



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

GEANE SANTOS DA COSTA

PIGMENTOS FOLIARES, FOTOSÍNTESE E CRESCIMENTO DE PLANTAS
JOVENS DE *Cariniana* spp (LECYTHIDACEAE) EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO LUMINOSA

ILHÉUS – BAHIA,
2017

GEANE SANTOS DA COSTA

**PIGMENTOS FOLIARES, FOTOSSÍNTESE E CRESCIMENTO DE PLANTAS
JOVENS DE *CARINIANA* SPP (LECYTHIDACEAE) EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO LUMINOSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual de Santa Cruz, para a obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Orientador: Dr. Marcelo Schramm Mielke.

Coorientadora : Dra. Ândrea Carla Dalmolin.

ILHÉUS – BAHIA,

2017

C837 Costa, Geane Santos da.
Pigmentos foliares, fotossíntese e crescimento de plantas jovens de *Cariniana* spp (LECYTHIDACEAE) em função da disponibilidade de radiação luminosa / Geane Santos da Costa. – Ilhéus, BA: UESC, 2017. 42 f. : il.

Orientador: Marcelo Schramm Mielke.
Coorientadora: Ândrea Carla Dalmolin.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.
Inclui referências.

1. Crescimento (Plantas). 2. Antocianinas. 3. Radiação luminosa. 4. Lecitidácea. 5. Jequitibá-rosa.
I.Título.

CDD 581

GEANE SANTOS DA COSTA

**PIGMENTOS FOLIARES, FOTOSSÍNTESE E CRESCIMENTO DE PLANTAS
JOVENS DE *CARINIANA* SPP (LECYTHIDACEAE) EM FUNÇÃO DA
DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO LUMINOSA**

Ihéus, 26 de julho de 2017.

Dr. Marcelo Schramm Mielke Universidade
Estadual de Santa Cruz - UESC (Orientador)

Dra. Ândrea Carla Dalmolin Universidade
Estadual de Santa Cruz - UESC
(Coorientadora)

Dr. Daniel Piotto
Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB

Dra. Daniela Talora
Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC

Dra. Maria Cristina Sanches
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Dedico a família, em especial a minha mãe e meu filho, meu irmão e meu marido. Meus alicerces que me fortaleceram e incentivaram durante toda essa etapa da minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Ao professor Marcelo Mielke, por toda a orientação e conhecimento compartilhado. Pela imensa paciência e compreensão para as “surpresas e imprevistos” durante esse percurso. Muito obrigada pelo voto de confiança e por entender meus momentos de bloqueios e minhas euforias exageradas. Cresci muito academicamente, e isso em grande parte se deve ao senhor.

A professora Ândrea Dalmolin pela co-orientação e por todos os conselhos e conhecimento compartilhado. Obrigada por me ajudar a conter as emoções.

A professora Ana Schiling por todas as conversas e ajuda com a estatística e pelas dicas providências para utilizar o R.

Ao programa de Ecologia e Conservação da Biodiversidade, em especial as secretárias Amábile e Iky pelos conselhos, pelas conversas e pela ajuda e paciência para todas as dúvidas que surgiram.

Ao pós-doc Pavel, pela ajuda também com o “bendito R”.

Ao Sr. Adelino, muito obrigada pela sua companhia, pela sua alegria e disposição em ajudar durante toda a implementação do projeto.

As companheiras de viveiro, Laize, Karine, Elizangela, Luciana, Marayana e Hellen, obrigada pela ajuda e incentivo. Hellen, obrigada por dividir diversas fases do mestrado comigo, agradeço por sua companhia, pelas conversas, e todos os momentos de produção e conhecimentos que tivemos foram importantes nesse processo. Marayana, obrigada por sempre me incentivar e apoiar, obrigada por acreditar em mim, sua calma e confiança me motivaram muito.

As meninas do programa, Aluane, Bianca, Gabryelle, Juliana, todos me ajudaram nesse caminho, nossas conversar e trocas de experiências foram muito importante.

A dona Ana Cláudia, minha querida mãezinha, por todo amor, todo apoio, e por sempre acreditar que eu sou capaz. Muito obrigada por ser meu alicerce em todos os momentos da minha vida.

A Ícaro e a Bruno, por serem meus incentivadores, por todo amor e carinho que tens por mim.

Ao meu filho, que se tornou minha maior alegria e motivo para perseverar. Te amo meu bebê.

A todos familiares, amigos e amigas que me apoiaram e me desejaram boas vibrações e energias.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram e me ajudaram a prosseguir.

A Deus, por ter me permitido alcançar essa graça, por me fortalecer e nunca me desampará. Sou grata a ti, Senhor, por todo amor e proteção.

Muito Obrigada!!!!

Percebe e entende que os melhores amigos
São aqueles que estão em casa, esperando por ti
(...)

Às vezes muitas pedras surgem pelo caminho
Mas em casa alguém feliz te espera pra te amar
Não, não deixe que a fraqueza tire a sua visão
Que um desejo engane o teu coração
Só Deus não é ilusão
(...)

Tua família te ama e te espera
Para ao teu lado sempre estar

Tua família - Anjos de Resgate

Resumo

A Mata Atlântica é um bioma que possui uma grande biodiversidade devido a sua variada tipologia de florestas e grande extensão. Com uma das maiores diversidades do mundo, e altos índices de endemismo, conservar esses tipos de floresta se torna cada vez mais importante. Dentre várias espécies arbóreas presentes na Mata Atlântica, a família Lectyhidaceae é uma representante desse bioma, que apresenta espécies nativas e endêmicas do Brasil. *Cariniana legalis*, o jequitibá rosa, e *Cariniana estrellensis*, jequitibá branco, são espécies nativas, presentes em florestas ombrófilas semidecíduais, com ocorrência em planícies de terra firme. Seus requerimentos ambientais, se tratando de luminosidade, quando regenerantes, é fundamental para seu desenvolvimento e sobrevivência. Isso, devido a radiação luminosa, ser um requerimento ambiental limitante dentro das florestas tropicais. Em vista disso, buscamos analisar os efeitos da disponibilidade de radiação luminosa na composição de pigmentos foliares, na fotossíntese e no crescimento de plantas jovens de *C. legalis* e *C. estrellensis*, visando elucidar aspectos relacionados com a regeneração natural dessas espécies em florestas tropicais com elevada heterogeneidade em relação a disponibilidade de luz. Para isso, mudas de ambas espécies foram mantidas em três ambientes de luz (26, 10 e 1 mol fótons m⁻² dia⁻¹) por 105 dias. Foram estimados pigmentos foliares (antocianina (Anth) e clorofila (Chl)) nas folhas. Parâmetros fotossintéticos, (Pn/PAR), bem como medições para estimar o crescimento, como partição de biomassa, taxa de crescimento relativa (RGR) e taxa de assimilação líquida (NAR). *C. legalis* apresentou maiores teores de antocianina e maiores taxas fotossintéticas, no ambiente com maior radiação luminosa, ao passo que *C. estrellensis* apresentou maiores RGR e NAR, nesses mesmos ambientes. Assim, de acordo com nossos resultados, as *Carinianas* em questão necessitam de luz quando plantas jovens, contudo *C. legalis* tolera um pouco mais o sombreamento do que *C. estrellensis*, investindo em defesa e ajustes metabólicos, o que a torna mais frequente quando regenerantes.

Palavras-chave Antocianinas, Fotossíntese, *Cariniana estrellensis*, *Cariniana legalis*, Regenerantes

ABSTRACT

The Atlantic Forest is a biome that has a great biodiversity due to its varied typology of forests and great extension. With one of the world's greatest diversities, and high rates of endemism, conserving these types of forest becomes increasingly important. Among the various tree species present in the Atlantic Forest, the family Lectyhidaceae is a representative of this biome, which presents native and endemic species of Brazil. *Cariniana legalis*, the pink jequitibá, and *Cariniana estrellensis*, white jequitibá, are native species, present in semideciduous ombrophilous forests, occurring in terra firme plains. Its environmental requirements, when dealing with luminosity, when regenerating, is fundamental for its development and survival. This, due to light radiation, is a limiting environmental requirement within tropical forests. The objective of this study was to analyze the effects of light radiation availability on foliar pigment composition, photosynthesis and growth of young plants of *C. legalis* and *C. estrellensis*, in order to elucidate aspects related to the natural regeneration of these species in tropical forests High heterogeneity in light availability. For this, seedlings of both species were maintained in three light environments (26, 10 e 1 mol fótons m⁻² dia⁻¹) for 105 days. Leaf pigments (anthocyanin (Anth) and chlorophyll (Chl)) were estimated in the leaves. Photosynthetic parameters (Pn / PAR), as well as measurements to estimate growth, such as biomass partition, relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR). *C. legalis* presented higher levels of anthocyanin and higher photosynthetic rates, in the environment with higher light radiation, whereas *C. estrellensis* presented higher RGR and NAR in these same environments. Thus, according to our results, the *Carinianas* in question need light when young plants, however *C. legalis* tolerates a little more shading than *C. estrellensis*, investing in defense and metabolic adjustments, which makes it more frequent when regenerants.

Key words: Anthocyanins, Photosynthesis, *Cariniana estrellensis*, *Cariniana legalis*, Regenerating.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Níveis de significância da Anova de três fatores para teores de antocianinas em folhas de plantas jovens de *Cariniana* spp37.
- Tabela 2.** Valores médios dos teores de antocianinas (Anth, nmol cm⁻²) por folha a partir do ápice para a base de plantas jovens de *Cariniana* spp37.
- Tabela 3.** Valores médios dos teores de antocianinas (Anth, nmol cm⁻²) de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias..... 37.
- Tabela 4.** Valores médios e níveis de significância de uma Anova de dois fatores para plantas jovens de *Cariniana* spp38.
- Tabela 5.** Valores médios dos teores de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila total (Chl a+b) de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.....39.
- Tabela 6.** Valores médios da taxa de respiração no escuro (Rd, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), da eficiência quântica aparente (a, $\text{mmol CO}_2 \text{ mmol fótons}^{-1}$), do ponto de compensação de luz (LCP, $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), do ponto de saturação de luz (LSP, $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), da taxa máxima de fotossíntese bruta (Pgmax, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.39.
- Tabela 7.** Valores médios de área foliar individual (ILA, cm²) massa foliar específica (SLM, g m²), número de folhas (LN), área foliar total (LA, cm²) e razão de área foliar (LAR, dm² g⁻¹), de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.....40.
- Tabela 8.** Valores médios da razão de massa foliar (LMR), razão de massa de caule (SMR) e razão de massa de raiz (RMR), de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.40.
- Tabela 9.** Valores médios da taxa de assimilação líquida (NAR, mg cm⁻² dia⁻¹) e taxa de crescimento relativo (RGR, mg g⁻¹ dia⁻¹), de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.41.

