

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS  
UNIFAL-MG

MELINA TELES FRANÇA SAMPAIO

ECOFISIOLOGIA DE *Platycyamus regnellii* Benth E *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze  
SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

ALFENAS – MG

2014

MELINA TELES FRANÇA SAMPAIO

ECOFISIOLOGIA DE *Platycyamus regnellii* Benth E *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze  
SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Meio Ambiente, Sociedade e Diversidade Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Polo

Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Nunes Ramos

ALFENAS – MG

2014

Sampaio, Melina Teles França.

“Ecofisiologia de *Platycyamus Regnellii* (FABACEAE) e *Carinina Estrellensis* (Lecythidaceae) submetidas a diferentes condições de sombreamento / Melina Teles França Sampaio – Unifal - MG, 2014.  
60 f.– 28.

Orientador: Marcelo Polo  
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) -  
Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2014.  
Bibliografia.

1. Botânica. 2. Fisiologia vegetal. 3. Ecologia. I. Polo, Marcelo.  
II. Título.

CDD 581.1



MINISTERIO DA EDUCACAO  
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG  
Programa de Pós-graduação – Ecologia e Tecnologia Ambiental

Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas - MG CEP 37130-000  
Fone: (35) 3299-1419 (Coordenação) / (35) 3299-1392 (Secretaria)  
www.unifal-mg.edu.br/ppgecoambiental/



MELINA TELES FRANÇA SAMPAIO

“ECOFISIOLOGIA DE *PLATYCYAMUS REGNELLII* (FABACEAE) E *CARINIANA ESTRELLENSIS* (LECYTHIDACEAE) SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO”

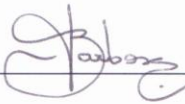
A Banca examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Pesquisa: Meio Ambiente, Sociedade e Diversidade Biológica.

Aprovado em: 27/06/2014

Prof. Dr. Marcelo Polo  
Instituição: UNIFAL-MG

Assinatura: 

Prof. Dr. Sandro Barbosa  
Instituição: UNIFAL-MG

Assinatura: 

Prof. Dr. Fabrício José Pereira  
Instituição: UFLA

Assinatura: 

## RESUMO

*Platycyamus regnellii* e *Cariniana estrellensis* são espécies de gênero e classificação sucessional diferentes nativas da Mata Atlântica, bastante difundidas na região sul de Minas Gerais e de importância para o enriquecimento de áreas florestadas e recuperação de áreas degradadas. Com o objetivo de avaliar as respostas fisiológicas de plantas jovens dessas duas espécies em relação à disponibilidade de luz durante o crescimento inicial, plantas com 90 dias de idade foram submetidas a diferentes níveis de sombreamento: pleno sol; 50 % de sombreamento e 70% de sombreamento. Durante 120 dias foram analisadas quanto ao incremento em altura, número de folhas, acúmulo de biomassa e parâmetros fisiológicos: taxa fotossintética líquida e máxima, respiração no escuro, eficiência quântica aparente, ponto de compensação e saturação de luz. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com análise fatorial 3x2 e submetidas à análise de variância pelo teste de médias Scott-Knot. De forma geral, as plantas de *C. estrellensis* e *P. regnellii* apresentaram semelhança na resposta aos tratamentos de radiação e melhor crescimento quando mantidas em sombreamento intermediário (50%) durante o estágio inicial de crescimento. Os resultados confirmam as observações empíricas que classificam a espécie *P. regnellii* como pioneira e *C. estrellensis* como secundária.

Palavras-chave: Botânica, Fisiologia vegetal, Ecologia.

## ABSTRACT

*Platycyamus regnellii* and *Cariniana estrellensis* are native species of Mata Atlântica with different ecological groups and genus, fairly widespread in southern of Minas Gerais of importance for the enrichment of forested areas and restoration of degraded areas. This research aimed at evaluate the physiological responses of seedlings of these two species in relation to light availability during the initial growth analyzing plants at 90 days of age were subjected to different levels of shading: full sun; 50% shading and 70% shading. During 120 days, plants were analyzed for height increment, leaf number, biomass production and physiological parameters: maximum and net photosynthetic rate, fotorespiration, apparent quantum efficiency, light compensation point and light saturation point. The experiment was conducted in a completely randomized design with 3x2 factorial analysis and subjected to analysis of variance by means of Scott-Knot test. Overall, *P. reginelli* and *C. estrellensis* had a similar response to radiation and better growth when kept in intermediate shading (50%) during the initial growth stage. The results confirm the empirical observations that classify the species *P. reginelli* as a pioneer and *C. estrellensis* as secondary species.

Keywords: Botanic, plant physiology, ecology.

## SUMÁRIO

<b>PARTE I</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b> 7
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b> 8
2.1	ANÁLISE DE CRESCIMENTO..... 8
2.2	FOTOSSÍNTESE, FOTOOXIDAÇÃO E FOTOINIBIÇÃO..... 8
2.3	FOTOASSIMILADOS..... 10
2.4	ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ..... 11
2.5	GRUPOS ECOLÓGICOS..... 12
2.6	DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ..... 13
2.6.1	<i>Cariniana estrellensis</i> ..... 13
2.6.2	<i>Platycyamus regnellii</i> ..... 13
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b> 15
3.1	OBJETIVOS GERAIS..... 15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 15
	<b>REFERÊNCIAS.....</b> 16
<b>PARTE II</b>	
	<b>ARTIGO: <i>Platycyamus regnellii</i> Benth e <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze: Espécies com comportamento fisiológico distinto e crescimento semelhan te.....</b> 20
	<b>Resumo.....</b> 21
	<b>Abstract.....</b> 21
<b>1</b>	<b>Introdução.....</b> 22
<b>2</b>	<b>Material e Métodos.....</b> 23
2.1	Material botânico ..... 23
2.2	Análises de crescimento ..... 23
2.3	Análises de trocas gasosas ..... 23
2.4	Análise estatística ..... 24
<b>3</b>	<b>Resultados e discussão ..... 24</b>
<b>4</b>	<b>Conclusão.....</b> 25
<b>5</b>	<b>Referências.....</b> 26
	<b>Documentos suplementares.....</b> 27

## 1 INTRODUÇÃO

A redução da área original da Mata Atlântica compromete a sobrevivência de espécies de grande valor econômico, científico e ecológico que não foram convenientemente estudadas, mas muito exploradas. A recuperação e o enriquecimento de áreas de florestas fragmentadas dependem de estudos que possibilitem compreender o comportamento fisiológico, possibilitando melhor conhecimento que permita caracterizar cada espécie dentro de um grupo ecológico (SILVA et al., 2013).

