

A germinação de sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae) é controlada pelo fitocromo

Simone Godoi¹, Adriana Grandis² e Massanori Takaki¹

¹Instituto de Biociências, UNESP, Univ Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, Departamento de Botânica, CP 199, 13506-900, Rio Claro, S.P, Brasil.

²Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da quantidade e da qualidade da luz correlacionados ao controle exercido pelo fitocromo sobre a germinação das sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae). Para tanto, as sementes foram submetidas à fotoperíodos de 4, 6, 8, 10 e 12 horas de luz de sombreamento, um tipo especial de luz que simula as condições encontradas em ambientes naturais. Estes fotoperíodos foram associados a temperaturas alternadas entre 20-30 °C. As sementes não germinaram em fotoperíodos inferiores a 8 horas e a maior porcentagem de germinação foi observada no fotoperíodo de 12 horas. Além do efeito do fotoperíodo foi avaliado o fotoequilíbrio teórico do fitocromo que pode promover ou inibir a germinação da espécie. Estas sementes germinaram satisfatoriamente em todos os fotoequilíbrios testados não sendo observadas diferenças significativas entre eles. A sensibilidade à luz das sementes desta espécie foi avaliada por meio da curva de fluência-resposta e observou-se que as porcentagens e velocidades de germinação acompanham os aumentos da fluência da luz branca e os maiores valores de porcentagem de germinação foram obtidos nas fluências mais altas. O escuro inibiu totalmente a germinação das sementes desta espécie.

Palavras-chave: luz, fotoblastismo, espécie nativa.

INTRODUÇÃO

A germinação de sementes é o marco inicial nos processos de sucessão secundária, visto que a partir dela ocorrem os processos subsequentes de estabelecimento de plântulas e regeneração de comunidades vegetais (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993, Gomes & Fernandes 2002). Outro aspecto importante é que nas últimas décadas o estudo da germinação de sementes de espécies nativas tem assumido um papel relevante dentro de pesquisas científicas que visam à preservação e a utilização de espécies potencialmente econômicas e de interesses diversificados. Por estas razões, esta é uma das ferramentas chave para o manejo de populações de plantas (Barbosa *et al.* 1985, González 1991, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993).

A radiação solar é determinante em muitos aspectos do crescimento e do desenvolvimento das plantas e é percebida por uma família de fotorreceptores específicos, incluindo os fitocromos, que induzem uma série de respostas morfogênicas, dentre elas, a germinação de sementes. O fitocromo age como um sensor da qualidade espectral da luz por meio da fotoconversão entre as duas formas mais estáveis, Fv e Fve, até que seja atingido um fotoequilíbrio entre elas. Este fotoequilíbrio (ϕ) pode ser estimado pela proporção entre a radiação vermelha e vermelho extremo (V:VE) (Smith 1994). Ainda segundo este autor, a razão V:VE encontrada na luz solar é de 1,05 a 1,25; no final do dia as taxas são de 0,65 a 1,15, enquanto que sob a sombra do dossel estes valores são de 0,05 a 1,15, dependendo das características das folhas e de camadas de folhas que a luz solar atravessa. Estas variações espectrais no ambiente luminoso podem ser percebidas pelas sementes que estão na superfície do solo e dependendo dos valores do fotoequilíbrio do fitocromo estabelecidos a germinação pode ser promovida ou inibida (Pons 1992, Bewley & Black 1994).

No Brasil, Melastomataceae é a sexta maior família de Angiospermas com 68 gêneros e mais de 1.500 espécies, que se distribuem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, estando presente em praticamente todas as formações vegetacionais com um número variável de espécies. As espécies apresentam grande diversidade de hábitos, desde herbáceo até arbustivo, ocorrendo muito comumente espécies arbóreas, e mais raramente trepadeiras e epífitas, que permitem a ocupação de ambientes distintos e diversificados (Romero & Martins 2002).