SUMÁRIO

1 - Introdução Geral	11
2 - Objetivos	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 - Objetivos Específico	14
3 - Pigmentos foliares, fotossíntese e crescimento de plantas jovens de <i>Cariniana</i> sp. em função da disponibilidade de radiação luminosa.....	18
Resumo.....	18
Introdução	20
Material e métodos.....	22
Área do estudo, material vegetal e delineamento experimental	22
Ambientes de Luz	23
Estimativas de antocianinas nas folhas	23
Estimativas de clorofilas nas folhas	24
Curvas de resposta da fotossíntese à luz (Pn/PAR).....	24
Avaliação do crescimento	24
Análise estatística.....	25
Resultados	25
Discussão.....	28
Agradecimentos.....	32
Referências.....	32
4 – Considerações finais.....	42

1 - Introdução Geral

A biodiversidade da Mata Atlântica, é composta por diversos ecossistemas e espécies inseridos dentro de diferentes tipologias florestais. Isso é possível, graças à grande extensão desse bioma, que abrange diferentes áreas, com diferentes condições ambientais. Diante da antropização das florestas e pelo fato de abrigar uma das maiores diversidades do mundo, com inúmeras espécies endêmicas, conservar a biodiversidade tornou-se muito importante (AMORIM et al., 2005; SAMBUICHI, 2009). Além de manter a grande diversidade e preservação das espécies, a presença da floresta preserva também o solo, a água potável e ameniza o clima (SAMBUICHI, 2009).

Lecythidaceae é uma família de espécies arbóreas pantropicais, isto é, presente apenas na região tropical da Terra. Possui 17 gêneros e 280 espécies distribuídas em três sub-famílias: Lecythidoideae exclusivamente de ocorrência neotropical com 210 espécies; Planchonioideae com 55 espécies e ocorrência na África, Madagascar e Ásia; e Foetidioideae com 17 espécies de ocorrência na África e Madagascar (MORI e PRANCE, 1990; PRANCE e MORI, 2004). A grande maioria de suas árvores são de grande porte e emergentes com média de 55m. A maior parte das espécies ocorrem em planície, e possuem as regiões de terras não inundáveis (terra firme) como habitats. Espécies da família Lecythidaceae são boas indicadoras de habitats não perturbados por não se desenvolverem bem em habitats secundários, principalmente após queimadas (MORI, 2004). Além de possuir diversas espécies de valor econômico devido a sua madeira, Lecythidaceae também possui sementes comestíveis, tal como a Castanha-do-Brasil (MORI e PRANCE, 1990; PRANCE e MORI, 2004; MORI et al., 2016).

No Brasil, o maior número de espécies das Lecythidaceas é encontrado na Amazônia, onde estão classificadas entre as famílias mais importantes com grande frequência e densidade. Depois da Amazônia, a Mata Atlântica é o bioma com mais espécies relatadas, seguida de algumas ocorrências no Cerrado e Caatinga (MORI, 1990; PRANCE e MORI, 2004; MORI et al., 2016). *Cariniana* sp. é um dos gêneros da família Lecythidaceae, que foi por muito tempo classificada como *Couratari Aubl* (HUANG, 2008). Com ocorrência exclusiva nos trópicos das Américas, e composta por oito espécies. *Carinana estrellensis* e *Cariniana legalis*, são exemplos de grandes árvores nativas pertencentes a esse gênero (MORI, 1990; PRANCE e MORI, 2004; MORI et al., 2016).

Conhecida como jequitibá branco, *C. estrellensis* é uma espécie nativa do Brasil. Típica de florestas estacional semidecidual e floresta ombrófila, está presente na Amazônia e no Cerrado, sendo que seu principal domínio fitogeográfico é a Mata Atlântica, indo da Bahia até Santa Catarina (CATENACCI et al., 2017).

O jequitibá rosa (*C. legalis*) é uma espécie endêmica da Mata Atlântica, com ocorrência desde a Bahia até o Paraná. Típica de floresta Ombrófila, ou floresta pluvial, é uma árvore

emergente de florestas não perturbadas, mas que possui uma tolerância a habitats secundários (LORENZI, 2000; CATENACCI et al., 2017).

Tanto *C. estrellensis* quanto *C. legalis* são espécies de importância econômica, devido a suas madeiras de qualidade utilizada em construções civis e de móveis. Também possuem sementes aladas, que são predadas por primatas, e sua casca, apresenta propriedade que são utilizadas de forma medicinal (LEITE, 2007; MORI, 2004).

As duas espécies de jequitibás estão presentes em florestas tropicais ombrófilas, cuja heterogeneidade, tanto no tempo como no espaço é sua principal característica (CHAZDON et al. 1996, LUTTGE, 2008), estando relacionada tanto a fatores abióticos como temperatura, precipitação e radiação luminosa, quanto em relação a fatores bióticos (VELOSO, 1991; MARTINS e CAVARARO, 2012).

Atualmente a conservação dessa tipologia florestal, bem como da Mata Atlântica em geral, ainda é ineficiente a longo prazo, sendo até então, um desafio (RIBEIRO et al., 2009). Visto que existe conhecimento fragmentado, principalmente em se tratando dos requerimentos ambientais das espécies (RODRIGUES, 2009), estudos ecofisiológicos utilizam, de forma integrativa, os conceitos, ferramentas e conhecimentos fisiológicos sobre os requerimentos das espécies, ajudando na caracterização da diversidade biológica, e suas implicações ambientais, auxiliando na compreensão das respostas das espécies às mudanças e estressores ambientais (COOKE et al., 2013).

Entre os fatores físicos do ambiente em florestas tropicais, a luz é o requerimento ambiental mais limitante para o estabelecimento, o desenvolvimento e a sobrevivência de espécies arbóreas (TOGNETTI et al., 1994; LAMBERS et al., 2008). Plantas de sol e sombra apresentam características distintas em relação ao regime luminoso. As plantas exigentes de luz são mais flexíveis, com ajustes mais rápidos aos contrastes de luz, ao passo que as plantas de sombra apresentam menor flexibilidade (BAZZAZ e PICKET, 1980; STRAUSS-DEBENEDETTI e BAZZAZ, 1996).

Segundo ZWIENER et al. (2017), proteger um remanescente de Mata Atlântica apenas não é suficiente para garantir a conservação das espécies arbóreas. Os autores ressaltam que ações de restaurações baseadas em planejamento e estudo dos requerimentos ambientais e das espécies são alternativas importantes para a conservação dessa biodiversidade. Com a antropização das florestas primárias, causada pelo uso da madeira e a agricultura, uma alternativa para a conservação da biodiversidade, equilibrada com a produção agrícola, seria o

uso de sistema agroflorestais (MARTÍNEZ-SALINAS, 2016). Assim a restauração da áreas tropicais, a partir do uso econômico da terra, pode promover um aumento da produtividade com o plantio de enriquecimento, e conseqüentemente melhoria da regeneração natural (SCHWARTZ, et al., 2015).

Desta forma, os estudos sobre as respostas das espécies nativas, aos ambientes contrastantes, é uma maneira de agregar conhecimento sobre seus requerimentos ambientais. Esses, necessários para a preservação das espécies, não só com a conservação de seus habitats naturais, mas também com propostas de manejo em florestas antrópicas.

2 - Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos da disponibilidade de radiação luminosa na composição de pigmentos foliares, na fotossíntese e no crescimento de plantas jovens de *Cariniana legalis* e *Cariniana estrellensis*.

2.2 - Objetivos específicos

Analisar os teores de antocianinas de plantas jovens das espécies de *Cariniana* spp., em diferentes folhas, sob ambientes de luz contrastantes.

Analisar as alterações nas variáveis morfológicas e fisiológicas de plantas jovens das espécies de *Cariniana* spp., sob ambientes de luz contrastantes.

Referências Bibliográficas

AMORIM, André M. et al. The vascular plants of a forest fragment in southern Bahia, Brazil. **Sida, Contributions to Botany**, p. 1727-1752, 2005.

BAZZAZ, F.A; PICKETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual review of ecology and systematics**, v. 11, n. 1, p. 287-310, 1980.

CATENACCI, F.S., RIBEIRO, M., SMITH, N.P. Lecythidaceae *in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB8543>> Acessado em: 10/05/2016.

CHAZDON, Robin L. et al. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. In: **Tropical forest plant ecophysiology**. Springer US, p. 5-55, 1996.

COOKE, Steven J. et al. What is conservation physiology? Perspectives on an increasingly integrated and essential science. **Conservation Physiology**, v. 1, n. 1, 2013.

HUANG, Ya-Yi; MORI, Scott A.; PRANCE, Ghilleen T. A phylogeny of Cariniana (Lecythidaceae) based on morphological and anatomical data. **Brittonia**, v. 60, n. 1, p. 69-81, 2008.

LAMBERS, Hans et al. Plant nutrient-acquisition strategies change with soil age. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 2, p. 95-103, 2008.

LEITE, Edson J. State-of-knowledge on Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze (Lecythidaceae) for genetic conservation in Brazil. **Research Journal of Botany**, v. 2, n. 3, p. 138-160, 2007

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 352 p, 2000.

LÜTTGE, Ulrich. **Physiological ecology of tropical plants**. Springer Science & Business Media, 2008.

MARTÍNEZ-SALINAS, Alejandra et al. The role of agroforestry in biodiversity conservation and ecosystem service provisioning. **Agriculture for Development**, n. 28, p. 15-17, 2016.

MARTINS, L.; CAVARARO, R. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. IBGE. Rio de Janeiro, 2012

MORI, S.A. Diversificação e conservação das Lecythidaceae neotropicais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 4S, 1990

MORI, S.A. Lecythidaceae. In: BURLEY, J. EVANS, J. YOUNGQUIST, J.A. **Encyclopedia of forest sciences**. Elsevier, Oxford, UK, vol. 4, 1745– 1752, 2004.

MORI, SCOTT A. et al. Observations on the phytogeography of the Lecythidaceae clade (Brazil nut family). **Phytoneuron**, v. 30, p. 1–85, 2016

PRANCE, G.T, MORI, S.A. Lecythidaceae. In: KUBITZKI, K. **The Families and Genera of Vascular Plants VI—Flowering Plants, Dicotyledons: Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales**. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2004 pp. 221–232.

RIBEIRO, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n 6, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES R.R, editor. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF; Piracicaba: ESALQ; 2009.

