



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**

---

**FRANCIELI MOREIRA DA SILVA**

**ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE**

*Physocalymma scaberrimum* Pohl (Lythraceae)

**Dourados/MS**

**2015**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**

---

**FRANCIELI MOREIRA DA SILVA**

**ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE  
*Physocalymma scaberrimum* Pohl (Lythraceae)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito para obtenção do título de Mestre em Biologia Geral, na área de Concentração: Bioprospecção

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana de Paula Q. Scalon

**Dourados/MS**

**2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S581e	Silva, Francieli Moreira da. Ecofisiologia da germinação e crescimento inicial de <i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl (Lythraceae). / Francieli Moreira da Silva. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 53f.  Orientador: Profa. Dra. Silvana de Paula Q. Scalon. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral) – Universidade Federal da Grande Dourados.  1. Fotoblastismo. 2. Cega machado. 3. Sombreamento. I. Título.  CDD – 581.5
-------	---

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

"ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Physocalymma scaberrimum* POHL (LYTHRACEAE)".

POR

**FRANCIELI MOREIRA DA SILVA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: "BIOPROSPECÇÃO".



PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON  
ORIENTADORA – UFGD



DR<sup>a</sup>. DAIANE MUGNOL DRESCH  
MEMBRO TITULAR – UFGD



PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. LUCINETE REGINA COLOMBO  
MEMBRO TITULAR – UNIGRAN

Aprovada em 27 de fevereiro de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS por todas as vitórias;

Aos meus Pais Joaquim e Maria das Dores por sempre me apoiarem e me darem força para  
nunca desistir;

Aos meus irmãos Girlaini, Giseli e Wagner pelos abraços e palavras de estímulo;

Ao meu esposo Nilmar, pela paciência e companheirismo no decorrer do desenvolvimento do  
trabalho;

A minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup>. Silvana de Paula Quintão Scalon, pela ajuda, paciência e  
estímulo na execução do trabalho;

A banca avaliadora que com suas contribuições enriqueceram o trabalho;

A UFGD através da Coordenação de Pós graduação em Biologia Geral/Bioprospecção pela  
oportunidade de estudar;

A CAPES pela concessão de bolsa;

A todos os amigos que me ajudaram direta ou indiretamente para a execução desse trabalho;

## RESUMO

Devido à carência de informações sobre o processo germinativo na maioria das espécies que compõem a flora brasileira, principalmente sobre plantas nativas do Cerrado. O objetivo do presente estudo foi avaliar a germinação e o crescimento inicial de *Physocalymma scaberrimum* Pohl sob a influência da luz e temperatura. No experimento I, conduzido em laboratório, os tratamentos foram constituídos de temperaturas constante de 15, 25, 30 °C e alternada de 20-30 °C, na presença e na ausência de luz. Avaliou-se a porcentagem de plântulas normais, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, raiz e total, massas seca total das plântulas. Os tratamentos foram arrançados em fatorial 4 x 2 e o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. O experimento II foi realizado a campo, sendo a semeadura realizada em tubetes com duas sementes cada, colocados em três ambientes de luz (Pleno sol, (0% de sombra), com 30 e 70% de sombreamento) com quatro repetições. Avaliou-se a porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, diâmetro do colo, número de folhas, índice SPAD de clorofila, comprimentos da parte aérea, raiz e total e massa fresca e seca total. Para avaliar o crescimento inicial de mudas, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos contendo uma mistura de terra peneirada, areia e cama de frango curtido na proporção de 1:1:0,5. Os sacos foram colocados sob três ambientes de luz: pleno sol (0% de sombra), com 30 e 70% de sombreamento. A cada trinta dias as mudas foram avaliadas quanto à altura, diâmetro do coleto, número de folhas e índice de clorofila e ao final do experimento também foram avaliados, comprimento da raiz, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética líquida, eficiência do uso da água, eficiência de carboxilação, massa fresca e seca da folha, caule e raiz. As temperaturas mais adequadas para a germinação de sementes de *P. scaberrimum* Pohl foi de 25°C (constante) ou 20-30°C (alternada). O sombreamento proporciona aumento da emergência e IVE, além de melhorar o crescimento inicial de *P. scaberrimum*. Porém, mudas a pleno sol e 30% de sombreamento apresentaram melhor crescimento e qualidade.

**Palavras chave:** Fotoblastismo. Cega machado. Sombreamento.

## ABSTRACT

Due to the lack of information about the germination process in most of the species that make up the Brazilian flora, mainly about native plants of the Cerrado. The objective of the present study was to evaluate the germination and initial growth of *Physocalymma scaberrimum* Pohl under the influence of light and temperature. In experiment I, conducted in the laboratory, the treatments consisted of constant temperatures of 15, 25, 30 °C and alternating temperatures of 20-30 °C, in the presence and absence of light. The percentage of normal seedlings, germination speed index, shoot, root and total length, total dry mass of seedlings were evaluated. The treatments were arranged in a 4 x 2 factorial design and a completely randomized design with four replications. Experiment II was carried out in the field, being sowed in tubes with two seeds each, placed in three light environments (Full sun, (0% shade), 30 and 70% shade) with four replications. The emergence percentage, emergence speed index, neck diameter, leaf number, chlorophyll SPAD index, area, root and total part length and total fresh and dry mass were evaluated. To evaluate the initial seedling growth, the seedlings were transplanted into plastic bags containing a mixture of sifted soil, sand and tanned chicken litter in a 1: 1: 0.5 ratio. The bags were placed under three light environments: full sun (0% shade) with 30 and 70% shade. Every thirty days the seedlings were evaluated for height, stem diameter, leaf number and chlorophyll index and at the end of the experiment were also evaluated, root length, internal CO<sub>2</sub> concentration, transpiration rate, stomatal conductance, photosynthetic rate, water use efficiency, carboxylation efficiency, fresh and dry mass of leaf, stem and root. The best temperatures for *P. scaberrimum* Pohl seed germination were 25°C (constant) or 20-30°C (alternating). Shading provides increased emergence and IVE, and improves early growth of *P. scaberrimum*. However, seedlings in full sun and 30% shade showed better growth and quality.

**Keywords:** Photoblastism. Blind ax. Shading

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	9
OBJETIVO GERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
REFERÊNCIAS.....	13
ARTIGO 1: INFLUÊNCIA DA LUZ E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl. (Lythraceae).....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	28
ARTIGO 2: EFEITO DO SOMBREAMENTO NA EMERGÊNCIA E NO CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl. (Lythraceae).....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	48
CONCLUSÃO GERAL.....	52
ANEXO 1: Aceite Revista Brazilian Journal of Botany.....	53

## INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma da América do Sul, no Brasil correspondendo a 204,7 milhões de hectares cerca de 25% do território (IBGE 2004). É um dos *hotspots* mundiais da biodiversidade, o que o coloca como área prioritária para a conservação (Myers et al. 2000).

No ranking mundial o Brasil se encontra em primeiro lugar em riquezas de espécies e é considerado um dos países de maior biodiversidade do mundo. No Cerrado brasileiro a biodiversidade atual é bastante expressiva, apesar do desaparecimento de algumas espécies. Cerca de 20 a 50% das espécies encontradas no Brasil está presente no Cerrado, sendo constituídas por um grande número de espécies endêmicas (Machado et al. 2004). O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando uma flora com mais de 11.000 espécies de plantas nativas (Mendonça et al. 2008), das quais 4.400 são endêmicas (Myers et al. 2000). Isso se deve principalmente a diversidade de ambientes, com diferentes tipos de solos, relevos e formações florestais (Oliveira Filho e Ratter 2002).

Apesar da alta biodiversidade, o Cerrado é também o domínio brasileiro mais ameaçado de extinção devido sua ocupação pela agricultura e pecuária (Klink e Machado 2005). Cerca de 54 milhões de hectares foram convertidos em pastagens e 21,5 milhões de hectares são utilizados para a agricultura, correspondendo 40% de área (Sano et al. 2010), o que reduz a biodiversidade devido a fragmentação da vegetação (Carvalho et al. 2009), e leva a prejuízo ambiental, econômico e social (Novaes et al. 2008). Ainda assim, possui apenas 8,21% de seu território protegido com unidades de conservação de proteção integral (MMA 2014).

Os mosaicos de fitofisionomias do Cerrado permitem espécies distintas ecologicamente conviverem no mesmo local. Algumas espécies ocorrem em locais específicos e altamente preservados e há outras que preferem formações florestais (Hoffman et al. 2005). A utilização de espécies nativas para o reflorestamento contribui para a conservação da biodiversidade da flora e da fauna local, podendo incentivar o uso e o manejo adequados combatendo o extrativismo predatório e valorizando os recursos naturais (Cortes 2012).

A família Lythraceae é amplamente utilizada para a extração de corantes e na medicina popular, além de várias espécies serem cultivadas como ornamentais (Heywood 1985). A espécie *Physocalymma scaberrimum* Pohl é extremamente ornamental e sua madeira

é empregada em marcenaria de luxo, além de ser recomendada no uso paisagístico e reflorestamento (Lorenzi 2002).

Estudos sobre a propagação de espécies florestais têm aumentado nos últimos anos devido a real necessidade de restauração de áreas degradadas. No entanto fazem-se necessários conhecimentos sobre o manejo e germinação de sementes na maioria das espécies, o que torna primordiais informações ecofisiológicas das sementes de espécies nativas (Araujo Neto et al. 2003).