As espécies florestais são classificadas ecologicamente de acordo com seus suprimentos relativos de luz e sombra, mas pouco se sabe sobre o comportamento das mesmas em relação às necessidades individuais. Na maioria das vezes, são encontradas apenas informações como a descrição da espécie, área de ocorrência natural, fenologia e características da semente, tornando difícil a escolha de espécies nativas para programas de reflorestamento (SCALON et al., 2008).

A luz, por ser fonte primária de energia, é essencial para o crescimento vegetal, e variações na sua qualidade e quantidade vão interferir no desenvolvimento da planta, e assim, interferir na distribuição das espécies nas comunidades florestais (SANTOS et al., 2014; LENHARD et al., 2013; LIMA et al., 2010).

A escolha das espécies *Cariniana estrellensis* e *Platycyamus regnellii* recaiu por serem as mesmas classificadas em grupos distintos, respectivamente, secundária tardia e pioneira. *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (Lecythidaceae), popularmente conhecida como jequitibá-branco, é uma árvore semicaducifólia, comumente com 30 a 50 metros de altura e 70 a 100 centímetros de DAP (diâmetro à altura do peito). Espécie com característica de floresta secundária tardia ocorre na sua maioria nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontrada em pequenos grupos no estrato superior da floresta estacional semidecidual. *Platycyamus regnellii* (Fabaceae), é uma árvore heliófila, seletiva xerófita, da família Leguminosae-Papilionoideae, característica de terrenos acidentados e pedregosos da floresta semidecídua de altitude, ocorrendo em formações primárias. A espécie suporta ambientes com altos índices de luminosidade e atinge cerca de 20 metros de altura. (LORENZI, 2002).



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

A análise de crescimento vegetal se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo de seu crescimento, resulta da atividade fotossintética. Assim a intensidade e a qualidade da luz são variáveis ambientais de significância considerável para o crescimento vegetal, não apenas pela sua conversão em energia química no processo fotossintético, mas também porque exerce efeitos morfogênicos, em função do material resultante da fotossíntese líquida, que altera o desenvolvimento vegetal (GONÇALVES et al., 2010). Desta forma vários autores já estudaram os efeitos da luz no crescimento de espécies florestais e agrícolas (CARVALHO et al., 2006; ALMEIDA et al., 2004; DUZ et al., 2004).

As variáveis morfológicas mais usadas para a análise do crescimento de mudas submetidas a diferentes níveis de luminosidade são altura, diâmetro do caule, produção de matéria seca, área foliar e relações entre a biomassa das partes aérea e radicular (SILVA et al., 2009). Essas variáveis permitem, ainda, inferir alguns parâmetros fisiológicos como a taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar dentre outros, os quais são de fundamental importância para entender o crescimento e o desenvolvimento vegetal, pois eles sofrem profundas mudanças ao longo do tempo de desenvolvimento com as alterações ambientais (SEARLE et al., 2011).

### 2.2 FOTOSSÍNTESE, FOTOOXIDAÇÃO E FOTOINIBIÇÃO

No processo fotossintético as plantas utilizam a luz para sintetizar compostos carbonados, sobretudo açúcares, a partir de dióxido de carbono e água liberando oxigênio (TAIZ; ZEIGER, 2004). A energia livre, presente nesses compostos, é transferida durante o processo de respiração para compostos de alta energia que podem ser utilizados na síntese de novos compostos e no processo de manutenção. O saldo de CO<sub>2</sub> fixado pela planta, ou

fotossíntese líquida ( $P_n$ ), é a diferença entre a taxa de fixação bruta ( $P_g$ ) e a taxa de perda de  $CO_2$  durante o processo respiratório ( $R$ ) (MOREIRA et al., 2013).

As plantas somente conseguem realizar o processo fotossintético por possuírem clorofila e outros pigmentos. Estes pigmentos fotossintéticos absorvem a energia, proveniente da luz solar, e a transfere para sítios bem definidos localizados sobre as membranas dos tilacóides, os assim chamados centros de reação. Devido aos centros de reações absorverem energia em comprimentos de onda específicos, as clorofilas e os outros pigmentos acessórios somente conseguem utilizar a radiação com comprimento de onda entre 400nm a 700nm (BEGON, 2006). Assim a qualidade de luz é um fator determinante para a função que estes desempenham. Este intervalo de radiação é chamado de região do espectro fotossinteticamente ativa (RFA) (STREIT et al., 2005).

Além da qualidade, a quantidade de radiação também é um fator determinante para a fotossíntese. Em situações onde não temos radiação, a respiração cria um déficit de energia na planta. Com o aumento da radiação observa-se um aumento da taxa fotossintética com um aumento da  $P_n$ , até chegar ao chamado, ponto de compensação onde a taxa respiratória se equilibra com a taxa fotossintética, ou seja, o processo fotossintético fixa exatamente a mesma quantidade de  $CO_2$  liberado pela respiração, e nenhuma troca de  $CO_2$  entre a planta e a atmosfera é verificada. Com o aumento continuado da radiação constata-se que a absorção de  $CO_2$  e o rendimento fotossintético aumenta proporcionalmente a esta (SCHOCK et al., 2014; SILVA et al., 2012). Contudo, sob radiação intensa a planta não mais responde, em termos fotossintéticos, chegando ao chamado ponto de saturação. Neste, a planta não é mais limitada pela luz e sim por outros fatores como a atividade da ribulose-1,5-bifosfato (enzima responsável pela assimilação de gás carbônico) e/ou pela disponibilidade de  $CO_2$  (SILVA et al., 2012; VIEIRA et al., 2010). Os pontos de compensação e saturação estão condicionados à disponibilidade de radiação no ambiente e varia conforme o tipo de planta (heliófila ou umbrófila) e adaptações que estas apresentam.

