

## EFEITO DA LUZ E DE DIFERENTES TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Heliocarpus popayanensis* L<sup>1</sup>

Pedro Henrique Santin Brancalion<sup>2</sup>, Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre<sup>3</sup>, Ricardo Ribeiro Rodrigues<sup>4</sup> e Helena Maria Carmignani Pescarin Chamma<sup>3</sup>

**RESUMO** – *Heliocarpus popayanensis*, conhecida popularmente como jangada-brava, é uma espécie arbórea pioneira utilizada no Brasil, principalmente, para restauração florestal. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da luz e da temperatura na germinação das sementes de *H. popayanensis*. Para análise do efeito da luz, a sementeira foi realizada em caixas de plásticos transparente e preto, mantidas em germinador a 25 °C. Na avaliação do efeito da temperatura foram analisados, em mesa termogradiente, nove intervalos de temperaturas constantes, compreendidas entre 15 °C e 35 °C, e duas alternadas (15-35 °C e 20-30 °C). Em ambos os experimentos, a sementeira foi realizada sobre duas folhas de papel mata-borrão, sendo o fotoperíodo diário de 8 h de luz. A germinação foi avaliada pela protrusão da raiz primária e pela formação de plântulas normais, e estudaram-se três lotes de sementes. Os resultados indicaram que as sementes de *H. popayanensis* são fotoblásticas neutras, a temperatura ótima para a germinação está entre 28,1 °C e 30,2 °C, temperaturas próximas a 35 °C favorecem a superação da impermeabilidade do tegumento à água e a protrusão da raiz primária não foi eficiente na determinação da temperatura ótima para germinação, sendo a formação de plântulas normais o critério mais adequado para essa determinação.

Palavras-chave: Jangada-brava, fotoblastismo e ecofisiologia.

## EFFECT OF LIGHT AND DIFFERENT TEMPERATURES ON GERMINATION OF *Heliocarpus popayanensis* L. SEEDS

**ABSTRACT** – *Heliocarpus popayanensis* is a pioneer tree species used in Brazil mainly for forest restoration. The aim of this research was to evaluate the effect of light and temperature on the germination of *H. popayanensis* seeds. Seeds were put to germinate inside transparent and black plastic boxes and incubated in chambers at 25°C for light evaluation on germination. For temperature evaluation, nine intervals of constant temperatures between 15°C and 35°C and two alternate temperatures (15-35°C and 20-30°C) were analyzed in thermo-gradient table. For both experiments, seeds were distributed on the top of two blotter paper sheets and the daily photoperiod was eight hours of light. Germination was evaluated from primary root protrusion and formation of normal seedlings, and three lots of seeds were studied. The results showed that *H. popayanensis* seeds are non-photoblastic, the optimum temperature interval is between 28.1°C and 30.2°C, temperatures around 35°C stimulated seed impermeability overcome, and the primary root protrusion was not efficient to determine the optimum germination temperature, since the formation of normal seedlings is more indicated for this determination.

Keywords: Jangada-brava, photo-blastism and eco-physiology.

<sup>1</sup> Recebido em 05.02.2007 e aceito para publicação em 20.02.2008.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, ESALQ. E-mail: <pedrohsb@yahoo.com.br>.

<sup>3</sup> Departamento de Produção Vegetal da ESALQ. E-mail: <adlcnove@esalq.usp.br>.

<sup>4</sup> Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ. E-mail: <rrr@esalq.usp.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

A abertura de clareiras no dossel de florestas tropicais altera a temperatura e os espectros de luz que atingem o solo, estimulando a germinação de sementes de várias espécies, principalmente a das pioneiras (WHITMORE, 1975). Entretanto, a germinação de sementes de diversas outras espécies, incluindo pioneiras, secundárias e climácicas, é favorecida por temperaturas constantes e não é estimulada pela luz (SILVA et al., 1997, 2002; ARAÚJO NETO et al., 2003).

Em razão disso, a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de espécies florestais tropicais tem sido estudada como uma forma de avaliar quais são as condições ecológicas mais favoráveis ao processo germinativo em ambientes naturais (DALLING et al., 1998; GODOI e TAKAKI, 2005). As condições ideais de germinação são definidas pela temperatura ótima, que é aquela em que a germinação é maior e mais rápida (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989), e pela necessidade, ou não, de luz para a germinação.