Miconia theaezans (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae) é uma espécie arbustiva que atinge, geralmente, de 1 a 2 metros de altura, ocorrendo desde a América Central até o estado de Santa Catarina. No estado de São Paulo é encontrada geralmente em áreas brejosas e florestas ciliares (Banco de Dados Tropicais).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da qualidade da luz sobre a germinação das sementes de *Miconia theaezans* para o melhor entendimento do envolvimento do fitocromo neste processo com vista à compreensão do comportamento germinativo das sementes desta espécie e gerando subsídios para estudos posteriores de restauração e conservação de ambientes naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica, UNESP, Campus de Rio Claro. Os frutos de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux foram coletados maduros em dez plantas encontradas em uma área degradada da Mata Atlântica, nas proximidades do município de São Bernardo do Campo, estado de São Paulo. No laboratório, os frutos foram macerados cuidadosamente com um pistilo, dentro de um béquer contendo água, a fim de que as sementes se soltassem e decantassem no fundo do béquer. O

decantado foi filtrado e as sementes foram secas a 25 °C. Após o beneficiamento as sementes foram armazenadas em frascos fechados de cor âmbar a 5 °C.

Para cada experimento foram utilizadas quatro placas de Petri (5 cm de diâmetro) forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada. As placas foram acondicionadas em caixas plásticas transparentes ou pretas, conforme o tratamento (luz ou escuro). As caixas foram mantidas em câmaras de germinação com luz e temperatura ajustáveis. Nos tratamentos com luz branca, foram utilizadas lâmpadas fluorescentes tipo "luz do dia" (Philips ou Osram 15 W) de 32.85 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ao nível das sementes.

As sementes de *Miconia theaezans* são pequenas e, por essa razão, o número de sementes utilizado em cada tratamento foi aleatório e cada placa de Petri continha aproximadamente 200 sementes (Godoi & Takaki 2007). Em função do tamanho, as sementes foram contadas com o auxílio de uma lupa e ao final de cada experimento determinou-se o número de sementes germinadas e não germinadas. O monitoramento dos experimentos foi diário e o critério utilizado para a germinação foi a observação da protrusão da raiz. Sementes consideradas germinadas foram contadas e removidas das placas. Os experimentos foram acompanhados por, no mínimo trinta dias, estendendo-se até cinquenta dias em alguns tratamentos. O monitoramento dos experimentos sob escuro e de fluência resposta foi realizado sob luz verde de segurança (Amaral-Baroli & Takaki 2001).

Para os experimentos com fotoperíodos para simular diferentes tamanhos de clareiras, utilizou-se a alternância de temperaturas entre 30-20 °C (luz-escuro) que, de acordo com estudos anteriores (Godoi & Takaki 2007) promove altas porcentagens de germinação (~97%). A esta alternância associou-se fotoperíodos com luz de sombreamento. Os fotoperíodos foram iniciados e encerrados com luz de sombreamento que na natureza corresponde a luz filtrada e refletida pelo dossel em relação à razão V:VE. Esta luz foi obtida utilizando-se 4 lâmpadas incandescentes de 25W cada, filtradas por uma placa de acrílico azul e outra vermelha, e uma lâmpada fluorescente tipo extra luz do dia (Philips) de 15W. Em nossas condições experimentais, a razão V:VE utilizada foi de 0,077, e de acordo com Mancinelli (1994), o ϕ calculado foi de 0,18. Foram testados os seguintes fotoperíodos na alternância de 20-30 °C: (F₁) 4 horas de luz de sombreamento + 4 horas de luz branca + 4 horas de luz de sombreamento; (F₂) 3 horas de luz de sombreamento + 6 horas de luz branca + 3 horas de luz de sombreamento; (F₃) 2 horas de luz de sombreamento + 8 horas de luz branca + 2 horas de luz de sombreamento; (F₄) 1 hora de luz de sombreamento + 10 horas de luz branca + 1 hora de luz de sombreamento; (F₅) 15 minutos de luz vermelho-extremo + 11 horas e 30 minutos de luz branca + 15 minutos de luz vermelho-extremo.

