seca de caule (g)
MSR.....	Massa seca de raiz (g)
RPA.....	Relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca de raiz
AF.....	Área foliar (cm ²)
MFE.....	Massa foliar específica (g cm ⁻²)
TCR.....	Taxa de crescimento relativo (g g ⁻¹ dia ⁻¹)
A.....	Taxas de assimilação líquida de carbono ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
<i>g_s</i>	Condutância estomática (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)
<i>E</i>	Transpiração (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)
<i>C_i/C_a</i>	Concentração interna e ambiente de CO ₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)
<i>A_i</i>	Valor diário integrado das taxas de assimilação líquida de CO ₂ (mol CO ₂ m ⁻² dia ⁻¹)
<i>g_{s<i>i</i>}</i>	Valor diário integrado das taxas condutância estomática (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)
<i>E_i</i>	Valor diário integrado das taxas transpiração (mmol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)
<i>EUA_i</i>	Valor diário integrado da eficiência do uso da água
<i>A_{máx}</i>	Capacidade máxima fotossintética ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
α	Rendimento quântico aparente
<i>R_d</i>	Taxa respiratória no escuro ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
<i>I_c</i>	Irradiância de compensação ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
<i>I_s</i>	Irradiância de saturação ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
<i>F₀</i>	Fluorescência mínima
<i>F_m</i>	Fluorescência máxima
<i>F_v/F_m</i>	Rendimento quântico potencial do fotossistema II
FSII.....	Fotossistema II
Y(II).....	Rendimento quântico efetivo do fotossistema II
Y(NO).....	Rendimento quântico de dissipação não-regulada
Y(NPQ).....	Rendimento quântico de dissipação não-regulada
ETR.....	Taxa aparente de transporte de elétrons
ETR _{máx}	Taxa máxima de transporte de elétrons ($\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
K.....	Irradiância inicial de saturação ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

I. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais no Brasil, originados pela exploração florestal de caráter extrativista e predatório e pela ação antrópica desenfreada, vem gerando a degradação de áreas em quase todo o território nacional. Essas perturbações causam alterações nas condições ambientais e dificultam a regeneração natural (FERREIRA et al., 2001).

O aproveitamento da biomassa, de forma sustentável, fornecida pelas florestas tropicais se mostra um desafio à ciência florestal, tendo em vista a sua complexidade como ecossistema, com equilíbrio sensível podem ocorrer alterações irreversíveis se houver perturbação intensa. Mesmo assim, há possibilidades de manejar uma floresta para a produção de madeira, seja para fins industriais e energéticos, como também para obtenção de produtos não-madeireiros. Com o objetivo de originar o aproveitamento sustentável das florestas tropicais, é indispensável ter o conhecimento do processo de renovação dos seus recursos, dos processos de dinâmica da regeneração natural e seu potencial qualitativo e quantitativo (MACIEL et al., 2003; VIEIRA, 2013).

No entanto, não há como caracterizar os atributos físicos e fisiológicos de algumas espécies nativas, devido à ausência de informação para o manejo e análise dessas sementes. Objetivando os diversos fins e utilizações de mudas de espécies florestais nativas, há necessidade de se obterem informações básicas sobre a germinação, cultivo, características ecofisiológicas e potencialidade das mesmas, sendo essa carência, um dos pontos de estreitamento dos programas de restauração ambiental, pela limitação na propagação em larga escala (ARAÚJO NETO et al., 2003; MOTA et al., 2012; BORGES et al., 2014).

O conhecimento sobre aspectos ecofisiológicos da germinação e crescimento inicial de uma determinada espécie é fundamental para o êxito na produção de mudas de qualidade, devido à distribuição heterogênea de recursos no tempo e no espaço, as espécies vegetais tendem a possuir desempenho metabólico dinâmico. Estudos fisiológicos (germinação de sementes, crescimento inicial e produção de mudas) juntamente com o conhecimento de fatores abióticos da região, oferecem suporte para a escolha acertada das espécies a serem utilizadas nesses programas. O conhecimento do desenvolvimento inicial das espécies florestais nativas auxilia na inferência sobre a capacidade de adaptação dessas espécies a distintas condições de radiação do ambiente em que estão naturalmente se desenvolvendo (ALMEIDA et al., 2004; VIEIRA, 2013).

O vigor da planta pode ser afetado e até reduzir drasticamente se um ou mais dos inúmeros fatores ambientais que influenciam seu desenvolvimento tiver seu suprimento

afetado. A intensidade luminosa e a temperatura são dois desses inúmeros fatores, oscilam em sua intensidade e qualidade em escala temporal e espacial, influenciando na atividade fotossintética, conseqüentemente no desenvolvimento da muda. A radiação luminosa está inteiramente ligada à fotossíntese e sua intensidade e quantidade podem alterar o metabolismo e crescimento das plântulas (GONÇALVES et al., 2006; BORGES et al., 2014).

Em ambientes de florestas tropicais, as alterações na intensidade luminosa, proporcionam um ambiente altamente heterogêneo, influenciando diretamente o seu crescimento e sobrevivência, afetando a distribuição dos indivíduos arbóreos em diferentes estratos. Por possuir uma estratificação vertical, a intensidade luminosa em ambientes de florestas tropicais, gera um gradiente vertical no interior do sub-bosque. As variações na intensidade luminosa não são os únicos fatores que diferem quando se compara um ambiente controlado a um natural; as temperaturas do ar e do solo, o regime da precipitação pluvial, a disponibilidade de nutrientes e a umidade relativa também contribuem para o desenvolvimento da plântula (VIEIRA, 2013; LIMA et al., 2010).

Em relação as plântulas que se encontram num estrato arbóreo mais baixo, ou até mesmo na altura do chão da floresta, as condições da intensidade luminosa são extremamente variáveis. Em folhas próximas ao chão a incidência luminosa tende a ser bem menor do que a incidência nas folhas que se encontram no dossel, já em clareiras provocadas por queda ou retirada de árvores a incidência luminosa se assemelha às condições do dossel e varia da borda para o centro ao longo do tempo, devido ao crescimento de plantas adjacentes. Na experimentação das variações da intensidade luminosa, as plântulas têm a capacidade de aclimatar-se a essas variações, isso ocorre com o objetivo de maximizar o ganho de carbono pelas folhas. A capacidade de aclimação das plântulas a mudanças da intensidade luminosa é variável de acordo a espécie como também da quantidade de luz que recebem e do seu estágio sucessional (DUZ et al., 2004).

Com maiores disponibilidades de luz podem ocorrer a intensificação, ou a redução da atividade fotossintética, por meio da fotoinibição ocasionada pelo excesso de luz a depender da espécie. A intensidade luminosa e a temperatura são fatores que podem ocasionar a limitação do processo fotossintético e ainda contribuir para a redução da aquisição de carbono e, por consequência, provocar a redução da taxa de crescimento. E condicionar distintas respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento. Uma vez que controlam a assimilação de CO₂ e a interceptação de luz, o funcionamento da abertura e fechamento dos estômatos está relacionado sobretudo com a intensidade de luz e o estado de

hidratação da folha, influenciam na produtividade do vegetal (ATROCH et al., 2001; MARENCO & LOPES, 2005; VIEIRA, 2013).

A habilidade de um único genótipo expressar diferentes fenótipos provocado pela variabilidade ambiental, ou seja, a capacidade de gerar ajustes no genótipo devido a capacidade de tolerância e resposta à variação ambiental, é chamado de plasticidade fenotípica. Para que uma espécie obtenha o êxito na adaptação em distintas condições de luminosidade, a eficácia e agilidade com que é realizada a alocação da biomassa e seu padrão fisiológico, são ajustados à condição imposta. Assim, como a plasticidade adaptativa das espécies depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, há maior eficiência na conversão da energia radiante em carboidratos e, por conseguinte, maior crescimento da planta. Há dois caminhos para a maximização no ganho de carbono, mudança no padrão de alocação de biomassa, devido a parte vegetativa afetada, e ajustes fisiológicos e morfológicos nas propriedades de assimilação de carbono pelas folhas. O aumento na espessura foliar que resulta no aumento da relação massa foliar/área foliar e maior alocação de biomassa para as raízes e variação na altura do caule, são algumas das principais mudanças que são implicações do aumento na quantidade de luz (DUZ et al., 2004; MOTA et al., 2012; VIEIRA, 2013;).

Sabe-se que há inúmeras nomenclaturas para a classificação sucessional de espécies, porém, tendo por base o padrão do crescimento das espécies vegetais em relação a intensidade luminosa, geralmente difere em dois grupos sucessionais distintos: pioneiras (heliófilas e espécies de estágio inicial) – germinam e se desenvolvem sob alta incidência de luminosidade e déficit hídrico, chamadas de plantas de sol; clímax (umbrófilas e espécies de estágio final e sucessão) – toleram o sombreamento no processo de germinação e desenvolvimento, chamadas de plantas de sombra. Todavia, já foi constatado que há espécies que ocupam uma posição intermediária entre os estádios extremos (DUZ et al., 2004).

Estudos de ecofisiologia vegetal estabelecem relações entre a variabilidade ambiental e os processos de resposta das espécies vegetais, sendo bastante úteis o uso de critérios ecofisiológicos para subsidiar a recomendação de espécies para programas de recuperação de áreas degradadas, destinado ao cultivo silvicultural ou enriquecimento da diversidade florística de um fragmento florestal. Avaliação do crescimento inicial, envolvendo emergência e germinação, em diferentes níveis de incidência luminosa, evidencia a capacidade de uma determinada espécie adaptar-se as condições de alta incidência luminosa – sol – ou de baixa incidência luminosa – sombra. Geralmente esses estudos são realizados em ambiente controlados, o que não refletem de forma correta as condições em ambiente natural, sendo que

estudos realizados em ambientes naturais municiam de dados mais consistentes. A variação da intensidade luminosa, em ambientes de clareira depende de alguns fatores, dentre eles, a posição do sol, da altura das árvores que se encontram ao redor e da forma como as nuvens se comportam durante o dia, sendo que, por outro lado, em sub-bosques a intensidade luminosa prevalece de forma difusa e baixa, com pontos de luz que atravessam ao dossel das plantas em volta (FERREIRA, 2003; BORGES et al., 2014).