A germinação de sementes pode ser influenciada por diversos fatores ambientais como temperatura e luz, os quais interferem na porcentagem, velocidade e uniformidade da germinação (Nassif et al. 2004). Cada espécie apresenta diferente faixa de temperatura nas quais suas sementes podem germinar, possuindo temperatura mínima, máxima e ótima. A temperatura ótima para a germinação é aquela onde o processo ocorre com mais eficiência quanto à velocidade e porcentagem de germinação (Marcos Filho 2005). A temperatura interfere no processo germinativo ao agir na velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas envolvidas.

Algumas espécies necessitam de luz para germinar e outras são inibidas por ela (Carvalho e Nakagawa 2000). A luz atua diretamente no crescimento e no desenvolvimento das plantas, devido estar relacionada nos processos fisiológicos, morfológicos, bioquímicos e histológicos (Taiz e Zeiger 2006).

Sementes de muitas espécies germinam na presença e na ausência de luz, no entanto a luz é essencial para a ativação da germinação em algumas espécies. A qualidade, intensidade, o tempo de irradiação e a temperatura no momento da embebição influenciam na sensibilidade da semente a luz (Guedes e Alves 2011). A estrutura do dossel influencia as condições encontradas pelas sementes nos ambientes naturais, principalmente nas condições de luz e temperatura. As sementes podem estar expostas a luz, enterradas ou cobertas por serrapilheira. A temperatura e luz podem atuar como fator de quebra de dormência e no controle da germinação das sementes (Bewley e Black 1982).

As sementes de espécies florestais apresentam grande variação na germinação devido à diversidade ecológica existente dentro da área de distribuição natural. Algumas espécies necessitam de sol pleno para germinarem enquanto outras não o suporta, necessitando germinarem e se desenvolverem a sombra de outras árvores. Um grande número de espécies

apresenta características intermediárias, quanto à tolerância e exigência a luz (Melo et al. 2004).

Além de influenciar a germinação a luz é primordial para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, além de fornecer energia pela fotossíntese, também regula o metabolismo das plantas através dos receptores sensíveis a luz em diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Nesse sentido, modificações na intensidade de radiação, podem desencadear diferentes respostas fisiológicas no crescimento das mudas (Atroch et al. 2001).

Segundo Morelli e Robertti (2000), as respostas das plantas à intensidade de radiação luminosa são diversas, sendo o estímulo de crescimento em altura, uma das respostas mais rápidas ao sombreamento.

Devido à carência de informações sobre o processo germinativo na maioria das espécies que compõem a flora brasileira, principalmente sobre plantas nativas do Cerrado, objetivou-se com este estudo avaliar a germinação e o crescimento inicial de *Physocalymma scaberrimum* P. sob a influência da luz e temperatura.

## **OBJETIVO GERAL**

Avaliar a germinação e o crescimento inicial de *Physocalymma scaberrimum* Pohl. sob a influência da luz e temperatura.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes e vigor das plântulas de *Physocalymma scaberrimum* Pohl.

Analisar o efeito do sombreamento na emergência e no crescimento inicial de *Physocalymma scaberrimum* Pohl.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO NETO, J. C. de; AGUIAR, I. B. de; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, 2003.
- ATROCH, E. M. A. C; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. De; CASTRO, E. M, Análise de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853–862, 2001.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**, Berlin : Springer-Verlag. v. 2. 1982., 375.
- CARVALHO, F. M. V.; MARCO, P. de; FERREIRA JR., L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1392-1403. 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**, 2000, 588 p.
- CORTES, J. M. Desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação. 89 f, il. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, 2012.
- GUEDES, R. S.; ALVES E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Revista Cerne**, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.
- HEYWOOD, V. H. **Las plantas con flores**. Ed. Reverté S. A, 1985, 332 p.

HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. C.; MOREIRA, M. Z.; HARIDASAN, M. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savana and forest trees. **Functional Ecology**, v. 19, p. 932-940, 2005.

IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Mega diversidade**, v. 1, n. 1, p. 148-155, 2005.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. **Instituto Plantarum**, v. 1, 2002, 368 p.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N.S.; TABOR K.; STEININGER, E. M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Relatório técnico não publicado**. Conservação Internacional, 2004.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. **FEALQ**, 2005, 495p.

MELO, F.P.L.; AGUIAR NETO, A.V.; SIMABURO, E.A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: **Artmed**, p. 225-236, 2004.

MENDOÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora Vascular do Cerrado. In: SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. **EMBRAPA Cerrado**, 2008.

MMA, **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br), acesso em junho de 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

MORELLI, G; RUBERTI, I. Shade avoidance responses. Driving auxin along lateral routes. **Plant Physiology**, v. 122, p. 621-626, 2000.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes**. 2004.

NOVAES, P. C.; LOBO, F. C.; FERREIRA, M. E. Pobreza, desenvolvimento e conservação da biodiversidade em Goiás. In: FERREIRA L. G. jr. (Org.). **A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado**. 1 ed. Goiânia: UFG, v. 1, p. 127-149. 2008.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physionomies and wood flora of the Cerrado Biome. In *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). **Columbia University Press**, New York, p. 91-120, 2002.

SANO, E. E. ; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mappin gof the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment** (Print), v. 166, p. 113-124, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Artmed, 2006.

**ARTIGO 1**

**INFLUÊNCIA DA LUZ E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE**  
*Physocalymma scaberrimum* Pohl. (Lythraceae)

Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de *Physocalymma scaberrimum*

Pohl. (Lythraceae)

### RESUMO

A luz, a temperatura e a água são fatores ambientais que interferem na germinação de sementes e no crescimento das plântulas. Considerando que *Physocalymma scaberrimum* Pohl é uma espécie nativa do Brasil, amplamente encontrada no Cerrado e em mata semidecídua, acredita-se que seja uma espécie rústica de fácil propagação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes e vigor das plântulas dessa espécie. O experimento foi realizado em laboratório, com semeadura sobre papel em caixas do tipo gerbox na presença e na ausência de luz em regimes de temperatura constante de 15, 25 e 35 °C e alternada de 20-30°C. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 4 x 2, com quatro repetições de 25 sementes cada. Avaliou-se a porcentagem de plântulas normais, velocidade e tempo médio de germinação, comprimento da parte aérea, raiz e comprimento total e massa seca total. Os resultados indicaram que a germinação e o vigor de *P. scaberrimum* são maiores na temperatura alternada de 20-30°C e na temperatura constante de 25°C e as sementes podem ser consideradas fotoblástica neutras ou indiferentes à luz.

PALAVRAS-CHAVE: Fotoblastismo; Cerrado; Cega machado.

Influence of light and temperature on germination of seeds *Physocalymma scaberrimum* Pohl.

(Lythraceae)

## ABSTRACT

The light, temperature and water are environmental factors that interfere with seed germination and seedling growth. The objective of this study was to evaluate the influence of light and temperature on seed germination and vigor of *Physocalymma scaberrimum* Pohl seedlings. The experiment was conducted in the laboratory, with the seeds arranged in type boxes gerbox in the presence and absence of light with constant temperature regimes of 15, 25 and 35 °C and alternating 20-30 °C. The treatments were arranged in a factorial 4 x 2, in a completely randomized design with four repetition. We evaluated the percentage of normal seedlings, speed germination, shoot length, root and total length and total dry mass. The results indicated that seeds germinate *P. scaberrimum* Pohl better at alternating temperatures of 20-30°C and at a constant temperature of 25°C and can be considered photoblastic neutral or indifferent to light.

**KEY-WORDS:** Photoblastism; Savana Brazilian; Cega machado.

## INTRODUÇÃO

A *Physocalymma scaberrimum* Pohl. - Lythraceae, conhecida popularmente como cega-machado, pau rosa, grão-de-porco ou resedá-nacional, é uma espécie nativa do Brasil, amplamente encontrada no Cerrado (*lato sensu*) e floresta estacional semidecidual, podendo atingir até 10 metros de altura. A madeira apresenta textura grossa, resistente e moderadamente durável, sendo empregada na marcenaria de luxo, serviços de torno e construção civil. É considerada ornamental por possuir uma floração exuberante entre os meses de agosto e setembro, podendo ser utilizada em reflorestamento (Lorenzi 2002, Cavalcanti & Graham 2015).

O êxito da recuperação de áreas degradadas e na recomposição florestal depende, entre outros fatores, de estudos sobre a ecofisiologia de sementes e produção de mudas, de modo

subsidiar projetos que visem à preservação de espécies florestais (Rodrigues et al. 2007). A adaptação do processo germinativo aos estresses abióticos e mudanças nas condições ambientais é imprescindível para a aptidão e sobrevivência de uma espécie (Linkies & Leubner-Metzger 2012).

As sementes podem apresentar fatores fisiológicos inibitórios, impermeabilidade do tegumento ou exigências especiais de temperatura e de luz (Thompson & Ooi 2010). A temperatura é um fator determinante na germinação de sementes, influenciando nas reações bioquímicas necessárias para impulsionar o crescimento do embrião, interferindo diretamente na porcentagem e na velocidade de germinação (Machado et al. 2002). A temperatura ótima para a germinação das sementes de determinada espécie é aquela na qual a semente expressa o seu potencial máximo em originar plântulas normais no menor tempo possível (Martins et al. 2008, Passos et al. 2008).