SAMBUICHI, R. H. R. A mata atlântica, biodiversidade e conservação. In: SAMBUICHI, R. H. R.; MIELKE, M. S.; PEREIRA, C. E. (Org.). **Nossas árvores**: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia. Ilhéus: Editus, 2009. cap.1, p.15-27.

SCHWARTZ, Gustavo et al. Silvicultural intensification and agroforestry systems in secondary tropical forests: a review. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 3, p. 319-326, 2015.

STRAUSS-DEBERIEDETTI, Silvia; BAZZAZ, Fakhri A. Photosynthetic characteristics of tropical trees along successional gradients. In: **Tropical forest plant ecophysiology**. Springer US, 1996. p. 162-186.

TOGNETTI, Roberto; MICHELOZZI, Marco; BORGHETTI, Marco. Response to light of shade-grown beech seedlings subjected to different watering regimes. **Tree physiology**, v. 14, n. 7-8-9, p. 751-758, 1994.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, IGBE, 1991.

ZWIENER, Victor P. et al. Planning for conservation and restoration under climate and land use change in the Brazilian Atlantic Forest. **Diversity and Distributions**, v. 1, p. 1-12, 2017.

3 - Pigmentos foliares, fotossíntese e crescimento de plantas jovens de *Cariniana* sp. em função da disponibilidade de radiação luminosa

Geane Santos da Costa^{1,2}, Ândrea Carla Dalmolin¹, Marcelo Schramm Mielke¹

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado km 16, Ilhéus, BA, Brazil

² Autor para correspondência: geane.costa@ymail.com

Resumo

Cariniana legalis e *C. estrellensis* são espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, pertencentes a família Lecythidaceae. Conhecidas como jequitibá rosa e jequitibá branco, respectivamente, estão presentes na Floresta Ombrófila Densa e na Floresta Semidecidual. Essas espécies são importantes economicamente por possuírem madeira de alta qualidade e por manterem a biodiversidade, servindo de recurso para primatas e habitat para epífitas. As florestas tropicais são bem heterogêneas, cuja estratificação vegetal gera um gradiente de luz determinante para o sucesso das plantas, sendo fundamental conhecer as respostas dessas à radiação luminosa, uma vez que esta influencia principalmente a fotossíntese, promovendo mudanças morfofisiológicas nas folhas. Apesar de *C. estrellensis* apresentar maior distribuição geográfica, *C. legalis* possui maior densidade e maior frequência de adultos. Em vista disso, testamos a hipótese de que plantas jovens de *C. legalis* exibem características fisiológicas e de crescimento que permitem maior capacidade de sobrevivência no sub-bosque da Mata Atlântica em comparação com *C. estrellensis*. Para isso, mudas de ambas espécies foram mantidas em três ambientes de luz (26, 10 e 1 mol fótons m⁻² dia⁻¹) por 105 dias. Estimativas dos teores de antocianina, curvas de resposta da fotossíntese à luz, características morfológicas foliares, partição de carbono e crescimento foram comparados entre os ambientes de luz e entre as espécies. O maior teor de antocianina, a maior massa foliar específica e as menores taxas de crescimento em menor disponibilidade de luz, indicam que *C. legalis* tem maior tolerância à sombra do que *C. estrellensis*, alocando mais carbono para defesa à custa do crescimento. Os ajustes morfológicos e a maior capacidade de ajustar a partição de carbono em diferentes ambientes de luz podem estar relacionados à capacidade de sobrevivência das mudas no sub-bosque e a maior frequência de *C. legalis* nas florestas tropicais costeiras do Brasil em comparação com *C. estrellensis*. Em contraste, a maior alocação dos produtos fotosintéticos para o crescimento, além da maior alocação de carbono para as raízes em todos os ambientes de luz, são consistentes com a ampla distribuição de *C. estrellensis* nas florestas secas e abertas das regiões centrais da América do Sul.

Palavras- chave Antocianinas • Fotossíntese • Mata Atlântica • *Carinianas* • Regenerantes

Lista de abreviações e unidades

Anth	Teor de antocianinas (nmol cm^{-2})
ARI	Índice de reflectância de antocianinas
Chl	Clorofila
D	Diâmetro do coleto (mm)
FCI	Índice de clorofila Falker
H	Altura (m)
ILA	Área foliar individual (cm^2)
LA	Área foliar (cm^2)
LAR	Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$)
LCP	Ponto de compensação de luz ($\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
LDM	Massa seca de folhas (g)
LMR	Razão de massa de folhas (g g^{-1})
LN	Número de folhas
LSP	Ponto de saturação de luz ($\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
NAR	Taxa de assimilação líquida ($\text{mg cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$)
PAR	Radiação fotossinteticamente ativa ($\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Pgmax	Taxa fotossintética bruta máxima ($\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Pn	Taxa fotossintética líquida máxima ($\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Rd	Taxa de respiração no escuro ($\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
RDM	Massa seca de raízes (g)
RGR	Taxa de crescimento relativo ($\text{mg g}^{-1} \text{dia}^{-1}$)
RH	Umidade relativa do ar (%)
RMR	Razão de massa de raiz (g g^{-1})
SDM	Massa seca de caule (g)
SLM	Massa foliar específica (g m^{-2})
SMR	Razão de massa de caule (g g^{-1})
T	Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)
t	Tempo decorrido entre duas avaliações de massa seca (dias)
TDM	Massa seca total (g)
VPD	Déficit de pressão de vapor do ar (kPa)
	Eficiência quântica aparente ($\text{mol CO}_2 \text{mol fótons}^{-1}$)

Introdução

A família Lecythidaceae tem ocorrência Pantropical, com ampla distribuição geográfica, desde a África, Ásia, Austrália, Madagascar, Ilhas do Pacífico até as Américas. Possui aproximadamente 280 espécies e 17 gêneros, distribuídos em três subfamílias: Foetidioideae, Planchonioideae e Lecythidoideae. As espécies da sub-família Lecythidoideae são amplamente distribuídas na região Neotropical e conhecidas por serem árvores de médio a grande porte, de ocorrência em florestas de terra firme, não inundáveis e de baixa altitude. No Brasil, a maior diversidade dessa família é encontrada, principalmente, na Amazônia, seguida pela Mata Atlântica (Prance e Mori 2004, Mori 1990). *Cariniana* spp. é um dos gêneros da família Lecythidaceae exclusivamente neotropical, presente no Brasil e em alguns países da América do Sul. Esse gênero é composto por oito espécies. Os grandes jequitibás são exemplos de árvores que pertencem a esse gênero, sendo *Cariniana legalis* Mart. O. Kuntze e *Cariniana estrellensis* Raddi. O. Kuntze os mais conhecidos (Catenacci et al. 2017, Mori et al. 2010).

Cariniana legalis é uma árvore endêmica do Brasil, que pode atingir entre 30 e 50 m de altura e entre 0,7 e 1,0 m de diâmetro (Lorenzi 2000, Carvalho 1994). Possui como domínio fitogeográfico a Mata Atlântica, e está geograficamente distribuída no Nordeste (Bahia, Paraíba, Pernambuco), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) e Sul (Paraná) do Brasil (Catenacci et al. 2017, Mori et al. 2010). *Cariniana estrellensis* é uma árvore que pode atingir entre 35 e 50 m de altura e entre 0,9 e 1,2 m de diâmetro (Lorenzi 2000, Carvalho 1994). Típica da Mata Atlântica, no entanto com maior distribuição geográfica em relação a *C. legalis*, pode ocorrer, também, na Amazônia e no Cerrado. Sua distribuição geográfica no Brasil abrange desde o Norte (Acre), Nordeste (Bahia), Centro-Oeste (Distrito Federal e Goiás), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) até o Sul (Paraná e Santa Catarina) (Catenacci et al. 2017, Mori et al. 2010).

Os jequitibás são árvores semicaducifólicas e estão presentes na Floresta Ombrófila e na Floresta Semidecidual. Além do seu grande porte, outra característica apresentada por essas árvores são as sementes aladas e sua madeira de elevado valor econômico (Lorenzi 2000, Carvalho 1994). As espécies de *Cariniana* spp. possuem especial importância para a manutenção da biodiversidade, servindo de recursos para primatas, tendo suas sementes apreciadas pelos mesmos (Sambuichi et al. 2009). Além disso, *C. legalis* é importante para a manutenção da diversidade e riqueza de várias espécies, uma vez que hospeda em suas copas uma ilha de epífitas, mantendo umas das taxas mais altas de abundância, quando comparadas a outras espécies arbóreas da Mata Atlântica (Reis e Fontoura 2009).

Uma análise do banco de dados do Species Link (2017) mostrou que no período de outubro de 2014 a abril de 2017, no estado da Bahia, foram encontradas 75 ocorrências de *C. legalis* e apenas 25 ocorrências de *C. estrellensis*. Apesar de *C. legalis* ser mais frequente do que

C. estrellensis, ela está inserida na Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçada de extinção, e está classificada como “em perigo” (Ministério do Meio Ambiente, Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014). Essa ameaça de extinção está associada ao corte de árvores para uso de sua madeira, que é de alta qualidade e utilizada na construção de móveis (Lorenzi 2000, Mori et al. 2010). Além disso a falta de conhecimentos sobre aspectos relacionados com a sua regeneração natural e práticas de manejo em florestas antrópicas têm levado essas, e muitas outras espécies nativas da Mata Atlântica, ao risco cada vez maior de extinção (Lorenzi 2000). Apesar dessas espécies possuírem aptidões para o uso em programas de manejo e restauração ecológica, o limitado conhecimento sobre as características ecológicas e fisiológicas, principalmente em relação aos requerimentos ambientais de plântulas e plantas jovens, têm reduzido o sucesso do seu uso em projetos de conservação e de revegetação (Gonçalves et al. 2000, Rego 2001). Segundo Carvalho (1994), no seu crescimento inicial *C. legalis* e *C. estrellensis* possuem tolerância moderada a luz direta.

