

**A INFLUÊNCIA DA LUZ E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
*Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum. (RUBIACEAE)<sup>1</sup>**

**THE INFLUENCE OF LIGHT AND TEMPERATURE ON GERMINATION OF  
*Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum. (RUBIACEAE) SEEDS**

Silvana Cristina Pereira Muniz de SOUZA<sup>2, 4</sup>; Carlos Alfredo JOLY<sup>3</sup>

**RESUMO** – A escassez de informações sobre as condições de germinação das espécies tropicais dificulta a classificação sucessional de muitas delas. *Bathysa australis* já foi classificada, a partir de observações de campo, como espécie de subosque e secundária inicial. Com o objetivo de fornecer informações sobre as condições preferenciais de germinação de *B. australis*, verificamos a influência da luz e temperatura na sua germinação. Foram realizados os seguintes tratamentos: i) luz com temperatura constante (25 °C), ii) luz com temperatura alternada (10/20 °C), iii) ausência de luz com temperatura constante (25 °C) e iv) ausência de luz com temperatura alternada (10/20 °C). Foram avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação (G), tempo de germinação, velocidade de germinação e o índice de sincronização da germinação. As sementes germinaram apenas nos tratamentos de luz, iniciando a germinação no sétimo dia à temperatura constante (G = 61%), e no 15º dia quando submetidas ao tratamento de temperaturas alternadas (G = 40%); para os parâmetros tempo, velocidade e índice de sincronização da germinação o tratamento de luz e temperatura constante foi significativo, indicando as condições mais favoráveis à germinação de *B. australis*. A espécie apresentou fotoblastismo positivo absoluto e tolerância à alternância de temperatura, indicando que em condições naturais germinam em bordas de mata, clareiras grandes a intermediárias e em áreas em regeneração. Com base nestes resultados é possível classificar *Bathysa australis* como secundária inicial.

Palavras-chave: fotoblastismo positivo absoluto; classificação sucessional; secundária inicial; intolerância à sombra.

**ABSTRACT** – The scarcity of information on the conditions of germination of tropical species makes it difficult to classify many of them. *Bathysa australis* has already been classified, from field observations, as understory species and initial secondary succession. In order to provide information on the preferential germination conditions of *B. australis* we verified the influence of light and temperature on its germination. The following treatments were performed: i) light with constant temperature (25 °C), ii) light with alternate temperature (10/20 °C), iii) absence of light with constant temperature (25 °C) and iv) absence of light with alternate temperature (10/20 °C).

<sup>1</sup>Recebido para análise em 01.06.17. Aceito para publicação em 14.12.17.

<sup>2</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal, Caixa Postal 6109, 13081-970, Campinas, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Autor para correspondência: Silvana Cristina Pereira Muniz de Souza – silvana1souza@gmail.com

The following parameters were evaluated: germination percentages (G), germination time, speed of germination and germination synchronization index. The seeds germinated only in the light treatments, initiating the germination on the 7th day at the constant temperature (G = 61%), and on the 15th day at the alternating temperature (G = 40%); for the parameters time, speed and synchronization index of the germination the treatment of light at constant temperature was significant, indicating the conditions more favorable to the germination of *B. australis*. The species presented absolute positive photoblastic and tolerance to alternate temperature, indicating that in natural conditions they germinate at forest edges, large clearings at intermediate and in regenerated areas. Based on these results it is possible to classify *Bathysa australis* as initial secondary succession.

Keywords: absolute positive photoblastic; successional classification; initial secondary succession; shade-intolerance.

## 1 INTRODUÇÃO

A germinação de sementes pode ser influenciada por diversos fatores endógenos e exógenos, entre os últimos são considerados de maior importância nas regiões tropicais: a luz, a temperatura e a umidade (Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1993; Válio e Scarpa, 2001; Pearson et al., 2003).

Em ambientes naturais, as sementes podem ser encontradas sob diferentes regimes de luz e temperaturas, as quais podem variar de acordo com a formação florestal, estrutura do dossel e estágio sucessional da vegetação. As diferentes respostas à luz, no processo de germinação, são impostas por diferenças na capacidade de filtrar a luz solar; fotorreceptores, em especial o fitocromo, presente nas estruturas clorofiladas que protegem a semente em desenvolvimento, são responsáveis pela percepção, interpretação e transdução dos sinais luminosos (Kendrick e Kronenberg, 1994; Maekawa et al., 2010).