A luz é outro fator limitante na germinação de sementes, e a regeneração e crescimento das florestas estão diretamente ligados à disponibilidade de luz em que a quantidade, intensidade e presença ou ausência influencia fortemente no desenvolvimento da planta (Fanti & Perez 2003). Para algumas espécies, a germinação é inibida pela luz (fotoblásticas negativas) e em outras a luz promove a germinação (fotoblásticas positivas) com extensa ou breve exposição. Há ainda algumas espécies que são indiferentes à luminosidade sendo consideradas neutras (Guedes & Alves 2011). As sementes de determinadas espécies necessitam de temperaturas alternadas e de luz para superar a dormência e iniciar os processos metabólicos. Nesse sentido, as sementes germinam melhor quando submetidas à alternância de temperatura, a qual corresponde às flutuações naturais encontradas no ambiente (Lone et al. 2014), sendo que esse mecanismo pode estar relacionado com a expressão de diferentes hormônios relacionados com os genes que são sensíveis à temperatura (Argyris et al. 2008).

Devido à falta de informação sobre a ecofisiologia das sementes de *P. scaberrimum* e seu potencial para recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e recomposição, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da luz e da temperatura na germinação das sementes e vigor das plântulas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Sementes e Nutrição e Metabolismo de Plantas da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) no período de novembro/2013 a maio/2014, com sementes de *Physocalymma scaberrimum* Pohl. (cega-machado), coletadas a partir de diversas matrizes em área de Cerrado da região. O teor de água foi determinado a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24h, pelo método da estufa (Brasil 2009), em duas repetições de 3g para cada amostra de sementes.

A assepsia das sementes foi realizada mediante a imersão em soluções de hipoclorito de sódio 2% (v/v) por 5 minutos, e em seguida foram lavadas em água corrente. Posteriormente, as sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel Germitest<sup>®</sup>, previamente umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e dispostas em caixas do tipo gerbox. Os testes foram realizados em câmaras de germinação do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) contendo lâmpadas (4 x 20 W) e ajustadas às temperaturas de 15, 25, e 35 °C (constante) e 20-30°C (alternada) associadas com presença de luz (8 h de luz e 16 h de escuro) e ausência de luz (envoltas com papel alumínio).

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio da determinação dos seguintes testes: Protrusão da raiz primária (PRP) realizada, conjuntamente com o teste de plântulas normais, contabilizando-se a porcentagem da emissão da raiz primária. Plântulas normais (PN): as avaliações foram realizadas aos quarenta e quatro dias após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas normais (parte aérea e sistema radicular

desenvolvido). Índice de velocidade de germinação (IVG): de acordo com a fórmula de Maguire (1962). Tempo médio de germinação (TMG): de acordo com a fórmula de Labouriau (1983). As sementes mantidas em escuro completo foram observadas em sala sem presença de luz com auxílio de luz verde de segurança (luz branca filtrada por placa acrílica de coloração verde). Comprimento de plântulas: o comprimento de parte aérea (CPA), raiz primária (CR) e total (CT) das plântulas foram mensurados aos quarenta e quatro dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em centímetros (cm). Massa seca total (MST): obtida a partir das plântulas secas em estufa regulada a 60°C por 48 horas, até obter-se a massa seca constante, medida em balança analítica de precisão (0,0001g) e os resultados foram expressos em gramas (g).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, constituído por duas condições de luminosidade e quatro regimes de temperatura com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e havendo diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis de protrusão da raiz primária, porcentagem de plântulas normais e índice de velocidade de germinação não foi observada interação significativa entre temperatura e luz, sendo apresentado apenas o efeito isolado da temperatura (Tabela 1).

As sementes de *P. scaberrimum* apresentaram teor de água inicial de 5,3%. As temperaturas de 25°C (constante) e 20-30°C (alternada) proporcionaram os maiores resultados para protrusão da raiz primária, porcentagem de plântulas normais e velocidade de germinação (Figura 1a, b, c). Para o tempo médio de germinação não foi observada

significância entre os fatores, sendo que as sementes apresentaram tempo médio geral de 13 dias para germinar.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para protrusão da raiz primária (PRP), plântula normal (PN), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CR), total (CT) e massa seca total (MST) de *Physocalymma scaberrimum* em função de diferentes temperaturas (T) e presença/ausência de luz (L).

Fonte de Variação	Quadrados Médios							
	PRP	PN	IVG	TMG	CPA	CR	CT	MST
T	8396,0*	9076,5*	4,7087*	126,0 <sup>ns</sup>	4,84*	10,67*	30,01*	0,0034*
L	50,0 <sup>ns</sup>	4,5 <sup>ns</sup>	0,0386 <sup>ns</sup>	22,71 <sup>ns</sup>	5,76*	7,48*	0,28*	0,0032*
T x L	30,0 <sup>ns</sup>	19,17 <sup>ns</sup>	0,0345 <sup>ns</sup>	82,06 <sup>ns</sup>	1,34*	4,07*	2,20*	0,0022*
Média Geral	35,0	33,8	0,7775	12,8	1,12	1,18	11,1	0,0191

\* Efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não significativo.

A temperatura constante de 25°C e alternada 20-30°C proporcionaram maior rapidez na germinação e maior porcentagem de plântulas normais, sugerindo que essa condição altera a velocidade de absorção de água e as reações metabólicas das reservas influenciando a velocidade e a porcentagem de germinação de *P. scaberrimum* (Bewley & Black 1994).

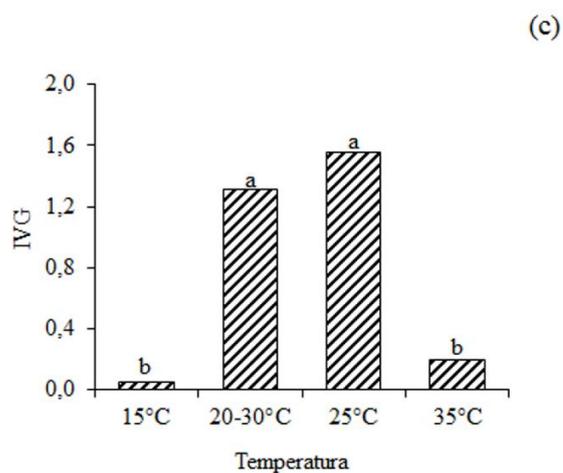
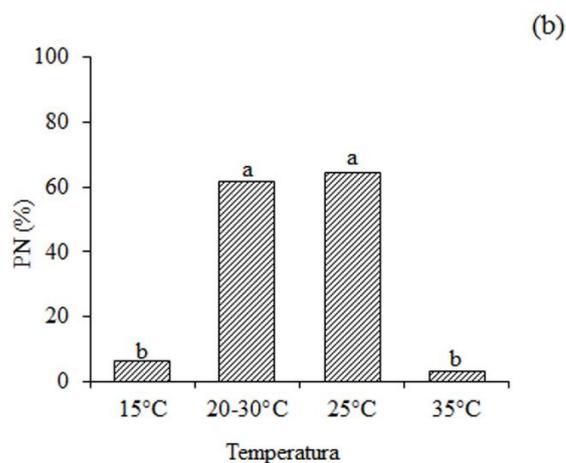
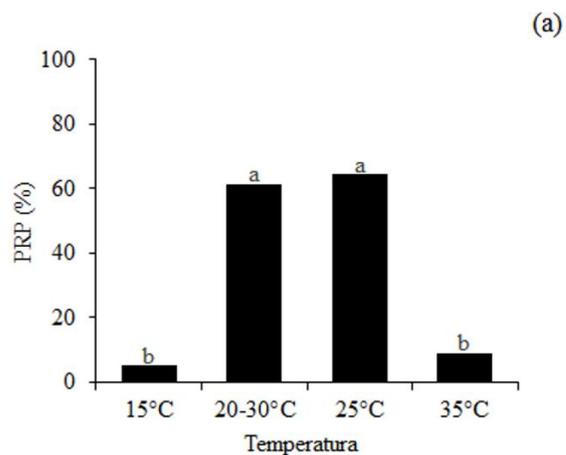


Figura 1. Protrusão da raiz primária (PRP) (a), porcentagem de plântulas normais (PN) (b) e índice de velocidade de germinação (IVG) (c) de *Physocalymma scaberrimum* em função de diferentes temperaturas e na presença (com) e ausência (sem) de luz.

A temperatura de 15°C e 35°C influenciaram negativamente na velocidade da germinação e formação de plântulas normais. A temperatura baixa reduz o metabolismo da semente que pode necessitar de um tempo maior para germinar (Amaral & Paulilo 1992). Entretanto, em temperaturas elevadas podem ocorrer alterações na composição e função da bicamada lipídica, o que causa um aumento na fluidez da membrana, podendo levar a desnaturação de proteínas essenciais ao processo germinativo e conseqüentemente atrasar ou inibir severamente a germinação das sementes (Allakhverdiev et al. 2008, Argyris et al. 2011).