Estudos relacionados à variação na capacidade de resposta a modificações na disponibilidade de luminosidade, em espécies arbóreas, mostram que as plantas de sol apresentam algumas características que as diferem de plantas de sombra, como: maior área foliar, menor matéria seca, menor relação clorofila a/b, menor taxa de fotossíntese, menor intensidade de respiração e transpiração, e menor taxa de crescimento relativo (FERREIRA et al., 2012).

Foram estudadas neste trabalho as espécies, *Cedrela odorata* L., *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Hymenaea stigonocarpa* var. *pubescens*. Sendo assim *C. odorata*, pertencente à família Meliaceae, com ocorrência em todo Brasil, frequente na Mata Atlântica e em quase toda floresta pluvial Amazônica, planta decídua, heliófita ou de luz difusa, seletiva higrófito, característica das matas primárias e secundárias altas de terra firme. *G. integrifolia* pertence à família Phytolaccaceae e ocorre naturalmente desde o Ceará até o Paraná, frequente na floresta pluvial Atlântica e na floresta semidecídua da bacia do Paraná, planta perenifólia, heliófita, seletiva higrófito, característica de mata fluvial atlântica e da floresta semidecídua da bacia do Paraná. *S. terebinthifolius*, pertence à família Anacardiaceae, originária da América do Sul é encontrada desde o Pernambuco até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, planta perenifólia, heliófita e pioneira, comum em beiras de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias, crescendo também em terrenos secos e pobres. *H. stigonocarpa* var. *pubescens* Benth, pertencente à família Leguminosae-Caesalpinoideae, encontrada no cerrado, planta decídua, heliófita, seletiva xerófito, característica de formações abertas de cerrado e campo-cerrado (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994; DURIGAN et al., 1997; DURIGAN et al., 1997; SOUZA, 2013).

II. OBJETIVO

Avaliar o efeito de distintos regimes de luz, pleno sol e sub-bosque, no estabelecimento e nas características fotossintéticas de *G. integrifolia*, *C. odorata*, *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius*.

Objetivos específicos

Avaliar o efeito de distintos regimes de luz, nas espécies estudadas, pleno sol e sub-bosque:

- Na emergência e no crescimento inicial de plântulas;
- Nas trocas gasosas;
- Na emissão de fluorescência da clorofila α ;
- No teor de pigmentos cloroplastídicos.

III. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido entre os meses de outubro de 2014 a abril de 2015, em área externa na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB, situada no município de Cruz das Almas, BA (12°40'19" S; 39°06'22" O). Foram utilizadas sementes das espécies arbustivo-arbóreas *G. integrifolia*, *C. odorata*, *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius*, adquiridas comercialmente da empresa Arbocenter Comércio de Sementes Ltda.

Para avaliação da emergência de plântulas, 50 sementes por espécie/tratamento (exceto *H. stigonocarpa*, n=25/tratamento) foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 5% por 5 minutos, lavadas em água corrente, sendo necessário a escarificação mecânica das sementes de *H. stigonocarpa*, e então colocadas diretamente em bandejas com areia lavada igualmente distribuídas em dois tratamentos com variações na densidade de fluxo de fótons (DFF): sub-bosque (SB), sob condição de sombreamento natural imposto pela cobertura vegetal, e pleno sol (PS), sob condição de 100% da radiação solar. A emergência das plântulas foi avaliada em dias alternados, a partir do primeiro dia, durante 34 dias. As variáveis calculadas foram: porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) (MAGUIRE, 1962).

Para avaliação do crescimento inicial, 20 plântulas por espécie/tratamento (exceto *H. stigonocarpa*, n=15/tratamento), apresentando cotilédones e um par de folhas primárias, foram uniformizadas por altura da parte aérea e transplantadas para vasos plásticos contendo três litros de solo coletado no fragmento de Mata Atlântica, conhecido como Mata da Cazuzinha, localizado no município de Cruz das Almas. As plântulas foram mantidas, sob condição saturada de umidade, com irrigação feita quando necessária, duas vezes ao dia, utilizando 100 mL no SB e 200 mL no PS, nos tratamentos descritos anteriormente por um período de 117 dias, sendo considerado dia zero o dia de transferência das plântulas para os vasos plásticos. No dia zero e no final do experimento, cinco plântulas/espécie/tratamento foram caracterizadas quanto à altura (H), número de folhas/folíolos (NF) e massa seca de folhas (MSF), caule (MSC) e raiz (MSR). A partir destes dados foram calculados os seguintes parâmetros: relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca de raiz ($RPA = MSPA/MSR$), área foliar (AF), massa foliar específica ($MFE = MSF/AF$) e taxa de crescimento relativo (TCR) de acordo com HUNT (1990).

Os dados de trocas gasosas foram obtidos por meio de um medidor portátil de fotossíntese, modelo LI-6400XT (LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, USA), equipado com

uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR). 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 , $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a concentração interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) foram avaliadas das 9 às 12:30h sob luz saturante artificial de $1.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e concentração de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O do ambiente, sendo o ar de refer\u00eancia coletado a 50 cm de altura do solo e homogeneizado em um gal\u00e3o de 10 litros antes de alcan\u00e7ar a c\u00e2mara foliar. Ap\u00f3s o coeficiente combinando as varia\u00e7\u00f5es de g\u00e1s carb\u00f4nico (ΔCO_2), \u00e1gua ($\Delta\text{H}_2\text{O}$) e fluxo de ar (Δu_e) apresentar-se abaixo de 1%, foram realizados 12 registros por folha, um a cada 10 segundos, cuja m\u00e9dia foi considerada uma medida.

Os valores di\u00e1rios integrados das taxas de assimila\u00e7\u00e3o líquida de CO_2 (A_i , $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_{s_i} , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), transpir\u00e7\u00e3o (E_i , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e efici\u00eancia do uso da \u00e1gua (EUA) foram obtidos por meio de cursos di\u00e1rios de trocas gasosas realizados no per\u00edodo de 7 \u00e0s 17 h, em intervalos de aproximadamente duas horas, sob densidade de fluxo de f\u00f3tons (DFF), concentra\u00e7\u00e3o de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O do ambiente.

Os valores de capacidade m\u00e1xima fotossint\u00e9tica (A_{max}), rendimento qu\u00e2ntico aparente (α), taxa respirat\u00f3ria no escuro (R_d) e as irradi\u00e2ncias de compensa\u00e7\u00e3o (I_c) e de satura\u00e7\u00e3o (I_s) foram estimados a partir de ajustes de curvas de resposta da fotoss\u00edntese \u00e0 irradi\u00e2ncia. Os dados foram obtidos utilizando a rotina “light curve” do software OPEN 4.04, em dez valores de DFF em ordem decrescente (0, 15, 30, 60, 120, 250, 500, 1000, 1500 e 2000) e concentra\u00e7\u00e3o de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O do ambiente, e ajustados utilizando-se o modelo de equa\u00e7\u00e3o da hip\u00e9rbole retangular do tipo $A_n = \{[(A_{\text{max}} \alpha \text{ DFF}) / (A_{\text{max}} + (\alpha \text{ DFF}))] - R_d\}$ (Thornley, 1976). Por regress\u00e3o linear dos primeiros pontos da curva foram estimados os valores de α , R_d e I_c , sendo α a inclina\u00e7\u00e3o da curva, R_d a intercep\u00e7\u00e3o da reta com o eixo y e I_c a intercep\u00e7\u00e3o da reta com o eixo x (ESCALONA et al., 1999). A I_s foi estabelecida no valor de DFF, em que a fotoss\u00edntese líquida (A) \u00e9 igual a 90% da fotoss\u00edntese m\u00e1xima (A_{max}) (QUERO et al., 2006).

Os dados de fluoresc\u00eancia da clorofila a foram obtidos utilizando um fluor\u00f4metro port\u00e1til modulado OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA). Ap\u00f3s 30 minutos de adapta\u00e7\u00e3o ao escuro, foram obtidos os valores de fluoresc\u00eancia m\u00ednima (F_0), fluoresc\u00eancia m\u00e1xima (F_m) e o rendimento qu\u00e2ntico potencial (F_v/F_m) do fotossistema II (FSII). Os rendimentos das vias competitivas de desexcita\u00e7\u00e3o da energia absorvida no FSII, rendimento qu\u00e2ntico efetivo [$Y(\text{II})$], rendimento qu\u00e2ntico de dissipa\u00e7\u00e3o n\u00e3o-regulada [$Y(\text{NO})$] e rendimento qu\u00e2ntico de dissipa\u00e7\u00e3o regulada [$Y(\text{NPQ})$], foram determinados de acordo com KRAMER et al. (2004) e

KLUGHMMER e SCHREIBER (2008). O Y(II) foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de elétrons (ETR) de acordo com BILGER et al. (1995): $ETR = Y(II) \times DFF \times 0,5 \times 0,84$, onde 0,5 é o valor correspondente à fração da energia de excitação distribuída para o FSII (LAISK & LORETO, 1996) e 0,84 o valor correspondente à fração de luz incidente que é absorvida pelas folhas (EHLERINGER, 1981).

Os valores da taxa máxima de transporte de elétrons ($ETR_{m\acute{a}x}$) e irradiância inicial de saturação (K) foram derivados a partir de curvas de fluorescência em resposta à luz obtidos em folhas pré-adaptadas ao escuro por 30 minutos. As curvas de resposta da ETR foram avaliadas em sete níveis crescentes de luz actínica (0, 120, 494, 1060, 1554, 2000 e 2557 $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) durante sete minutos, em sete estádios de 60s cada. Ao final de cada nível de luz foi aplicado um pulso de luz saturante, com intensidade de 3500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e duração de 0,8 s, para determinação da ETR. O modelo de equação exponencial do tipo $ETR = \{ETR_{m\acute{a}x} [1 - \exp(-DFF/k)]\}$ foi utilizado para ajustar os pares de pontos na curva ETR em função da DFF para cada planta (VASSILEV & MANOLOV, 1999).