Quando as sementes necessitam da presença de luz para germinar, elas são denominadas fotoblásticas positivas; quando necessitam da ausência de luz, fotoblásticas negativas; e quando a luz não interfere no processo germinativo, fotoblásticas neutras ou não fotoblásticas (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989; VAZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993). A sensibilidade das sementes à luz pode ainda ser definida com base nas formas do fitocromo, ao invés de fotoblastismo (TAKAKI, 2001).

O fitocromo é o pigmento receptor responsável pela captação dos sinais luminosos do ambiente. O modo de ação desse pigmento depende do tipo de radiação incidente, pois luz com alta relação vermelho/vermelho-extremo (V/VE) pode induzi-lo a assumir a forma ativa (FVe), promovendo a germinação de sementes fotossensíveis, enquanto luz com baixa relação V/VE pode levá-lo a assumir a forma inativa (FV), impedindo a germinação (VIDAVER, 1980). Dessa forma, as variações ambientais são percebidas pelas sementes através das mudanças na qualidade da luz incidente, indicando se as condições presentes são favoráveis ou não ao desenvolvimento da planta a ser produzida.

Além de gerar informações sobre a dinâmica da germinação em ambientes naturais, a definição da temperatura ótima e da sensibilidade das sementes à

luz permite ainda que se determinem as condições mais adequadas para a realização do teste de germinação.

A germinação pode ser conceituada de duas maneiras distintas. Do ponto de vista da fisiologia vegetal, restringe-se à protrusão da raiz primária e indica o final da germinação, e o desenvolvimento subsequente é considerado pós-germinativo (BEWLEY e BLACK, 1994). Em tecnologia de sementes, o critério para definir a germinação baseia-se no desenvolvimento da plântula. Nesse caso, é levada em consideração a presença de todas as estruturas essenciais do embrião (BRASIL, 1992; MARCOS FILHO, 2005).

Embora a protrusão da raiz primária (GODOI e TAKAKI, 2004; SILVA e AGUIAR 2004; SANTOS et al., 2005) e a formação de plântulas normais (PEREIRA, 1992; SOUSA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2005) sejam utilizadas para o estudo da temperatura na germinação de sementes de espécies florestais nativas, não há consenso sobre qual o melhor critério a ser adotado e se os resultados produzidos são comparáveis.

*Heliocarpus popayanensis*, conhecida popularmente como jangada-brava, é uma espécie florestal pioneira, com ocorrência desde o norte da Argentina até o sul do México (ROBYNS, 1964). No Brasil, essa espécie é exclusiva e característica da Floresta Estacional Semidecidual da bacia do Paraná e se caracteriza por produzir quantidade abundante de frutos indeiscentes, que são dispersos pelo vento. Por ser rústica e possuir rápido crescimento, é frequentemente recomendada para plantios visando à restauração florestal ou à recuperação de solos degradados (LORENZI, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da luz e da temperatura para germinação das sementes de *H. popayanensis*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, com sementes de jangada-brava (*Heliocarpus popayanensis* L. – Malvaceae). Foram estudadas sementes colhidas de seis matrizes em Jaguariúna, SP, em setembro de 2004, e sementes colhidas de quatro matrizes em Tambaú, SP, em setembro de 2005. As sementes de Jaguariúna foram inicialmente armazenadas em geladeira, por seis meses (lote 1), e depois em câmara de armazenamento a 20 °C e 50%

UR, por mais seis meses (lote 2). As sementes de Tambaú foram utilizadas logo após a coleta, sem o armazenamento delas (lote 3). As sementes foram armazenadas no interior dos frutos, sendo extraídas deles apenas para a realização dos experimentos.

Para a avaliação da influência da luz na germinação das sementes, a semeadura foi realizada sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com uma quantidade de água equivalente a 2,3 vezes a massa do papel seco, em caixas de plástico (11 x 11 x 3 cm) transparente (presença de luz) e preto (ausência de luz). As caixas de plástico preto foram mantidas no interior de bandejas plásticas envoltas com papel-alumínio. As caixas foram mantidas em germinador a 25 °C, com fotoperíodo diário de 8 h de luz. A avaliação da germinação das sementes mantidas na ausência da luz foi realizada em sala escura, sob luz verde. Foram analisadas oito repetições de 25 sementes para os três lotes, na presença ou na ausência da luz.