A incidência de luz não foi um fator limitante à ocorrência do processo germinativo, podendo as sementes de *P. scaberrimum* serem classificadas como fotoblásticas neutras ou indiferentes a luz. Esse comportamento também foi apresentado pelas sementes de outras espécies florestais nativas no Cerrado como *Guatteria gomeziana* A. St. Hil. - Annonaceae (Gonçalves et al. 2006) e *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke - Fabaceae (Nogueira et al. 2012).

Devido a esse comportamento, as sementes de *P. scaberrimum* podem germinar em condições de clareiras, onde há incidência direta de luz solar e flutuação da temperatura diária e também em condições de mata fechada, embora nessa condição a temperatura possa se manter mais baixa devido ao maior sombreamento.

As sementes de espécies nativas do Cerrado, no geral, apresentam temperaturas mínima e máxima para a germinação de 10 °C e 45 °C, respectivamente (Zaidan & Carreira 2008), sugerindo que essas espécies apresentam grande diversidade ecofisiológica, o que reforça a necessidade de estudos individualizados.

A interação entre luz e temperatura foi significativa para comprimento da parte aérea e de raiz primária (Figura 2 a, b). Para o comprimento da parte aérea observa-se que a ausência de luz promoveu maior crescimento das plântulas na temperatura alternada de 20-30°C e na

constante de 25°C, entretanto para o comprimento da raiz primária os maiores crescimentos foram observados na temperatura de 25° C em presença de luz. As temperaturas de 15°C e 35°C independentemente do regime luminoso, foram consideradas temperaturas críticas para germinação e formação das plântulas dessa espécie (Figura 1 e 2).

O maior crescimento da parte aérea no escuro é devido ao estiolamento das mesmas causado pela falta de luz, que proporcionam alongamento do caule, o que é atribuído à auxina biossintetizada durante a restrição de luz (Veglio 2010, Taiz & Zeiger 2013). Em condições de escuro, a auxina induz também a produção de etileno, que por sua vez inibe o crescimento de raiz. Assim, quanto mais escuro, mais auxina promove o alongamento do caule e conseqüentemente, menor desenvolvimento da raiz (Taiz & Zeiger 2013). Esse desequilíbrio de crescimento a favor do maior crescimento da parte aérea pode ser atribuído à maior partição das reservas para a parte aérea.

A interação entre luz e temperatura foi significativa para comprimento total (Figura 3a), sendo que as temperaturas de 20-30°C com ausência de luz e 25°C com presença de luz proporcionaram os maiores crescimentos de plântulas. Para a massa seca total, apenas o fator temperatura foi significativo (Figura 2b). A temperatura de 25°C contribuiu para o maior acúmulo de massa total nas plântulas. As temperaturas de 15°C e 35°C afetaram negativamente o crescimento e acúmulo de biomassa nas plântulas (Figura 2 e 3).

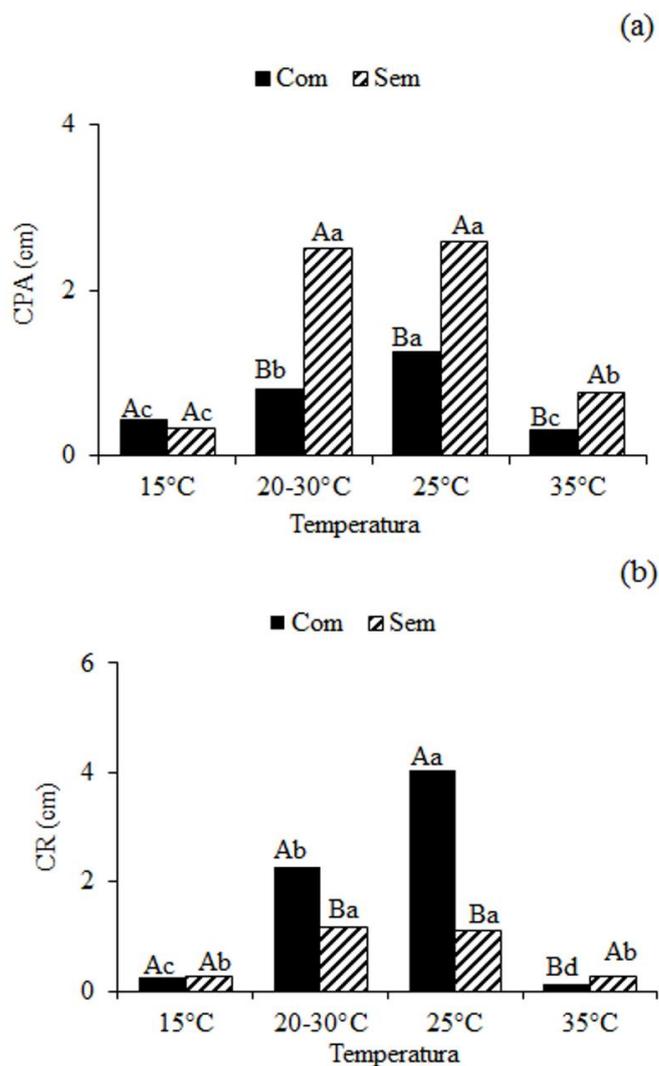


Figura 2. Comprimento da parte aérea (a) e comprimento da raiz primária (CR) (b) de plântulas de *Physocalymma scaberrimum* em função de diferentes temperaturas e na presença (com) e ausência (sem) de luz. Letras maiúsculas comparam os diferentes regimes luminosos na mesma temperatura e letras minúsculas comparam as diferentes temperaturas no mesmo regime luminoso.

O menor acúmulo de massa seca total na temperatura de 35°C, pode estar relacionado ao fato de altas temperaturas diminuírem o suprimento dos aminoácidos livres, a síntese de RNA e de proteínas ocorrendo declínio da velocidade das reações metabólicas (Riley 1981).

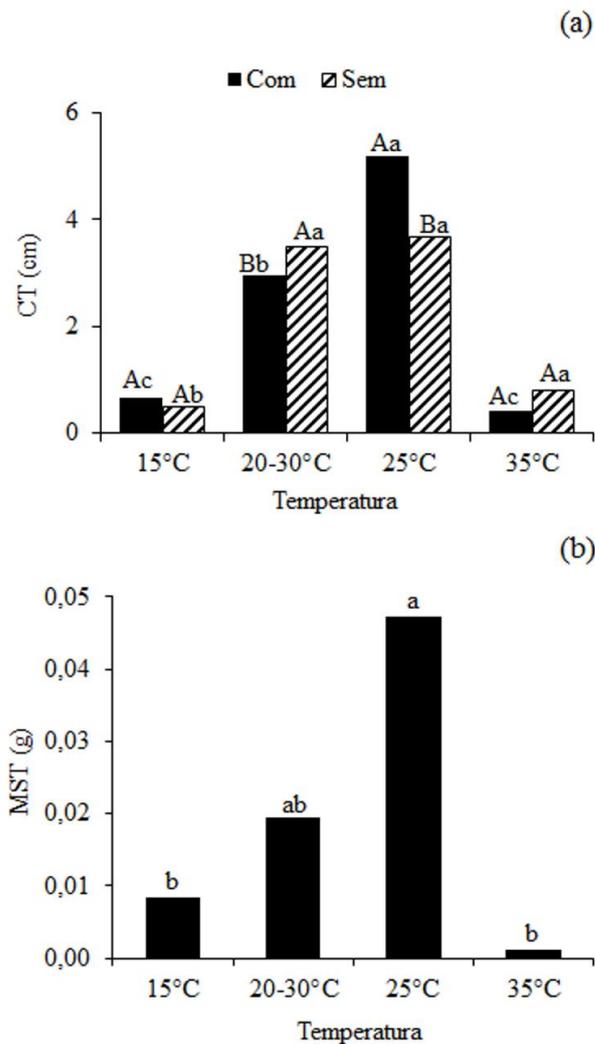


Figura 3. Comprimento total (CT) (a) e massa seca total (MST) (b) de plântulas de *Physocalymma scaberrimum* em função de diferentes temperaturas e na presença (com) e ausência (sem) de luz. Letras maiúsculas comparam os diferentes regimes luminosos na mesma temperatura e letras minúsculas comparam as diferentes temperaturas no mesmo regime luminoso.

As sementes de *P. scaberrimum* germinaram e as plântulas crescem satisfatoriamente na temperatura alternada (20-30°C) e na temperatura constante de 25°C. As sementes que germinam em temperaturas alternadas possuem mecanismos enzimático que funcionam em diferentes faixas de temperatura, sendo considerada uma resposta ecológica adaptativa importante (Baskin & Baskin 2001).

Nesse sentido, a faixa entre 20 a 30°C pode ser considerada ótima para a germinação e crescimento dessa espécie, uma vez que proporcionou maior porcentagem de plântulas normais. Portanto, a espécie revelou capacidade de se propagar em diferentes ambientes, com maior ou menor disponibilidade de luz e de se desenvolver em ambientes com flutuações térmicas proporcionando assim sucesso em seu habitat natural e a possibilidade de tolerar a semeadura direta no ambiente degradado.

### CONCLUSÃO

As temperaturas mais adequadas para a germinação de sementes de *Physocalymma scaberrimum* são de 25°C (constante) ou 20-30° C (alternada) independente do regime luminoso. As sementes são fotoblásticas neutras.