Os teores de clorofila e carotenóides foram determinados em extratos dimetilsulfóxido (DMSO) de discos foliares (HISCOX & ISRAELSTAM, 1979). Após incubação de dois discos foliares (0,393 cm^2/disco) com 3 mL de DMSO saturado com CaCO_3 por 48 h a temperatura ambiente, a absorbância dos extratos foi lida em Espectrofotômetro Digital Ultravioleta Microprocessado Q798U2M nos comprimentos de onda de 645, 663 e 480 nm, para a determinação das concentrações de clorofila *a*, clorofila *b* e de carotenóides, expressos em mg.g^{-1} de acordo com as equações propostas por Wellburn (1994) para extratos em DMSO.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente ao acaso, num esquema fatorial 4 x 2, com quatros espécies, dois níveis de luz e com número variável de repetições por tratamento, a depender da variável/parâmetro em estudo. Com os resultados obtidos foram feitas análises de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). 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.

IV. RESULTADOS

Emergência

De acordo a Figura 1, são apresentados os valores de %E, IVE, TME e VME. Na %E e IVE houve diferença estatística para *C. odorata* e *G. integrifolia*, entre os tratamentos, com maiores valores encontrados no SB. Os menores valores de TME, foram observados por *C. odorata*, *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius*, com diferença estatística entre os tratamentos. Para VME, houve diferença estatística para *C. odorata* e *S. terebinthifolius*, entre os tratamentos, apresentando os maiores valores no SB.

Em relação a %E, os valores no SB, variaram de 37,5 a 94% onde *C. odorata* apresentaram a maior porcentagem. Por outro lado, no PS, os valores variaram de 26 a 71%, onde *H. stigonocarpa* e *C. odorata* apresentaram maiores valores.

Para IVE, no SB, os valores variaram de 1,31 a 3,20, com *C. odorata* apresentando maior valor. Já no PS, não houve diferença estatística entre as espécies nesse ambiente.

Para o TME, no SB, os valores variaram de 12,14 a 15,29 dias, como maior valor apresentado por *C. odorata* e *H. stigonocarpa*. No PS a variação foi de 14,03 a 23,08 dias, como maior valor apresentado por *C. odorata*.

Para VME, no SB, a variação foi de 0,06 a 0,08 sementes dia⁻¹, como maior valor apresentado por *S. terebinthifolius*. E no PS, a variação foi de 0,04 a 0,08 sementes dia⁻¹, com maiores valores observados por *S. terebinthifolius*, *G. integrifolia* e *H. stigonocarpa*, em ordem decrescente de valor.

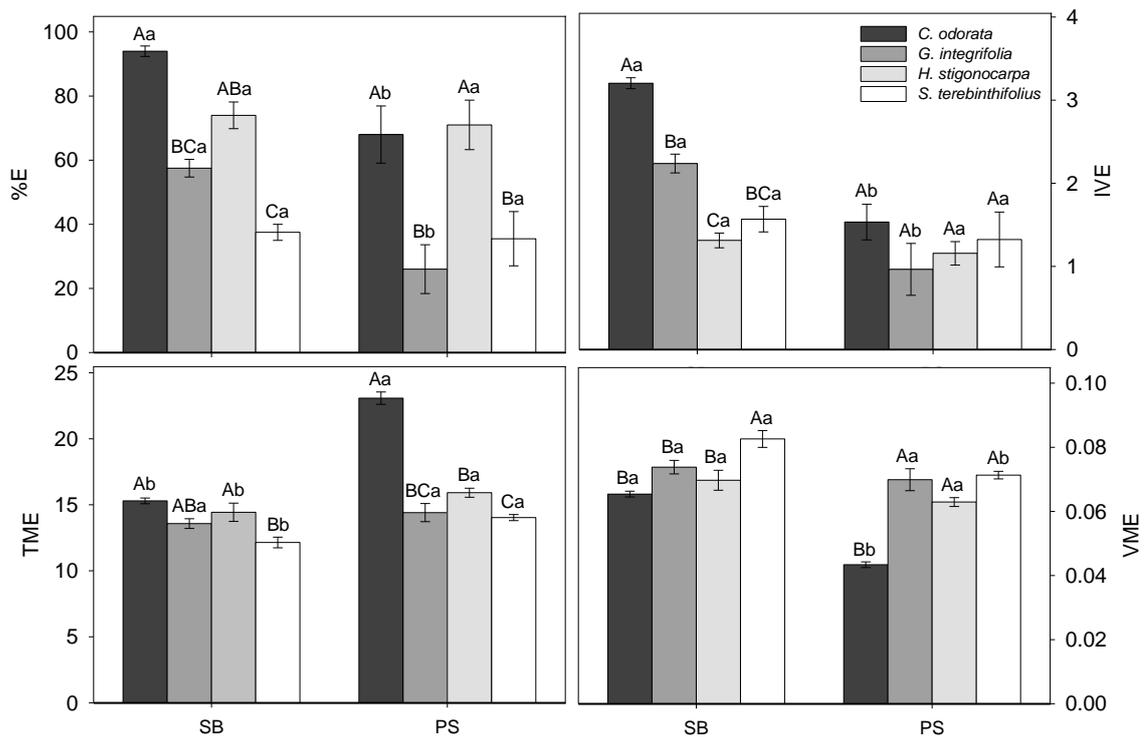


Figura 1. Valores médios (\pm erro padrão) de porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) de sementes de *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Hymenaea stigonocarpa* sob condições de sub-bosque (SB) e pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Crescimento inicial

Os valores médios de H, NF, MSR, MSC, MSF, MST, RPA, AF, MFE e TCR estão apresentados na Tabela 1. Para todas as variáveis, exceto AF, os maiores valores foram encontrados no PS, apresentando diferença estatística entre as espécies dentro do tratamento: para H, *H. stigonocarpa* e *G. integrifolia* diferiram; para NF, *S. terebinthifolius*; para MSR, MSC, MST, RPA e MFE, todas as espécies; para MSF, *H. stigonocarpa*, *S. terebinthifolius* e *C. odorata*; para TCR, *S. terebinthifolius* e *H. stigonocarpa*. Sendo que para AF, os maiores valores foram encontrados no SB, diferindo estatisticamente para *G. integrifolia*.

Os valores de H, no SB, variaram entre 15 a 38,5 cm, e no PS, essa variação foi de 13,52 a 52,3 cm, com maior valor observado por *H. stigonocarpa* em ambos os ambientes.

Para NF, no SB, os valores variaram entre 33 a 81 folhas, com maior NF observado por *C. odorata*. Já no PS, a variação foi de 11 a 73,4 folhas, com maiores valores observados por *C. odorata* e *S. terebinthifolius*.

Para MSR, no SB, não houve diferença estatística entre as espécies. No PS, a variação foi de 1,88 a 5,06 g, com maior valor observado por *H. stigonocarpa*.

Para MSC, no SB, os valores variaram entre 0,34 a 0,88 g, com maior valor apresentado por *C. odorata*. No PS, a variação foi de 2 a 3,53 g, com maiores valores apresentados por *H. stigonocarpa* e *G. integrifolia*.

Para MSF, no SB, os valores variaram entre 0,33 a 2,18 g, com maior valor apresentado por *G. integrifolia*. No PS, a variação foi de 1,57 a 3,59 g, como maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*.

Para MST, no SB, os valores variaram entre 0,78 a 3,36 g, com maior valor apresentado por *G. integrifolia*. No PS, a variação foi de 5,47 a 12,18 g, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*.

Para RPA, no SB, as espécies não diferiram estatisticamente. Já no PS, a variação foi de 0,47 a 0,69 g, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*.

Para AF, no SB, os valores variaram entre 183,94 a 1235,08 cm², com maior valor apresentado por *G. integrifolia*. No PS, as espécies não diferiram estatisticamente entre si.

Para MFE, no SB, os valores variaram entre 13,68 a 45,55 g cm⁻², e no PS, a variação foi de 33,95 a 88,17 g cm⁻², com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*, nos dois ambientes.

Para TCR, no SB, os valores variaram entre 8,34 a 42,92 g g⁻¹ dia⁻¹, e no PS, a variação foi de 39,01 a 51,11 g g⁻¹ dia⁻¹, com maior valor apresentando por *S. terebinthifolius*, nos dois ambientes.

