

**ESTUDO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tibouchina mutabilis*
(Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)**

EDSON SIMÃO

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de Rio Claro, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas (área de
Concentração: Biologia Vegetal).

RIO CLARO
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro de 2005

**ESTUDO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tibouchina mutabilis*
(Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)**

EDSON SIMÃO

Orientador: MASSANORI TAKAKI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (área de Concentração: Biologia Vegetal).

RIO CLARO

Estado de São Paulo – Brasil

Dezembro de 2005

ÍNDICE

	Página
Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos	iii
Dedicatória	iv
INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA	1
REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO 1. Influência da temperatura na germinação de sementes de <i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. (Melastomataceae)	17
Resumo	18
Abstract	18
Introdução	19
Material e métodos	21
Resultados e discussão	22
Conclusão	27
Referências	28
CAPÍTULO 2. Germinação de sementes de <i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. (Melastomataceae) sob diferentes condições de luz	31
Resumo	32
Abstract	32
Introdução	33
Material e métodos	35
Resultados	37
Discussão	45
Conclusão	48
Referências	49
CAPÍTULO 3. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de <i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. (Melastomataceae)	52
Resumo	53
Abstract	54
Introdução	54
Material e métodos	56
Resultados e Discussão	58
Conclusões	66
Referências	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69

ESTUDO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi conhecer os aspectos envolvidos na germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae), espécie característica da encosta úmida da Serra do Mar que ocorre do Rio de Janeiro até Santa Catarina na floresta pluvial da encosta Atlântica. De acordo com a literatura, a espécie é encontrada quase que exclusivamente na mata secundária, onde chega por vezes constituir-se na espécie dominante. Os parâmetros analisados foram: porcentagem final de germinação, velocidade média, o tempo médio e o índice de sincronização e, para maturação, também foi analisada a morfologia do embrião. Foi analisado o efeito de diferentes temperaturas sob luz branca contínua ($32,85 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de 10 °C a 40 °C com intervalo de 5 °C, temperaturas alternadas de 15-20; 15-25; 15-30; 15-35; 20-25; 20-30; 20-35; 25-30; 25-35 e 30-35 °C sob fotoperíodo de 12 horas, fotoperíodos de 0 a 12 h com intervalo de 2 h, determinamos a curva de fluência resposta para a luz fluorescente branca sob temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, a influência do fotoequilíbrio teórico do fitocromo sobre a indução da germinação a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, o efeito do tempo de embebição na sensibilidade das sementes a luz e, estágios de desenvolvimento, 7, 14, 21, 28 dias pós-antese. O controle para cada tratamento foi feito através da manutenção das sementes em escuro contínuo. A faixa ótima de temperatura que proporcionaram os melhores valores de porcentagem e velocidade de germinação foi de 25 a 30°C e na alternância de temperaturas, sob fotoperíodo de 12 horas foi de 20-25°C. As sementes foram sensíveis a luz germinando preferencialmente sob fotoperíodos longos 8 a 12 horas, sendo a quantidade da luz fornecida determinante na velocidade de germinação, enquanto que a qualidade da luz influenciou as porcentagens finais de germinação, que foi maior nas condições de fotoequilíbrio do fitocromo altos. As sementes embebem no escuro, mas não germinaram na ausência de um período mínimo de 96h de luz. A capacidade germinativa ocorreu com 14 dias pós-antese e a máxima germinação foi atingida aos 21 dias. Observou-se que o melhor indicador de maturação fisiológica para a espécie é o início da abertura natural das cápsulas. Estas características apresentadas indicam que *T. mutabilis* é uma espécie com características típicas de pioneira.

Palavras-chave: Melastomataceae, germinação, luz, fitocromo, *Tibouchina mutabilis*

Abstract

STUDY OF THE SEED GERMINATION OF *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)

The objective of this work was to know the aspects involved in seed germination *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae), feature species of Serra do Mar, occurring from Rio de Janeiro to Santa Catarina, Brazil in Atlantic Forest. The species is found mostly in secondary forest sometimes consisting the dominant species. It was analyzed the final percentage of germination, mean germination rate and daily relative frequency and the synchronization index; It was analyzed the morphology of the embryo and germination capacity during maturation. Seeds were exposed to constant temperatures from under white light ($32.85 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) continual from 10 °C to 40 °C with intervals of 5°C; alternating temperature 15-20; 15-25; 15-30; 15-35; 20-25; 20-30; 20-35; 25-30; 25-35 and 30-35 °C under photoperiod of 12 of hours of white light, photoperiod of 0 to 12 h with intervals of 2 h, curve of fluence response at $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, effect of phytochrome photoequilibrium, at $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, the effect of the time of imbibition under light and darkness on the sensibility of seeds to light and, stages of development 7, 14, 21, 28 days after the anthesis. The range of optimum temperature to germination was of 25 to 30°C and in the alternating temperature of 20-25°C. The seeds of *T. mutabilis* were sensitivity to the light, the germination happened preferentially under long photoperiod of 8 to 12h, increase in the light fluence increase the germination rate and increase in the photoequilibrium of phytochrome increase the final percentage germination. The seeds of the *T. mutabilis* imbibed in darkness, but did not germinate on absence of a minimum period of light 96 hours. The germination capacity appeared in 14 days stage of development, whose embryo in some seeds were partially developed, and the maximum germination capacity was reached in 21 days stage, whose embryo full up the capsule. The best indicator of physiological maturation to this specie is natural open beginning of the capsule. The results showed that *T. mutabilis* is a pioneer, absolute positive photoblastic specie.