O excesso de luz pode inibir ou até mesmo comprometer o processo fotossintético. A inibição da fotossíntese pode ocorrer através de dois processos: a fotoinibição e/ou a fotooxidação. A fotoinibição envolve danos aos centros de reação, especialmente FSII (fotossistema II), quando eles são superexcitados. No fotossistema II ocorre perda da proteína (D1) envolvida na transferência de elétrons entre P680 (centro de reação do FSII) e PQ (Plastoquinona). Esta proteína pode ser recuperada posteriormente (processo reversível). Por outro lado a fotooxidação é um processo irreversível e envolve diretamente os pigmentos

receptores de luz, os quais, ao absorverem muita luz, ficam muito tempo excitados e interagem com o oxigênio produzindo radicais livres, como superóxido ( $O_2^-$ ), que pode destruir os pigmentos (VIEIRA et al., 2010; CASSANA et al., 2008).

Apesar da fotoinibição e da fotooxidação serem fenômenos separados, estudos mostram que a fotooxidação é precedida pela fotoinibição. A fotoinibição leva a uma redução lenta da fotossíntese e conseqüentemente a uma diminuição do rendimento quântico acompanhado por alterações nas atividades do fotossistema II. Esta redução pode estar ligada à interrupção do fluxo de elétrons que acarreta uma redução da atividade da enzima Rubisco ligada à fixação do carbono (CASSANA et al., 2008).

Todos os organismos fotossintéticos são susceptíveis à fotoinibição e conseqüentemente à fotooxidação. Essa susceptibilidade irá depender da espécie, do ambiente de crescimento e da adaptação que essas apresentam. Alguns fatores e adaptações podem contribuir para proteger a planta contra a fotoinibição e a fotooxidação. Na fotoinibição podem ser incluídos mecanismos que diminuem a absorção de luz como movimento de folhas, presença de pilosidade, reflectância. Na fotooxidação defesas bioquímicas, como a enzima superóxido dismutase (SOD), que destrói os radicais livres e possuem um ótimo em condições de baixa luz, podem diminuir o efeito fotooxidante (VIEIRA et al., 2010).

### 2.3 FOTOASSIMILADOS

A alocação de fotoassimilados trata-se da distribuição do carbono fixado em várias rotas metabólicas. Desta forma a distribuição de matéria seca se torna um parâmetro que permite discutir tal processo facilitando a compreensão da resposta das plantas em termos de produtividade (BENINCASA, 1988). Por outro lado o processo de partição irá determinar os padrões de crescimento que deve ser equilibrado entre a parte aérea (produtividade fotossintética) e a raiz (absorção de água e minerais) (BARBOSA et al., 2013)

O carbono fixado pelas folhas pode ser alocado via três rotas metabólicas: (i) para utilização no metabolismo celular, fornecendo energia e esqueletos de carbono para a síntese de outros compostos, (ii) para a síntese de compostos de transporte, exportados para os diversos drenos da planta e (iii) para síntese de compostos armazenados, para utilização durante a noite (CASSANA et al., 2008). O destino de carbono, nos tecidos fotossintéticos irá

dependem do estágio de desenvolvimento foliar. Folhas imaturas retêm grande parte dos fotoassimilados para a síntese de seus constituintes celulares. Em folhas maduras, ao contrário, grande parte dos fotoassimilados é exportada através do floema para outras regiões da planta (dreno) (KERBAUY, 2004). Desta forma, a produtividade vegetal não será determinada apenas pela capacidade de assimilação de carbono, mas por uma série de outros fatores, como a eficiência na partição de fotoassimilados, e cujo resultado final será o acúmulo de biomassa (VIEIRA et al., 2010).

A partição de fotoassimilados irá depender da força dreno, que é produto de seu tamanho (peso total do tecido do dreno), da sua atividade (taxa de absorção de assimilados por unidade de peso do tecido), da distância fonte-dreno e das conexões vasculares entre fonte-dreno. Condições de baixa irradiância irão comprometer a eficiência fotossintética de folhas sombreadas favorecendo a exportação de fotoassimilados das folhas expostas (TEIXEIRA et al., 2005).

## 2.4 ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO

A habilidade em competir em condições de maior ou menor luminosidade depende de estruturas morfológicas e fisiológicas (estratégias adaptativas). Em condições de luminosidade baixa plantas C3 são mais competitivas do que as C4 e vice-versa (BAMBI et al, 2009).

Com o aumento da irradiância as espécies C4 tendem a continuar aumentando mais a  $P_n$  que plantas C3. Além disso, as plantas C4 apresentam seus espaços intercelulares do mesófilo saturado a  $100 \mu\text{l}^{-1}$  (microlitro por litro) de  $\text{CO}_2$ , enquanto as plantas C3, a saturação é alcançada com  $250 \mu\text{l}^{-1}$  (microlitro por litro). Esse comportamento se deve a elevada eficiência da carboxilação da PEP-carboxilase, combinada com a inibição da fotorespiração promovida pelo mecanismo C4 da concentração de  $\text{CO}_2$  junto ao sítio ativo da rubisco (KERBAUY, 2004).

Espécies e folhas que crescem em diferentes irradiâncias também apresentam grandes variações no comportamento de resposta à luz. Nas espécies de sombra em folhas sombreadas, a  $P_n$  pode saturar a menos de  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  de PAR, a qual é aproximadamente 5% da luz total. Folhas de sol, por outro lado, frequentemente continuam a

responder a valores típicos para toda a luz solar. Contudo, folhas de espécies de sol crescendo em ambientes sombreados tende a apresentar comportamento semelhante a espécies de sombra (SCHOCK et al., 2014; SILVA et al., 2013).

## 2.5 GRUPOS ECOLÓGICOS

O entendimento dos padrões sucessionais, onde diferentes grupos ecológicos de espécies florestais estão inseridos, é de extrema importância na implantação de plantios de floresta nativa, principalmente de indivíduos de características da Mata Atlântica (RIBEIRO et al, 2005). Um dos principais critérios de definições de grupos ecológicos está relacionado com a ecofisiologia das espécies, onde as plantas são classificadas de acordo com características estruturais e fisiológicas e o principal fator é a intensidade de luz.