O fator inicial e essencial que determina a germinação de sementes viáveis e não dormentes é a disponibilidade de água para a embebição (Bewley e Black, 1994). A temperatura pode interagir com a luminosidade e associada às características da espécie agir como indutor da germinação nas espécies que apresentam dormência (Albuquerque et al., 2003). Sementes de muitas espécies expressam seu máximo potencial germinativo em temperaturas constantes, porém,

outras o fazem sob temperaturas alternadas (Figliolia et al., 1993). O efeito da temperatura na germinação impacta principalmente no tempo necessário para se obter a germinação máxima e pode ser registrado por intermédio da velocidade, uniformidade e porcentagem na germinação (Labouriau, 1983; Carvalho e Nakagawa, 2000).

Baseados na resposta à luminosidade, as espécies vegetais podem ser diferenciadas em dois grupos ecológicos: intolerantes e tolerantes à sombra (Hartshorn, 1980), entretanto, esta classificação simplificada desconsidera um grande número de espécies com grau intermediário de respostas à luz (Osunkoya et al., 1994). Esse tema é amplamente discutido na literatura com a proposição de diversos agrupamentos pautados principalmente na luminosidade (Swaine e Whitmore, 1988; Whitmore, 1990; Brancalion et al., 2015).

No entanto, há escassez de informações sobre as condições preferenciais de germinação de grande parte das espécies tropicais, ocasionando, frequentemente, classificações sucessionais baseadas apenas em observações empíricas, muitas vezes contraditórias. Entre essas espécies, encontra-se a *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum. (fumão, cauassu, macaqueiro), que ocorre em matas de encosta ou de tabuleiro e é característica do estrato arbóreo inferior (Germano-Filho, 1999). Ela foi classificada como espécie de subosque por Tabarelli et al. (1993), em Floresta Ombrófila Densa sob regeneração, e como secundária inicial por Leite e Rodrigues (2008), em Floresta Estacional Semidecidual.

Com a finalidade de contribuir na classificação sucessional de *Bathysa australis* a partir de informações sobre as condições preferenciais de germinação desta espécie, este estudo teve como objetivo verificar a influência da presença ou ausência de luz e do regime de temperatura, *i.e.*, temperatura constante e temperaturas alternadas, na germinação de *B. australis*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *Bathysa australis* foram colhidos de 15 árvores matrizes, no interior do Parque Estadual de Carlos Botelho – PECB, núcleo Sete Barras (24°00' a 24°15'S, 47°45' a 48°10'O). Esta área está localizada no município de Sete Barras, região sul do Estado de São Paulo, sobre a vertente atlântica da Serra de Paranapiacaba. A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa Submontana (cota de 300 m) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012).

O Parque Estadual de Carlos Botelho está localizado na unidade geomorfológica conhecida como Planalto de Guapiara, apresenta clima quente úmido sem estiagem, classificada como Cfa segundo o sistema de Köppen (1948), com temperaturas inferiores a 18 °C no mês mais frio e superiores a 22 °C no mês mais quente. A área é caracterizada, predominantemente, por períodos de excedente hídrico, com precipitação média anual de 1.582 mm (Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE), concentrando-se nos meses de outubro a março (Destefani et al., 2006).

*Bathysa australis*, apresenta-se como arvoretas, às vezes árvores ou arbustos com até 8 m de altura, ocorre com maior frequência em matas de encosta ou tabuleiros, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, assim como na região Centro-Oeste (Germano-Filho, 1999). É também encontrada em matas de interior, Floresta Estacional Semidecidual (Leite e Rodrigues, 2008). Os frutos de *Bathysa australis* são do tipo cápsulas septicidas, com sementes aladas, com ala pouco desenvolvida, circundante, de cor castanha (Germano-Filho, 1999).

Os frutos foram coletados diretamente das árvores matrizes com auxílio de podão. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos de papel, identificados e imediatamente encaminhados ao Laboratório de Ecologia do Departamento de Biologia Vegetal da UNICAMP.