Tabela 1. Valores médios (\pm erro padrão) de altura (H), número de folhas/folíolos (NF), e 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), e taxa de crescimento relativo (TCR), em plantas jovens de *Cedrela odorata*, *Galesia integrifolia*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Schinus terebinthifolius* sob condições de sub-bosque (SB) e pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Espécie	Parâmetros	Tratamento	
		Sub-bosque	Pleno sol
<i>C. odorata</i>	H (cm)	15 \pm 0,6 Da	13,5 \pm 0,3 Da
	NF	81 \pm 5,6 Aa	73,4 \pm 4,9 Aa
	MSR(g)	0,5 \pm 0,05 Ab	1,88 \pm 0,32 Ba
	MSC (g)	0,88 \pm 0,04 Ab	2,01 \pm 0,24 Ba
	MSF (g)	0,71 \pm 0,17 BCb	1,58 \pm 0,09 Ca
	MST (g)	2,10 \pm 0,20 ABb	5,47 \pm 0,52 Ca
	RPA	0,32 \pm 0,04 Ab	0,52 \pm 0,07 ABa
	AF (cm ²)	539,2 \pm 143,7 Ba	472,60 \pm 41,0 Aa
	MFE (g cm ⁻²)	13,68 \pm 1,0 Bb	34 \pm 2,1 Ca
	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	35,4 \pm 1,1 Ba	39,0 \pm 2,3 Ba
<i>G. integrifolia</i>	H (cm)	34,8 \pm 0,6 Bb	40,2 \pm 0,3 Ba
	NF	33 \pm 1 Ba	29,2 \pm 3,5 Ba
	MSR(g)	0,41 \pm 0,04 Ab	2,88 \pm 0,14 Ba
	MSC (g)	0,77 \pm 0,05 ABb	3,23 \pm 0,21 Aa
	MSF (g)	2,18 \pm 0,12 Aa	2,53 \pm 0,17 Ba
	MST (g)	3,37 \pm 0,20 Ab	8,64 \pm 0,19 Ba
	RPA	0,14 \pm 0,01 Ab	0,51 \pm 0,04 ABa
	AF (cm ²)	1235,1 \pm 121,6 Aa	420,9 \pm 23,4 Ab
	MFE (g cm ⁻²)	18,2 \pm 1,5 Bb	60,3 \pm 3,3 Ba
	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	38,4 \pm 1,2 ABa	41 \pm 0,7 Ba
<i>H. stigonocarpa</i>	H (cm)	38,5 \pm 0,3 Ab	52,3 \pm 1,2 Aa
	NF	6,8 \pm 0,6 Da	11 \pm 0,5 Ca
	MSR(g)	0,65 \pm 0,05 Ab	5,06 \pm 0,91 Aa
	MSC (g)	0,87 \pm 0,02 ABb	3,53 \pm 0,15 Aa
	MSF (g)	1,20 \pm 0,06 Bb	3,59 \pm 0,16 Aa
	MST (g)	2,72 \pm 0,09 ABb	12,19 \pm 1,18 Aa
	RPA	0,31 \pm 0,02 Ab	0,70 \pm 0,10 Aa
	AF (cm ²)	266,3 \pm 13,3 Ca	411,3 \pm 25,3 Aa
	MFE (g cm ⁻²)	45,6 \pm 3,2 Ab	88,2 \pm 4,4 Aa
	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	8,3 \pm 0,4 Cb	18 \pm 0,8 Ca
<i>S. terebinthifolius</i>	H (cm)	30,7 \pm 0,7 Ca	33,3 \pm 0,9 Ca
	NF	47 \pm 2,8 Cb	70,8 \pm 3,57 Aa
	MSR(g)	0,10 \pm 0,02 Ab	2,17 \pm 0,28 Ba
	MSC (g)	0,34 \pm 0,65 Bb	2,09 \pm 0,15 Ba
	MSF (g)	0,33 \pm 0,05 Cb	2,39 \pm 0,16 Ba
	MST (g)	0,78 \pm 0,12 Bb	6,65 \pm 0,56 Ca
	RPA	0,15 \pm 0,02 Ab	0,48 \pm 0,03 Ba
	AF (cm ²)	183,9 \pm 29,7 Ca	367,4 \pm 11,8 Aa
	MFE (g cm ⁻²)	18,4 \pm 0,8 Bb	65 \pm 3,3 Ba
	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	43 \pm 2,4 Ab	51,1 \pm 1,2 Aa

Trocas Gasosas

Os valores médios de A , g_s , E , C_i , EUA e C_i/C_a estão apresentados na Figura 2. Para todas as variáveis houve diferença entre os ambientes. Para A , os maiores valores foram observados no PS, diferindo estatisticamente para todas as espécies. Para g_s e E , exceto *C. odorata*, todas as espécies diferiram entre os ambientes, com maiores valores no PS. Para EUA , houve diferença estatística, sendo que *C. odorata* apresentou maior valor no PS e *G. integrifolia* no SB, havendo diferença estatística para essas espécies, ocorrendo padrão inverso para valores de C_i . E para a relação C_i/C_a , os menores valores foram observados, por *C. odorata* no PS, e por *G. integrifolia* e *S. terebinthifolius*, havendo diferença estatística para essas espécies.

Para A , os valores variaram, no SB, entre 2,88 a 6,23 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maior valor observado por *H. stigonocarpa*. E no PS, a variação foi de 4,89 a 12,79 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maior valor observado por *S. terebinthifolius*.

Para g_s , não houve diferença estatística no SB. Já no PS, os valores variaram de 0,05 a 0,23 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maiores valores apresentados por *S. terebinthifolius* e *G. integrifolia*.

Para E , os valores variaram, no SB, entre 1,03 a 1,96 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*. Já no PS, a variação foi de 1,36 a 5,17 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maiores valores apresentados por *S. terebinthifolius* e *G. integrifolia*.

Para EUA , no SB, não apresentou diferença estatística. Já no PS, a variação foi de 1,92 a 3,68, com maior valor apresentado por *C. odorata*.

Para C_i , no SB, os valores variaram entre 212,08 a 247,60 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-1}$, com maior valor apresentando por *S. terebinthifolius*. No PS, a variação foi de 176,37 a 280,33 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-1}$, com maiores valores apresentados por *G. integrifolia* e *S. terebinthifolius*.

Para C_i/C_a , no SB, os valores variaram entre 0,55 a 0,64, com maior valor apresentado por *S. terebinthifolius*. No PS, a variação foi de 0,46 a 0,75, com maiores valores apresentados por *G. integrifolia* e *S. terebinthifolius*.

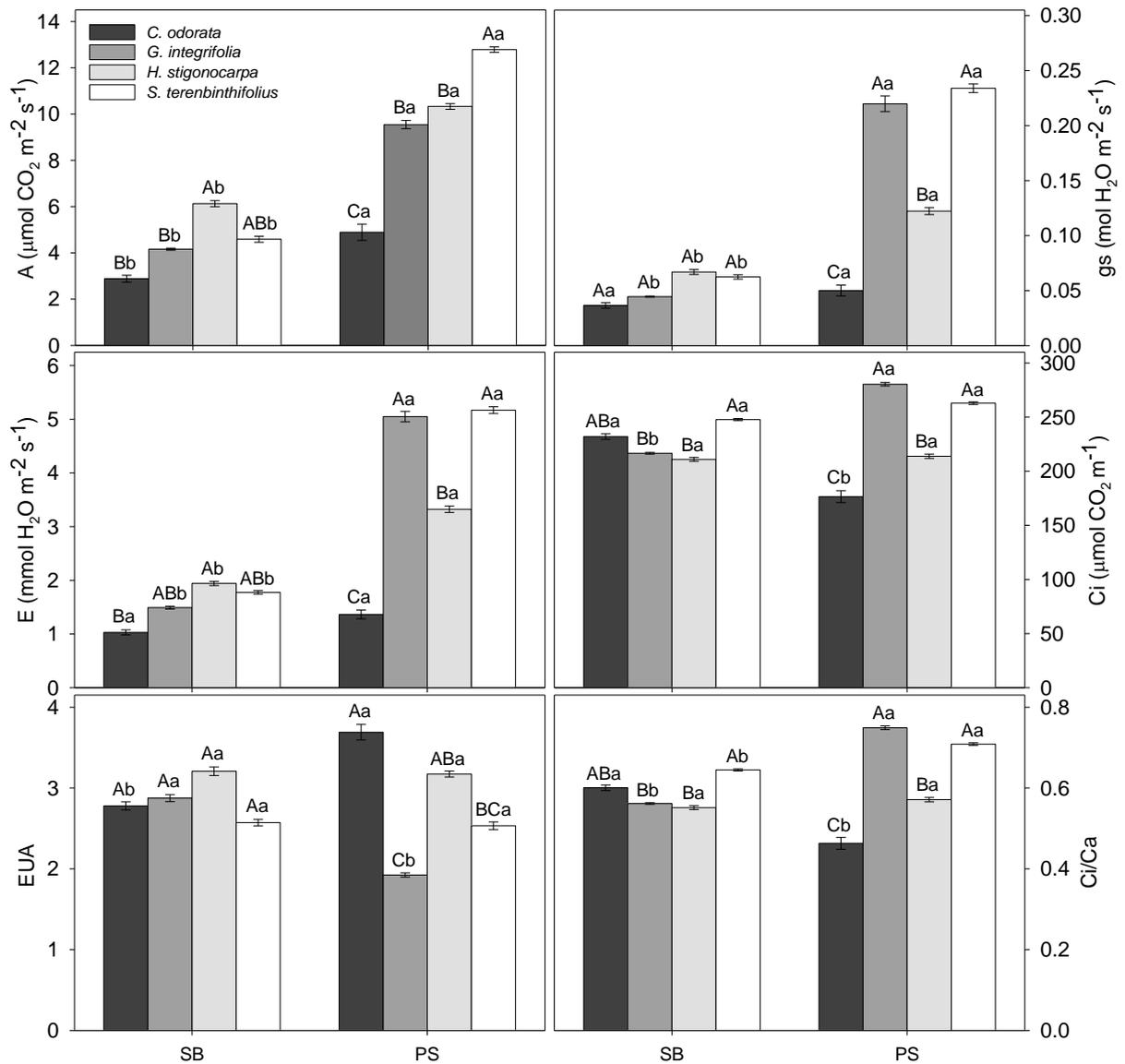


Figura 2. Valores médios (\pm erro padrão) das taxas de assimilação líquida de carbono (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-1}$), eficiência do uso da água (EUA) e relação da concentração interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a) de plantas jovens de *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Hymenaea stigonocarpa* sob condições de sub-bosque (SB) e de pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Na Tabela 2 mostra-se os valores diários integrados de A_i , E_i , g_{si} e EUA_i , exibindo os maiores valores, para todas as variáveis, no PS. Para A_i e E_i , todas as espécies diferiram estatisticamente entre os ambientes. Para g_{si} , somente *S. terebinthifolius* e *G. integrifolia* diferiram entre os ambientes e para EUA_i , todas as espécies diferiram, exceto *G. integrifolia*.