O efeito do fotoequilíbrio do fitocromo (ϕ) sobre a germinação de sementes foi avaliado conforme Sugahara & Takaki (2004) a 27,5 °C (Godoi & Takaki 2007). Em uma câmara de germinação com temperatura constante de 27,5°C e fotoperíodo de luz branca fluorescente de 6 horas foi realizado o experimento de fluência-resposta

da germinação. Os experimentos de fluência resposta foram realizados utilizando-se diferentes filtros neutros de nylon preto. As irradiâncias e as razões V:VE (665:735nm) das fontes luminosas utilizadas foram obtidas com o uso de um espectrorradiômetro LI – 1800 (LICOR, EUA).

Com os resultados obtidos calculou-se a porcentagem de germinação (%), a frequência relativa diária (FR), a velocidade média (VM) e o índice de sincronização (\bar{E}) da germinação, de acordo com as equações descritas por Labouriau & Agudo (1987). Os parâmetros associados à germinação foram determinados por uma análise de variância (ANOVA) acompanhada, quando necessário, de um teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls (SNK). Quando as premissas de normalidade e homogeneidade de variância foram violadas, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e, se necessário, a prova *a posteriori* de Dunnett's. Valores expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno antes das análises. Todos os testes seguiram Zar (1999), e um nível de 0,05 foi adotado como significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Miconia theazeans* não germinaram sob escuro constante. O fotoperíodo de 6 horas de luz de sombreamento foi insuficiente para induzir a germinação das sementes desta espécie (Figura 1), enquanto o fotoperíodo de 6 horas de luz branca foi suficiente para promover a germinação de 90% das sementes desta espécie (Godoi & Takaki 2007). Em geral, espécies pioneiras requerem uma exposição luminosa inferior ao observado em nossos experimentos para que as sementes iniciem a germinação. Sementes de *Muntingia calabura* L. apresentam altas porcentagens de germinação em fotoperíodo de 6 horas de luz branca, mas com 4 horas de luz estas sementes já começam a germinar. No entanto, estas sementes não germinaram sob sombra de dossel simulada (Leite & Takaki 2001).

Araújo Neto *et al.* (2003) estudaram a germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. sob fotoperíodos com luz branca e luz de sombreamento e relatam que sob luz branca estas sementes germinam com fotoperíodo de apenas uma hora e, boas porcentagens de germinação foram observadas sob luz de sombreamento. Para *M. theazeans* o fotoperíodo de 8h de luz de sombreamento promoveu a germinação destas sementes, mas a porcentagem de germinação foi baixa (6,43%) quando comparada àquelas obtidas nos fotoperíodos de 10 e 12 horas (22,8% e 82,3%, respectivamente). Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo foram observados por Zaia & Takaki (1998) em *Tibouchina pulchra* e *T. granulosa* que requerem fotoperíodo mínimo de 8 horas para a indução máxima da germinação.

A velocidade da germinação diminuiu com o aumento do fotoperíodo (Figura 1). Os maiores valores foram alcançados no fotoperíodo de 8h onde a porcentagem de germinação foi mais baixa. Neste fotoperíodo o intervalo entre o início e o fim da germinação foi de aproximadamente cinco dias, enquanto para os fotoperíodos de 10 e 12 horas este intervalo foi, em média, de dez dias.