As sementes recém-coletadas foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1% de cloro ativo por 10 minutos, seguido de enxágue em água estéril.

Ensaio preliminares foram realizados para avaliar a resposta das sementes à luz e à temperatura, de modo a se estabelecer protocolo experimental mais adequado. A protrusão da radícula foi considerada como indicativo de germinação.

Para os testes de germinação, as sementes foram acondicionadas em caixas do tipo gerbox, previamente forradas com papel filtro umedecido e mantidas em câmaras germinadoras (Fanem – BOD 147).

As sementes foram analisadas em quatro tratamentos, relativos à influência da luz (presença/ausência de luz) e da temperatura (constante/alternada) na germinação. O delineamento foi inteiramente casualizado (2 x 2), sendo duas condições de luminosidade e dois regimes de temperatura, com 10 repetições de 20 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento.

Os ensaios de dependência da germinação em relação à luz (fotoblastismo) foram realizados à temperatura constante de 25 °C ± 2 °C e com alternância de temperatura 10/20 °C. Nos tratamentos que envolveram presença de luz, as sementes foram submetidas a fotoperíodo de 12 horas de luz, sendo mantidas sob luz fluorescente branca contínua (20 watts.cm<sup>-2</sup>). Nos tratamentos que envolveram ausência de luz, as sementes foram igualmente acondicionadas, contudo as caixas gerbox foram envolvidas por três sacos plásticos pretos opacos sobrepostos. Para os tratamentos que envolveram ausência de luz, as manipulações foram realizadas em câmara escura, com luz verde de segurança.

Nas câmaras germinadoras foi utilizada luz branca, uma vez que, segundo Borges e Rena (1993), a luz branca tem efeito semelhante ao da luz vermelha no interior da mata e na ativação do fitocromo.

A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente até o vigésimo dia, após este período foi verificada em dias alternados, até o encerramento dos testes aos 81 dias após a instalação dos ensaios. Após esse período, as caixas gerbox submetidas ao ensaio com ausência de luz à temperatura constante (25 °C) foram submetidas a novo ensaio de luz de 1 hora por dia durante 30 dias, com as contagens sendo realizadas em dias alternados. Após o encerramento dos ensaios, foram calculados os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação ( $G$ ), tempo de germinação ( $\bar{t}$ ), velocidade de germinação ( $\bar{v}$ ) e índice de sincronização de germinação ( $\bar{E}$ ) (Santana e Ranal, 2004), sendo:

$$G = \left(\frac{x}{n}\right) * 100$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$\bar{v} = \frac{1}{\bar{t}}$$

$$\bar{E} = -\sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$$

em que:

$X$ : número de sementes germinadas;

$n$ : tamanho da amostra;

$t_i$ : tempo entre o início do experimento e a  $i$ -ésima observação (dia);

$n_i$ : número de sementes que germinam no tempo  $t_i$ ;

$k$ : último dia de observação;

$f_i$ : frequência relativa de germinação.

Para a análise estatística, os dados foram testados quanto à normalidade e, apenas o índice de sincronização da germinação apresentou normalidade na distribuição;

porcentagem de germinação apresentou normalidade somente após a transformação em arco seno  $\sqrt{G}$ . A comparação entre as médias destes últimos foi realizada pelo teste  $t$ , com o nível de significância de 5% (Dalgaard, 2002). Os dados de velocidade e o tempo médio de germinação não apresentaram normalidade, mesmo após a transformação  $\sqrt{(x+0,5)}$ , logo, para estes dois parâmetros, foi aplicado aos dados originais o teste de Mann-Whitney, assumindo  $\alpha = 0,05$ , realizado pelo pacote estatístico “R” (Dalgaard, 2002). Para os referidos cálculos utilizamos o software R versão 3.3.3 (R Development Core Team, 2017).