As temperaturas ideais para a germinação das sementes foram avaliadas em mesa termograde marca van Der Berg klimaattechnik, modelo R134, por meio de 11 regimes de temperatura: nove intervalos de temperatura constante (15,0 a 17,1 °C; 17,2 a 19,3 °C; 19,4 a 21,5 °C; 21,6 a 23,7 °C; 23,8 a 25,8 °C; 25,9 a 28,0 °C; 28,1 a 30,2 °C; 30,3 a 32,4 °C; e 32,5 a 35,0 °C) e duas alternadas (15 - 35 °C e 20 - 30 °C). Para obter as temperaturas alternadas, diariamente as placas de Petri foram mudadas de posição na mesa termograde, sendo mantidas, no escuro, por 16 h nas temperaturas mais baixas (15 °C ou 20 °C) e com luz por 8 h nas mais altas (30 °C ou 35 °C).

A semeadura foi realizada sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,3 vezes a massa do papel seco, em placas de Petri de vidro (diâmetro de 8 cm). Para cada um dos intervalos de temperatura, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes.

Em ambos os tratamentos (o experimento é apenas um), a germinação foi avaliada diariamente, segundo a protrusão da raiz primária e a produção de plântulas normais. A protrusão da raiz primária foi considerada quando ela tinha 2 mm ou mais de comprimento (OLIVEIRA et al., 2006). Como plântula normal, foram consideradas aquelas que tinham as estruturas essenciais do embrião desenvolvidas (BRASIL, 1992). Com os dados, foram calculados o índice de velocidade de

germinação (IVG), de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962), e a porcentagem de germinação.

Quando observada a presença de sementes não embebidas ao final de algum dos testes, foi realizada a escarificação delas em lixa, e depois realizado o teste de germinação com as sementes escarificadas, a fim de constatar a presença de impermeabilidade do tegumento à água.

O teste não-paramétrico de Mann-Whitney ( $P=0,05$ ) foi utilizado para avaliar o efeito da luz na germinação, por meio da comparação de duas amostras independentes (presença e ausência de luz), e para avaliar o efeito de temperaturas alternadas e constantes na germinação, por meio da comparação de três amostras independentes (15 - 35 °C, 20 - 30 °C e 28,1 a 30,2 °C), comparadas duas a duas (15 - 35 °C e 20 - 30 °C; 15 - 35 °C e 28,1 a 30,2 °C; 20 - 30 °C; e 28,1 a 30,2 °C). A análise dos nove níveis de temperatura constante, compreendidos entre 15 °C e 35 °C, foi conduzida por meio de equações regressivas, utilizando-se a média obtida nas quatro repetições de cada nível.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes de germinação preliminares realizados com sementes dos três lotes mostraram que as sementes dos lotes 1 e 2 não estavam dormentes, enquanto parte das sementes do lote 3 estavam parcialmente, em função da impermeabilidade do tegumento à água. Nesse caso, a dormência dos dois primeiros lotes pode ter sido superada com o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

Em relação à influência da luz na germinação das sementes de *H. popayanensis* (Tabela 1), a protrusão da raiz primária foi observada tanto na presença quanto na ausência da luz, o que caracteriza essas sementes como fotoblásticas neutras ou não fotoblásticas.

A necessidade de luz para a germinação das sementes de espécies florestais pioneiras tem sido freqüentemente relatada na literatura, principalmente para espécies com sementes pequenas, como as das famílias Melastomataceae (QUEIROZ, 1982; ANDRADE, 1995), Piperaceae (OROZCO-SEGOVIA e VÁZQUEZ-YANES, 1989) e Urticaceae (VÁLIO e SCARPA, 2001; GODOI e TAKAKI, 2004, 2005).

Embora *H. popayanensis* seja uma espécie tipicamente pioneira e possua sementes pequenas, não houve interferência da luz para a germinação das sementes. Gil (1989) já havia sugerido que a germinação

das sementes dessa espécie não é controlada por um sistema de fitocromos, e a ausência de fotoblastismo positivo também foi observada em *H. appendiculatus* (FIGUEROA e VÁZQUEZ-YANES, 2002).