A radiação luminosa é um dos principais recursos do ambiente físico que afeta o crescimento e a sobrevivência das plantas em florestas tropicais (Tognetti et al. 1994, Coste et al. 2011). Pelo fato de que a luz influencia, principalmente, a fotossíntese, sua disponibilidade afeta de maneira direta o estabelecimento, o crescimento e o desenvolvimento de espécies arbóreas em ambientes florestais (Almeida et al. 2004, Tang et al. 2015). Para explorar diversos habitats, as plantas desenvolveram mecanismos para otimizar o uso da luz solar (Valladares et al. 2000, Valladares et al. 2012). Além disso, essas estratégias permitem que estas sobrevivam às mais variadas alterações na disponibilidade luminosa (Schulze et al. 2002, Lüttge 2008, Lambers et al. 2008, Coste et al. 2011). A baixa disponibilidade de luz pode limitar a fotossíntese e conseqüentemente o ganho de carbono (Valladares et al. 2012). Contudo, o excesso de luz também causa danos ao aparelho fotossintético, podendo causar fotoinibição (Krause et al. 2012). Em florestas tropicais, o gradiente de luz, causado pela estratificação vegetal e a dinâmica abertura e fechamento de clareiras colocam a luz como um dos fatores ambientais mais determinantes para o estabelecimento e o crescimento de indivíduos jovens (Valladares et al. 2000, Lambers et al. 2008). Plantas de sol e sombra apresentam diferentes respostas morfológicas, anatômicas e fotossintéticas à variação de luz, o que influencia na determinação da posição que cada espécie ocupará na sucessão ecológica (Lüttge 2008).

Além do efeito direto na fotossíntese e no balanço de carbono, as plantas respondem de diferentes formas a disponibilidade de radiação luminosa, estimulando diversas alterações fisiológicas, tais como, a alocação do carbono para a produção de compostos secundários (Close e Beadle 2003, Lev-Yadun e Gould 2009). Devido à cor avermelhada de suas folhas, resultante da acumulação de antocianinas, *C. legalis* é popularmente conhecida como jequitibá-rosa; em contraste com *C. estrellensis*, popularmente conhecido como jequitibá-branco.

As antocianinas são compostos secundários, cujo acúmulo pode estar relacionado à vários fatores do ambiente, como o excesso de radiação e à deficiência de fósforo (Close e Beadle 2003). As antocianinas são pigmentos vacuolares, que além de serem responsáveis pela

coloração avermelhada de frutos, flores e folhas, também atuam como fotoprotetores em condições de excesso de disponibilidade de radiação luminosa (Close e Beadle 2003, Lev-Yadun e Gould 2009). Segundo Lev-Yadun e Gould (2009), desempenham importante papel na relação entre plantas e animais, seja através do vínculo entre polinizadores e frugívoros ou pela repulsa de herbívoros. Assim, o acúmulo de antocianinas nas folhas de plantas jovens de *C. legalis* poderia permitir a proteção contra a herbivoria no sub-bosque e proteção do aparelho fotossintético a alta luminosidade, com a abertura de clareiras. Por outro lado, a baixa densidade de adultos de *C. estrellenses* em florestas tropicais pode estar relacionada à ausência de mecanismos de ajuste às mudanças na disponibilidade de luz, bem como à ausência de proteção química contra a herbivoria.

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da disponibilidade de radiação luminosa na composição de pigmentos foliares, na fotossíntese e no crescimento de plantas jovens de *C. legalis* e *C. estrellensis*, visando elucidar aspectos relacionados com a regeneração natural dessas espécies em florestas tropicais com elevada heterogeneidade em relação a disponibilidade de luz. Considerando o maior número de ocorrências de *C. legalis* em relação a *C. estrellensis* nos inventários florísticos realizados em ambientes de Mata Atlântica, testamos as seguintes hipóteses: a) *C. legalis* apresenta maiores teores de antocianinas, os quais são influenciados pela posição das folhas e pela disponibilidade de luz; b) *C. legalis* apresenta maiores valores de taxa fotossintética líquida e maior capacidade de aclimação do aparelho fotossintético a diferentes ambientes de luz; e c) Pelo fato de apresentar maiores teores de antocianinas e maior capacidade de aclimação do aparelho fotossintético, *C. legalis* apresenta maior crescimento em ambientes contrastantes de luz.

Material e métodos

Área do estudo, material vegetal e delineamento experimental

O experimento foi desenvolvido no Viveiro e no Laboratório de Fisiologia Vegetal, localizados na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), situada no município de Ilhéus, BA (39°13'59" O; 14°45'15" S), entre os meses de dezembro de 2015 a março de 2016. As mudas foram produzidas no Viveiro Comunitário Floresta Viva, em Serra Grande, Uruçuca, BA (39°7'60" O; 14°31'0" S). Decorridos 90 dias da germinação para *C. legalis* e 150 da germinação para *C. estrellensis*, 100 plantas de cada espécie foram levadas para o Viveiro da UESC e transplantadas para sacos plásticos de 1,5 L, contendo como substrato terra preta. Após uma semana de aclimação, 90 plantas de cada espécie foram colocadas em tubos PVC de 100 mm de diâmetro e 250 mm de altura. Esses tubos foram dispostos aleatoriamente em três ambientes de luz, repetindo três vezes cada ambiente. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, onde uma única repetição de cada ambiente de luz foi atribuída a cada bloco (Gotelli e Ellison 2011), totalizando três tratamentos e três blocos. Em cada bloco, foram colocadas 10 plantas de cada espécie, num total de 30 plantas por tratamento.

No início do experimento, 10 plantas de cada espécie foram utilizadas para medição da altura (H), diâmetro do coleto (D), número de folhas (LN), área foliar (LA) e massa seca de raízes (RDM), caules (SDM), folhas (LDM) e total (TDM). A LA foi medida por meio de um medidor de área LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA). A biomassa foi obtida após lavagem das plantas, separação em raiz, caule e folhas e armazenamento em sacos de papel devidamente identificados, levados a estufa de circulação forçada de ar, à 50°C até obtenção de massa seca constante. Aos 30 dias após o início do experimento, foi realizada uma adubação suplementar, na qual foram aplicados, em cada planta, 50 mL da seguinte solução: 10 L de água, 26,34 g de uréia, 40 g de fosfato mono-amônio (MAP) e 10,68 g de cloreto de potássio (KCl), como fonte dos nutrientes básicos nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente.

Ambientes de Luz

As plantas foram submetidas a três ambientes de disponibilidade de radiação luminosa. Os ambientes de luz foram obtidos utilizando telas pretas dispostas sobre estruturas de madeira com 1 m largura x 1 m comprimento x 0,80 m de altura. Cada ambiente de luz foi repetido três vezes. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi monitorada em cada tratamento, utilizando-se sensores de radiação luminosa S-LIA-M003, acoplados a dataloggers Hobo Micro Station Data Logger H21-000 (Onset, USA). A temperatura (T) e a umidade relativa do ar (RH) foram monitoradas, no viveiro, ao longo de todo o experimento por meio de um sensor S-THB-M002 acoplado ao datalogger. A partir dos valores de T e RH foi calculado o déficit de pressão de vapor do ar (VPD). A estação foi programada para coletar dados de PAR a cada segundo e armazenar as médias a cada 10 minutos. A PAR diária média foi calculada a partir dos dados pontuais armazenados a cada 10 minutos, levando em consideração o horário do nascer e pôr do sol. Os valores médios de PAR ao longo do experimento nos três ambientes de luz foram de aproximadamente 26, 10 e 1 mol fótons m² dia⁻¹, respectivamente. Durante o experimento, os valores médios diários da temperatura do ar diurna, noturna e do VPD foram 30,2 °C, 24,0 °C e 1,3 kPa e os valores máximos diários foram 32,7 °C, 26,5 °C e 2,1 kPa, respectivamente.

Estimativas de antocianinas nas folhas

As estimativas dos teores de antocianinas nas folhas foram realizadas aos 97 dias após o início do experimento. Os teores de antocianinas nas folhas foram estimados a partir de avaliações da reflectância foliar, por meio de um espectroradiômetro USB4000-UV-VIS (Ocean Optics, Dunedin, Florida, USA), utilizando uma fonte de luz LS-1 tungstênio-halogênio (Ocean Optics, Dunedin, EUA). As avaliações de reflectância foliar foram realizadas em quatro plantas de cada bloco por espécie/tratamento, e cinco folhas de cada planta, em sequência do ápice para a base.

Todas as medições foram realizadas a partir da primeira folha do ápice em que a expansão do limbo fosse maior ou igual ao tamanho do sensor do espectrorradiômetro. Calculou-se o índice de reflectância de antocianinas (ARI) (Gitelson et al. 2006), a partir da fórmula $ARI = (R_{550})^{-1} - (R_{700})^{-1}$. A partir dos valores de ARI foi estimado o teor de antocianinas tomando como base a equação descrita por Steele et al. (2009): $Anth = 370,5ARI + 6,46$.

Estimativas de clorofilas nas folhas

Para estimar o índice do conteúdo de clorofila (ICF), utilizou-se um medidor portátil de clorofila ClorofiLog (Falker, Brasil). A medição foi realizada em uma folha de cada planta por espécie/tratamento/bloco. Com o ClorofiLog pode-se estimar a clorofila a (Chl a) e clorofila b (Chl b), e a partir desses dados a clorofila total (Chl a+b).

Curvas de resposta da fotossíntese à luz (Pn/PAR)

Avaliações das curvas Pn/PAR foram realizadas aos 90 dias após o início do experimento por meio de análises das trocas gasosas foliares. Para tal, foi utilizado um sistema portátil de medição de fotossíntese LI6400 (Li-Cor, USA), equipado com uma fonte de luz 6400-02B RedBlue. As medições foram feitas sempre na terceira folha totalmente expandida a partir do ápice de três indivíduos de cada espécie por bloco/tratamento. O equipamento foi programado para fornecer valores de PAR de 1400, 1200, 800, 400, 200, 100, 50, 25, 10, 5 e 0 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, à uma temperatura da câmara de 27 °C e à concentração CO_2 ambiente (400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$). Em seguida, testou-se seis modelos para ajuste das curvas (Lobo et al. 2003). A partir do menor valor da soma dos quadrados e maior valor de R^2 , o melhor modelo que se ajustou foi o da hipérbole não retangular (Prioul e Chartier 1977):

$$Pn = ((\alpha \times PAR + P_{gmax} - ((\alpha \times PAR + P_{gmax})^2 - 4\theta \times \alpha \times PAR \times P_{gmax})^{0.5})/2\theta) - R_d$$

Com base nesse modelo, foram obtidos os seguintes parâmetros: taxa fotossintética líquida máxima (Pn), taxa fotossintética bruta máxima (Pgmax), eficiência quântica aparente (α), taxa de respiração no escuro (Rd), ponto de compensação de luz (LCP) e ponto de saturação de luz (LSP).