### 3 RESULTADOS

Na condição de temperatura constante (25 °C) e presença de luz (fotoperíodo de 12 horas), as sementes começaram a germinar no sétimo dia. No tratamento de temperatura alternada (10/20 °C) a germinação iniciou-se no décimo quinto dia. A taxa de germinação foi maior no tratamento com luz à temperatura constante (61%), seguido do tratamento com luz à temperatura alternada (40%). No entanto, considerando a porcentagem de germinação, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos de temperatura constante e alternada ( $t = -1,959$ ,  $df = 10,363$ ,  $p = 0,077$ ) (Tabela 1). Ambos os tratamentos na ausência de luz, temperatura constante e alternada, apresentaram taxa de germinação de 0% (Figura 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de *Bathysa australis* submetidas a condições de presença e ausência de luz e a temperaturas constante (25 °C) e alternadas (10/20 °C). Teste  $t$ ,  $p > 0,05$ .

Table 1. Percentage of seed germination of *Bathysa australis* submitted to condition of presence and absence of light and constant and alternates temperatures.  $t$  test,  $p > 0.05$ .

	Germinação (%)		Valor de $p$
	Temperatura constante (25 °C)	Temperatura alternada (10/20 °C)	
Presença de luz	61	40	0,077
Ausência de luz	0	0	–

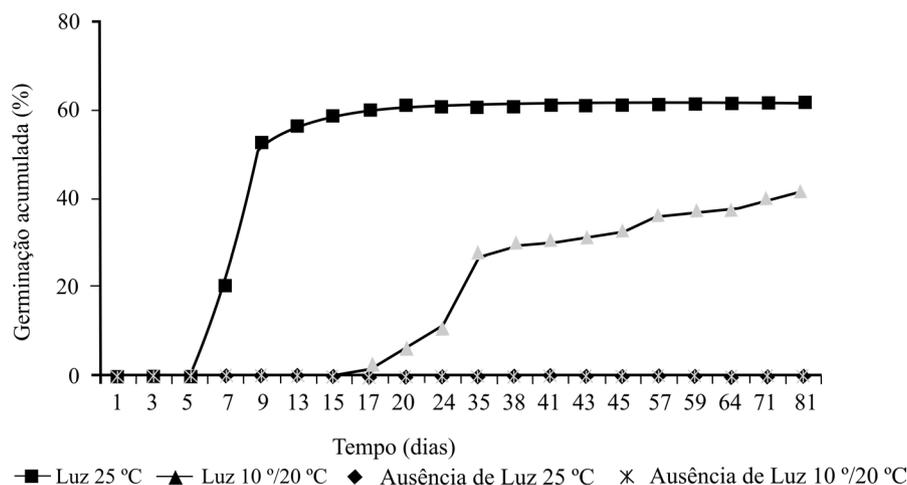


Figura 1. Porcentagem de germinação acumulada das sementes de *Bathysa australis*, submetidas aos seguintes tratamentos: luz com temperatura constante (25 °C), luz com temperaturas alternadas (10/20 °C), ausência de luz com temperatura constante (25 °C), ausência de luz com temperaturas alternadas (10/20 °C).

Figure 1. Percentage of accumulated germination of *Bathysa australis* seeds submitted to the following treatments: light with constant temperature (25 °C), light with alternates temperatures (10/20 °C), dark with constant temperature (25 °C), dark with alternates temperatures (10/20 °C).

Ao analisar o tempo médio de germinação dos ensaios com luz, o menor tempo foi o do tratamento com a temperatura constante (25 °C), *i.e.*, 12,08 dias. As sementes submetidas ao tratamento com temperatura alternada (10/20 °C) levaram um tempo médio de 39,03 dias para germinar (Tabela 2). Para esse parâmetro foram encontradas diferenças entre os tratamentos de temperatura constante e alternada ( $U = 100$ ,  $p = 1,08 \times 10^{-5}$ ), na presença de luz.

A velocidade média de germinação das sementes submetidas ao tratamento de temperatura constante (25 °C), na presença de luz, foi maior em relação às sementes submetidas ao tratamento de temperatura alternada (10/20 °C) ( $0,090 \text{ dias}^{-1}$  e  $0,026 \text{ dia}^{-1}$ ). Para esse parâmetro foram encontradas diferenças entre os tratamentos de temperatura constante e alternada ( $U = 0$ ,  $p = 0,00018$ ).