Para A_i , no SB, não houve diferença estatística entre as espécies. Já no PS, a variação foi de 0,14 a 0,35 mol CO₂ m⁻² dia⁻¹, com maior valor apresentado por *S. terebinthifolius*.

Para E_i , no SB, os valores variaram entre 19,99 a 50,24 mol H₂O m⁻² dia⁻¹, com maior valor apresentando por *H. stigonocarpa*. No PS, a variação foi de 52,37 a 176,09 mol H₂O m⁻² dia⁻¹, com maior valor apresentado por *S. terebinthifolius*.

Para gs_i , no SB, os valores variaram entre 800,81 a 2125,23 mol H₂O m⁻² dia⁻¹, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*. No PS, a variação foi de 1580,14 a 6117,20 mol H₂O m⁻² dia⁻¹, com maior valor apresentando por *S. terebinthifolius*.

Para EUA_i , no SB, os valores variaram entre 0,0012 a 0,0023, com maiores valores apresentados por *C. odorata* e *G. integrifolia*. No PS, a variação foi de 0,0019 a 0,0028, com maior valor apresentando por *C. odorata*.

Tabela 2. Valores diários integrados da taxa de assimilação líquida de CO₂ (A_i), taxa de transpiração (E_i), condutância estomática (gs_i) e eficiência do uso da água (EUA) em plantas jovens de *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Hymenaea stigonocarpa* sob condições de sub-bosque (SB) e de pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Espécies	Parâmetros	Ambientes	
		Sub-bosque	Pleno Sol
<i>C. odorata</i>	A_i (mol CO ₂ m ⁻² dia ⁻¹)	0,04 ± 0,01 Ab	0,15 ± 0,04 Ca
	gs_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	800,81 ± 179,52 Ba	1580,14 ± 447,14 Ca
	E_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	19,99 ± 3,73 Bb	52,37 ± 11,67 Ca
	EUA_i	0,0023 ± 0,0001 Ab	0,0028 ± 0,0002 Aa
<i>G. integrifolia</i>	A_i (mol CO ₂ m ⁻² dia ⁻¹)	0,05 ± 0,01 Ab	0,20 ± 0,01 BCa
	gs_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	1091,50 ± 136,98 ABb	4059,50 ± 347,69 Ba
	E_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	27,10 ± 3,17 ABb	107,80 ± 10,39 Ba
	EUA_i	0,0020 ± 0,0002 Aa	0,0019 ± 0,0001 Ba
<i>H. stigonocarpa</i>	A_i (mol CO ₂ m ⁻² dia ⁻¹)	0,06 ± 0,00 Ab	0,26 ± 0,02 Ba
	gs_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	2125,23 ± 129,07 Aa	2875,35 ± 407,69 Ba
	E_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	50,25 ± 2,67 Ab	101,21 ± 11,68 Ba
	EUA_i	0,0013 ± 0,0001 Bb	0,0026 ± 0,0001 Aa
<i>S. terebinthifolius</i>	A_i (mol CO ₂ m ⁻² dia ⁻¹)	0,05 ± 0,00 Ab	0,36 ± 0,03 Aa
	gs_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	1914,48 ± 114,51 ABb	6117,20 ± 492,61 Aa
	E_i (mol H ₂ O m ⁻² dia ⁻¹)	43,43 ± 3,64 ABb	176,09 ± 7,97 Aa
	EUA_i	0,0013 ± 0,0001 Bb	0,0020 ± 0,0001 Ba

Para os parâmetros derivados da curva de fotossíntese em resposta à irradiância, a Tabela 3 exibe os valores médios obtidos, mostrando que os maiores valores, para todas as variáveis, foram observados no PS, exceto para α que não diferiu entre os ambientes. Para A_{max} e IS todas as espécies, exceto *C. odorata*, e para K, exceto *G. integrifolia*, apresentaram

diferença estatística entre os ambientes. Para Rd, IC e ETR_{maz} todas as espécies diferiram estatisticamente entre os ambientes.

Para A_{max}, no SB, não houve diferença estatística para as espécies. Já no PS, a variação foi de 7,06 a 15,67 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, apenas *C. odorata* exibiu diferença estatística, apresentando menor valor.

Para α , não houve diferença estatística para as espécies, em ambos os ambientes.

Para Rd, no SB, não houve diferença estatística para as espécies. Já no PS, a variação foi de 0,84 a 1,80 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maiores valores apresentados por *S. terebinthifolius* e *G. integrifolia*.

Para IC, no SB, não houve diferença estatística para as espécies. Já no PS, a variação foi de 10,20 a 18,60 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, apenas *C. odorata* exibiu diferença estatística, apresentando menor valor.

Para IS, no SB, não houve diferença estatística para as espécies. Já no PS, a variação foi de 80,20 a 162,40 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, apenas *C. odorata* exibiu diferença estatística, apresentando menor valor.

Para ETR_{max}, no SB, os valores variaram entre 27,80 a 52,60 $\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maiores valores apresentados por *S. terebinthifolius* e *H. stigonocarpa*. No PS, a variação foi de 67,20 a 97 $\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maior valor apresentado por *S. terebinthifolius*.

Para K, no SB, não houve diferença estatística para as espécies. Já no PS, a variação foi de 222,80 a 460,80 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com maior valor apresentado por *C. odorata*.

Tabela 3. Capacidade máxima fotossintética (A_{\max}), rendimento quântico aparente (α), respiração no escuro (Rd), irradiância de compensação (IC), irradiância de saturação (IS), taxa máxima de transporte de elétrons (ETR_{\max}) e irradiância inicial de saturação (K) em plantas jovens de *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Hymenaea stigonocarpa* sob condições de sub-bosque (SB) e pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Espécies	Parâmetros	Ambientes	
		Sub-bosque	Pleno Sol
<i>C. odorata</i>	A_{\max} ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	4,81 \pm 1,09 Aa	7,07 \pm 1,84 Ba
	A	0,10 \pm 0,01 Aa	0,08 \pm 0,01 Aa
	Rd ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,35 \pm 0,06 Ab	0,85 \pm 0,09 Ca
	IC ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	3,28 \pm 0,31 Ab	10,04 \pm 0,65 Ba
	IS ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	49,53 \pm 11,05 Aa	80,15 \pm 14,15 Ba
	ETR_{\max} ($\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	28,14 \pm 4,16 Bb	79,07 \pm 11,06 ABa
	K ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	103,25 \pm 10,96 Ab	461,02 \pm 108,22 Aa
<i>G. integrifolia</i>	A_{\max} ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	5,46 \pm 0,55 Ab	13,84 \pm 0,85 Aa
	A	0,11 \pm 0,01 Aa	0,10 \pm 0,01 Aa
	Rd ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,53 \pm 0,04 Ab	1,76 \pm 0,12 Aa
	IC ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	4,91 \pm 0,20 Ab	18,48 \pm 1,20 Aa
	IS ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	52,89 \pm 8,69 Ab	147,92 \pm 14,71 Aa
	ETR_{\max} ($\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	33,11 \pm 2,98 ABb	67,26 \pm 4,07 Ba
	K ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	119,39 \pm 19,70 Aa	222,84 \pm 21,09 Ba
<i>H. stigonocarpa</i>	A_{\max} ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	8,23 \pm 0,59 Ab	12,81 \pm 0,59 Aa
	A	0,10 \pm 0,01 Aa	0,08 \pm 0,01 Aa
	Rd ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,66 \pm 0,05 Ab	1,37 \pm 0,01 Ba
	IC ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	6,94 \pm 0,22 Ab	17,40 \pm 1,60 Aa
	IS ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	87,49 \pm 8,39 Ab	162,55 \pm 12,44 Aa
	ETR_{\max} ($\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	52,05 \pm 3,67 Ab	72,43 \pm 4,92 Ba
	K ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	159,03 \pm 16,71 Ab	325,51 \pm 60,92 ABa
<i>S. terebinthifolius</i>	A_{\max} ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	8,25 \pm 0,70 Ab	15,68 \pm 0,46 Aa
	A	0,11 \pm 0,00 Aa	0,10 \pm 0,01 Aa
	Rd ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,64 \pm 0,10 Ab	1,80 \pm 0,11 Aa
	IC ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	6,08 \pm 0,94 Ab	18,43 \pm 2,49 Aa
	IS ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	78,82 \pm 6,89 Ab	159,07 \pm 16,94 Aa
	ETR_{\max} ($\mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	52,40 \pm 7,62 Ab	96,97 \pm 4,45 Aa
	K ($\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	151,32 \pm 18,21 Ab	305,92 \pm 38,85 ABa

Emissão de fluorescência da clorofila a

Os dados do F_v/F_m , F_0 , F_m , $Y(II)$, $Y(NO)$ e $Y(NPQ)$ estão apresentados na Figura 3. Para todas as variáveis houve diferença entre os ambientes. Para F_v/F_m , os maiores valores foram observados no SB, com diferença estatística para todas as espécies, exceto *C. odorata*. Para F_0 , os menores valores foram observados no PS, com diferença estatística para *C. odorata* e *S. terebinthifolius*. Para F_m , houve diferença estatística para todas espécies, com os maiores valores observados no SB. Para $Y(II)$, todas as espécies diferiram, apresentando maiores valores no PS. Para $Y(NO)$, os menores valores foram observados no PS, com diferença estatística para todas espécies. Para $Y(NPQ)$, os maiores valores foram observados no PS, com diferença estatística para todas as espécies.

Para F_v/F_m , no SB, os valores variaram entre 0,75 a 0,79, e no PS, a variação foi de 0,73 a 0,76, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*. Em ambos ambientes.

Para F_0 , no SB, os valores variaram entre 264,25 a 364,55, com maior valor apresentado por *C. odorata*. No PS, a variação foi de 247,5 a 318,87, com maiores valores apresentados por *C. odorata* e *G. integrifolia*.

Para F_m , no SB, os valores variaram entre 1256,27 a 1484, e no PS, a variação foi de 1025,83 a 1206,62, com maiores valores apresentados por *C. odorata* e *G. integrifolia* em ambos os ambientes.