Avaliação do crescimento

Foram feitas medições quinzenais de H, D e LN de todas as 180 plantas do experimento. Para evitar possíveis interferências do nível do solo na medição da H e do D utilizou-se como padrão para as medidas o nível da borda do cano PVC. Aos 105 dias após o início do experimento, foram

realizadas avaliações do D, da H e do LN, além da biomassa e LA em todas as plantas do experimento, seguindo os mesmos procedimentos realizados no início do experimento. A partir desses valores calculamos as seguintes variáveis: área foliar individual ($ILA = LA/LN$), massa foliar específica ($SLM = LDM/LA$), razão de área foliar ($LAR = LA/TDM$), razão de massa seca de raiz ($RMR = RDM/TDM$), caule ($SMR = SDM/TDM$) e folha ($LMR = LDM/TDM$), taxa de crescimento relativo ($RGR = \ln TDM_1 - \ln TDM_0/t$) e taxa de assimilação líquida ($NAR = (TDM_1 - TDM_0/LA_1 - LA_0) (\ln LA_1 - \ln LA_0/t)$).

Análise estatística

Para análise estatística, todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguidos de teste de comparação de média de Tukey em nível de 5% de significância por meio do software estatístico R. Para os teores de antocianinas, inicialmente foram comparadas as folhas dentro de espécies, adotando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco folhas, três tratamentos e três blocos, com cinco plantas por bloco. Para as demais variáveis e a média dos teores de antocianinas por planta foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, num esquema fatorial $2 \times 3 \times 3$, com duas espécies, três tratamentos, três blocos e cinco plantas por bloco para Anth, três plantas por bloco para as curvas Pn/PAR e 10 plantas por bloco para as demais variáveis.

Resultados

Independentemente dos ambientes de luz e para todas as folhas avaliadas, os teores de antocianina (Anth) foram significativamente maiores em *C. legalis* em comparação com *C. estrellensis* (Tabela 1 e Tabela 2). O teor de antocianina (Anth) diferiu da primeira folha em relação às demais para ambas espécies. Para *C. legalis* foram verificadas diferenças significativas entre as folhas 1, 2 e 3; sendo que a folha 3 não diferiu significativamente das folhas 4 e 5. Para *C. estrellensis* foram verificadas diferenças significativas entre as folhas 1 e 2; sendo que a folha 2 não diferiu significativamente das folhas 3, 4 e 5. Considerando apenas a folha 1, o valor médio de Anth foi 77% maior em *C. legalis* do que em *C. estrellensis*.

Para todos os três ambientes de luz foram verificadas diferenças significativas entre espécies para Anth (Tabela 3). Os valores médios de Anth foram 52%, 57% e 54% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* para 26, 10 e 1 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. Para as duas espécies, os maiores e menores valores de Anth foram observados em 26 e 1 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. Para *C. legalis*, o valor médio de Anth foi 63% maior em 26 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$; ao passo que, para *C. estrellensis*, o valor

médio de Anth foi 66% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Para as os teores de clorofila foram encontradas interações significativas entre as espécies e os tratamentos (Tabela 4). Para as variáveis da curva de respostas da fotossíntese à luz, apenas LSP não apresentou diferenças significativas entre as espécies e entre os tratamentos de luz e, entre as variáveis de avaliação de crescimento, apenas LAR não apresentou diferença significativa entre as espécies (Tabela 4). Todas as outras variáveis de crescimento apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Para as duas espécies houve diferença significativa nos teores de clorofila para todos os tratamentos (Tabela 5). Para *C. legalis* os valores médios de Chl a, Chl b e Chl a+b foram 27%, 51% e 32% maiores em 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparados com 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$; ao passo que, para *C. estrellensis*, os valores médios de Chl a, Chl b e Chl a+b foram 36%, 84% e 46% maiores em 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparados com 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Para os três ambientes de luz foram verificadas diferenças significativas entre espécies para Rd, LCP, Pgmax (Tabela 6). Os valores médios de Rd foram 52%, 27% e 67% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* para 26, 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. O mesmo ocorreu para os valores médios de LCP que foram 47%, 51% e 56% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* para 26, 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para Rd, e considerando as duas espécies, foram verificadas diferenças significativas apenas entre 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e os demais ambientes de luz, os quais não diferiram significativamente entre si. Para LCP, e considerando as duas espécies, foram verificadas diferenças significativas entre os três ambientes de luz. Não foram encontradas diferenças significativas para Pgmax entre os três ambientes de luz, considerando as duas espécies. Para *C. legalis*, os valores médios de Rd e LCP foram 123% e 195% maiores em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ao passo que, para *C. estrellensis*, os valores médios de Rd e LCP foram 144% e 212% maiores em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Diferenças significativas entre espécies para ILA e LA foram verificadas nos três ambientes de luz (Tabela 7). Os valores médios de ILA foram 155%, 126% e 80% maiores em *C. estrellensis* do que em *C. legalis* para 26, 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Ao passo que, os valores médios de LA foram 29%, 12% e 54% maiores em *C. estrellensis* do que em *C. legalis* para 26, 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para ILA, não foram verificadas diferenças significativas para *C. legalis* entre os tratamentos, enquanto que, para *C. estrellensis*, houve diferença significativa apenas entre 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e os demais ambientes de luz, os quais não diferiram significativamente entre si. Para LA, e considerando as duas espécies, foram verificadas diferenças significativas apenas entre 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e os demais ambientes de luz, os quais não diferiram significativamente entre si. Para *C. legalis*, o valor médio de LA foi 160% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol

fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ao passo que, para *C. estrellensis*, os valores médios de LA e ILA foram 118% e 36% maiores em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$. Para SLM foram encontradas diferenças significativas entre as espécies nos tratamentos 26 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Os valores médios de SLM foram 10% e 12% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* em 26 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente (Tabela 7). Considerando as duas espécies, para SLM, houve diferenças significativas entre os três tratamentos, sendo os maiores e menores valores encontrados em 26 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para *C. legalis* o valor médio de SLM foi 95% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ao passo que, para *C. estrellensis* o valor médio foi 97% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado ao 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Para LN foram encontradas diferenças significativas entre as espécies em 26 e 10 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ (Tabela 7). Os valores médios de LN foram 87% e 97% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* em 26 e 10 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para *C. legalis* o valor médio de LN foi 171% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ao passo que para *C. estrellensis*, foi 70% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Para todos os ambientes de luz, não foram encontradas diferenças significativas entre as espécies para LAR (Tabela 7). No entanto, para as duas espécies foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e os menores e maiores valores médios foram encontrados em 26 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente.

Para todos os ambientes de luz foram verificadas diferenças significativas para as duas espécies para RMR (Tabela 8). Os valores médios de RMR foram 15%, 34% e 35% maiores em *C. estrellensis* do que em *C. legalis* em 26, 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para RMR foram encontradas diferenças significativas entre os três ambientes de luz para *C. legalis*, ao passo que, para *C. estrellensis*, houve diferença significativa apenas entre 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e os demais ambientes de luz, os quais não diferiram significativamente entre si. O valor médio de RMR em *C. legalis* foi 100% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado a 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, enquanto que, para *C. estrellensis* o valor médio foi 70% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$. Para LMR e SMR, foram encontradas diferenças significativas entre as espécies em 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, e entre 26 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Os valores médios de LMR foram 18% e 10% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* em 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Ao passo que, em SMR os valores médios foram 12% e 18% maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* em 26 e 10 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para LMR, houve diferenças significativas entre os três tratamentos

para *C. legalis*, ao passo que para *C. estrellensis* houve diferença significativa apenas entre 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e os demais ambientes de luz, os quais não diferiram significativamente entre si. Para *C. legalis*, em LMR, o valor médio foi 72% maior em 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ao passo que para *C. estrellensis* o valor médio foi 60% maior em 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$. Para SMR, e considerando as duas espécies, foram verificadas diferenças significativas apenas entre 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e os demais ambientes de luz, os quais não diferiram significativamente entre si. Para *C. legalis* o valor médio foi 59% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, ao passo que para *C. estrellensis*, foi 50% maior em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparado com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Diferenças significativas foram verificadas para todos os três ambientes de luz e entre espécies para NAR e RGR (Tabela 9). Os valores médios de NAR foram 12% e 25% maiores em *C. estrellensis* do que em *C. legalis* para 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Ao passo que, os valores médios de RGR foram 6%, 7% e 29% maiores em *C. estrellensis* do que em *C. legalis* para 26, 10 e 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para NAR e RGR, considerando as duas espécies, foram encontradas diferenças significativas entre os três ambientes de luz. Para *C. legalis*, os valores médios de NAR e RGR foram 525% e 145% maiores em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparados com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$; ao passo que, em *C. estrellensis* os valores médios de NAR e RGR foram 400% e 100% maiores em 26 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ quando comparados com 1 mol fótons $\text{m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Discussão

Variações nos teores de pigmentos foliares em diferentes ambientes de luz têm sido relatados para espécies de *Cariniana* spp (Poorter 1999, Slot 2004, Ribeiro et al. 2005, Lima et al. 2010, Portela 2012, Gaburro et al. 2015). A presença de antocianina nas folhas tem sido associada a interações planta-ambiente, seja para atrair dispersores (através de flores e frutos) e para reduzir ou eliminar a vulnerabilidade das folhas à herbivoria (Close e Beadle 2003, Lev- yadun e Gould 2009). Nesse estudo, os teores de antocianina foram significativamente maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis*, e possivelmente, estão relacionados à função fotoprotetora desse pigmento. Além disso, nossos valores apresentam-se de acordo a outros estudos realizados com *Cariniana* spp. (Portela 2012) e outras espécies arbóreas tropicais, tais como, *Eucalyptus nitens* (Close e Beadle 2003), *Vitis vinífera* (Liakopoulos et al. 2006, Steele et al. 2009) *Colocasia esculenta* (Hughes et al. 2014) *Protium panamense* (Tellez et al. 2016) *Coccoloba* sp. (Tellez et al. 2016) em diferentes níveis de luminosidade

Os maiores teores de antocianina foram encontrados em *C. legalis* nas folhas mais jovens e nos tratamentos com maior disponibilidade de radiação luminosa. As diferenças nos valores de Anth entre as três primeiras folhas para *C. legalis*, e entre as duas primeiras folhas para *C. estrellensis* reforçam a ideia de que as folhas mais jovens

apresentam maiores teores de antocianina (Steele et al. 2009, Tellez et al. 2016). Essa relação ocorre, provavelmente, devido ao fato de folhas jovens necessitarem de mais antocianina para proteção contra o excesso de luz, para evitar a fotoinibição (Close e Beadle 2003, Liakopoulos et al. 2006, Nielsen e Simonsen 2011, Hughes et al. 2014), indo de acordo a nossa primeira hipótese. Os maiores teores de antocianinas nas folhas de *C. legalis* provavelmente, conferem uma vantagem em termos de proteção contra herbívoros, em ambientes com menor disponibilidade de luz, ou contra a fotoinibição da fotossíntese, em ambientes com maior disponibilidade de radiação luminosa. Portanto, podemos inferir que, apesar das duas espécies apresentarem antocianinas nas folhas, *C. legalis* investe mais na produção desse pigmento, tanto em ambientes com menor e maior disponibilidade de luz.