O índice de sincronização da germinação foi menor para a temperatura constante (1,25 bits) em relação à temperatura alternada (1,93 bits). Para esse índice foram encontradas diferenças entre os tratamentos de temperatura constante e alternada ( $t = 3,926$ ,  $df = 17,942$ ,  $p = 9,6 \times 10^{-4}$ ) (Tabela 2).

Nos tratamentos submetidos à ausência de luz, independente das temperaturas, as sementes mantiveram sua viabilidade, pois após a

finalização do experimento inicial estas sementes foram submetidas a uma hora diária de luz e temperatura constante de 25 °C, iniciando a germinação no 17º dia, com germinação de 67,5%, tempo médio de germinação de 17 dias, velocidade de germinação de  $0,060 \text{ dias}^{-1}$  e o índice de sincronização de 0,42 bits.

Os resultados obtidos indicam o fotoblastismo positivo absoluto das sementes da espécie estudada.

#### 4 DISCUSSÃO

O tempo mínimo de sete dias para iniciar a germinação foi relativamente rápido se comparado a algumas espécies arbóreas nativas. Zaia e Tanaka (1998) também observaram o início da germinação de *Tibouchina pulchra* Cogn. (manacá) e *Pleroma granulosa* (Desr.) D.Don (quaresmeira) por volta do sétimo dia e associaram a rápida germinação a uma adaptação à colonização de áreas em estágio inicial de sucessão. Em habitats de clareira, em decorrência da competição existente entre plântulas, indivíduos que emergem mais cedo podem apresentar vantagem competitiva sobre aqueles que emergem tardiamente (Garwood, 1983).

Tabela 2. Resultados de tempos médios, velocidade média e índice de sincronização da germinação de *Bathysa australis* na presença de luz sob temperatura constante (25 °C) e temperatura alternada (10/20 °C). \*Teste t,  $p > 0,05$ ; \*\*teste de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ .

Table 2. Results of mean times, mean velocity and synchronization index of *Bathysa australis* germination in the presence of light under constant temperature and alternates temperatures. \*t test,  $p > 0.05$ ; \*\*Mann-Whitney test,  $p > 0.05$ .

	Presença de luz		Valor de $p$
	Temperatura constante (25 °C)	Temperatura alternada (10-20 °C)	
Tempo médio (dias)	12,08	39,03	$1,08 \times 10^{-5**}$
Velocidade média (dias <sup>-1</sup> )	0,090	0,026	$1,8 \times 10^{-4**}$
Índice de sincronização da germinação (bits)	1,255	1,932	$9,6 \times 10^{-4**}$

Confirmamos a partir deste estudo o fotoblastismo positivo absoluto da espécie *Bathysa australis*, já que na situação de ausência de luz, a germinação foi nula independente do regime de temperatura, constante ou alternado. Segundo Ferreira et al. (2001), para serem fotoblásticas positivas, a germinação das sementes deve atingir mais do que o dobro do regime do escuro; já o fotoblastismo é absoluto, quando a germinação é nula na ausência de luz. Duz et al. (2004), em estudo com o objetivo de verificar a resposta de crescimento de plântulas de *B. australis* à variação de luz, observaram em teste preliminar que as sementes de *B. australis* não germinaram na condição de escuro.

O fotoblastismo é, provavelmente, o mais importante mecanismo pelo qual as sementes podem detectar clareiras na vegetação, como no caso de *Cecropia obtusifolia* Bertol. (embaúba), *Piper auritum* Kunth (erva-santa), *Pleroma granulosa* (quaresmeira), *Tibouchina pulchra* (manacá) e *Trema micranta* (L.) Blume (crindiúva), entre outras espécies tipicamente pioneiras que apresentam fotoblastismo positivo (Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1984; Zaia e Tanaka, 1998).

O regime de temperatura, tanto na presença como na ausência de luz, não teve efeito significativo na porcentagem de germinação. O mesmo foi observado em sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha) por Silva et al. (2001) e em sementes de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud (miconia) por Lopes e

Soares (2003), ambas as espécies com ocorrência predominante em áreas com alta incidência luminosa. Por outro lado, para o tempo médio e velocidade de germinação, o regime de temperatura constante (25 °C) apresentou desempenho superior em relação à temperatura alternada (10/20 °C) para *Bathysa australis*; Silva et al. (2007), em estudo com sementes de *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose (monjoleiro), classificada como pioneira antrópica, observaram resultado semelhante.