### REFERÊNCIAS

- ALLAKHVERDIEV, S. I. et al. Heat stress: an overview of molecular responses in photosynthesis. *Photosynthesis Research*, Berlin, v. 98 p. 541-550, 2008.
- AMARAL, L. I. V.; PAULILO, M. T. S. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconiacinna momifolia* (DC) Naudim. *Insula*, Florianópolis, v. 21, p. 59-86, 1992.
- ARGYRIS, J. et al. Genetic variation for lettuce seed thermoinhibition is associated with temperature-sensitive expression of abscisic acid, gibberellin, and ethylene biosynthesis, metabolism, and response genes. *Plant Physiology*, Rockville, v. 148, p. 926–947, 2008.

ARGYRIS, J. et al. A gene encoding an abscisic acid biosynthetic enzyme LsNCED4 collocates with the high temperature germination locus Htg6.1 in lettuce (*Lactuca sp.*). TAG. *Theoretical and Applied Genetics*, Germany, v. 122, n. 1, p. 95-108, 2011.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. New York: Academic Press, 2001, 666 p.

BEWLEY J. D.; BLACK M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2nd ed. Plenum Press, 1994, 199-271p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SDA/ACS, 2009. 399p.

CAVALCANTI, T.B.; GRAHAM, S. *Physocalymma* in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB84660>>. Acesso em: 18 Jun. 2015.

FANTI, S. C. C.; PEREZ, S. C. J. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenantherapavonina L.* – Fabaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, Curitiba, v. 2, p. 135-141, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GONÇALVES, F. G. et al. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* R. E. FR.) *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, Garça, v. 4, n. 8 p. 1-8, 2006.

GUEDES, R. S.; ALVES E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). *Revista Cerne*, Lavras, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

LABOURIAU, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: Secretaria Geral da O.E.A., 1983, 173p.

LINKIES, A; LEUBNER-METZGER, G. Beyond gibberellins and abscisic acid: how ethylene and jasmonates control seed germination. *Plant Cell Reports*, Berlin, v. 31, n. 2, p. 253-270, 2012.

LONE, A. B. et al. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

MARTINS, C. C. et al. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão *Stryphnoden dronadstringens* (Mart.) oville (Leguminosae). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 633- 639. 2008.

MACHADO, C. F. et al. Metodologia para a condução do teste de germinação em ipê-amarelo. *Revista Cerne*, Lavras, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

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

- NOGUEIRA, F. C. B. et al. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke – Fabaceae. *Acta Botânica Brasílica*, Belo Horizonte, v. 26, n. 4, 2012.
- OLIVEIRA, E. C. et al. Propostas para padronização de metodologias em análise de sementes florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 11, n. 1, p. 1-42, 1989.
- PASSOS, M. A. A. et al. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 2, p. 281-284. 2008.
- RILEY, G. J. P. Effects of light temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays L.*). *Planta*, Berlin, v. 151, p. 75-80, 1981.
- RODRIGUES, P. M. S. et al. Efeito da Luz e da Procedência na Germinação de Sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae – Caesalpinoideae). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, p. 264-266, 2007.
- STECKEL, L. E. et al. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Science*, Washington, v. 52, n. 2, p. 217-221, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 5 ed. p. 918, 2013.
- THOMPSON, K; OOI, M. K. J. To germinate or not to germinate: more than just a question of dormancy. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 20, p. 209-211, 2010.
- VEGLIO, A. The shade avoidance syndrome: anon-Markovian stochastic growth model. *Journal of Theoretical Biology*, London, v. 264, n. 3, p. 722–728, 2010.

Z Aidan, L. B. P.; Carreira, R. C. Seed germination in Cerrado species. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 20, n. 3, p. 167-181, 2008.

**ARTIGO 2**

**EFEITO DO SOMBREAMENTO NA EMERGÊNCIA E NO CRESCIMENTO  
INICIAL DE *Physocalymma scaberrimum* Pohl. (Lythraceae)**

# **EFEITO DO SOMBREAMENTO NA EMERGÊNCIA E NO CRESCIMENTO INICIAL DE *Physocalymma scaberrimum* Pohl. (Lythraceae)**

**Francieli Moreira Da Silva<sup>1</sup>; Daiane Mugnol Dresch<sup>3</sup>; Zefa Valdivina Pereira<sup>2</sup> ; Rosilda Mara Mussury<sup>2</sup>; Silvana De Paula Quintão Scalon<sup>2</sup>**

**Abstract** Research on the ecophysiology of seedling propagation of native species is essential to meet the growing need to remediate environmentally degraded areas. The objective of this study was to evaluate the effect of shade on the emergence, initial growth, and quality of seedlings of *Physocalymma scaberrimum* Pohl. Seeds were sown in cells kept in full sun and under conditions of 30% and 70% shade. To evaluate the initial growth of seedlings at 80 days after emergence, the seedlings were transplanted to plastic bags containing a mixture of sifted dystroferic red latosol, sand, and semidecomposed chicken manure (1:1:0.5) and kept under the same light conditions. Analysis was carried out after 30 days of acclimatization and every 30 days (30, 60, 90, and 120 days after transplantation when seedlings were 110, 140, 170, and 200 days old). The 30% and 70% shade conditions resulted in greater seed germination and vigor in *P. scaberrimum*. However, seedlings exposed to full sun and 30% shade showed greater growth, better quality, and more efficient carboxylation.

**Kkeywords** Brazilian Savanna - brightness - seedling production

---

kSilvana de Paula Quintão Scalon  
silvanascalon@ufgd.edu.br

Zefa Valdivina Pereira  
zefapereira@ufgd.edu.br

Francieli Moreira da Silva  
franmosilva@gmail.com

Rosilda Mara Mussury  
maramussury@ufgd.edu.br

Daiane Mugnol Dresch  
daiamugnol@hotmail.com

<sup>1</sup> Mestranda em Biologia Geral e Bioprospecção, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados Itaum, Km 12, Dourados, MS, Brasil

<sup>2</sup> Docentes Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados Itaum, Km 12, Dourados, MS, Brasil

<sup>3</sup> Bolsista PNPd CAPES Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados Itaum, Km 12, Dourados, MS, Brasil

## INTRODUÇÃO

O uso humano de recursos naturais pode resultar em grandes mudanças ambientais. As consequências da expansão da agricultura e da pecuária e desmatamento, entre outros, são muitas vezes irreversíveis, incluindo a extinção de espécies e perda de biodiversidade, como tem ocorrido no bioma Cerrado. Assim, para corrigir áreas degradadas, especialmente com espécies nativas, a pesquisa sobre produção de mudas e ecofisiologia são fundamentais (Pacheco et al 2013; Scalco et al 2014).

Ronquim et al (2009) em sua revisão observou que a heterogeneidade da irradiância em diferentes áreas fisiográficas do Cerrado brasileiro pode beneficiar espécies com um alta capacidade de aclimação. Muito pouco se sabe sobre os efeitos de diferentes regimes de luz sobre o crescimento e metabolismo fotossintético, embora este é um dos mais importantes aspectos da vegetação do Cerrado.

As respostas das espécies ao sombreamento são variáveis, sendo que a luminosidade constitui um fator crítico para o desenvolvimento de uma planta e a sua tolerância fisiológica à intensidade luminosa. Entre os diversos fatores que influenciam o desempenho produtivo das plantas, a luz é essencial, pois influencia diretamente na taxa fotossintética, altera o teor de clorofila, e afeta o crescimento das plantas e adaptação ao ambiente (Martinazzo et al 2007; Lima et al 2008; Mielke & Schaffer 2010; César et al 2014).

Em sua revisão, Soriano et al (2013) observam que após a germinação das mudas, a raiz deve ser capaz de absorver água e nutrientes do solo e a plântula deve ter a eficiência fotossintética para manter o crescimento das mudas após o esgotamento da reserva nutricional das sementes. Em ecossistemas sazonais, o rápido estabelecimento das mudas é muito importante por causa de variações na precipitação e luz solar. Assim, as características de crescimento pode indicar adaptabilidade e tolerância das mudas a condições ambientais

(Gonçalves et al 2005; Schaffer & Mielke 2010), e estes fatores variam de acordo com a espécie, a qualidade, e quantidade de luz.

Informações básicas sobre os processos de germinação na maioria das espécies nativas do Brasil são escassos e ainda menos se sabe sobre as necessidades e qualidade das mudas. *Physocalymma scaberrimum* Pohl. (Lythraceae), popularmente conhecida como cega-machado ou pau rosa, é uma espécie nativa para o Brasil, amplamente encontrada no Cerrado e floresta estacional, que podem atingir alturas de até 10 metros. Tem flores ornamentais exuberantes entre Agosto e Setembro, e pode ser utilizado em reflorestamento (Lorenzi 2002). Informações básicas sobre as características ecofisiológicas de suas sementes e mudas são escassas. Este estudo portanto, teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento na emergência e crescimento inicial e qualidade de mudas de *P. scaberrimum*.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no viveiro da Universidade Federal da Grande Dourados. As sementes passaram pelo processo de desinfecção mediante a imersão em soluções de hipoclorito de sódio 2% (v/v) por 5 minutos, posteriormente foram lavadas em água corrente.