Apesar de a luz não ser necessária para a germinação nas sementes dessa espécie, a porcentagem de plântulas normais dos testes conduzidos no escuro foi significativamente inferior à dos conduzidos com luz. As sementes que germinaram no escuro originaram plântulas cujos cotilédones permaneceram no interior do tegumento e que tinham o hipocótilo estiolado; essas plântulas foram classificadas como anormais.

Apesar de a semente germinar no escuro (emissão da raiz primária), a incidência da luz favoreceu o desenvolvimento das plântulas, permitindo o desenvolvimento normal de todas as suas estruturas essenciais. Dessa forma, o teste de germinação das sementes dessa espécie deve ser conduzido sob luz.

Considerando a produção de plântulas normais como critério de avaliação, as temperaturas ótimas para os lotes 1 e 2 foram entre 23,7 °C e 30,2 °C, e para o lote 3 entre 28,1 °C e 30,2 °C (Figura 1). Assim, visando à utilização da temperatura ótima para a análise de diferentes lotes de sementes, o intervalo entre 28,1 °C e 30,2 °C foi o ideal para a germinação. Nos três lotes de sementes, a germinação não foi observada abaixo de 17,1 °C.

Na avaliação da protrusão da raiz primária, a temperatura ótima para as sementes do lote 3 foi a do intervalo entre 32,5 °C e 35,0 °C, com um significativo aumento da porcentagem de germinação, em comparação com os demais intervalos de temperatura (Figura 2). Tal aumento foi também observado para 15 - 35 °C, embora, no geral, as temperaturas alternadas não tenham sido melhores que as do intervalo entre 28,1 °C e 30,2 °C (Tabela 2).

O aumento da protrusão da raiz primária nessas temperaturas pode estar relacionado à interação entre o aumento da temperatura e a superação da dormência dessas sementes, já que parte das sementes do lote 3 permaneceu dormente no decorrer dos experimentos nos demais intervalos de temperatura.

Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia (1982) demonstraram que a germinação das sementes de *H. donnel-smithii* atinge valores máximos quando a temperatura está entre 32 e 39 °C. Tais autores observaram que a 30 °C ou mais há o aumento da permeabilidade do tegumento dessas sementes, que elimina a dureza deste e permite a germinação.

Thompson et al. (1977) relataram que a flutuação de temperatura no solo de florestas tropicais age como um indicativo de que as condições ambientais presentes são propícias para o estabelecimento e desenvolvimento das plântulas de diversas espécies, principalmente as pioneiras. Além de alterar a permeabilidade do tegumento, a alternância de temperatura pode ainda afetar o balanço de substâncias promotoras e inibidoras da germinação (VASQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993; BEWLEY e BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005), contribuindo para a superação da dormência fisiológica.

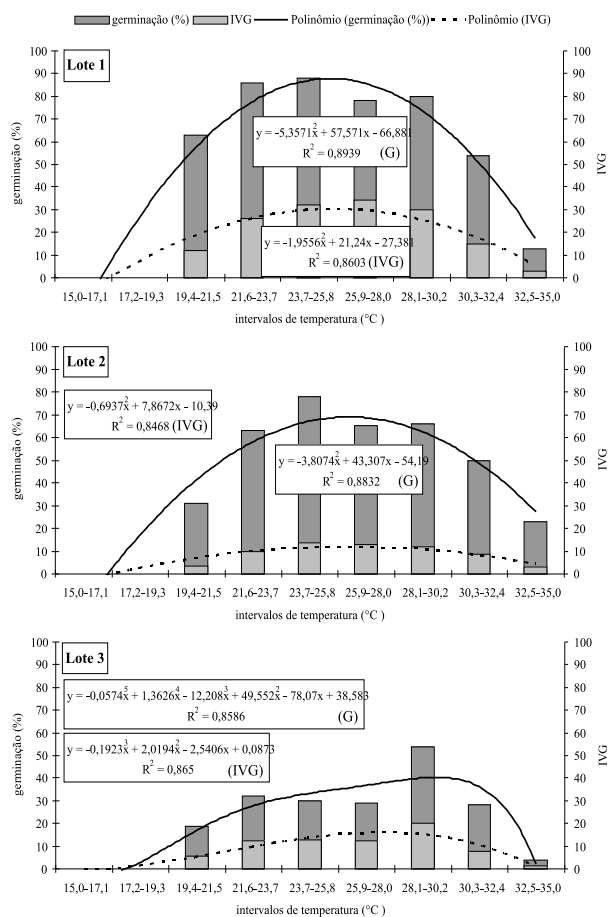
O aumento da porcentagem de germinação das sementes do lote 3 no intervalo de temperatura entre 32,5 °C e 35,0 °C e na temperatura alternada de 15 - 35 °C provavelmente se deve, assim, a alterações no tegumento das sementes, permitindo a absorção de água e o início do processo germinativo. Nesse caso, as temperaturas acima de 30 °C podem representar um estímulo à germinação das sementes, influenciando a ocupação de áreas na floresta após algum tipo de perturbação.