As espécies arbóreas de florestas tropicais apresentam exigências ecofisiológicas diferenciadas. Na proposta de classificação ecológica apresentada por Budowski (1965), as espécies são divididas em pioneiras, secundária inicial, secundária tardia e clímax, baseando-se em características como mecanismos de dispersão de sementes, densidade nos estratos, entre outras, mas principalmente quanto às exigências luminosas. De acordo com esta classificação, as espécies pioneiras e secundárias iniciais são intolerantes à sombra, enquanto as secundárias tardias e clímax são tolerantes, principalmente na fase juvenil.

Em outra classificação, apresentada por Swaine e Whitmore (1988), uma divisão das espécies florestais é feita em quatro grupos ecológicos, sendo o fator luz ainda de maior importância. Nesta, o primeiro grupo é formado pelas espécies que se estabelecem e crescem sob dossel fechado. No segundo grupo, as espécies se estabelecem e crescem sob dossel fechado, mas se beneficiam com o aumento na disponibilidade de luz. As espécies do terceiro grupo conseguem se estabelecer sob dossel fechado, mas precisam de luz para amadurecer e se reproduzir. Espécies pertencentes ao quarto grupo necessitam de luz para se estabelecer, crescer e se reproduzir. Pina-Rodrigues e Figliolia (1991) em estudo sobre as estratégias de estabelecimento das espécies, sugeriram uma divisão em pioneiras, oportunistas e clímax. As espécies pioneiras possuem características que possibilitam um rápido estabelecimento e crescimento em condições de elevada disponibilidade de luz. Já as espécies oportunistas e as

espécies clímax conseguem se estabelecer, mas, de acordo com suas características, precisam de luz para o crescimento.

## 2.6 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES

### 2.6.1 *Cariniana estrellensis*

A espécie *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, vulgarmente conhecida como jequitibá-branco, pertencente à família Lecythidaceae, é uma árvore heliófita, característica da floresta latifoliada semidecídua, comumente com 30 a 50 m de altura e 70 a 100 cm de diâmetro. O jequitibá-branco possui tolerância moderada à luz direta durante os primeiros anos e, distribui-se nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, tanto na floresta pluvial atlântica como na latifoliada semidecídua da bacia do Paraná (LORENZI, 2002). Ocorre nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontrada em pequenos grupos, no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) e na Floresta Estacional Semidecidual. (CARVALHO, 1994). A germinação das sementes de *Cariniana estrellensis* é epígea e abundante nas primeiras semanas da colheita (95%), iniciando entre 6 e 70 dias após a sementeira, enquanto a emergência das plântulas ocorre entre 12 e 25 dias (KOPPER et al, 2010).

### 2.6.2 *Platycamus regnellii*

*Platycamus regnellii* Benth, pertencente à família Fabaceae, é uma espécie tolerante a insolação direta e de rápido crescimento podendo atingir até 20 metros de altura, característica de espécies de início de sucessão florestal. Conhecida como pau-

pereira, distribui-se nos estados de Goiás, sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, principalmente na floresta semidecídua de altitude (LORENZI, 2002). A espécie possui capacidade de tolerância ao sombreamento, sendo indicada para plantios sob intensidade luminosa reduzida e sistemas de enriquecimento. A germinação das sementes é epígea e se inicia dez dias após a semeadura (SCALON; ALVARENGA, 1993).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Estudar como as respostas fisiológicas diferem entre duas espécies de mata atlântica com diferentes necessidades de luz para o crescimento inicial.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a porcentagem de sombreamento adequada para o estabelecimento das espécies *Cariniana estrellensis* e *Platycyamus regnellii*;

Entender os efeitos do sombreamento no desenvolvimento das plantas;

Comparar o comportamento das espécies *Cariniana estrellensis* e *Platycyamus regnellii* submetidas às mesmas condições de desenvolvimento no ambiente.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.P. et al. Crescimento inicial de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- BAMBI et al. Influência da luz e da concentração e CO<sub>2</sub> na atmosfera no processo fotossintético na mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) na fazenda experimental da UFMT. **UNICIÊNCIAS**, v. 13, p. 23-36, 2009.
- BARBOSA, M. L. et al. Crescimento Inicial de Espécies ocorrentes no Semiárido Brasileiro: Biomassa, Biometria e Análise Morfogênica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 03, p. 522-539, 2013.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology from individuals to ecosystems**. Blackwell Publishing, 4 ed., p. 759, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 41p, 1988.
- BUDOWSKI, G. Distribution on tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.
- CARVALHO, N.O.S. et al. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.
- CASSANA et al. Atividade fotoquímica máxima do fotossistema II em plantas de batata-doce cultivadas in vitro e aclimatizadas. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 46-51, 2008.
- DUZ, S. R. et al. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da floresta atlântica em resposta a variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.
- GONÇALVES, J. F. C. et al. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila a de plantas jovens de *Carapa guianensis* e *Dipteryx odorata* submetidas à dois ambientes de luz. **Acta Amazônica**, v. 40, p. 89-98, 2010.

GONÇALVES, J. F. C. et al. Crescimento, partição de biomassa e fotossíntese em plantas jovens de *Genipa spruceana* submetidas ao alongamento. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 193-200, 2013.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. ed. Guanabara Koogan S.A, 2004.

KOPPER, A. C.; MALAVASI, M. de M.; MALAVASI, U. C. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. **Rev. bras. Sementes** [online], Londrina, v. 32, n. 2, 2010.

LENHARD, N. R. et al. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LIMA MAO, et al. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, v. 38, p. 527-534, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 1. 368p, 2002.

MOREIRA, L. R. et al. Caracterização fisiológica de sorgo sacarino em diferentes intensidades de irrigação. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes, RJ, v. 15, n. 2, p. 39-48, 2013.

PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Grupos ecológicos e sugestões de prioridade de pesquisa em tecnologia de sementes florestais. Informativo **ABRATES**, v. 1, n. 2, p. 71-72, 1991.

SANTOS, U. F. et al. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.

SCALON, S. P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill.) sob sombreamento e aplicação de giberelina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 3, p. 61-6, 2008.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platygyamus regnellii* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.3, p.265-270, 1993.