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal da Grande Dourados com sementes de *Physocalymma scaberrimum* Pohl. (Cega-machado) coletadas de várias áreas no Cerrado brasileiro. As sementes foram desinfectados por imersão em hipoclorito de sódio a 2% (v / v) durante 5 min, e em seguida, lavou-se com água corrente.

A semeadura foi realizada em tubetes de 290 cm<sup>3</sup> de volume, contendo uma mistura de substrato Bioplant®, Latossolo vermelho distroférico peneirado e areia na proporção de 1: 1: 1. Os tubetes de plástico foram mantidas em pleno sol e sob condições de 30% e 70% de

sombreamento obtido usando tecido de nylon preto conhecido como Sombrite, com quatro repetições de 25 sementes para cada condição.

A emergência das plântulas foi avaliada semanalmente, pela contagem de mudas emergidas (emergência do hipocótilo) começando no oitavo dia após a semeadura e continuando até que a taxa de emergência mostrar-se constante de três a cinco observações consecutivas. Foi avaliada a percentagem final de emergência (% E), o índice de velocidade de emergência (ESI) de acordo com o método de Maguire (1962), e o tempo médio de aparecimento (MTE) de acordo com o método de Labouriau (1983).

As avaliações de crescimento inicial foram realizadas com cinco plântulas escolhidas ao acaso de cada tratamento, aos 75 dias após a emergência. Avaliou-se o comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CL) foram medidos em centímetros (cm). Massa fresca total (MFT) foi medido com uma balança analítica de precisão e levadas na estufa de circulação forçada de ar à 60°C por 72 horas para um peso estável. Foi contados o número de folhas (NF) e o diâmetro do colo (DC) foi medido em milímetros com paquímetro digital. O índice de clorofila foi medida no meio das folhas de plantas com um medidor de clorofila SPAD 502.

Aos 80 dias após a emergência, as plantas foram transplantadas para recipientes plásticos de 20 x 15 cm contendo uma mistura de Latossolo vermelho distroférico peneirado, areia, e cama de frango curtido na proporções de 1: 1: 0,5 (v / v / v). As mudas foram mantidas em pleno sol e 30% e 70% de sombreamento usando o tecido Sombrite.

Após 30 dias de aclimação e a cada 30 dias seguintes (30, 60, 90 e 120 dias após o transplante, DAT), quando as mudas tinham 110, 140, 170, e 200 dias de idade foram avaliadas em altura, diâmetro do colo, número de folhas e índice de clorofila. No final do experimento (120 dias após o transplante), foram avaliados o comprimento das raízes, e massa fresca e seca das folhas, caules e raízes utilizando o Índice de Qualidade de Dickson

(DQI) calculado a partir da razão entre a altura e o diâmetro do colo ( $H / CD$ ) e a proporção de massa seca para a massa seca da raiz ( $DSM / DRM$ ) de acordo com a fórmula Dickson et al. (1960):  $DQI = TDM / (H / CD + DSM / DRM)$ , na qual TDM = massa seca total, H = altura, CD = diâmetro do colo, DSM = massa seca da parte aérea, e DRM = massa seca da raiz.

Aos 120 DAT as mudas também foram avaliadas quanto a taxa líquida de fotossíntese (A), a concentração interna de carbono ( $C_i$ ), taxa de transpiração (E), a condutância estomática (Gs), eficiência do uso da água intrínseca ( $A / E$ ), e eficiência de carboxilação ( $A / C$ ) com o auxílio de equipamentos com sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO<sub>2</sub> e vapor de água por radiação infravermelha (analisador de Gás Infra-vermelho - IRGA, modelo Li-COR 6400). Essas avaliações foram feitas a partir de cada orientação cardinal no período de 8 às 10 horas.

Em todos os experimentos foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado para as características destrutivas e não-destrutivas com um esquema fatorial 3 x 4 (3 níveis de sombreamento e 4 repetição).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e havendo diferença significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e para avaliação interação sombreamento e tempos de avaliação, foram ajustadas equações de regressão à de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011).

## **RESULTADOS**

As plântulas de *P. scaberrimum* emergiram em condições de pleno sol e nos diferentes níveis de sombreamento testados. No entanto, houve diferença significativa na porcentagem de emergência (%E) e no índice de velocidade de emergência (IVE) que foram superiores nos

tratamentos que receberam sombreamento, porém não havendo diferenças entre si (Tabela 1). O TME foi maior a pleno sol, não variando entre os sombreamentos.

Os melhores resultados para o comprimento parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) foram observados nos sombreamentos em comparação com pleno sol, sendo que não houve diferenças significativas entre os dois níveis de sombreamento (Tabela 2).

**Tabela 1:** Efeito dos diferentes níveis de sombreamento na emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de *Physocalymma scaberrimum* em viveiro.

Tratamento	E (%)	IVE	TME
Pleno sol	4,0 b <sup>1</sup>	0,06b	22 a
30%	54,0 a	0,86 a	16 b
70%	37,5 a	0,63 a	16 b
C.V. (%) <sup>2</sup>	30,40	34,06	4,55

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Foi verificada interação entre os níveis de sombreamento e dias após o transplante em altura e número de folhas. O crescimento linear (Figura 1a) ocorreu em todas as condições de luz. As mudas submetidas a maior sombreamento (70%) mantiveram a maior comprimento da parte aérea durante todo o período de avaliação. O número de folhas (Figura 1b) também apresentou linear crescimento com maior valor a pleno sol.

**Tabela 2:** Comprimento da parte aérea (CPA), da raiz (CR), total (CT) e diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), Clorofila (CLO), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) aos 75 dias após a emergência das plântulas de *Physocalymma scaberrimum* em viveiro.

Tratamento	CPA (cm)	CR (cm)	CT (cm)	DC (mm)
Pleno sol	1,4 b <sup>1</sup>	8,2 b	9,6 b	0,54 b
30%	3,4 a	17,6 a	21,0 a	1,08 a
70%	3,4 a	18,5 a	21,9 a	1,08 a
C.V. (%) <sup>2</sup>	14,83	4,45	3,93	5,55

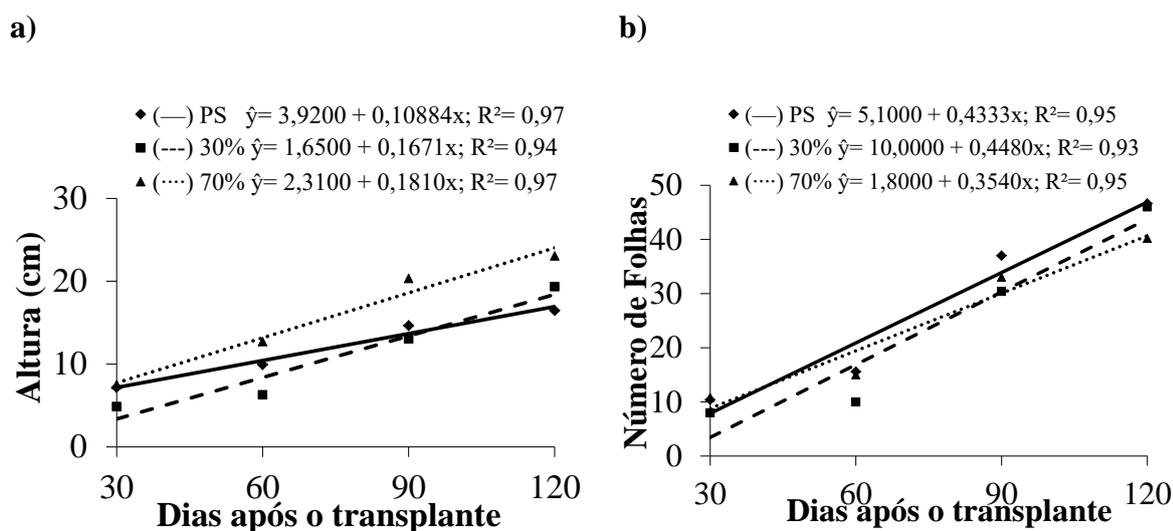
  

Tratamento	NF	CLO (SPAD)	MFT (mg)	MST (mg)
Pleno sol	5,0 b <sup>1</sup>	16,7 b	0,0078 b	0,021b
30%	7,0 a	19,9 a	0,1037 a	114,9 a
70%	7,4 a	20,4 a	0,0829 a	104,9 a
C.V. (%) <sup>2</sup>	11,43	5,16	32,49	23,99

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

O índice de clorofila e o diâmetro do coleto não apresentaram interação significativa entre tratamentos ao longo dos 120 dias após o transplante (Figura 2).

As médias do diâmetro do coleto das mudas de *P. scaberrimum* diferiram estatisticamente para os diferentes níveis de luminosidade analisados (Tabela 3). A pleno sol e 30% de sombreamento foram os tratamentos que proporcionaram os maiores valores. O índice de clorofila foi superior no sombreamento de 70% (Tabela 3).



**Figura 1:** Altura (a) e número de folhas (b) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplante das mudas de *Physocalymma scaberrimum* em viveiro (pleno sol - PS e em condições de 30% e 70% de sombreamento).

**Tabela 3:** Efeito dos diferentes níveis de sombreamento no diâmetro do coleto (DC), Clorofila (CLO) para mudas de *Physocalymma scaberrimum* em viveiro.