A relação inversa entre os teores de clorofilas e antocianinas, quando em maior e menor disponibilidade de luz, respectivamente, estão de acordo com o padrão encontrado em outros trabalhos com *Vitis vinifera* (Liakopoulos et al. 2006, Steele et al. 2009) e *Acer saccharum* (Junker e Ensminger 2016). Isso parece estar relacionado ao fato de que em alta disponibilidade de radiação luminosa as plantas necessitam de menor teor de clorofila do que quando em menor disponibilidade de luz (Close e Beadle 2005, Steele et al. 2009, Tellez et al. 2016). Zhu et al. (2016) em seu estudo com as espécies *Cryptocarya concinna*, *Acmena acuminatissima*, *Schima superba*, e *Castanopsis fissa*, relacionaram o acúmulo de antocianinas em folhas jovens com a imaturidade do maquinário fotossintético e a baixos teores de clorofila e carotenoides. Essa relação ocorre, provavelmente, porque as folhas quando jovens utilizam as antocianinas para proteger seu maquinário fotossintético em desenvolvimento, utilizando da sua função fotoprotetora. Assim, quando jovens, um maior teor de antocianinas, em relação ao de clorofilas é tido como uma estratégia de proteção. Contudo, Nielsen e Simonsen (2011) e Hughes et al. (2014), não encontraram essa relação inversa em seus trabalhos com *Oxalis triangularis* e *Colocasia esculenta*, respectivamente. Desta forma, faz-se necessário novos estudos para melhor compreensão da relação dos teores de clorofila e antocianinas.

Em relação à aclimação do aparelho fotossintético aos ambientes de luz, *C. legalis* apresentou maiores valores de Rd e LCP em todos os ambientes de luz em comparação com *C. estrellensis*. Por outro lado, os valores de Rd foram significativamente menores no tratamento com menor disponibilidade de luz, em ambas as espécies. Baixos valores de Rd, quando em ambientes de pouca disponibilidade luminosa, pode ser considerada sendo uma estratégia para aumentar o ganho líquido de carbono em escala de folhas (Walters e Reich 1999). Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas entre as espécies para α , a diferença entre os tratamentos, embora pequena, reforça a ideia que folhas de sombra têm maior eficiência no uso da luz, mantendo assim baixos valores de Rd e LCP (Luttge 2008, Zheng 2012, Yang 2013). Baixos valores de LCP nos ambientes com baixa disponibilidade de luz podem ser devido à baixa atividade metabólica, indicada pelos baixos valores de Rd. Marengo et al. (2001) atribuíram o aumento gradativo de Rd em função do aumento da disponibilidade luminosa em plantas jovens de *Swietenia macrophylla* à capacidade plástica em responder as mudanças do ambiente luminoso, por meio do aumento ou diminuição de suas taxas metabólicas. Logo, as respostas encontradas

para *C. legalis* e *C. estrellensis* nos permite inferir que essas espécies possuem capacidade de aclimatarem seu maquinário fotossintético às variações na disponibilidade de radiação luminosa.

Mudanças em ILA, LN e LA entre 10 e 1 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ indicam que, no ambiente de menor disponibilidade de luz, ambas as espécies estavam em condições sub-ótimas. Enquanto os valores médios de ILA em todos os ambientes de luz foram maiores em *C. estrellensis*, LN foi muito maior em *C. legalis*. O maior número de folhas pequenas pode ser uma estratégia para a sobrevivência em ambientes de sombra, principalmente quando pequenas e médias clareiras são formadas e se fecham na floresta e, além disso, no caso de perda de área foliar por herbivoria, é mais conveniente produzir folhas menores. De fato, a ILA média de *C. legalis* quase não mudou entre o ambiente de maior luminosidade para o de menor luminosidade, enquanto que a área foliar de *C. estrellensis* apresentou uma diminuição em torno de 30% entre 10 e 1 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Em ambas as espécies, SLM diminuiu com a diminuição da disponibilidade de luz, mas seus valores médios foram maiores em *C. legalis* do que em *C. estrellensis* em 26 e 1 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Devido ao maior investimento de carbono para as folhas (maiores valores em SLM) e ao maior acúmulo de substâncias de defesa (antocianina) em detrimento das taxas de crescimento em menor disponibilidade de luz, *C. legalis*, provavelmente, não apresenta limitações semelhantes a *C. estrellensis* na captação de energia luminosa devido à herbivoria. Esse padrão de investimento de carbono para as folhas, corrobora com o estudo de Salgado-Luarte e Gianoli (2001) com *Aristotelia chilensis*, uma espécie exigente em luz que regenera em clareiras nas florestas austrais da América do Sul. Os autores observaram que as plantas na sombra (aproximadamente 6 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$) apresentaram menor crescimento e sobrevivência em relação ao sol (aproximadamente 11 mol fótons $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$) quando afetadas pela herbivoria. Essas diferenças no crescimento e sobrevivência foram atribuídas a limitação na capacidade de absorção de energia luminosa, provocada pela perda de área foliar, causando um balanço negativo de carbono e, conseqüentemente, menores chances de sobrevivência.

Os valores opostos de investimento em carbono para folhas e raízes em baixa e em alta disponibilidade de luz, expressos pela diminuição da LMR e aumentos na RMR, são importantes para diminuir a perda de água pela transpiração das folhas e aumentar a absorção de água pelas raízes. Isso ocorre porque, em alta irradiância, a demanda por água se torna maior e o aumento da alocação de carbono para as raízes resulta em um maior equilíbrio entre a absorção de água no solo e a transpiração da folha (Poorter, 1999). A maior alocação de carbono para raízes, em todos os ambientes de luz para *C. estrellensis* mostra uma melhor adaptação a ambientes mais secos em comparação com *C. legalis*. Por outro lado, com a diminuição da radiação luminosa, plantas jovens de *C. legalis* investiram mais carbono nas folhas e menos carbono em raízes. Esse fato demonstra uma maior capacidade de se aclimatar a ambientes onde a luz é um fator limitante (Slot 2004). Assim, diferenças na alocação de carbono entre as duas espécies de *Cariniana* concordam com sua distribuição geográfica. Enquanto *C. estrellensis* ocorre tanto nas florestas costeiras quanto nas florestas mais secas do interior da América do Sul, *C. legalis* é restrita às florestas úmidas do Brasil.

C. legalis e *C. estrellensis* apresentaram aumento da RGR em função do aumento da disponibilidade de luz. Esse padrão também foi observado para NAR, corroborando com outros trabalhos para *C.legalis* (Lima et al. 2010) e *C. estrellensis* (Gaburro et al. 2015); além de outras espécies arbóreas tropicais, tais como *Cariniana micrantha*, (Poorter 1999), *Trema micrantha*, (Souza e Válio 2003) e *Gallesia integrifolia* (Feijó et al. 2009). O aumento em NAR relacionado ao aumento na disponibilidade de radiação luminosa está associado ao aumento da RGR e o decréscimo de LAR; uma vez que, para a obtenção de maiores taxas de crescimento, as plantas necessitam aumentar a área foliar, visando aumentar a superfície de captação de luz e o incrementos nas taxas de assimilação de carbono (Hoffmann e Franco 2003, Feijó et al. 2009). Os valores de NAR para *C. estrellensis* no ambiente com maior disponibilidade de luz são próximos aos encontrados por Gaburro et al. (2015) em seu estudo com a mesma espécie. Segundo os autores, os maiores valores de NAR são determinantes para a tolerância ao sol, levando a uma maior produção de biomassa nessas condições. Os valores obtidos no nosso estudo vão de acordo a esse padrão e nos permite dizer que, provavelmente, *C. estrellensis* demanda maior disponibilidade de radiação luminosa para crescer do que *C. legalis*.

As menores taxas de crescimento, os maiores teores antocianina e os maiores valores de SLM nos permitem inferir que plantas jovens de *C. legalis* têm maior tolerância a sombra, uma vez que alocam recurso para defesa à custa do crescimento, aumentando a probabilidade de sobrevivência nos ambientes limitantes de luz nas florestas tropicais (Kitajima 1994). O investimento em defesa observado em plantas jovens de *C. legalis* pode significar uma vantagem para o estabelecimento e crescimento nos ambientes heterogêneos de luz nas florestas tropicais. *C. estrellensis* apresentou, em todos os ambientes de luz, baixos LCP, Rd e P_{gmax}, e maior RGR do que *C. legalis*. Assim, nossos resultados indicam que *C. legalis* exige maior gasto metabólica (maior Rd e maior P_{gmax}) para manter sua defesa, ou seja, maior investimento em pigmentos protetores (Anth) e estrutura da folha (SLM), levando a uma menor RGR em comparação com *C. estrellensis*. Por outro lado, *C. estrellensis* tem uma melhor eficiência de uso da luz e maiores taxas de crescimento do que *C. legalis*, o que é consistente com a ampla distribuição de *C. estrellensis* nas florestas mais secas e abertas do centro da América do Sul.

Agradecimentos

Geane S. Costa agradece a CAPES pela bolsa de Mestrado e Marcelo S. Mielke agradece ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa (306531/2015-1). Os autores agradecem ao Instituto Floresta Viva pelo fornecimento das mudas utilizadas no experimento. Pesquisa realizada com recursos do CNPq (Processo 561933/2010-3).

Referências

- Almeida LPDe, Alvarenga AADe, Castro EMDe, Zanelas SM, Vieira CV (2004) Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria ascherdoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural* 34:83-88.
- Carvalho PER (ed) (1994) Espécies florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Embrapa Produção de Informação, Brasília, DF.
- Catenacci FS, Ribeiro M, Smith NP. *Lecythydaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB8543> (10 Maio 2017, data do último acesso).
- Close DC, Beadle CL (2003) The ecophysiology of foliar anthocyanin. *Botanical Review* 69:149-161.
- Close DC, Beadle CL (2005) Xanthophyll-cycle dynamics and rapid induction of anthocyanin synthesis in *Eucalyptus nitens* seedlings transferred to photoinhibitory conditions. *Journal Plant Physiology* 162:37-46.
- Coste S, Roggy J-C, Schimann H, Epron D, Dreyer E (2011) A cost-benefit analysis of acclimation to low irradiance in tropical rainforest tree seedlings: leaf life span and payback time for leaf deployment. *Journal of Experimental Botany* 62:3941-3955.
- DosAnjos L, Oliva MA, Kuki KN, Mielke MS, Ventrella MC, Galvão MF, Pinto LRM (2015) Key leaf traits indicative of photosynthetic plasticity in tropical tree species. *Trees* 29:247-258.
- Feijó NSA, Mielke MS, Gomes FP, França S, Lavinsky AO (2009) Growth and photosynthetic responses of *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms and *Schinus terebinthifolius* Raddi seedlings in dense shade. *Agroforestry Systems* 77:49-58.