SEARLE, S. Y. Leaf respiration and alternative oxidase in field-grown alpine grasses respond to natural changes in temperature and light. **New Phytologist**, v. 189, p. 1027-1039, 2011.

SCHOCK, A. A. et al. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-mansão cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 3-9, 2014.

SILVA, J. M. Floresta urbana: Síndrome de dispersão e grupos ecológicos de espécies do sub – bosque. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 135-144, 2013.

SILVA, F. M. L.; GHINI, R.; VELINI, E.D. Efeito do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico na produção de matéria seca de plantas daninhas. *In*: XXVIII CBCPD, Campo Grande, MS/ Área 1 – Biologia das plantas daninhas, 2012.

SILVA, T.G.F da S. et al. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 5, p. 602-610, 2009.

STREIT, N. M. et al As clorofilas – Revisao Bibliográfica. **Ciencia Rural**, v. 35, n. 3, 2005.

SWAINE, M.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetation**, v. 75, p. 81-86, 1988.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. Porto Alegre: ArtMed, 719p, 2004.

TEIXEIRA, A. C. B. et al. Distribuição de fotoassimilados de folhas do topo e da base do capim-mombaca (*Panicum maximum* Jacq.) em dois estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 479-488, 2005.

VIEIRA, E. L. et al. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luiz: EDUFMA, 230p, 2010.

**ARTIGO: *Platycyamus regnellii* e *Cariniana estrellensis*:  
Espécies com comportamento fisiológico distinto e crescimento semelhante**

**Autores:** Melina Teles França Sampaio, Flavio Nunes Ramos, Fabricio José Pereira,  
Marcelo Polo

**Artigo redigido conforme normas da Revista Brasileira de Biociências**

***Platycyamus regnellii* e *Cariniana estrellensis*: Espécies com comportamento fisiológico distinto e crescimento semelhante**

Melina Teles França Sampaio<sup>1</sup>, Flavio Nunes Ramos<sup>2</sup>, Fabricio José Pereira<sup>3</sup> e Marcelo Polo<sup>2</sup>

***Platycyamus regnellii* e *Cariniana estrellensis*: Espécies com comportamento fisiológico distinto e crescimento semelhante**

---

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG, e-mail: [melinafsampaio@hotmail.com](mailto:melinafsampaio@hotmail.com).

<sup>2</sup> Instituto Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Alfenas-MG, CEP 37130-000.

<sup>3</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, UFLA-MG, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras-MG, CEP 37200-000.

Resumo – *Platycyamus regnellii* e *Cariniana estrellensis* são espécies de gênero e classificação sucessional diferentes nativas da Mata Atlântica, bastante difundidas na região sul de Minas Gerais e de importância para o enriquecimento de áreas florestadas e recuperação de áreas degradadas. Com o objetivo de avaliar as respostas fisiológicas de plantas jovens dessas duas espécies em relação à disponibilidade de luz durante o crescimento inicial, plantas com 90 dias de idade foram submetidas a diferentes níveis de sombreamento: pleno sol; 50 % de sombreamento e 70% de sombreamento. Durante 120 dias foram analisadas quanto ao incremento em altura, número de folhas, acúmulo de biomassa e parâmetros fisiológicos: taxa fotossintética líquida e máxima, respiração no escuro, eficiência quântica, ponto de compensação e saturação de luz. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com análise fatorial 3x2 e submetidas à análise de variância pelo teste de médias Scott-Knott. De forma geral, as plantas de *C. estrellensis* e *P. regnellii* apresentaram semelhança na resposta aos tratamentos de radiação e melhor crescimento quando mantidas em sombreamento intermediário durante o estágio inicial de crescimento. Os resultados confirmam as observações empíricas que classificam a espécie *P. regnellii* como pioneira e *C. estrellensis* como secundária.

**Palavras-chave:** Crescimento inicial, trocas gasosas e grupos ecológicos.

***Platycyamus regnellii* and *Cariniana estrellensis*: Distinct species with similar growth and physiological behavior**

Abstract - *Platycyamus regnellii* and *Cariniana estrellensis* are native species of Mata Atlântica with different ecological groups and genus, fairly widespread in southern of Minas Gerais with importance for the enrichment of forested areas and restoration of degraded areas. This research aimed to evaluate the physiological responses of seedlings from these two species in relation to light availability during the initial growth. Plants with 90 days of age were subjected to different levels of shading: full sun; 50% shading and 70% shading. During 120 days, plants were analyzed for height increment, leaf number, biomass production and physiological parameters: maximum and net photosynthetic rate, photorespiration, quantum efficiency, light compensation point and light saturation point. The experiment was conducted in a completely randomized design with 3x2 factorial and subjected to analysis of variance by means of Scott-Knott test. Overall, *P. reginelli* and *C. estrellensis* had a similar response to radiation and better growth when kept in intermediate shading during the initial growth stage. The results confirm the empirical observations that classify the species *P. reginelli* as a pioneer and *C. estrellensis* as secondary species.

**Keywords:** Initial growth, gas exchanges and ecological groups.

## 1 Introdução

Há séculos as formações florestais ao redor do mundo vêm sofrendo com a exploração de recursos naturais. Neste contexto, programas de restauração florestal e recuperação de áreas degradadas com o uso de espécies nativas são importantes e necessários (Silva, 2013).

De acordo com a distribuição espacial e temporal das espécies arbóreas no mosaico florestal, onde as plantas têm diferentes estratégias para sobreviver e se desenvolver, espécies de árvores podem ser separadas em dois grupos sucessionais com base em características de crescimento e adaptação à sombra: i) um grupo inicial de sucessão (espécies pioneiras e secundárias iniciais), que tem alta demanda de luz, e ii) um grupo tardio de sucessão, que é tolerante à sombra (espécies secundárias tardias) (Bazzaz; Pickett, 1980). Essa classificação é baseada em observações empíricas, exceto em relação à germinação, não há dados experimentais que a comprovem.

Deste modo, o uso de mudas de árvores adequadas em programas específicos de recuperação florestal ou de áreas degradadas é limitado devido à falta de conhecimento sobre as respostas fisiológicas da planta em tais ecossistemas (Pacheco et al., 2013). Além disso, as espécies arbóreas tropicais de diferentes grupos sucessionais mostram demandas ambientais específicas à luz, nutrientes e temperatura (Schock, 2014).