**Tabela 1** – Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. (lotes 1, 2 e 3) mantidas na presença e ausência de luz, de acordo com a produção de plântulas normais (PN) e a protrusão da raiz primária (PRP)

**Table 1** – Germination (G%) and Germination Speed Index (IVG) of *Heliocarpus popayanensis* L. seeds (lots 1, 2 and 3) kept in the presence and absence of light, according to production of normal seedlings (PN) and primary root protrusion (PRP)

Luz	Lote 1				Lote 2				Lote 3			
	PN		PRP		PN		PRP		PN		PRP	
	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG
Presença	81a	30,2a	88a	41,1a	75a	14,46a	84a	28,1a	34a	12,6a	42a	21,9a
Ausência	27b	6,2b	93a	42,1a	19b	4,3b	89a	29,1a	8b	2,4b	39a	19,7a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ( $P \leq 0,05$ ).

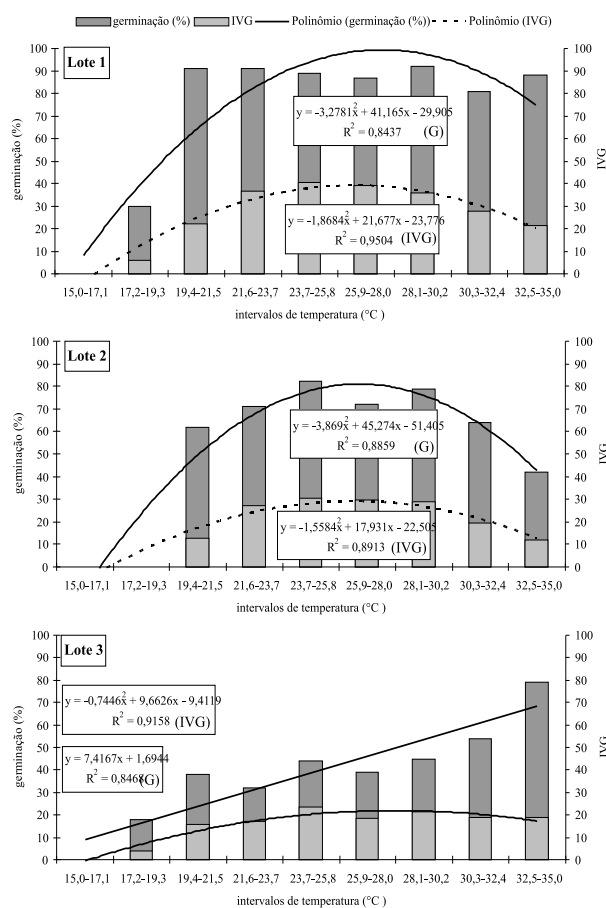


**Figura 1** – Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. (lotes 1, 2 e 3) submetidas aos intervalos de temperatura constante, de acordo com a produção de plântulas normais.

**Figure 1** – Germination (G%) and Germination Speed Index (IVG) of *Heliocarpus popayanensis* L. seeds (lots 1, 2 and 3) submitted to different intervals of constant temperatures, according to the production of normal seedlings.

Apesar, entretanto, de contribuir para a superação da dormência e a subsequente protrusão da raiz primária, essas condições de temperatura resultaram na produção de plântulas anormais. Embora a germinação das sementes de *H. donnel-smithii* também seja estimulada por tais condições, suas sementes não devem ficar submetidas a essas temperaturas por mais de 6 h, já que, a partir desse período, começa a ocorrer a morte das sementes e das plântulas (VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1982).