- Gaburro TA, Zanetti LV, Gama VN, Milanez CRD, Cuzzuol GRF (2015) Physiological variables related to photosynthesis are more plastic than the morphological and biochemistry in non-pioneer tropical trees under contrasting irradiance. *Brazilian Journal of Botany* 38:39-49.
- Gitelson AA, Keydan GP, Merzlyak MN (2006) Three-band model for noninvasive estimation of chlorophyll, carotenoids, and anthocyanin contents in higher plant leaves. *Geophysical Research Letters* 33:1-5.
- Gonçalves JLM, Santarelli ED, Moraes Neto SP (2000) Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In Gonçalves JLM, Benedetti V (eds) *Nutrição e fertilização florestal*. IPEF, Piracicaba: IPEF, pp 309-350.
- Gotelli, NJ, Ellison, AM (ed) (2004) *A primer of ecological statistics*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Hoffmann WA, Franco AC (2003) Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology* 91:475-484.
- Hughes NM, Carpenter KL, Keidel TS, Miller CN, Waters MN, Smith WK (2014) Photosynthetic costs and benefits of abaxial versus adaxial anthocyanins in *Colocasia esculenta* 'Mojito'. *Planta* 240:971-981.
- Junker LV, Ensminger I (2016) Relationship between leaf optical properties, chlorophyll fluorescence and pigment changes in senescing *Acer saccharum* leaves. *Tree Physiology* 36:694-711.
- Kitajima K (1994) Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. *Oecologia* 98:419-428.
- Krause GH, Winter K, Matsubara S, Krause B, Jahns P, Virgo A, Aranda J, García M (2012) Photosynthesis, photoprotection, and growth of shade-tolerant tropical tree seedlings under full sunlight. *Photosynth Res* 113:273-285.
- Lambers, H, Chapin III FS, Pons TL (ed) (2008) *Plant physiological ecology*. Springer New York.
- Lev-Yadun S, Gould KS (2009) Role of Anthocyanins in Plant Defence. In K. Gould et al. (eds), *Anthocyanins*. Springer Science, New York, pp 22-28.
- Liakopoulos G, Nikolopoulos D, Klouvatou A, Vekkos KA, Manetas Y, Karabourniotis G (2006) The photoprotective role of epidermal anthocyanins and surface pubescence in young leaves of grapevine (*Vitis vinifera*). *Annals of Botany* 98:257-265.
- Lima MAO, Mielke MS, Lavinsky AO (2010) Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. *Scientia Forestalis* 38:527-534.
- Lorenzi H (ed) (2000). *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- Lüttige U (2008) *Physiological ecology of tropical plants*. Springer, Berlin.

- Marenco RA, Gonçalves JFDeC, Vieira G (2001) Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. *Tree Physiology* 21:1311-1318.
- Ministério do Meio Ambiente (2014) Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Portaria nº 443 de 17 de dezembro de 2014.
- Mori SA (1990) Diversificação e conservação das Lecythidaceae neotropicais. *Acta Botanica Brasílica* 4:1.
- Mori SA, Smith NP, Cornejo X, Prance GT (2010) *The Lecythidaceae Pages*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. <http://sweetgum.nybg.org/lp/index.php> (10 Mai. 2017, data do último acesso).
- Nielsen SL, Simonsen AM (2011) Photosynthesis and photoinhibition in two differently coloured varieties of *Oxalis triangularis* - the effect of anthocyanin content. *Photosynthetica* 49:346-352.
- Poorter L (1999) 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.
- Portela FCS (2012). Influência da luminosidade na fisiologia e morfoanatomia de jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis* (Raddi.) Kuntze) e jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze). Tese. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.
- Prance GT, Mori SA (2004). Lecythidaceae. In K. Kubitzki (ed) *The families and genera of vascular plants*, vol. 6, Flowering plants. Dicotyledons. Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales. Springer-Verlag, New York, pp 221–232.
- Prioul JL, Chartier P (1977) Partitioning of transfer and carboxylation components of intracellular resistance to photosynthetic CO₂ fixation: A critical analysis of the methods used. *Annals of Botany*. 41:789-800.
- Rêgo, GM, Possamai, E (2001). Ecofisiologia do jequitibá-rosa e do Jacarandá-da-Bahia: morfogênese, germinação e crescimento inicial. Tese. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Reis, JRM, Fontoura, T (2009) Diversity of epiphytic bromeliads in the Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Teimoso-Jussari, BA. *Biota Neotropica*, 9:73-79.
- Ribeiro R V, Souza GM, Oliveira RF, Machado EC (2005) Photosynthetic responses of tropical tree species from different successional groups under contrasting irradiance conditions. *Revista Brasileira Botânica* 28:149-161.
- Salgado-Luarte C, Gianoli E (2011) Herbivory may modify functional responses to shade in seedlings of a light-demanding tree species. *Functional Ecology*, 25:492-499.

- Sambuichi RHR (ed) (2009) *Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia*. Editus, Ilhéus, BA.
- Sanches MC, Ribeiro SP, Dalvi VC, Da Silva Junior MB, De Sousa HC, De Lemos-Filho JP (2010) Differential leaf traits of a neotropical tree *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (Lecythidaceae): comparing saplings and emergent trees. *Trees* 24:79–88.
- Schulze, ED, Beck E, Müller-Hohenstein K (ed) (2002) *Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin.
- Slot M (2004) Comparative growth analysis of seedlings of 13 wet and dry tropical forest tree species: the relative importance of physiological and morphological traits in deep shade and moderate light. *MRes* thesis, University of York.
- Souza RP, Válio IFM (2003) Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. *Revista Brasileira Botânica* 26:35-47.
- Steele MR, Gitelson AA, Rundquist DC, Merzlyak MN (2009) Nondestructive estimation of anthocyanin content in grapevine leaves. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1:87-92.
- Tang H, Hu YY, Yu WW, Song LL, Wu JS (2015) Growth, photosynthetic and physiological responses of *Torreya grandis* seedlings to varied light environments. *Trees*, 29:1011-1022.
- Tellez P, Rojas E, Van Bael S (2016) Red coloration in young tropical leaves associated with reduced fungal pathogen damage. *Biotropica* 48:150-153.
- Tognetti R, Michelozzi M, Borghetti M (1994) Response to light of shade-grown beech seedlings subjected to different watering regimes. *Tree physiology* 14:751-758.
- Valladares F, Wright SJ, Lasso E, Kitajima K, Pearcy RW (2000). Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. *Ecology*, 81:1925-1936.
- Valladares F, Chico J, Aranda I, Balaguer L, Dizengremel P, Manrique E, Dreyer E (2002) The greater seedling high-light tolerance of *Quercus robur* over *Fagus sylvatica* is linked to a greater physiological plasticity. *Trees* 16: 395-403.
- Valladares F, García-Plazaola JI, Morales F, Niinemets Ü (2012) Photosynthesis responses to radiation. In Flexas J, Loreto F, Medrano H (eds) *Terrestrial photosynthesis in a changing environment: A molecular, physiological and ecological approach*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 221-232
- Vieira TO, Lage-Pinto F, Ribeiro DR, Dos Santos Alencar T, Vitória AP (2011) Estresse luminoso em plântulas de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*, Lecythidaceae): monitoramento da capacidade de aclimação fotossintética sob duas intensidades de luz. *Vértices* 13:129-142.
- Yang W, Liu F, Zhou L, Zhang S, An S (2013) Growth and photosynthetic responses of *Canarium pimela* and *Nephelium lappaceum* seedlings to a light gradient. *Agroforestry systems*, 87:507-516.

- Yang SJ, Sun M, Zhang YJ, Cochard H, Cao KF (2014) Strong leaf morphological, anatomical, and physiological responses of a subtropical woody bamboo (*Sinarundinaria nitida*) to contrasting light environments. *Plant Ecology*, 215:97-109.
- Walters MB, Reich PB (1999) Low-light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? *New Phytologist*, 143:143-154.
- Zheng, YL, Feng YL, Lei YB, Liao ZY (2012) Comparisons of plastic responses to irradiance and physiological traits by invasive *Eupatorium adenophorum* and its native congeners. *Journal of Plant Physiology* 169: 884-891.
- Zhu, H, Zhang TJ, Zhang P, Peng CL (2016) Pigment patterns and photoprotection of anthocyanins in the young leaves of four dominant subtropical forest tree species in two successional stages under contrasting light conditions. *Tree Physiology* 36:1092-1104.

Tabela 1. Níveis de significância da Anova de três fatores para teores de antocianinas em folhas de plantas jovens de *Cariniana* spp.

Fonte de variação	Anova
Espécie (E)	**
Folha (F)	**
Luz (L)	**
E x F	**
E x L	ns
F x L	**
E x F x L	ns

P > 0.05 (ns); P ≤ 0.05 (*); P ≤ 0.01 (**).

Tabela 2. Valores médios dos teores de antocianinas (nmol cm⁻²) por folha a partir do ápice para a base em plantas jovens de *Cariniana* spp.

Folha	<i>C. legalis</i>	<i>C. estrellensis</i>
1	15,69 ± 1,65 Aa	8,86 ± 0,98 Ba
2	11,08 ± 1,10 Ab	6,68 ± 0,48 Bbf
3	9,04 ± 0,50 Acf	6,34 ± 0,47 Bcf
4	8,67 ± 0,52 Adf	5,95 ± 0,49 Bef
5	8,48 ± 0,56 Aef	6,14 ± 0,45 Bdf
Média	10,58 ± 0,87 A	6,79 ± 0,58 B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre folhas, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios dos teores de antocianinas (nmol cm⁻²) de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.