O desempenho inferior das sementes, em termos da germinação, submetidas ao regime de temperatura alternada (10/20 °C), pode estar associado ao fato de que temperaturas inferiores à temperatura ótima tendem a reduzir a velocidade de germinação em decorrência da redução no metabolismo da semente, promovendo a germinação por período mais longo (Carvalho e Nakagawa, 2000; Silva et al., 2005; Maekawa et al., 2010). Por outro lado, sementes que germinam em condições de alternância da temperatura indicam a existência de mecanismos enzimáticos que funcionam em diferentes temperaturas; esta resposta corresponde a uma adaptação às flutuações naturais do ambiente (Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1984; Araujo Neto et al., 2003).

No ensaio de temperatura alternada, a temperatura mínima de 10 °C, diminuiu significativamente o tempo e velocidade de germinação, no entanto, as diferenças não foram significativas para a taxa de germinação, indicando que *Bathysa australis* tolera tanto baixas temperaturas, como a alternância de temperatura.

O regime de temperatura alternada também promoveu diminuição na sincronização da germinação, indicando que *Bathysa australis* submetida ao regime de temperatura alternada distribui a germinação por vários dias. Segundo Santana e Ranal (2004), a perda de sincronia na germinação indica heterogeneidade fisiológica das sementes quando as sementes são mantidas em condições de temperaturas estressantes. Em circunstâncias naturais essa performance permite maior chance de as plântulas encontrarem ambiente favorável ao seu estabelecimento (Brancalion et al., 2008).

Alguns autores, como Barros et al. (2005), destacam que a alternância da temperatura pode substituir a necessidade de luz para a germinação, no entanto, *Bathysa australis* não seguiu este modelo, uma vez que, as sementes submetidas à temperatura alternada no escuro não germinaram e as sementes submetidas à alternância de temperatura na presença de luz não apresentaram desempenho superior para os parâmetros analisados.

As espécies que toleram a alternância de temperatura estariam adaptadas em condições naturais à variação da temperatura do solo. Em locais sem cobertura arbórea, a temperatura do solo pode flutuar drasticamente e a luz solar chegar ao solo, frequentemente sem filtros; já em locais cobertos pela vegetação, a temperatura tende a ser constante ao longo do dia, sendo a luz filtrada pela vegetação, chegando ao solo com menos intensidade (Bewley e Black, 1994).

A influência do fotoperíodo na germinação de *Bathysa australis* foi evidenciada quando as sementes ao fim do ensaio de ausência de luz, com germinação nula, foram submetidas à uma hora de luz diária, à temperatura constante (25 °C) e estas germinaram praticamente ao mesmo tempo, apresentando alta sincronização na germinação e alta porcentagem de germinação. Segundo Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia (1984), o fotoperíodo atua no fitocromo e na capacidade deste de detectar a duração dos raios de luz direta que incidem

sobre as sementes. Zaia e Tanaka (1998) também verificaram a influência do fotoperíodo na germinação das sementes e como este varia entre espécies; *Tibouchina pulchra*, apresentou máxima germinação quando exposta a fotoperíodo de no mínimo oito horas diárias de luz, enquanto *Pleroma granulosa* exibiu máxima germinação quando submetida à fotoperíodo de duas horas. Em situações naturais o fotoperíodo corresponderia a diferentes tamanhos de clareiras, Vazquez-Yanes e Smith (1982) demonstraram que são necessárias várias horas de exposição diária a altas fontes de irradiação para que sementes de *Cecropia obtusifolia* e *Piper auritum* germinem totalmente. Esse desempenho é de extrema importância em processos de sucessão, por permitir a germinação dessas sementes apenas em clareiras suficientemente grandes, nas quais a radiação solar direta atinja o solo na maior parte do dia, o que possibilita a germinação e rápido crescimento de seus indivíduos. Geralmente, clareiras maiores assemelham-se à região imediatamente acima do dossel da floresta, enquanto clareiras pequenas se assemelham em condições de luz e temperatura com o interior da mata (Lima, 2005).