*Cariniana estrellensis* (Lecythydaceae), popularmente conhecida como jequitibá-branco, é uma árvore semicaducifólia, comumente com 30 a 50 metros de altura e 70 a 100 centímetros de DAP (diâmetro à altura do peito). Espécie com característica de floresta secundária tardia ocorre na sua maioria nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontrada em pequenos grupos, no estrato superior da floresta estacional semidecidual. *Platygyamus regnellii* (Fabaceae), é uma espécie tolerante a insolação direta e de rápido crescimento podendo atingir até 20 metros de altura, característica de espécies de início de sucessão florestal. Conhecida como pau-pereira, distribui-se nos estados de Goiás, sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, principalmente na floresta semidecídua de altitude (Lorenzi, 2002).

O objetivo deste trabalho foi verificar como as respostas fisiológicas diferem entre essas duas espécies de mata atlântica com diferentes necessidades de luz para o crescimento inicial, visto que conhecer o comportamento das plântulas de espécies nativas, quanto aos fatores ecofisiológicos, é essencial para o entendimento do processo sucessional no sentido de entender como será o crescimento das espécies e, conseqüentemente, para a restauração da vegetação em ambientes degradados.

## 2 Material e Métodos

Material botânico – Plantas jovens de *Cariniana estrellensis* e de *Platycyamus regnellii* com 90 dias após a emergência (DAE) foram obtidas no viveiro do Instituto Federal do Sul de Minas, campus Muzambinho. Essas plantas emergiram de sementes coletadas em árvores matrizes da região. A seguir, 45 plantas de cada espécie foram transferidas para sacos plásticos com capacidade de 8 litros (30x40) contendo terra de subsolo e adubo orgânico (esterco bovino curtido) na proporção 2:1 os quais foram mantidos, 15 plantas de cada espécie, em três condições de sombreamento: 0% (T1), 50% (T2) e 70% (T3) de sombreamento em uma área de 8 m<sup>2</sup>, onde passaram por um período de aclimatização de 30 dias, até as medidas serem iniciadas.

Análises de crescimento – Medidas de altura (usando régua milimétrica) do caule e o número de folhas de todas as mudas de cada tratamento foram registrados e avaliados em três momentos (30, 60 e 90 dias após o início do experimento). Ao final do experimento, como recomendado por Böhm (1979), o material vegetal foi dividido em raiz, caule e folhas, em seguida, foi colocado em estufa a 70°C até atingir peso constante, e pesado em balança de precisão de 0,01 g (Quimis, Q150-1500). Foram avaliadas a relação raiz/parte aérea (MSR/MSPA) e a taxa de alongamento relativo da parte aérea sendo calculada pela fórmula  $TCR = [(\ln P_n - \ln P_{n-1}) / (T_n - T_{n-1})]$ .

Análises de trocas gasosas - As curvas da taxa fotossintética líquida (A) em resposta a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) foram determinadas através de um sistema portátil de fotossíntese (Analisador de Trocas Gasosas no Infravermelho, modelo LI-6400XT, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) com câmara com fonte de luz artificial (LI-6400-02B RedBlue, Li-Cor). Todas as medidas foram realizadas na primeira folha (ápice do caule) totalmente expandida de todas as mudas. As DFFFA utilizadas foram 0, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 800, 1000, 1300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  por 5 minutos, a 25° C e com condições ambientes de CO<sub>2</sub> (aproximadamente 370  $\mu\text{mol}$ ). Os dados referentes às curvas foram ajustados à função hiperbólica retangular:  $A = a + [(A_{\text{max}} \times \text{DFFFA}) / (b + \text{DFFFA})]$ , em que  $A_{\text{max}}$  é a taxa máxima de fotossíntese líquida e 'a' e 'b' são coeficientes de ajuste da equação. Através da curva foram obtidos: taxa de fotorrespiração ( $P_d$ ), ponto de compensação de luz (PCL) e ponto de saturação de luz (PSL). O rendimento quântico aparente ( $\alpha$ ) foi estimado por meio de regressão linear da região inicial da curva ( $0 \leq \text{DFFFA} \leq 200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) sendo  $A = c + (\alpha \times \text{DFFFA})$ , e 'c' e ' $\alpha$ ' são coeficientes de ajuste.



Análise estatística - O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com análise fatorial 3x2. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e ao teste de médias Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### 3 Resultados e Discussão

As espécies não apresentaram diferença significativa em relação à altura nos diferentes tratamentos nos três momentos de avaliação ( $P > 0,05$ ). Este tipo de resposta indica que a espécie *C. estrellensis* possui grande amplitude de adaptação, visto apresentar crescimento igual independente da condição luminosa.

A média da razão raiz/parte aérea das plantas de *P. regnellii* foi superior às de *C. estrellensis* ( $P=0,02$ ) no tratamento com 70% de sombreamento (Tabela 1), devido ao crescimento lento da parte aérea em detrimento do sistema radicular, como ocorre com as espécies intolerantes à sombra, sendo que o inverso ocorre para as espécies tolerantes (Ferreira et al., 2012). Este fato é corroborado pelo aumento no número de folhas de *P. regnellii* quando exposta a maiores radiações (0% e 50% de sombreamento). Ao mesmo tempo, os resultados mostram que *C. estrellensis* consegue investir mais em folhas (parte aérea) quando sombreada, indicando que é uma espécie de ambiente sombreado. Com o acréscimo do nível de sombreamento, há uma tendência no aumento da área foliar (folhas mais finas e maiores), alocação de biomassa nas folhas e quantidade de folhas (Schock et al., 2014; Mercês et al., 2013).

Quanto à taxa de alongamento relativo da parte aérea, a espécie *P. regnellii* não foi influenciada pelos tratamentos ( $P>0,05$ ) (Tabela 1), enquanto *C. estrellensis* obteve maiores médias nos tratamentos com 0% e 50% de sombreamento, mesmo em relação à outra espécie ( $P<0,05$ ). *C. estrellensis* apresentou maior alongamento da parte aérea no sombreamento, mas quando o sombreamento foi muito intenso apresentou prejuízo. Isso demonstra que a espécie está adaptada à sombra, mas devido a sua amplitude, há um limite para o sombreamento. (Mercês et al., 2013).