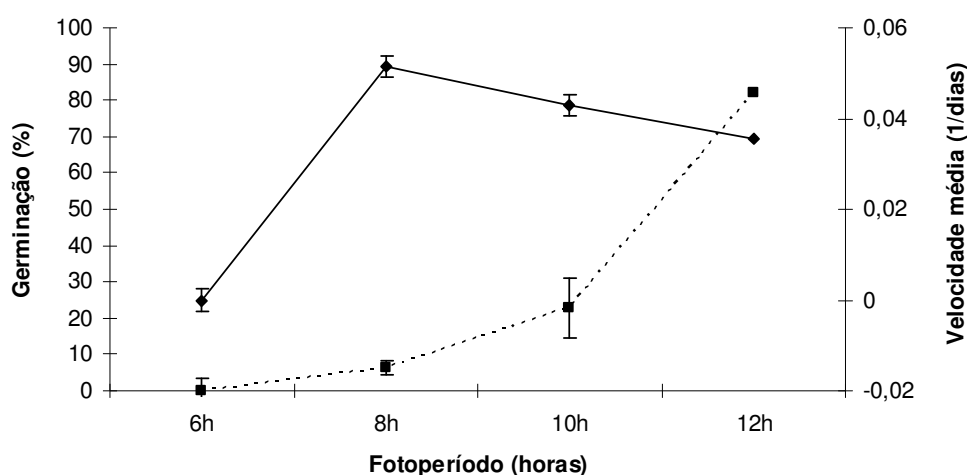


Figura 1. Efeito do fotoperíodo com luz de sombreamento associado à alternância de temperatura 20-30 °C, sobre a porcentagem e a velocidade média da germinação de sementes de *Miconia theaezans*. Onde (---) corresponde a porcentagem de germinação e (—) corresponde a velocidade média. Pontos representam valores médios e barras o desvio padrão das médias ($P \leq 0,05$).

A sincronização da germinação está de acordo com estes resultados (Tabela 1), pois segundo Santana & Ranal (2004), pequenos valores deste índice indicam um alto grau de sincronização, sendo que este índice não se baseia no número total de sementes germinadas, mas sim na velocidade média da germinação.

Tabela 1. Índice de Sincronização da germinação de sementes de *Miconia theaezans* sob fotoperíodos com luz de sombreamento e alternância de temperaturas entre 20-30 °C.

Fotoperíodo com "Luz de Sombreamento" (h)	Índice de Sincronização (Ē) ± desvio padrão
4	-
6	-
8	1,45 ± 0,968 ^b
10	3,17 ± 0,285 ^a
12	3,10 ± 0,544 ^a

Valores médios ± desvio padrão, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem ao nível de $\alpha = 0,05$.

O aumento dos valores da razão V:VE induziu um aumento da porcentagem de germinação (Figura 2) evidenciando o efeito promotor da germinação pela luz vermelha. Para $\phi = 0,42$ e $\phi = 0,54$ as porcentagens de germinação foram superiores a 80% e não houve diferença estatística entre estes dois fotoequilíbrios do fitocromo. Para $\phi = 0,10$ e $\phi = 0,24$, que correspondem a um ambiente

sombreado na natureza, as porcentagens de germinação foram inferiores a 50% e também entre estes dois fotoequilíbrios não houve diferenças estatísticas.

A velocidade média não diferiu estatisticamente entre os fotoequilíbrios testados e observou-se que entre o início e o término da germinação transcorreram aproximadamente 20 dias. Nos fotoequilíbrios mais baixos ($\varphi = 0,10$ e $\varphi = 0,24$) os valores de índice de sincronização foram mais altos indicando uma germinação menos sincronizada. Não houve diferença estatística entre os valores deste índice (Tabela 2).

Tabela 2. Influência do fotoequilíbrio do fitocromo sobre a germinação, velocidade média e índice de sincronização sementes de *Miconia theaezans*.

Fotoequilíbrio do Fitocromo (φ)	Germinação (%)	Velocidade Média (por dia)	Índice de Sincronização (\bar{E})
0,10	48,0±3,0 ^b	0,07±0,005 ^a	1,10 ± 0,16 ^a
0,24	48,0±10,0 ^b	0,075±0,003 ^a	0,76 ± 0,13 ^b
0,42	80,0±9,0 ^a	0,078±0,005 ^a	0,32 ± 0,055 ^c
0,54	85,0±9,0 ^a	0,08±0,005 ^a	0,18 ± 0,09 ^c

Valores médios ± erro padrão, médias seguidas pelas letras diferentes diferem ao nível de $\alpha = 0,05$.