Tratamento	DC (mm)	CLO (SPAD)
Pleno sol	3,38 a <sup>1</sup>	35,1 b
30%	3,22 a	35,7 b
70%	2,72 b	37,4 a
C.V. (%) <sup>2</sup>	12,33	6,54

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Aos 120 dias após o transplante, massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR) foram maiores no pleno sol e nas condições 30% de sombreamento (Tabela 4). Não houve diferenças significativas na massa fresca da folha (MFF) sob quaisquer condições de luz, mas a massa fresca da parte aérea (MFPA) foi maior no sombreamento. A massa seca de folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA) não apresentaram diferenças significativas entre

os tratamentos de luz, com médias de 2,75 e 0,80 mg, respectivamente. O Índice de Qualidade de Dickson (DQI) foi maior nas condições a pleno sol e 30% de sombreamento.

**Tabela 4:** Efeito dos diferentes níveis de sombreamento no comprimento da raiz (CR), massa fresca da folha (MFF), massa fresca caule (MFC), massa fresca raiz (MFR), massa seca raiz (MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 120 dias após o transplante das mudas de *Physocalymma scaberrimum* viveiro.

Tratamento	CR (cm)	MFF (mg)	MFC (mg)	MFR (mg)	MSR (mg)	IQD
Pleno sol	30,08 a <sup>1</sup>	6,99 c	1,61 b	5,83 a	1,1529 a	0,77 a
30%	31,38 a	11,42 a	2,65 a	5,28 a	1,2109 a	0,71 ab
70%	26,60 b	8,78 b	2,26 ab	3,02 b	0,8389 b	0,56 b
C.V. (%) <sup>2</sup>	3,58	3,58	19,11	10,01	13,05	12,60

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A maior concentração de carbono (Ci) e condutância estomática (Gs) ocorreu com a maior sombreamento, 70%, e foram os mais baixos no pleno sol (Tabela 5). A maior taxa de transpiração (E) foi detectado no tratamento com sombreamento de 30%; no entanto, não houve diferenças significativas na taxa fotossintética e carboxilação eficiência em 30% quando comparado sombra ao sol.

**Tabela 5:** Valores médios de concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa fotossintética líquida (A), eficiência do uso da água (A/E) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em função dos níveis de sombreamento aos 120 dias após o transplante das mudas de *Physocalymma scaberrimum* em viveiro.

Tratamento	Ci	E	gs	A	A/E	A/Ci
Pleno sol	240,00 c	2,82 b	0,175 c	8,430 a	30,30 b	0,03513 a
30%	264,50 b	5,16 a	0,260 b	8,745 a	39,45 a	0,03306 a
70%	302,50 a	2,09 c	0,325 a	7,175 b	39,10 a	0,02374 b
C.V. (%) <sup>2</sup>	4,06	6,72	11,91	5,52	0,98	3,68

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

As mudas expostas a pleno sol apresentaram redução na eficiência do uso da água ( $A / E$ ), recurso que variou de mudas não sombreadas. Os resultados mostram que a taxa fotossintética e da eficiência de carboxilação ( $A / C_i$ ) de mudas foram maiores no pleno sol e 30% de sombreamento.

## DISCUSSÃO

As sementes de *P. scaberrimum* semeadas na condição de pleno sol suprime o surgimento e crescimento e pode levar à insuficiência na produção de mudas e da revegetação. A diminuição da emergência em pleno sol pode ser atribuída à alta intensidade de luz e / ou a temperatura do meio ambiente, o que reduz a capacidade de retenção de água do solo e pode alterar o metabolismo das sementes e acelerar a sua degradação (Morris et al, 2000) ou o menor disponibilidade de água como um resultado de uma maior evaporação ao longo do dia (Scalon et al 2014).

Resultados similares foram observados para outras espécies nativas do Cerrado brasileiro. Mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) mostraram menor IVE em pleno sol, e os resultados não variou significativamente entre os níveis de sombreamento (Queroz & Firmino 2014). *Stryphnodendron polyphyllum* e *S. adstringens* mostraram redução na porcentagem de velocidade de emergência das plântulas em pleno sol, enquanto a semeadura, em 50% e 70% de sombreamento obtiveram maior e mais rápida emergência, maior altura das mudas e massa seca (Scalon et al 2014).

O maior número de folhas das plântulas observado no sombreamento, pode ser relacionado com a fotossíntese e otimização do microclima, resultando em maior acúmulo de carboidratos e aceleração do crescimento da folha, como também notado por *Pterogyne nitens* Tul. sob condições de sombreamento (César et al 2014). Além do aumento do número de folhas, também observou um aumento na altura e massa seca. A maior altura encontrada em

70% de sombra também sugere que as mudas alocam mais fotoassimilados na parte aérea, e esta estratégia permite que a planta se expoe à luz, escapando do sombreamento, e sobreviver (Franco et al 2007).

Acreditamos que o maior crescimento ocorreu no sombreamento, como resultado da atenuação de tensão térmica, porque o Sombrite reduz a temperatura ambiente da planta (Fonseca et al., 2002). Na sombra, as temperaturas são mais amenas, o que ajuda a manter as folhas dos estômatos abertos, reduz a perda de água, e aumenta o sequestro de carbono, há otimizando a atividade fotossintética e de turgescência necessária para o crescimento (Pacheco et al 2013).

No entanto, se o aumento da altura não é acompanhado por um aumento no diâmetro, as plantas tornam-se estioladas, o que não é uma característica desejável. As mudas desenvolvidas sob níveis mais elevados de luz produzem mais fotoassimilados e reguladores do crescimento, como resultado de uma maior fotossíntese e que se reflete directamente na espessura do caule. O menor diâmetro do colo sob maiores condições de sombreamento pode estar relacionado com o crescimento desordenado da parte aérea da planta nessa condição (Anten et al 2009). Quanto maior for o diâmetro do colo, maior é a possibilidade de o desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo assim o tempo antes do transplante no campo. Assim, as plântulas com sistemas radiculares bem desenvolvidos tem uma melhor capacidade de sobreviver no campo após a transplante (Campos & Uchida 2002). Mudanças de *P. scaberrimum* tiveram maior diâmetro do colo em pleno sol e 30% de sombreamento; portanto, extremo sombreamento (70%) não favorece a produção de mudas dessa espécie.

Acreditamos que o maior comprimento da raiz (CR) encontrados em mudas em pleno sol e 30% de sombra, pode ser uma consequência de uma maior radiação que produz uma temperatura ambiente superior. O aumento da temperatura provoca maior perda de água por evapotranspiração, reduzindo a disponibilidade de água para as raízes, reduzindo o

crescimento da parte aérea, e aumentou alocação de assimilados no sistema radicular, o que facilita a absorção de água (Figuerola et al 2004).

Os resultados superiores para massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) de mudas, em pleno sol e 30% de sombreamento indicam que durante a fase inicial do crescimento de *P. scaberrimum*, a acumulação de biomassa no sistema de raiz é promovida pela maior irradiação. Resende et al (2011) observaram que a redução de MSR que ocorre no sombreamento, pode estar relacionada à diminuição do fluxo de fotoassimilados dos órgãos fotossintetizantes, porque a luz é um dos fatores determinantes para esse transporte.

Plantas expostas ao sol obtiveram pouco acúmulo de massa frescas da folha (MFF), que pode ser atribuída à menor disponibilidade de água nessa condição que tornou difícil de manter a turgescência dos tecidos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira & Perez (2012), em um estudo de crescimento inicial de ipê amarelo (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. Ex S. Moore) de acordo a níveis de sombreamento, que mostraram o maior acúmulo de biomassa seca em condições com maior luminosidade. Plantas submetidas à baixa radiação solar tendem a direcionar o metabolismo para o síntese de carboidratos não estruturais, permitindo uma maior capacidade de sobrevivência, mas menor acumulação de biomassa (Poorter & Kitajima 2007).

As mudas cultivadas em pleno sol e 30% de sombra tiveram um índice de qualidade superior Dickson (IQD). No entanto, deve notar-se que, em todas as três condições de luminosidade o IQD foi superior ao valor mínimo de 0,20 recomendado por (Hunt, 1990). A IQD é usado por muitos autores como um parâmetro para expressar a qualidade das mudas, como ele define a robustez e distribuição de biomassa, com a consideração simultânea de muitas variáveis. Eles consideram que quanto maior a IQD, melhor será a qualidade das

mudas (Fonseca et al 2002; César et ai 2014). Portanto, de acordo com a IQD e MSR, que garante uma melhor performance no campo, mudas de melhor qualidade foram produzidas em pleno sol e 30% de sombreamento no presente estudo.

A intensidade e a qualidade da luz incidente sobre as folhas pode causar mudanças na índice de clorofila. Aumento do teor de clorofila no sombreamento como foi observado para *P. scaberrimum* pode ser explicado como um efeito compensatório para a pequena quantidade de luz disponível, o que aumenta a absorção de luz e produção de fotoassimilados (Martinazzo et al 2007; Lima et al 2008; Mielke & Schaffer 2010).

O aumento da concentração interna de carbono ( $C_i$ ) e a taxa de condutância estomática ( $g_s$ ) nas mudas mais sombreadas não aumentou a taxa fotossintética, mostrando que o  $CO_2$  disponíveis não foi suficiente para proporcionar um aumento da fotossíntese, o que foi observado pela menor ( $A / C_i$ ) que representa a eficiência de carboxilação pela Rubisco.