Para $Y(II)$, as espécies não diferiram estatisticamente entre si dentro dos ambientes.

Para $Y(NO)$, no SB, não houve diferença estatística para as espécies. Já no PS, a variação foi de 0,15 a 0,19, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*.

Para $Y(NPQ)$, no SB, os valores variaram entre 0,61 a 0,67, com maior valor apresentando por *G. integrifolia*. No PS, não houve diferença estatística entre as espécies.

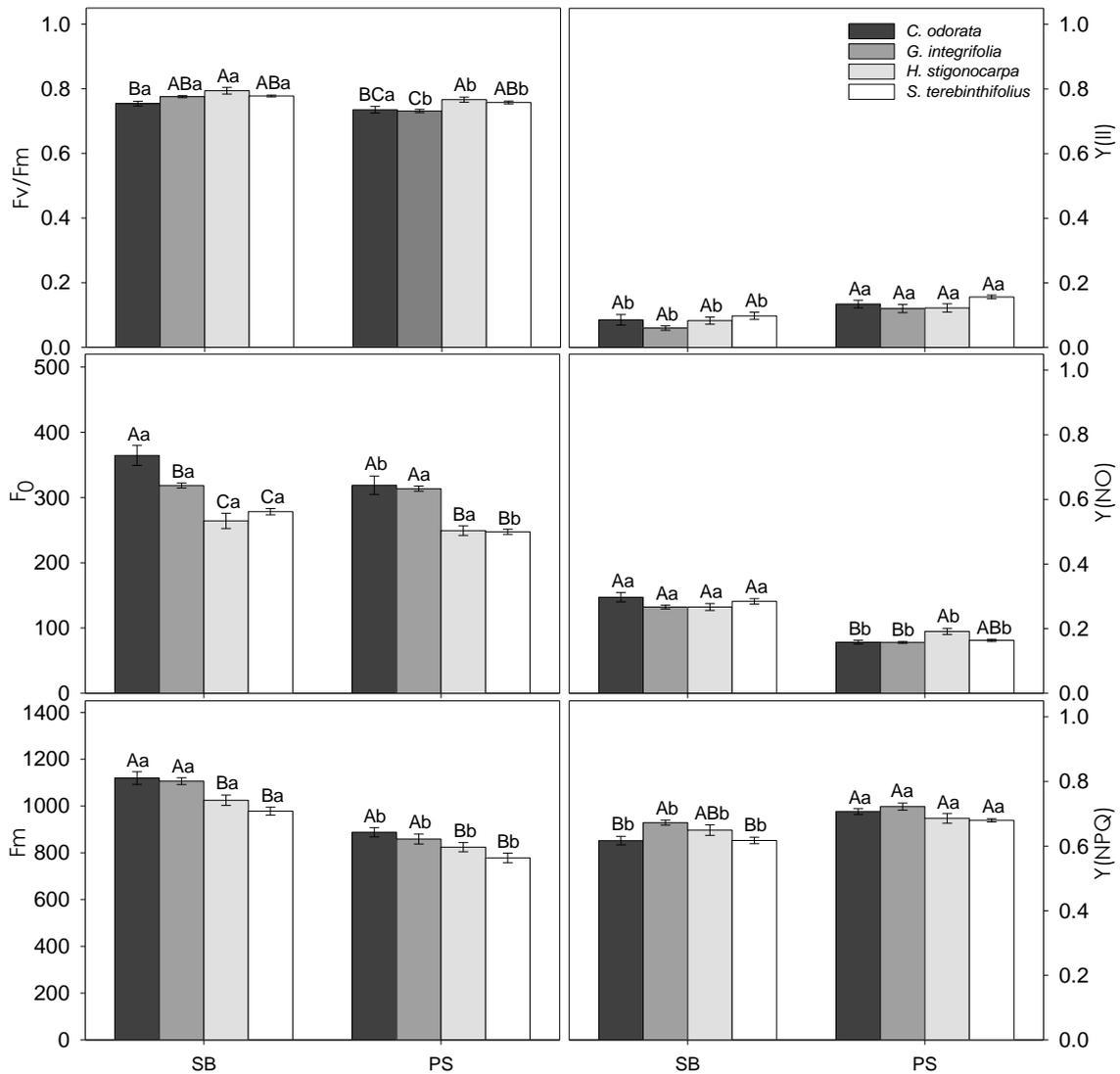


Figura 3. Valores médios (\pm erro padrão) do rendimento quântico máximo do FS II (F_v/F_m), fluorescência mínima (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico efetivo do FSII [$Y(II)$], rendimento quântico de dissipação não-regulada [$Y(NO)$] e rendimento quântico de dissipação regulada [$Y(NPQ)$] de plantas jovens de *Cedrela odorata*, *Galesia integrifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Hymenaea stigonocarpa* sob condições de sub-bosque (SB) e pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Teores de pigmentos cloroplastídicos

Os teores de *Chl a*, *Chl b*, *Chl T*, *Car*, *Car/Chl T* e *Chl a/Chl b* estão apresentados na Figura 5. Para os teores de *Chl a*, *Chl b*, *Chl T* e a relação *Chl T/Car*, diferiram estatisticamente entre os ambientes em todas as espécies. Para os teores de *Car*, os maiores valores foram observados no SB, exibindo diferença estatística para todas as espécies, exceto por *G. integrifolia*. Para a relação *Chl a/Chl b*, somente *H. stigonocarpa*, apresentou diferença estatística, com maior valor no PS.

Para os teores *Chl a*, no SB, os valores variaram entre 12,61 a 39,66 mg g⁻¹, e no PS, a variação foi de 4,60 a 13,72 mg g⁻¹ com maior valor apresentado por *C. odorata*, em ambos os ambientes.

Para os teores *Chl b*, no SB, os valores variaram entre 4,44 a 15,96 mg g⁻¹, e no PS, a variação foi de 1,50 a 1,53 mg g⁻¹ com maior valor apresentado por *C. odorata*, em ambos os ambientes.

Para os teores *Car*, no SB, os valores variaram entre 0,59 a 2,66 mg g⁻¹, com maior valor apresentado por *S. terebinthifolius*. No PS, a variação foi de 0,72 a 1,48 mg g⁻¹, com maior valor apresentado por *C. odorata*.

Para os teores *Chl T*, no SB, os valores variaram entre 17,05 a 55,63 mg g⁻¹, e no PS, entre 6,10 a 19,28 mg g⁻¹, com maior valor apresentado por *C. odorata*, em ambos os ambientes.

Para a relação *Chl a/Chl b*, no SB, os valores variaram entre 2,35 a 2,84, e no PS, entre 2,36 a 3,08, com maiores valores apresentados por *H. stigonocarpa*.

Para a relação *Car/ Chl T*, no SB, os valores variaram entre 0,01 a 0,07, com maiores valores apresentados por *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius*. No PS, a variação foi de 0,04 a 0,13, com maior valor apresentado por *H. stigonocarpa*.

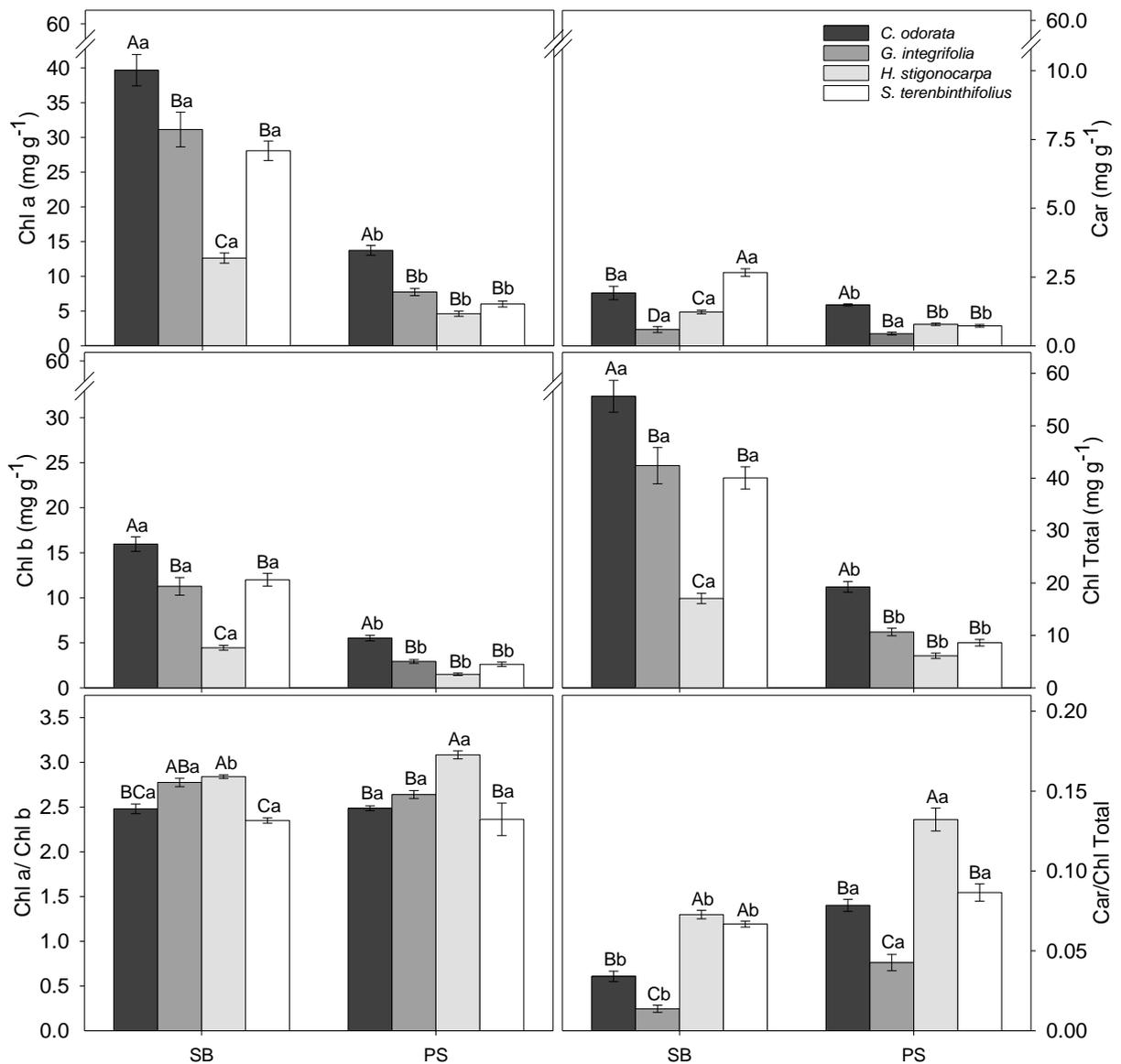


Figura 5. Valores médios (\pm erro padrão) dos teores de clorofila a (*Chl a*), clorofila b (*Chl b*), clorofila total (*Chl T*), carotenóides (*Car*), razão entre os teores de carotenóides e clorofilas (*Car/Chl T*) e razão entre os teores de clorofila a e clorofila b (*Chl a/Chl b*) em plantas jovens de *Cedrela odorata*, *Gallesia integrifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Hymenaea stigonocarpa* sob condições de sub-bosque (SB) e pleno sol (PS) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos. Médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