Duz et al. (2004), estudando plântulas de *Bathysa australis*, classificaram preliminarmente a espécie como de subosque, em concordância com Tabarelli et al. (1993). No entanto, verificaram que as plântulas de *B. australis* apresentaram maior plasticidade em alterar a densidade estomática, a massa seca e a razão da área foliar em resposta a irradiância do que *Cecropia glaziovii* Sneathl. (embaúba-vermelha), reconhecida como típica pioneira. Em vista disso, destacaram que a posição de *B. australis*, como espécie presente em áreas em estágio sucessional mais avançado, não poderia ser explicada por sua resposta em relação à luz, já que esta poderia ocorrer também em ambientes mais iluminados. Entretanto, defenderam o enquadramento inicial, de espécie de subosque, com base nos resultados obtidos para a taxa de crescimento relativo positiva em baixa irradiância, que, segundo os autores, não são contraditórios com sua ocorrência no subosque.

Tanto Leite e Rodrigues (2008) quanto Tabarelli et al. (1993) encontraram *Bathysa australis* em alta densidade em áreas com vegetação secundária em processo de regeneração, no entanto, apenas os primeiros autores apontaram para um perfil de colonizadora de áreas em regeneração para a espécie. Outras características, como a ocorrência no banco de sementes (Souza et al. 2017a), sementes pequenas e de baixa biomassa (Ressel et al., 2004), além da dispersão anemocórica (Pijl, 1982), são condizentes às categorias iniciais de sucessão.

As características elencadas acima associadas aos resultados obtidos para *Bathysa australis* neste estudo, *i.e.*, fotoblastismo positivo absoluto, rápida germinação, tolerância à alternância de temperatura e alta porcentagem de germinação em curto fotoperíodo corroboram a classificação da espécie como secundária inicial.

Segundo Gandolfi (2000), as espécies categorizadas como secundárias iniciais apresentam, em relação às demais categorias, uma dependência intermediária da luz, em processos tais como, germinação, crescimento, desenvolvimento e sobrevivência. Em função disso, podem se desenvolver nas bordas ou no interior das clareiras, nas bordas de floresta e também no subosque. No subosque, tendem a ocorrer em áreas menos sombreadas, estando, em geral, ausentes nas áreas de sombra muito densa.

Segundo Souza et al. (2017b), não há dicotomia entre espécies tolerantes e intolerantes à sombra, e, sim, um contínuo de respostas ecofisiológicas; os agrupamentos de espécies ocultam, inevitavelmente, diferenças inter e intra-específicas. As respostas das espécies em relação à luz tendem a ser contínuas com diferenças sutis, ao invés de discretas, determinando que as subdivisões dos grupos ecológicos, embora de grande importância e utilidade, são arbitrárias dentro de um contínuo de caracteres, formando grupos sem limites bem definidos (Swaine e Whitmore, 1988).

Os resultados obtidos para *Bathysa australis* evidenciam a ocorrência predominante em áreas com maior incidência luminosa: bordas de floresta, interior de clareiras grandes e intermediárias e áreas em regeneração. Resta testar a germinação da espécie em situações de subosque e pequenas clareiras a partir de ensaios que verifiquem a influência do vermelho-extremo na capacidade germinativa da referida espécie.

## 5 CONCLUSÕES

As sementes da espécie *Bathysa australis* apresentaram fotoblastismo positivo absoluto. A taxa de germinação não foi afetada pela alternância de temperatura, no entanto, o tempo médio e velocidade de germinação foram menores quando submetidos à alternância de temperatura (10/20 °C) em relação aos tratamentos de temperatura constante de 25 °C.

Os resultados obtidos neste estudo legitimam a classificação de *Bathysa australis* como secundária inicial.