A distribuição de matéria seca de raiz, caule e folhas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das espécies (Figura 1). Isso demonstra que apresentam plasticidade adaptativa com aclimatização em ambientes iluminados e sombreados, sendo capazes de produzir matéria orgânica para o crescimento.

A eficiência quântica aparente ( $\alpha$ ) apresentada por *P. regnellii*, embora seja considerada baixa em relação a parâmetros pré-estabelecidos (Gonçalves et al., 2013),

superou *C. estrellesis* nos tratamentos com 0% e 50% de sombreamento ( $P = 0,03$ ) (Tabela 2). Esse resultado demonstra que *P. regnellii* apresenta maior eficiência quântica quando mantida em ambiente com pouco ou nenhum sombreamento, caracterizando resposta de planta de sol (Silva, 2013).

Assim como na eficiência quântica, a espécie *P. regnellii* apresenta maior taxa de fotorrespiração quando exposta a maiores radiações (0% de sombreamento) (Tabela 2). Isso demonstra que apesar de absorver mais radiação ela converte menos  $\text{CO}_2$  em matéria orgânica proporcionalmente, fato esse que reflete no seu crescimento menor (alongamento caulinar) e maior investimento no sistema radicular. Em *C. estrellesis* a fotorrespiração foi menor quando sombreado (70% de sombreamento) o que é esperado para espécies secundárias, provavelmente devido à formação de radicais livres superóxido e maior concentração interna de  $\text{O}_2$  proporcionado pelo aumento de radiação (Carvalho et al., 2006).

O ponto de compensação maior na espécie *P. regnellii* em relação à espécie *C. estrellesis* quando expostas à luz plena (Tabela 3) (0% de sombreamento) demonstra maior capacidade de fotossíntese dessa espécie, ao mesmo tempo em que apresenta maior taxa de fotorrespiração. Ao contrário, a espécie *C. estrellesis* apresenta menor ponto de compensação quando mantida sob baixa luminosidade (70% de sombreamento), que permite à espécie realizar fotossíntese nessas condições, característica de espécie secundária (Searle et al., 2011).

Em relação ao parâmetro ponto de saturação de luz, a espécie *P. regnellii* apresenta maior valor a 0% de sombreamento, não diferindo a 50% e 70% de sombreamento (Tabela 3). Essa queda mostra que a espécie está saturando com menos radiação à medida que tem mais sombreamento. Isso ocorre porque há diminuição do parênquima clorofiliano e espessura total das folhas em plantas de espécies de sol quando são levadas à sombra. Para *C. estrellesis* não houve diferença entre os tratamentos, a espécie não precisou ajustar o tecido para aguentar o sombreamento, pois ela já está adaptada ao ambiente mais sombreado (Gonçalves et al., 2010).

#### 4 Conclusão

As plantas de *C. estrellensis* e *P. regnellii* apresentaram semelhança na resposta aos tratamentos de radiação e melhor crescimento quando mantidas em sombreamento intermediário (50%) durante o estágio inicial de crescimento. Esse padrão não era esperado para *P. regnellii* por tratar-se de espécie classificada pioneira. Os resultados demonstraram que, apesar de ser pioneira, apresenta tolerância ao sombreamento. Em relação aos parâmetros

fisiológicos *C. estrellensis* apresentou maior rendimento fotossintético quando mantida sob sombreamento mais intenso e *P. regnellii* a pleno sol. Os resultados confirmam as observações empíricas que classificam a espécie *P. regnellii* como pioneira e *C. estrellensis* como secundária.

## 5 Referências

- BAZZAZ, F. A. & PICKETT, S.T.A. 1980. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 11, p. 287-310.
- BÖHM, W. 1979. *Methods of studying root system*. Berlin, Springer-Verlag.
- CARVALHO, N.O.S. et al. 2006. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.351-357.
- LORENZI, H. 2002. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1. 368p.
- FERREIRA, W. N. et al. 2012. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea*(Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina*(Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Acta bot. bras*, v. 26, n. 2, p. 408-414.
- GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. ; GUIMARÃES, D. G.; BERNARDES, R. S. 2010. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila a de plantas jovens de *Carapa guianensis* e *Dipteryx odorata* submetidas à dois ambientes de luz. *Acta Amazônica*, v.40, p.89-98.
- GONÇALVES, J. F. C. et al. 2013. Crescimento, partição de biomassa e fotossíntese em plantas jovens de *Genipa spruceana* submetidas ao alagamento. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 2, p. 193-200.
- MERCÊS, D.A. et al. 2013. Sobrevivência de plântulas, características fotossintéticas e crescimento de *Discocarpus pedicellatus*(Phyllanthaceae). *Rodriguésia*, v. 64, n. 1, p. 1-10.
- PACHECO, F. V. et al. 2013. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, v. 37, n. 5.
- SEARLE, S. Y. 2011. Leaf respiration and alternative oxidase in field-grown alpine grasses respond to natural changes in temperature and light. *New Phytologist*, v. 189, p. 1027-1039.
- SCHOCK, A. A. et al. 2014. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-mansão cultivadas em diferentes condições de luminosidade. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 3-9.

SILVA, J. M. 2013. Floresta urbana: Síndrome de dispersão e grupos ecológicos de espécies do sub – bosque. Bol. geogr., Maringá, v. 31, n. 1, p. 135-144.