V. DISCUSSÃO

O sucesso da sobrevivência e do crescimento de espécies vegetais em ambientes heterogêneos e dinâmicos, como florestas tropicais úmidas, fundamenta-se na plasticidade fenotípica, capacidade essa evidenciada pela avaliação do crescimento inicial sob diferentes condições de luminosidade (LIMA et al., 2010).

De acordo com os resultados encontrados, foi observado que algumas das espécies apresentaram diferenças nas variáveis de emergências em resposta ao ambiente de luz no qual foram expostas, onde as plantas do sub-bosque apresentaram maiores valores de %E, IVE e VME ocasionando um menor TME. Tendo em vista as condições naturais do sub-bosque, a maior porcentagem de emergência junto com o maior índice de velocidade de emergência observada por *C. odorata*, demonstra que o sombreamento favorece a capacidade de emergência dessas espécies, evidenciando a capacidade de formar plântulas nesse ambiente, caracterizando-as como espécies de estádios mais avançados de sucessão (BORGES, 2014). No caso de *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius* a não diferença estatística na porcentagem de emergência permite notar que essas espécies apresentam considerável plasticidade no processo de germinação, padrão observado por Borges (2014) ao avaliar *T. heptaphylla* a pleno sol e a 70% de sombreamento.

No processo de adaptação aos níveis heterogêneos de luminosidade, o diferenciado desenvolvimento de folhas, é determinado conforme a quantidade de irradiância disponível, em casos de sombreamento, a planta responde com o acréscimo na área foliar, produzindo folhas mais finas e em maior quantidade, em decorrência do maior investimento na captação de luz para a realização da fotossíntese, resposta que implica numa menor densidade estomática (LIMA et al., 2010). Observa-se que todas as espécies avaliadas apresentaram menor capacidade fotossintética no SB, menores valores de massa foliar específica, mesmo algumas não diferindo entre os ambientes no número de folhas, na área foliar e na taxa de crescimento relativo. Resultados que associados com a queda nos valores das massas secas, no sub-bosque podem indicar a inibição de crescimento das espécies em condições de sombreamento, explicado pelas limitações fisiológicas e consequências de baixa incidência luminosa implicando numa menor disponibilidade de fotoassimilados (BORGES, 2014), demonstrando que com o aumento da irradiância, maior é o acúmulo de biomassa no ambiente de pleno sol. À pleno sol, observa-se um aumento significativo nos valores de MFE entre os tratamentos, variando de, 193,42% em *H. stigonocarpa* e 248,17% em *C. odorata*, que podem ser resultados

da diminuição do tamanho das folhas e o aumento na quantidade e da capacidade do maquinário fotossintético por unidade de área (LIMA et al., 2010).

Com base nos parâmetros de trocas gasosas, observa-se que as plantas submetidas ao ambiente de pleno sol sub-bosque apresentaram menores taxas fotossintéticas, em conjunto, menores valores de condutância estomática os quais levaram a menores valores de transpiração, em comparação as de ambiente de pleno sol, evidenciando que a redução na disponibilidade de luz influencia diretamente na redução da taxa fotossintética. Assim evidenciase a importância da luz no processo fisiológico, visto a sua atuação na ativação de enzimas relacionadas à fixação de carbono e controle dos estômatos (VIEIRA, 2013; BORGES, 2014). Padrão seguido na eficiência do uso da água, exceto pela *G. integrifolia*, que apresentou inversão no padrão, assimilando mais carbono em proporcional menor perda de água, no sub-bosque. O menor incremento de g_s e E foi obtido em *C. odorata* (137 e 132 %, respectivamente) no SB em relação ao obtido no PS, por outro lado, o maior acréscimo foi obtido em *G. integrifolia*, em 494 e 338%. Então, plantas que estão em ambiente de menor irradiância, apresentam menor condutância estomática, transpiram menos, perdem menos água para o meio, se comparadas com as plantas estabelecidas em um ambiente sob pleno sol. Estudando a plasticidade fotossintética de oito espécies arbóreas em ambientes de clareira e sub-bosque, Ribas (2006) alcançou resultados análogos quanto à taxa de transpiração, que diminuem em ambiente de sombreamento.

Os valores diários integrados de A_i , g_{si} , E_i e EUA_i confirmam o padrão encontrado para as medições realizadas sob luz saturante. No ambiente sombreado verificou-se significativa redução nos valores diários de assimilação, de transpiração e eficiência do uso da água, exceto para *G. integrifolia* na eficiência do uso da água, que os valores foram menores no PS, inferindo que o sombreamento afetou o processo fotossintético das espécies.

Os menores valores de irradiância de saturação, de compensação e da respiração foram de fato encontrados no ambiente do sub-bosque, e são resultados das menores taxas fotossintéticas, decorridas da menor disponibilidade de irradiância (MENDES & MARENCO, 2014). Resultado da adaptação da planta às condições do ambiente, para que a planta possa incorporar biomassa, já que a disponibilidade de luz é menor no SB.

Considerando que a fotossíntese é composta por duas fases: claro e escuro, os parâmetros fotoquímicos são utilizados para avaliar a eficiência da fase do escuro no processo fotossintético.

O F_0 , F_m e F_v/F_m apresentaram maiores valores para as plantas sombreadas quando comparadas com as plantas cultivadas no pleno sol. Resultados que correspondem à literatura, plantas cultivadas em ambientes sombreados apresentaram maiores valores de F_v/F_m quando comparadas com plantas cultivadas no PS, padrão desejável para ambientes com baixa irradiância. Segundo Björkman & Demming (1987), para plantas vasculares sadias, o parâmetro F_v/F_m deve estar em torno de 0,7 a 0,8, indicando que as espécies avaliadas não estavam sob condições fotoinibitórias e mostrando eficiência na conversão da energia luminosa no FSII (MARENCO et al., 2014).

As espécies estudadas que foram submetidas ao ambiente de sub-bosque apresentaram menores valores de $Y(II)$ e $Y(NPQ)$ e maiores de $Y(NO)$. A redução no $Y(NO)$, no PS, mostra que parte da energia absorvida não foi convertida em energia química pela separação de cargas nos centros de reação do FSII, assim a energia não absorvida é dissipada através da via não-fotoquímica, sendo evidenciado pelo aumento do $Y(NPQ)$ (SILVA et al., 2010). Valores altos de $Y(NPQ)$, observados no PS, são indícios de alta capacidade fotoprotetora das espécies, acréscimo que pode ocasionar uma redução no $Y(NO)$ (SILVA et al., 2010; BORGES, 2012).

Observa-se que os maiores valores F_0 e F_m foram encontrados no SB, como também os maiores teores de clorofila a e b , mostrando que existe relação direta entre esses parâmetros. A diferenciação nos níveis de irradiância em ambientes naturais exigem das espécies vegetais habilidade na captação de luz de forma eficiente, para posterior utilização, fator responsável pela seleção e distribuição das espécies nos diversos ambientes, que está relacionado a sua capacidade adaptação sob diferentes níveis de irradiância (VIERA, 2013).

Verifica-se no presente estudo que os teores de *Chl a* e *b*, *Car* e *Chl T* apresentaram maiores incrementos no SB para todas as espécies. Com plantas jovens de *Cupania vernalis*, Lima Júnior, Alvarenga & Castro (2006) observaram o decréscimo dos teores de clorofila a , b e total das plantas submetidas ao pleno sol, em relação as submetidas ao sombreamento. As moléculas de clorofila, em condições adequadas de irradiância, estão em constante degradação e síntese, na mesma proporção, processo que ocorre ‘descompensado’ em ambientes sob alta irradiância, explicando maiores teores de clorofila total em folhas de sombra (LIMA et al., 2010). Os valores obtidos no presente trabalho, corroboram os valores de Lima, Zanella e Castro (2010) e de Lima et al. (2010), em que verificaram que os maiores valores de carotenóides foram observados em plantas estabelecidas em ambientes sombreados.

Na razão *Chl a/Chl b* somente *H. stigonocarpa* diferiu entre os tratamentos, corroborando com Souza et al. (2011) estudando plantas jovens de *Mikania laevigata* cultivadas sob malhas coloridas, em ambientes sombreados. O fato da degradação da clorofila *b* ser mais lenta quando comparada a clorofila *a* e a sua maior concentração no fotossistema II, relaciona-se à maior concentração de clorofila *b*, com a capacidade da planta em maximizar a captura de luz em ambientes sombreados e sua relação com a clorofila *a* (SOUZA et al., 2011).