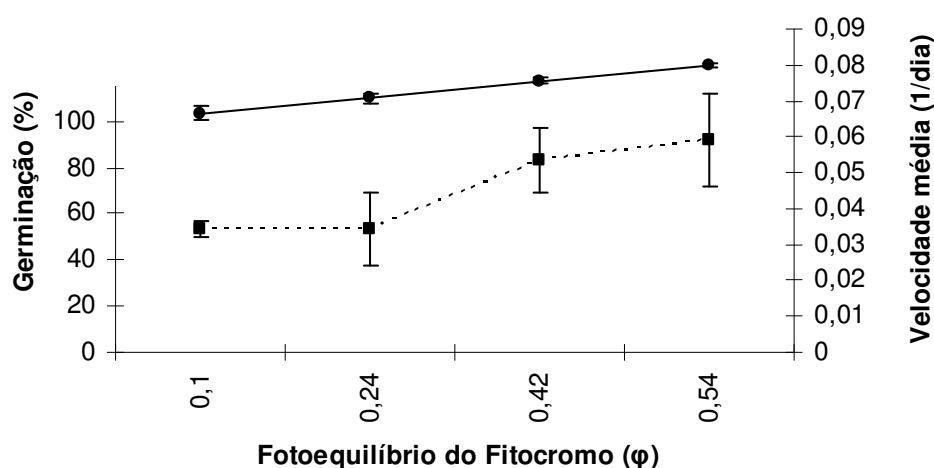


Figura 2. Efeito do fotoequilíbrio do fitocromo sobre a porcentagem e a velocidade média da germinação de *Miconia theaezans*. Curva realizada a 25°C e luz branca contínua. (---) porcentagem de germinação e (—) velocidade média. Os pontos representam os valores médios e as barras o desvio padrão das médias ($P \leq 0,05$).

Em sementes da espécie pioneira, *Leptospermum scoparium* Forst. & Forst. (Herron *et al.* 2000), a germinação foi promovida pela luz vermelha e inibida quando a luz vermelha foi seguida por uma exposição à luz vermelho-extremo. A razão V:VE

da fonte de luz vermelho-extremo que reverteu o efeito da luz vermelha sobre a germinação foi de aproximadamente 0,06 e, de acordo com Smith (1994), este valor se aproxima do valor encontrado na sombra do dossel.

Dependendo dos valores do fotoequilíbrio do fitocromo estabelecidos, a germinação pode ser promovida ou inibida (Pons 1992, Bewley & Black 1994). Vários autores têm relatado o efeito inibidor ou promotor da germinação causados pela variação nas razões V:VE como por exemplo, Kyereh *et al.* (1999) para *Musanga cecropioides* R. Br. ex Tedlie e Souza & Válio (2001) para *Solanum granuloso-leprosum* Dunal, *Trema micrantha* (L.) Blume e *Cecropia pachystachya* Trécul e Godoi & Takaki (2004) para *Cecropia hololeuca* Miq..

Considerando que a percepção da razão V:VE é atribuída ao fitocromo B (TAKAKI 2001), o aumento da germinação induzido pelo aumento do fotoequilíbrio do fitocromo, indica a presença do fitocromo B nas sementes de *M. theaezans* controlando o processo de germinação.

Através da curva de fluência-resposta avaliou-se a saturação da ação do fitocromo sobre a germinação das sementes de *M. theaezans*. Estas sementes apresentaram aumentos da porcentagem da germinação que acompanharam os aumentos da irradiância (Figura 3). Sob $1 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a porcentagem de germinação foi de apenas 2,12%, já sob irradiância de $30,8 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a porcentagem foi de 79,7%. Estes resultados indicam que esta espécie possui sementes capazes de permanecerem dormentes no solo sob a sombra da floresta e que para promover a germinação de mais de 50% das sementes, são necessárias irradiâncias superiores a $10,6 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Houve diferença estatística entre todas as irradiâncias. Os valores de velocidade média diferiram estatisticamente, mas nas irradiâncias de $19 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $30,8 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ o tempo médio foi inferior em relação as demais. Os valores dos índices de sincronização (Tabela 3) foram altos em todos os tratamentos, com exceção do valor obtido na irradiância de $1 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Nesta irradiância, embora a velocidade tenha sido alta, apenas 2,12% das sementes germinaram.