As mudas cultivadas em pleno sol apresentaram redução da transpiração em comparação com as cultivadas em 30% de sombreamento, o que sugere que estas mudas foram capazes de se adaptar às condições ambientais de radiação, proteção contra a desidratação, promovendo o fechamento rápido dos estômatos, resultando em menor perda de água por transpiração (Dutra et al. 2012). No entanto, as plantas em 70% de sombreamento também mostrou menor transpiração, o que pode ser atribuído à baixa temperatura no ambiente protegido.

Deve notar-se que, mesmo com menor condutância estomática em condições de pleno sol, as mudas tiveram uma alta taxa fotossintética e alta eficiência de carboxilação, provavelmente porque esta condição não danifica o aparelho fotossintético e porque esta espécie pode crescer satisfatoriamente sob alta intensidade de luz.

Os resultados observados para *P. scaberrimum* corroboram com informações na literatura em que as espécies arbóreas nativas para o Cerrado brasileiro geralmente mostram menor crescimento na parte aérea e maiores estruturas subterrâneas como uma adaptação para reduzir a disponibilidade de água (Klink 2000; Hoffmann e Franco, 2003; Ribeiro e Walter 2008) permitindo que maior absorção de água e nutrientes e proporcionando altas taxas de fotossíntese e transpiração, como resultado do aumento da disponibilidade de luz (Claussen 1996).

A exposição ao pleno sol influencia negativamente o crescimento em muitas espécies; No entanto, pode também promover a acumulação de biomassa no sistema radicular, uma resposta fundamental para o reflorestamento em áreas ecologicamente danificadas (Hoffmann & Franco 2003). Estes autores observaram que o estabelecimento da espécie pode ser limitada pela alta intensidade luminosa e características térmicas do Cerrado, além de baixo de nutrientes e / ou disponibilidade de água. Como resultado, o estabelecimento e crescimento de espécies nativas no Cerrado deve ser facilitada pela capacidade de alocar mais recursos para o sistema radicular e otimizar a captura e armazenamento de água.

Assim, *P. scaberrimum* comporta-se como uma espécie heliófita semelhantes a pioneira e espécies secundárias iniciais. Nós acreditamos que esta espécie pode desenvolver bem em clareiras, semelhante ao comportamento observado para heliófita *Chorisia speciosa* St. Hil. (Pacheco et al 2013), caracterizado como *P. nitens*. Esta espécie, inicialmente considerada secundária, pode comportar-se como pioneira em solos arenosos e áreas degradadas. Ele também mostrou aumento da altura, o aumento da área foliar, e as reduções de massa em sistemas radicular sob diferentes níveis de restrição de luz. As maiores IQDs foram encontrados em plantas mantidas em luz restrita a 36,5% (Cézar et al 2014) .Os resultados deste trabalho indicam que as mudas de *P. scaberrimum* têm dificuldade em desenvolver em condições extremas de 70% de sombreamento na fase inicial de crescimento.

O menor crescimento das mudas e, conseqüentemente, de menor qualidade, avaliada pelo IQD sugerem que esse nível de luminosidade representa um déficit de luz que reduz as atividades metabólicas da planta (Silva et al, 2007).

Plântulas de *P. scaberrimum* cultivadas em 30% e 70% de sombreamento têm maior germinação e vigor; no entanto, as mudas expostas a pleno sol e 30% de sombreamento possuem maior crescimento, qualidade e eficiência de carboxilação. Assim, as melhores mudas desta espécie pode ser produzida em condições de 30% de sombreamento ou menos.

## REFERENCIAS

- Anten NPR, Von Wettberg EJ, Pawlowski M, Huber H 2009 Interactive Effects of Spectral Shading and Mechanical Stress on the Expression and Costs of Shade Avoidance. *The American Naturalist* 173:241-255
- Campos MAA, Uchida T 2002 Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37:281-288
- César FRCF, Matsumoto SN, Viana AES, Bonfim JA 2014 Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. *Ciência Florestal* 24:357-366
- Claussen JW 1996 Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. *Forest Ecology Management* 80:245-255
- Dickson A, Leaf AL, Hosner JF 1960 Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle* 36:10-13
- Dutra TR, Massad MD, Santana RC 2012 Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. *Ciência Rural* 42:1212-1218
- Figueirôa JM, Barbosa DCA, Simabukuro EA 2004 Crescimento de plantas jovens de *Miracrodruon urundeuva* (Allemão Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. *Acta Botânica Brasílica* 18:573-580

- Fonseca EP, Valéri SV, Miglioranza E, Fonseca NAN, Couto L 2002 Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore* 26:515-23
- Franco MAS, Dillenburg LR 2007 Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. *Hoehnea* 34:135-144
- Gonçalves JFC, Barreto DCS, Santos Jr UM, Fernandes AV, Sampaio PTB, Buckeridge MS 2005 Growth, photosynthesis and stress indicators young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 17:325-334
- Hoffmann WA, Franco A 2003 Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically-independent contrasts. *Journal Ecology* 91:475-484
- Labouriau LG 1983 Germinação da semente. Secretaria General de la O. E. A., Washington DC. 173p.
- Lima JD, Silva BMS, Moraes WS, Dantas VAV, Almeida CC 2008 Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia férrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta Amazônica* 38:5-10
- Lorenzi H 2002 Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Nova Odessa: Plantarum, 368p
- Maguire JD 1962 Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2:176-177
- Martinazzo EG, Anese S, Wandscheer ACD, Pastorini LH 2007 Efeito do Sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) – Família Myrtaceae. *Revista Brasileira de Biociências* 5:162-164

- Mielke MS, Schaffer B 2010 Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L. seedlings to soil flooding and light intensity. *Environmental Experimental Botany* 68:113-121
- Moreira AG, Klink CA 2000 Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. *Ecotropicos* 13:43-51
- Morris MH, Castillo PN, Mize C 2000 Sowing date, shade, and irrigation affect big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Forest Ecology Management* 132:173-181
- Oliveira AKM, Perez SCJG 2012 Crescimento inicial de *Tabebuia áurea* sob três intensidades luminosas. *Ciência Florestal* 22: 263-273
- Pacheco FV, Pereira CR, Silva RL, Alvarenga ICA 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* 37:945-953
- Poorter L, Kitajima K 2007 Carbohydrate storage and light requirements of tropical moist and dry forestry tree species. *Ecology* 88:1000-1011
- Queiroz SEE, Firmino TO 2014 Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Revista Biociências* 20: 72-77
- Resende SV, Crepaldi IC, Pelacani CR, Brito AL 2011 Influência da luz e substrato na germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de *Calliandra* Benth. (Mimosoideae - Leguminosae) endêmicas da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Árvore* 35:107-117
- Ribeiro JF, Walter BMT 2008 As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In *Cerrado: ecologia e flora*. In: S.M. Almeida S.P., Ribeiro J.F., (Eds.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Cerrados 151-212
- Ronquim CC, Prado CHBA, Souza JP 2009 Growth, photosynthesis and leaf water

- potential in young plants of *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpinaceae) under contrasting irradiances. *Brazilian Journal Plant Physiology* 21:197-208
- Scalon SPQ, Masetto TE, Matos DSC, Mota LHS 2014 Condicionamento fisiológico e níveis de sombreamento em sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) E *S. adstringens* (Mart.) Coville). *Revista Árvore* 38:145-153
- Silva RR, Freitas GA de, Siebeneichler SC, Mata JF da, Chagas JR 2007 desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ExSpreng.) Schum. sob influência de sombreamento. *Acta Amazonica* 7:365-370.
- Soriano D, Huante P, Buen AG, Segovia AO 2013 Seed - reserve translocation and early seedling growth of eight tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. *Plant Ecology* 214:1361-1375

## CONCLUSÃO GERAL

As sementes de *P. scaberrimum* revelaram ser fotoblásticas neutras e a temperatura ótima para a germinação das sementes é de 25° ou 20-30° C. O sombreamento proporciona aumento da emergência e IVE, além de melhorar o crescimento inicial de *P. scaberrimum*. Porém mudas a pleno sol e 30% de sombreamento apresentaram melhor crescimento, qualidade e eficiência de carboxilação.

# ANEXO 1

## Aceite Revista Brazilian Journal of Botany

---

02/12/2015

View Letter

### View Letter

Close

**Date:** 11 Nov 2015  
**To:** "Silvana de Paula Quintão Scalon" silvanascalon@ufgd.edu.br  
**From:** "BRJB - Editorial Office" Nagasakthi.Murugesan@springer.com  
**Subject:** Your Submission BRJB-D-15-00295R2

---

Dear Dr. Scalon,

We are pleased to inform you that your manuscript, "EFFECT OF SHADE ON EMERGENCE, INITIAL GROWTH, AND SEEDLING QUALITY IN *PHYSOCALYMMA SCABERRIMUM*", has been accepted for publication in Brazilian Journal of Botany.

Please remember to quote the manuscript number, BRJB-D-15-00295R2, whenever inquiring about your manuscript.

With best regards,

Antonio Salatino  
Editor in Chief

---

Close

---

<https://www.editorialmanager.com/brjb/viewLetter.asp?id=37906&sid={26126E8C-8AD5-488B-83EB-A53D1DB8D61F}>

1/1

---