Espécie	PAR (mol fótons m ⁻² dia ⁻¹)		
	26	10	1
<i>C. legalis</i>	12,99 ± 0,80 Aa	10,49 ± 0,84 Ab	7,96 ± 0,15 Ac
<i>C. estrellensis</i>	8,57 ± 0,78 Ba	6,68 ± 0,12 Bb	5,15 ± 0,45 Bc

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre os ambientes de luz, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios e níveis de significância de uma Anova de dois fatores para plantas jovens de *Cariniana* spp. para índice do conteúdo de clorofila (Chl a, Chl b e Chl a+b), taxa de respiração no escuro (Rd, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência quântica aparente (α , $\text{mol CO}_2 \text{ mol fótons}^{-1}$), ponto de compensação de luz (LCP, $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), ponto de saturação de luz (LSP, $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), taxa máxima de fotossíntese bruta (Pgmax, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), área foliar individual (ILA, cm^2) massa foliar específica (SLM, g m^{-2}), número de folhas (LN), área foliar total (LA, cm^2) e razão de área foliar (LAR, $\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$), razão de massa foliar (LMR), razão de massa de caule (SMR), razão de massa de raiz (RMR), taxa de assimilação líquida (NAR, $\text{mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e taxa de crescimento relativo (RGR, $\text{mg g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

Variável	Espécie		Anova		
	<i>C. legalis</i>	<i>C. estrellensis</i>	Espécie (E)	Luz (L)	E x L
Chl a	24,90 ± 4,0	24,52 ± 4,5	ns	**	ns
Chl b	7,43 ± 1,9	7,26 ± 2,4	ns	**	**
Chl a+b	32,33 ± 5,9	31,80 ± 6,9	ns	**	*
Rd	0,54 ± 0,22	0,38 ± 0,21	**	**	ns
α	0,063 ± 0,010	0,063 ± 0,018	ns	**	*
LCP	9,54 ± 4,6	6,36 ± 3,1	**	**	ns
LSP	633,74 ± 203	576,69 ± 200	ns	ns	ns
Pgmax	6,79 ± 1,2	5,73 ± 0,8	**	ns	ns
ILA	12,06 ± 2,5	26,45 ± 7,5	**	**	**
SLM	52,37 ± 14,6	48,01 ± 13,3	**	**	*
LN	54,48 ± 23,4	31,41 ± 11,8	**	**	**
LA	649,43 ± 284	813,67 ± 308	**	**	ns
LAR	1,122 ± 0,59	1,120 ± 0,63	ns	**	*
LMR	0,50 ± 0,12	0,45 ± 0,11	**	**	**
SMR	0,23 ± 0,05	0,20 ± 0,04	**	**	*
RMR	0,26 ± 0,080	0,33 ± 0,089	**	**	**
NAR	0,30 ± 0,18	0,32 ± 0,17	**	**	ns
RGR	26,91 ± 9,3	29,56 ± 8,4	**	**	**

ns, $P > 0.05$; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$.

Tabela 5. Valores médios do índice Falker para os teores de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila total (Chl a+b) de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.

Variável	Espécie	PAR (mol fótons m ⁻² dia ⁻¹)		
		26	10	1
Chl a	<i>C. legalis</i>	22,21 ± 0,70 Ac	24,31 ± 0,45 Ab	28,18 ± 0,64 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	21,45 ± 0,32 Ac	22,93 ± 0,30 Ab	29,25 ± 0,41 Aa
Chl b	<i>C. legalis</i>	6,09 ± 0,27 Ac	7,02 ± 0,20 Ab	9,20 ± 0,37 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	5,47 ± 0,18 Ac	6,25 ± 0,24 Ab	10,06 ± 0,41 Aa
Chl a+b	<i>C. legalis</i>	28,30 ± 0,97 Ac	31,33 ± 0,64 Ab	37,38 ± 0,98 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	26,90 ± 0,48 Ac	29,19 ± 0,53 Ab	39,31 ± 0,81 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre os ambientes de luz, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios da taxa de respiração no escuro (Rd, μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), da eficiência quântica aparente (α, mol CO₂ mol fótons⁻¹), do ponto de compensação de luz (LCP, μmol fótons m⁻² s⁻¹), do ponto de saturação de luz (LSP, μmol fótons m⁻² s⁻¹), da taxa máxima de fotossíntese bruta (Pgmax, μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.

Variável	Espécie	PAR (mol fótons m ⁻² dia ⁻¹)		
		26	10	1
Rd	<i>C. legalis</i>	0,67 ± 0,058 Aa	0,66 ± 0,091 Aa	0,30 ± 0,019 Ab
	<i>C. estrellensis</i>	0,44 ± 0,011 Ba	0,52 ± 0,080 Ba	0,18 ± 0,040 Bb
α	<i>C. legalis</i>	0,05 ± 0,003 Ac	0,06 ± 0,003 Ab	0,07 ± 0,003 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	0,05 ± 0,003 Ac	0,08 ± 0,004 Aa	0,06 ± 0,006 Ab
LCP	<i>C. legalis</i>	13,35 ± 1,53 Aa	10,74 ± 0,89Ab	4,52 ± 0,63 Ac
	<i>C. estrellensis</i>	9,06 ± 0,48 Ba	7,12 ± 1,02 Bb	2,90 ± 0,60 Bc
LSP	<i>C. legalis</i>	648,19 ± 117,98 Aa	661,64 ± 90,64 Aa	591,40 ± 51,37 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	629,80 ± 40,33 Aa	501,82 ± 51,81 Aa	598,45 ± 60,02 Aa
Pgmax	<i>C. legalis</i>	6,44 ± 0,215 Aa	7,23 ± 0,422 Aa	6,70 ± 0,543 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	5,67 ± 0,145 Ba	5,58 ± 0,418 Ba	5,96 ± 0,211 Ba

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre os ambientes de luz, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios de área foliar individual (ILA, cm²) massa foliar específica (SLM, g m⁻²), número de folhas (LN), área foliar total (LA, cm²) e razão de área foliar (LAR, dm² g⁻¹), de plantas jovens de *Cariniana* spp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.

Variável	Espécie	PAR (mol fótons m ⁻² dia ⁻¹)		
		26	10	1
ILA	<i>C. legalis</i>	11,09 ± 0,33 Ba	13,39 ± 0,68 Ba	11,57 ± 0,64 Ba
	<i>C. estrellensis</i>	28,24 ± 0,51 Aa	30,34 ± 0,78 Aa	20,82 ± 0,64 Ab
SLM	<i>C. legalis</i>	68,25 ± 2,03Aa	53,85 ± 1,47 Ab	35,01 ± 0,30 Ac
	<i>C. estrellensis</i>	61,74 ± 0,99 Ba	51,44 ± 1,19 Ab	31,26 ± 0,54 Bc
LN	<i>C. legalis</i>	71,63 ± 3,38 Aa	65,40 ± 1,46 Aa	26,43 ± 1,30 Ab
	<i>C. estrellensis</i>	38,27 ± 2,60 Ba	33,10 ± 1,57 Ba	22,53 ± 0,32 Ab
LA	<i>C. legalis</i>	790,29 ± 27,19 Ba	853,79 ± 64,29 Ba	304,23 ± 29,71 Bb
	<i>C. estrellensis</i>	1022,27 ± 53,89 Aa	958,88 ± 40,40 Aa	467,99 ± 10,06 Ab
LAR	<i>C. legalis</i>	0,58 ± 0,030 Ac	0,86 ± 0,045 Ab	1,92 ± 0,015 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	0,62 ± 0,009 Ac	0,76 ± 0,028 Ab	1,97 ± 0,058 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre os ambientes de luz, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Valores médios da razão de massa foliar (LMR), razão de massa de caule (SMR) e razão de massa de raiz (RMR), de plantas jovens de *Cariniana* sp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.

Variável	Espécie	PAR (mol fótons m ⁻² dia ⁻¹)		
		26	10	1
LMR	<i>C. legalis</i>	0,39 ± 0,010 Ac	0,46 ± 0,013 Ab	0,67 ± 0,004 Aa
	<i>C. estrellensis</i>	0,38 ± 0,010 Ab	0,39 ± 0,005 Bb	0,61 ± 0,009 Ba
SMR	<i>C. legalis</i>	0,27 ± 0,010 Aa	0,26 ± 0,008 Aa	0,17 ± 0,002 Ab
	<i>C. estrellensis</i>	0,24 ± 0,004 Ba	0,22 ± 0,012 Ba	0,16 ± 0,007 Ab
RMR	<i>C. legalis</i>	0,34 ± 0,019 Ba	0,29 ± 0,004 Bb	0,17 ± 0,006 Bc
	<i>C. estrellensis</i>	0,39 ± 0,009 Aa	0,39 ± 0,008 Aa	0,23 ± 0,010 Ab

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre os ambientes de luz, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios da taxa de assimilação líquida (NAR, mg cm⁻² dia⁻¹) e taxa de crescimento relativo (RGR, mg g⁻¹ dia⁻¹), de plantas jovens de *Cariniana* sp. submetidas a diferentes ambientes de luz durante 105 dias.

Variável	Espécie	PAR (mol fótons m ⁻² dia ⁻¹)		
		26	10	1
NAR	<i>C. legalis</i>	0,49 ± 0,019 Ba	0,34 ± 0,029 Bb	0,08 ± 0,009 Bc
	<i>C. estrellensis</i>	0,50 ± 0,025 Aa	0,38 ± 0,024 Ab	0,10 ± 0,007 Ac
RGR	<i>C. legalis</i>	34,81 ± 0,20 Ba	31,77 ± 0,57 Bb	14,16 ± 0,92 Bc
	<i>C. estrellensis</i>	36,61 ± 0,41 Aa	34,06 ± 0,72 Ab	18,26 ± 0,34 Ac

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre as espécies, e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre os ambientes de luz, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 – Considerações finais

As menores taxas de crescimento e os maiores teores antocianinas em menor disponibilidade de luz permitem inferir que *C. legalis* é uma espécie com maior tolerância a sombra, uma vez que aloca mais carbono para defesa à custa do crescimento. Além disso, *C. legalis* apresentou maior variação nas respostas do aparelho fotossintético em ambientes contrastantes de luz, possibilitando melhores ajustes metabólicos. Por outro lado, apesar de *C. estrellensis* apresentar maiores valores de NAR e RGR nos três ambientes de luz, também apresentou os menores valores de antocianinas. Assim, a capacidade de produzir substâncias de defesa e a maior capacidade de ajuste do metabolismo do carbono em ambientes de luz contrastantes pode estar relacionada com a maior frequência de *C. legalis* nas florestas ombrófilas e semidecíduais da Mata Atlântica.

Com a velocidade de antropização das florestas torna-se necessária a utilização dessas espécies em projetos de restauração, visando a sua conservação. Apesar de *C. legalis* e *C. estrellensis* apresentarem respostas de plantas exigentes de luz, ambas demonstraram possuírem estratégias que permitem que tolerem de maneira moderada a sombra, podendo ser utilizadas tanto em plantios de enriquecimento quanto em sistemas agroflorestais.