Godoi & Takaki (2005), estudando a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de *Cecropia glaziovi* Snethl., uma espécie pioneira, relataram que estas sementes apresentaram alta sensibilidade à luz uma vez que sob a fluência de $0,48 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, 62% das sementes germinaram.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram a influência da qualidade e da quantidade de luz na germinação de sementes de *Miconia theaezans*. As sementes desta espécie não germinaram na ausência total de luz e em fotoperíodos com luz de sombreamento inferiores a 8 horas. Altas porcentagens de germinação e velocidade média relativamente baixa foram observadas apenas no fotoperíodo de 12 horas. Neste fotoperíodo, os 15 minutos de luz vermelho-extremo não foram suficientes para reverter o efeito promotor do Fve sobre a germinação.

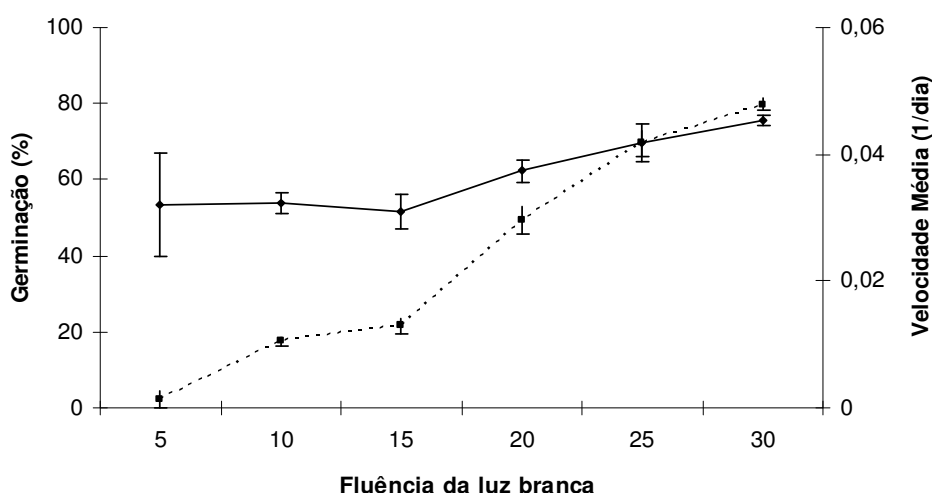


Figura 3. Efeito de diferentes fluências ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) sobre a porcentagem e a velocidade média da germinação de *Miconia theaezans*. Curva de fluência-resposta sob temperatura constante de 27,5 °C e fotoperíodo de 6 horas de luz branca. (---) porcentagem de germinação e (—) velocidade média. Os pontos representam valores médios e as barras o desvio padrão das médias ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Índice de Sincronização da germinação de sementes de *Miconia theaezans* sob diferentes fluências da luz branca.

Fluência da Luz Branca ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Índice de Sincronização (\bar{E}) \pm desvio padrão
0,98	1,17 \pm 0,962 ^e
3,12	4,15 \pm 0,110b ^c
5,86	3,95 \pm 0,101 ^d
10,6	4,30 \pm 0,112 ^{ab}
19,0	4,08 \pm 0,225 ^{ac}
30,8	3,82 \pm 0,077 ^d

Valores médios \pm desvio padrão, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem ao nível de $\alpha = 0,05$.

Todos os fotoequilíbrios (ϕ) testados promoveram boas porcentagens de germinação, embora esteja claro que o aumento destes valores acompanhou os aumentos do fotoequilíbrio, já que fluências maiores levaram ao aumento nos valores de porcentagem da germinação.