Esse fenômeno pode estar associado à desnaturação térmica das proteínas da semente e da plântula, como



**Figura 2** – Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. (lotes 1, 2 e 3) submetidas aos intervalos de temperatura constante, de acordo com a protrusão da raiz primária.

**Figure 2** – Germination (G%) and Germination Speed Index (IVG) of *Heliocarpus popayanensis* L. seeds (lots 1, 2 and 3) submitted to different intervals of constant temperatures, according to primary root protrusion.

relatado por Laboriau (1977). Dessa forma, temperaturas elevadas estimulam a germinação de sementes dormentes de *H. popayanensis*, desde que elas sejam submetidas a essa condição por apenas algumas horas ao dia, da mesma forma como se observa em clareiras na floresta. Caso contrário, o desenvolvimento normal da plântula pode ser prejudicado, resultando em sua morte.

Os valores de porcentagem e de velocidade de germinação variaram consideravelmente entre os experimentos e os lotes de sementes, em relação aos dois critérios utilizados para a definição da germinação.

**Tabela 2** – Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. (lotes 1, 2 e 3) mantidas em intervalo de temperatura constante e em temperaturas alternadas, de acordo com a produção de plântulas normais (PN) e a protrusão da raiz primária (PRP)

**Table 2** – Germination (G%) and Germination Speed Index (IVG) of *Heliocarpus popayanensis* L. seeds (lots 1, 2 and 3) kept at intervals of constant temperature and alternated temperatures, according to the production of normal seedlings (PN) and primary root protrusion (PRP)

Temperatura	Lote 1				Lote 2				Lote 3			
	PN		PRP		PN		PRP		PN		PRP	
	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG	G%	IVG
20 - 30 °C	78a	21,8a	88a	33,6a	61a	8,9a	77a	27,6a	45a	13,3a	50b	23,3a
15 - 35 °C	0b	0b	81a	13,1b	0b	0b	64a	11b	0b	0b	63a	13,1b
20 - 30 °C	78a	21,8b	88a	33,6a	61a	8,9b	77a	27,6a	45a	13,3b	50a	23,3a
28,1 a 30,2 °C	80a	29,6a	92a	35,6a	66a	11,9a	79a	29a	54a	20,1a	45a	21,5a
15 - 35 °C	0b	0b	81a	13,1b	0b	0b	64b	11b	0b	0b	63a	13,1b
28,1 a 30,2 °C	80a	29,6a	92a	35,6a	66a	11,9a	79a	29a	54a	20,1a	45b	21,5a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney ( $P \leq 0,05$ ).

Embora não se tenha observado queda significativa de porcentagem de germinação após o armazenamento das sementes do lote 1, o qual deu origem ao lote 2, a velocidade de germinação foi reduzida, evidenciando-se queda no vigor das sementes com o armazenamento. Nesse caso, a velocidade de produção de plântulas normais foi mais afetada pelo armazenamento do que a de protrusão da raiz primária, indicando maior sensibilidade do primeiro critério de avaliação da germinação para a detecção de queda do potencial fisiológico das sementes.

Como era de se esperar, a velocidade de protrusão da raiz primária foi maior do que a de produção de plântulas normais, já que a raiz primária é, normalmente, a primeira parte da plântula a se desenvolver a partir do início da germinação. As diferenças de germinação são decorrentes da não-contabilização de plântulas anormais quando se avalia a protrusão da raiz primária, que resulta em valores superiores de germinação, em comparação com a produção de plântulas normais. Essa divergência entre os resultados foi maior à medida que a temperatura testada se distanciou da temperatura ótima, sendo resultado do desenvolvimento prejudicado das plântulas nessas condições. Assim, reforça-se a importância da definição da temperatura ótima como condição para que as sementes possam expressar seu máximo potencial fisiológico.

Para Ferraz (1990), em estudos ecológicos, silviculturais e de tecnologia de sementes visando à produção de mudas, a emergência da raiz primária não é o critério adequado para estimar o estabelecimento

da plântula. Além disso, a avaliação da protrusão da raiz primária não permite a caracterização do lote de sementes em relação ao seu potencial para a semeadura, pois não há a possibilidade de identificação de plântulas anormais por meio desse critério de avaliação.

Avaliando a protrusão da raiz primária, verificou-se que a germinação foi menos afetada pela temperatura quando comparada com a produção de plântulas normais. Isso indica que o desenvolvimento da parte aérea das plântulas foi mais sensível às variações da temperatura do que o sistema radicular e que há diferenças de requerimento de temperatura para o desenvolvimento das diferentes partes da plântula.