## 6 AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa – FAEP-UNICAMP (processo 70/04) pelo auxílio à pesquisa. Aos revisores anônimos que colaboraram para o aprimoramento do texto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE M.C.F.; COELHO, M.F.B.; ALBRECHT, J.M.F. Germinação de sementes de espécies medicinais do cerrado, In: COELHO, M.F.B.; COSTA JR., P.; DOMBROSKI, J.L.D. (Org). **Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais**. Cuiabá: Unicen, 2003. p. 157-82.
- ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.
- BARROS, S.S.U. et al. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'álho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 137-74.
- BRANCALION, P.H.S. et al. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis*. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.
- BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 432 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- DALGAARD, P. **Introductory statistics with R**. New York: Springer-Verlag, 2002. 267 p.
- DESTEFANI, A.C.C. Fatores abióticos. In: RODRIGUES, R.R. (Coord.). **Parcelas Permanentes em 40 ha de florestas do Estado de São Paulo: uma experiência interdisciplinar**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2006. Disponível em: <[http://www.lerf.eco.br/downloads/parcelas\\_permanentes\\_-\\_4o\\_relatorio\\_tematico\\_do\\_projeto\\_parcelas\\_permanentes.pdf](http://www.lerf.eco.br/downloads/parcelas_permanentes_-_4o_relatorio_tematico_do_projeto_parcelas_permanentes.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- DUZ, S.R. et al. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.
- FERREIRA, A.G. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 231-42, 2001.
- FIGLIOLIA, M.B., OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 137-174.
- GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 520 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GARWOOD, N.C. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs**, v. 53, p. 159-181, 1983.
- GERMANO-FILHO, P. Estudos taxonômicos do gênero *Bathysa* C. Presl (Rubiaceae, Rondeletieae), no Brasil. **Rodriguésia**, v. 50, n. 76/77, p. 49-75, 1999.
- HARTSHORN, G.S. Neotropical forest dynamics. **Biotropica**, v. 12, p. 23-30, 1980. Suplemento.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. 271 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).
- KENDRICK, R.E.; KRONENBERG, G.H.M. Photocontrol of seeds. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). **Photomorphogenesis in plants**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1994. p. 443-465.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948, 478 p.
- LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, D.C.: Secretaria Geral das Organizações dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983. 174 p.
- LEITE, E.C.; RODRIGUES, R.R. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no Sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 583-595, 2008.

LIMA, R.A.F. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 4, p. 651-670, 2005.

LOPES, J.C.; SOARES, A.S. Germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud. **Brasil Florestal**, v. 75, p. 31-38, 2003.

MAEKAWA, L.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; COELHO, M.F.B. Germinação de sementes de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze em diferentes temperaturas e condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 1, p. 23-30, 2010.

OSUNKOYA, O.O. et al. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance in northern Queensland. **Journal of Ecology**, v. 82, p. 149-163, 1994.

PEARSON, T.R.H. et al. Interactions of gap size and herbivory on establishment, growth and survival of three species of neotropical pioneer trees. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 785-796, 2003.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. Berlin: Springer Verlag, 1982. 214 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2017. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RESSEL, K. et al. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 311-323, 2004.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Floresta**, v. 37, n. 3, 2007.

SILVA, M.A.B. et al. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook). **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, 2005. Suplemento.

SILVA, M.C.C.; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M.B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi – Anacardiaceae (aroeira-vermelha). **Revista do Instituto Florestal**, v. 13, n. 2, p. 135-146, 2001.

SOUZA, S.C.P.M.; RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. O banco de sementes e suas implicações na diversidade da Floresta Ombrófila Densa Submontana no Parque Estadual de Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 378-393, 2017a.

SOUZA, S.C.P.M. et al. Estrutura populacional de 12 espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos. **Revista do Instituto Florestal**, v. 29, n. 1, p. 39-55, 2017b.

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

TABARELLI, M.; VILANI, J.P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundária em trecho da Floresta Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 99-112, 1993.

VALIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 79-84, 2001.

VÁZQUEZ-YANES, C.; SMITH, H. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. **New Phytologist**, v. 92, n. 4, p. 477-485, 1982.

SOUZA, S.C.P.M. de; JOLY, C.A. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical: un reflejo de su ambiente. **Ciencia**, v. 35, p. 191-201, 1984.

\_\_\_\_\_. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 69-87, 1993.

WHITMORE, T.C. **An introduction to tropical rain forest**. Oxford: Clarendon Press, 1990. 226 p.

ZAIA, J.E.; TANAKA, M. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Gogn.(Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, n. 3, p. 221-229, 1998.