CONCLUSÃO

Sementes de *Miconia theaezans* apresentaram dependência da luz para a germinação sendo hábeis para germinar em ambientes de clareiras grandes que recebam entre 10 e 12 horas diárias de luz solar direta. No entanto, germinam em

condições luminosas como aquelas encontradas sob o dossel, desde que as razões V:VE não sejam muito baixas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu suportes financeiros do CNPq e da FAPESP.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-NETO, J.C., AGUIAR, I.B. & FERREIRA, V.M. 2003. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. *Revta. Brasil. de Bot.*, v.26, n.2, p.249-256.
- AMARAL-BAROLI, A. & TAKAKI, M. 2001. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. *Braz. Arch. Biol. Technol.* v. 44, p.121-124.
- BANCO DE DADOS TROPICAIS. 2007. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (MELASTOMATACEAE) no estado de São Paulo: Chave de identificação. <http://www.bdt.fat.org.br/chave/miconia/database> (último acesso em março/2007)
- BARBOSA, J.M., BARBOSA, L.M. & PINTO, M.M. 1985. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento sobre a germinação de sementes de quatro espécies nativas. *Ecosistema*, v. 10, p.46-54.
- BEWLEY, J.B. & BLACK, M. 1994. *Seeds, Physiology of Development and Germination*, 2 ed. Plenum Press, New York.
- GODOI, S. & TAKAKI, M. 2004. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Micq. (Cecropiaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.47, n.2, p.185-191.
- GODOI, S. & TAKAKI, M. 2005. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. *Rev. Bras. Sementes*, v.27, n.2, p.87-90.
- GODOI, S. & TAKAKI, M. 2007. Seed germination in *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 50, n. 4, p. 571-578.
- GOMES, V. & FERNANDES, G.W. 2002. Germinação de sementes de *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). *Acta Bot. Bras.* v.16, p.421-427.
- GONZÁLEZ, E.J. 1991. Recolección y germinacion de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical *Rev. Biol. Trop.* v.39, n.1, p.47-51.
- HERRON, H., CLEMENS, J. & GREER, D.H. 2000. Contrasting seed germination responses to red and far-red light in *Leptospermum scoparium* and *Meliclytus ramiflorus*. *Aust. J. Plant Physiol.* v.27, p.1069-1076.
- KYEREH B., SWAINE, M.D. & THOMPSON, J. 1999. Effect of light on the germination of forest trees in Ghana. *Journal of Ecology*, v.87, p.772-783.

- LABOURIAU, L.G. & AGUDO, M. 1987. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. An. Acad. Bras. Ciênc. v.59, p.37-56.
- LEITE, I.T.A. & TAKAKI, M. 2001. Phytochrome and temperature control of seed germination in *Muntingia calabura* L. (Elaeocarpaceae). Braz. Arch. Biol. Technol. v.44, p. 297-302.
- MANCINELLI, A.L. 1994. The physiology of phytochrome action. In: Photomorphogenesis in Plants. (R.E. KENDRICK & G.H.M. KRONENBERG eds.). 2 ed. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, p.211-269.
- PONS, T.L. 1992. The ecology of the regeneration in plant communities In: Seed responses to light (M. FENNER ed.). CAB International, Melksham, p.259-284,
- ROMERO, R & MARTINS, A.B. 2002. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. Revta Brasil. de Bot. v. 25, p.19-24.
- SANTANA, D.G; RANAL, M.A. 2004. Análise estatística na germinação. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 12 (edição especial), p. 205-237.
- SMITH, H. 1994. Sensing the light environment: the functions of the phytochrome family. In: Photomorphogenesis in Plants. 2 ed. (R.E. Kendrick and G.H.M. Kronenberg eds.) Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, p.377-416.
- SOUZA, R.P. & VÁLIO, I.F.M. 2001. Seed size, seed germination and seedling survival of brazilian tropical tree species differing in successional status. Biotropica v.33, p.447-457.
- SUGAHARA, V.Y. & TAKAKI, M. 2004. Effect of light and temperature on seed germination in guava (*Psidium guajava* L. Myrtaceae). Seed Science and Technology, v.32, n.3, p.759-764.
- TAKAKI, M. 2001. New proposal of classification of seeds by forms of phytochrome instead of photoblastism. Rev. Bras. Fisiol. Veg. v.13 p.103-107.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, 1993. A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. Ann. Review in Ecology and Systematics. v.24, p.69-87.
- ZAIA, J.E. & TAKAKI, M. 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). Acta Bot. Bras. v.12, p.221-229.
- ZAR, J.H. 1999. Bioestatistical Analyses. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.