### Documentos suplementares

**Tabela 1.** Taxa de alongamento relativo da parte aérea (TA) e relação raiz/parte aérea (MSR/MSPA) de *C. estrellensis* e *P. regnellii* submetidas a três condições de sombreamento. Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas para os tratamentos e maiúscula nas linhas para as espécies, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

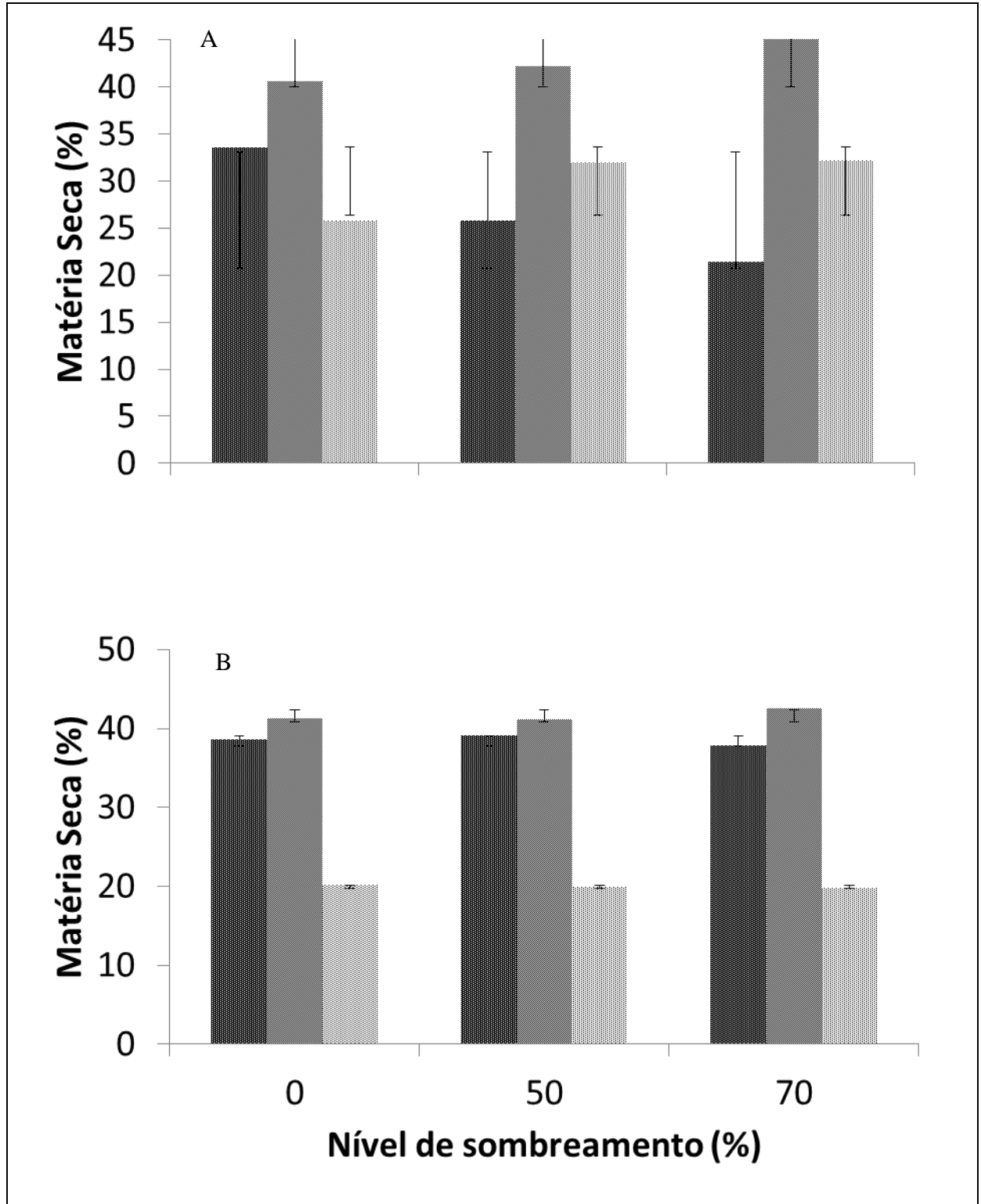
Sombra	TA(cm.dias <sup>-1</sup> )		MSR/MSPA	
	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>
0%	0,005 ± 0,00aA	0,011 ± 0,00aB	0,69 ± 0,06aA	0,61 ± 0,01aA
50%	0,007 ± 0,00aA	0,011 ± 0,00aB	0,58 ± 0,05aA	0,36 ± 0,02aA
70%	0,005 ± 0,00aA	0,007 ± 0,00bA	0,69 ± 0,06aA	0,30 ± 0,02aB

**Tabela 2** – Taxa fotossintética máxima em saturação luminosa (Amax), eficiência quântica aparente ( $\alpha$ ) e fotorrespiração (Ft) para plantas de *C. estrellensis* e *P. regnellii* submetidas a três condições de sombreamento. Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas para os tratamentos e maiúscula nas linhas para as espécies, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Sombra	Amax ( $\mu\text{mol.CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		$\alpha$ ( $\mu\text{mol.CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		Ft ( $\mu\text{mol.CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	
	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>
0%	5,56 ± 0,29aA	4,58 ± 0,19aA	0,019 ± 0,00aA	0,013 ± 0,00aB	1,65±0,07aA	0,99 ± 0,014aB
50%	4,89 ± 0,24aA	3,77 ± 0,16aA	0,015 ± 0,00aA	0,009 ± 0,00aB	0,93±0,04bA	0,76 ± 0,012aA
70%	4,91 ± 0,18aA	5,19 ± 0,13aA	0,016 ± 0,00aA	0,016 ± 0,00aA	0,65±0,02bA	0,50 ± 0,013bA

**Tabela 3** – Ponto de saturação de luz (PSL) e ponto de compensação de luz (PCL) para plantas de *P. regnellii* e *C. estrellensis* submetidas a três condições de sombreamento. Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas para os tratamentos e maiúscula nas linhas para as espécies, não diferem entre si pelo teste ScottKnott a 5% de significância.

Sombra	PSL ( $\mu\text{mol.CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		PCL ( $\mu\text{mol.CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	
	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>	<i>P. regnellii</i>	<i>C. estrellensis</i>
0%	700,4 ± 33,44aA	367,5 ± 7,30aB	34,2±5,3aA	20,3±1,1aB
50%	392,5 ± 13,33bA	289,6 ± 6,86aA	19,3 ± 3,2bA	15,8±0,9aA
70%	348,7 ± 9,34bA	343,3 ± 6,61aA	13,6 ± 1,3bA	10,2± 1,1bA



**Figura 1.** Distribuição de matéria seca nas raízes (■), caules (▨) e folhas (▩) em plantas jovens de *C. estrellensis* (A) e *P. regnellii* (B). Barras verticais indicam Desvio Padrão.