Em geral, esses pigmentos exibem tendência a aumentar à medida que a irradiância diminui, desempenham a função de absorção da luz nos complexos de captação de luz atuando como pigmentos acessórios e como fotorreceptores do maquinário fotoquímico, antevendo detrimientos fotooxidativos às moléculas de clorofila (SOUZA et al., 2011; LIMA et al., 2010). Possivelmente, nas espécies estudadas, a redução nos teores de pigmentos no PS, é resultado de estratégia para a prevenção de danos possivelmente causado pelo excesso de luz absorvida. Em plantas estabelecidas em ambientes de pleno sol, o baixos teores de pigmentos fotossintéticos (carotenóides e clorofila total), podem sugerir ocorrência de fotoinibição, devido à radiação, sendo que a luz absorvida pelos carotenóides é transferida à clorofila para a utilização no processo fotossintético (SOUZA et al., 2011).

O padrão apresentando por *C. odorata* corrobora o padrão apresentado por espécies tolerantes à sombra, sendo maior o investimento no teores de clorofila das plantas, em ambos os ambientes, por outro lado, *H. stigonocarpa* apresentou menor investimento nos teores de clorofila, mesmo em ambiente que necessita desse investimento, sugerindo que a espécie não possui capacidade genética para tal. As estratégias das moléculas de clorofilas para dissipação da energia luminosa são concorrentes, ou seja, variações nas taxas fotossintéticas e na dissipação de calor ocasionará mudanças na emissão da fluorescência. Da mesma forma que, alterações na fluorescência podem indicar a ausência ou presença de variações no processo fotossintético.

As plantas estabelecidas em ambientes no PS, em geral, expõem a capacidade de absorção de energia luminosa reduzida e a habilidade de dissipação do excesso de energia de excitação aumentada (WALTERS, 2005). Plantas tolerantes à sombra, em geral, apresentam tendência à redução da capacidade de aclimação à PS e são mais susceptíveis à fotoinibição, quando comparadas com espécies exigentes em luz (SILVA et al., 2010).

VI. CONCLUSÃO

A variação nos níveis de irradiância interferiu em todos os parâmetros avaliados (emergência, crescimento, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* e teor de pigmentos cloroplastídicos), apontando a existência de plasticidade fenotípica para as espécies estudadas, isto é, apresentaram a capacidade de alteração fisiológica e morfológica conforme a variação na irradiância.

A extensão das alterações variou de espécie para espécie, com destaque para *S. terebinthifolius*, classificada como espécie dependente de luz, que apresentou maior amplitude na variação das respostas em função do ambiente de luz. Por outro lado, *C. odorata*, espécie tolerante à sombra, apresentou menor amplitude nessa variação.

Dessa forma, *C. odorata* expressou maior tolerância à sombra enquanto *S. terebinthifolius* maior dependência de luz, ao passo que *G. integrifolia* e *H. stigonocarpa* expressaram respostas intermediárias.

H. stigonocarpa e *S. terebinthifolius* apresentaram maior extensão nas variações entre as espécies, o que possibilita o crescimento em sistemas mais dinâmicos e perturbados. Com base nos resultados, sugere-se o uso dessas espécies em programas de recuperação de áreas degradadas, em condições similares, sendo *H. stigonocarpa* e *S. terebinthifolius* utilizadas nas etapas iniciais, enquanto *C. odorata* e *G. integrifolia* nos estádios mais tardios, devido a maior tolerância à sombra, sendo implantadas ao longo do processo sucessional.

VII. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, L.P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria da Vitória - RS, v. 34, n. 1, p.83-88, jan. 2004.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo - SP, v. 2, n. 26, p.249-256, jun. 2003.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofila, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidos à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BARBEIRO, C.; CARRENHO, R.; PASTORINI, L.H. Crescimento de plantas de pau d'alto (*Gallesia integrifolia* (SPRENG) HARMS) cultivadas em diferentes níveis de luminosidade e regime hídrico. In: XXIV EAIC - Encontro anual de iniciação científica, 24, 2015, Maringá - PR. **Anais...** . Maringá - PR: UEM, 2015. p. 555 - 559.

BILGER, W.; SCHREIBER, U.; BOCK, M. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. **Oecologia**, Berlin, v.102, p.425-432, 1995.

BJÖRKMAN, O.; DEMMIG, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. **Planta**. n. 4 v. 170, p. 489-504, 1987.

BORGES, V.P.; COSTA, M.A.P.C.; RIBAS, R.F. emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 3, n. 38, p.523-531, abr. 2014. Disponível em: <<http://www.sif.org.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

DURIGAN, G., FIGLIOLIA, M.B., KAWABATA, M., GARRIDO, M.A.O. & BAITELLO, J.B. 1997. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. Instituto Florestal, São Paulo.

DUZ, S.R. et al. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasil. Bot.**, Florianópolis - SC, v. 3, n. 27, p.587-596, jul./set. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v27n3/v27n3a16.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

EHLERINGER, J.R. Leaf absorptances of Mohave and Sonoran desert plants. **Oecologia**, Berlin, v.102, p.366-370, 1981.

ESCALONA, J.M.; FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.26, p.421-433, 1999.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria da Vitória - RS, v. 13, n. 1, p.49-56, dez. 2002. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v13n1/A7V13N1.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

FARQUHAR, G.D. et al. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species. **Planta**, Alemanha, v. 149, n. 1, p.78-90, jun. 1980. Springer Science + Business Media. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00386231>. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00386231>>. Acesso em: 24 maio 2016.

FERREIRA, J.N.; RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo - SP, v. 24, n. 4, p.561-566, dez. 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-84042001000500011>.

FERREIRA, L.L. **Fotossíntese e eficiência de uso da água em vinte espécies lenhosas tropicais sob condições de campo em um reflorestamento utilizando espécies de mata**. 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos - SP, 2004.

FERREIRA, W.N. et al. 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 Brasilica**, Belo Horizonte - MG, v. 2, n. 26, p.408-414, fev. 2012.

GONÇALVES, F.G.; GOMES, S.S.; GUILHERME, A.L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Gutteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* R. E. FR.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça - SP, v. 1, n. 8, p.1-8, ago. 2006. Semestral.

HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canada Journal of Botany** 57:1332-1334, 1979.

HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1982.

KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes** 1:27-35, 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** 79:209-218, 2004.

LA VEGA, M.L.B.P. **Fitomonitoração e Modelagem de Fotossíntese em Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) com redes neurais artificiais**. 2003. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LAISK, A.; LORETO, F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO₂ exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, v.110, p.903-912, 1996.

LENHARD, N.R. et al. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 2, n. 43, p.178-186, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n2/v43n2a12>>. Acesso em: 26 abr. 2015.

LIMA JUNIOR, E.C. et al. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 30, n. 1, p.33-41, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n1/28506.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

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 Amazônica**, Manaus – AM, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.

LIMA, M.A.O. et al. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba - SP, v. 87, n. 38, p.527-534, set. 2010.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368p.

MACIEL, M.N.M. et al. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba - PR, v. 2, n. 1, p.69-78, abr./jun. 2003.

MAGUIRE, J.D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARENCO R.A. et al. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. **Tree Physiology**, Victoria - CA, v. 21 n. 18, p. 1311-1318, 2001.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 451 p.

MARENCO, R.A. et al. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 61, p.786-799, nov./dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000004>.

MELO, A.A.M. **Germinação de sementes e ação da qualidade da luz sobre o desenvolvimento vegetativo e aspectos fitoquímicos de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

MENDES K.R.; MARENCO R.A. Is stomatal conductance of Central Amazonian saplings influenced by circadian rhythms under natural conditions? Theoretical and Experimental. **Plant Physiology**, Victoria – CA, v. 26, p.115-125, 2014. Disponível em:

<<http://link.springer.com/article/10.1007/s40626-014-0010-6#/page-1>>. Acesso em: 15 out. 2015.

MOTA, L.H.S.; SCALON, S.P.Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria da Vitória - RS, v. 3, n. 22, p.423-431, jul-set 2012. Disponível em: <<https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/45234>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

OLIVEIRA, A.K.M.; GUALTIERI, S.C.J. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Revsbau - Revista Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 6, n. 2, p.90-103, jul. 2011. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo153-publicacao.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2016.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, Londres, v.13, p.396-410, 1999.

QUERO, J.L.; VILLAR, R.; MARANHÓN, T.; ZAMORA, R. Interactions of drought and shade effects on seedlings of four *Quercus* species: physiological and structural leaf responses. **New Phytologist**, v.170, p.819–834, 2006.

RIBAS, R. F. **Plasticidade e aclimação fotossintética de espécies arbóreas tropicais**. 2006. 111 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 2006.

SILVA, L.A. **Plasticidade e aclimação foliar à irradiância em espécies da floresta atlântica**. 2010. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Botânica, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa - MG, 2010. Cap. 1.

SOUZA, G.S. et al. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **SEMINA: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 32, n. 1, p.1843-1854, set. 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>>. Acesso em: 01 out. 2015.

SOUZA, I.M. **O gênero *Hymenaea* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae) para o estado da Bahia: aspectos sobre a taxonomia, fenologia e biologia floral**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana - Bahia, 2013.

SOUZA, R.P.; VÁLIO, L.E.M. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, p.35-47, 2003.

THORNLEY, J.H.M. **Mathematical Models in Plant Physiology**. In: Academic Press, London, 1976, 318p.

VASSILEV, A., MANOLOV, P. Chlorophyll fluorescence of barley (*H. vulgare* L.) seedlings grown in excess of Cd. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, v.25, p.67-76, 1999.

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, R.G. Towards an understanding of photosynthetic acclimation. **Journal of Experimental Botany**, n. 411, v. 56, p. 435-447, Lancaster - UK, 2005. [http://doi: 10.1093/jxb/eri060](http://doi:10.1093/jxb/eri060). Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/56/411/435.full.pdf+htm>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

WELLBURN, A.R. The espectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology** 144:307-313, 1994.