A formação de plântula normal deve ser considerada na determinação da temperatura ótima de germinação das sementes florestais, já que as exigências para o subsequente desenvolvimento pós-emergência da raiz primária podem mudar, conforme há o desenvolvimento das diversas partes da plântula (MIRANDA e FERRAZ, 1999).

#### 4. CONCLUSÕES

- Há interação da temperatura, mas não da luz, com a germinação das sementes, e a temperatura ótima se situa entre 28,1 °C e 30,2 °C.

- A presença de luz beneficia a formação de plântulas normais, embora as sementes não sejam fotoblásticas positivas.

- A formação de plântulas normais é o critério mais indicado para a definição da temperatura ótima de germinação.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor; ao Viveiro Florestal Bio Flora, pela cessão das sementes; e a Ricardo A. G. Viani, pelo auxílio nas análises.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., *Tibouchina grandifolia* Cogn. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p.29-35, 1995.
- 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.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para a análise de sementes**. Brasília: SNTA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- DALLING, J. W.; SWAINE, M. D.; GARWOOD, N. C. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. **Ecology**, v.79, n.2, p.564-578, 1998.
- FERRAZ, I. D. K.; KATO, A. K. Germinação de sementes de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C.Berg. – Moraceae. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. 1990. **Anais...** Campos do Jordão: 1990. v.2. p.644-648.
- FIGUEROA, J. A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Efecto de la calidad de la luz sobre la germinación de semillas en el árbol pionero tropical *Heliocarpus appendiculatus* (Tiliaceae). **Revista de Biología Tropical**, v.50, n.1, p.31-36, 2002.
- GIL, R. H. Tamaño de la semilla y efecto de la temperatura en la germinación de *Heliocarpus popayanensis* H.B.K. **Revista Forestal Venezolana**, v.23, n.33, p.21-42, 1989.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.2, p.185-191, 2004.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.87-90, 2005.
- LABORIAU, L. G. Shift of the maximum temperature of *Vicia graminea* seeds following imbibition of deuterium oxide. **Journal of Thermal Biology**, v.2, p.111-114, 1977.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1. 368p.
- MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 465p.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MIRANDA, P. R. M.; FERRAZ, I. D. K. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C.Berg. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.2, p.303-307, 1999.
- OLIVEIRA, I. V. M.; ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Influência da temperatura na germinação de sementes de *Annona montana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.344-345, 2005.
- OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.25-32, 2006.

- OROZCO-SEGOVIA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Light effect on seed germination in *Piper* L. **Ecologia Plantarum**, v.10, n.2, p.123-146, 1989.
- PEREIRA, T. S. Germinação de sementes de *Bauhinia forficata* Link. (Leguminosae Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.77-82, 1992.
- QUEIROZ, M. H. Aspectos preliminares de beneficiamento e germinação de *Miconia cinnamomifolia*. **Silvicultura em São Paulo**, v.16, p.318-321, 1982.
- ROBNS, A. Tiliaceae. Flora de Panamá – Parte VI. **Annals of The Mississippi Botanical Garden**, v.51, n.1/4, p.1-35, 1964.
- SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, v.15, n.1, p.87-92, 2005.
- SILVA, A. et al. Interação luz e temperatura na germinação de sementes de *Esebeckia leiocarpa* Engl. (guarantã). **Revista do Instituto Florestal**, v.9, n.1, p.57-64, 1997.
- SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.691-697, 2002.
- SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.9-14, 2004.
- SOUSA, M. P. et al. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúna (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. – Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.110-119, 2000.
- TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.1, p.104-108, 2001.
- THOMPSON, K.; GRIME, J. P.; MASON, G. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. **Nature**, v.267, p.147-149, 1977.
- VÁLIO, 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.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Heliocarpus donnel-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. **Physiologia Plantarum**, v.56, n.3, p.295-298, 1982.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, n.1, p.69-87, 1993.
- VIDAVER, W. Light and seed germination. In: KHAN, A. A., Ed. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing Company, 1980. p.181-192.
- WHITMORE, T. C. **Tropical rain forest of the far East**. London: Oxford University Press, 1975. 282p.