Key words: Melastomataceae, germination, light, phytochrome, *Tibouchina mutabilis*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais, Sebastião e Guiomar, e irmãos, Edivar, Joel, Zélia, Célia, Selma, Rosana, Janete, Adriana e Elisangela, por todo amor, carinho, apoio, incentivo e compreensão pelos os momentos ausentes.

Ao Prof. Dr. Massanori Takaki, pela orientação, amizade e paciência.

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida.

Aos professores do departamento de Botânica, pelo ensinamento.

Aos funcionários da seção de pós-graduação, biblioteca e do departamento de botânica, pelo apoio e paciência.

À Adriana, por todo amor, carinho, companheirismo, amizade, incentivo e pela participação como co-autora de um dos capítulos deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Fotomorfogênese de plantas, Alexandre, Daniela, Fábio, Guilherme e Priscilla, pela colaboração e agradável convivência.

Aos amigos de graduação, Ana Carolina, Carla, Denis, Fabiana, Milena, Priscila e Rogério, e a todos os amigos que sempre me deram força e incentivo.

Aos amigos da pós-graduação, em especial, aqueles que me acolheram em Rio Claro: Aloysio, Tutti, Renata, Guilherme, Luciana, Ursulla, Fábio e Daniela.

Muito obrigado!

**Aos meus pais, Sebastião e Guiomar e a todos,
aos meus irmãos, com todo carinho, dedico.**

Introdução e Revisão da Literatura

A família Melastomataceae, com cerca de 155 gêneros e 4500 espécies em todo mundo, é a maior família dentro da ordem Myrtales (RENNER, 2004). No Brasil é a sexta maior família de Angiospermas com 68 gêneros e mais de 1500 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, e muito comumente arbóreas, e mais raramente trepadeiras e epífitas, que permitem a ocupação de ambientes distintos e diversificados (ROMERO & MARTINS, 2002). No Brasil, o gênero *Tibouchina* juntamente com *Miconia* e *Leandra* são os mais representativos. O gênero *Tibouchina* está distribuído principalmente em regiões tropicais e subtropicais da América e incluem aproximadamente 350 espécies (PERALTA, 2002).

T. mutabilis é uma espécie característica da encosta úmida da Serra do Mar e ocorre do Rio de Janeiro até Santa Catarina na floresta pluvial da encosta Atlântica. É encontrada quase que exclusivamente na mata secundária, onde chega por vezes constituir-se na espécie dominante (LORENZI, 1992). Provavelmente constitui uma das espécies com maior representatividade de sementes no banco de sementes do solo destas áreas.

A família apresenta alto valor de importância em florestas tropicais com várias espécies pioneiras compondo o banco de sementes do solo (VÁSQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1984; TABARELLI & MANTOVANI, 1999; LIEBSCH & ACRA, 2004), suas sementes de modo geral são pequenas e numerosas.

Espécies que ocorrem enterradas no banco de sementes, via de regra, são pequenas com a vantagem adaptativa de sofrer menor pressão de predação e a maior facilidade de incorporação ao estoque do solo (OROSCO-SEGOVIA et al., 1993). Sementes grandes são raras no banco (FOSTER, 1986) devido à pequena viabilidade de diásporos maiores, além de outros fatores limitantes como a pressão de predação acentuada, à maior vulnerabilidade ao ataque de fungos, além da maior dificuldade física para o seu enterramento (TABARELLI & MANTOVANI, 1999).

O banco de sementes do solo de florestas tropicais está envolvido no estabelecimento de espécies iniciais de sucessão e na restauração da riqueza de espécies

lenhosas, após perturbações naturais e antrópicas (TABARELLI & MANTOVANI, 1999; BAIDER et al., 1999; BAIDER et al., 2001). Os autores destacam a grande representatividade da família Melastomataceae no banco de sementes em Floresta Atlântica Montana com muitos indivíduos incluindo *T. mutabilis*.

As sementes presentes no banco de sementes geralmente são fotoblásticas positivas. Sementes com estas características de dependência da luz encontram dificuldade para germinar sob o dossel da vegetação, necessitando de aberturas naturais ou antrópicas da cobertura vegetal que resultem em clareiras grandes proporcionando longos períodos de luz (VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1987).

A quantidade e principalmente a qualidade da luz que chega ao solo sob dossel é alterada pelas propriedades ópticas das folhas (LEE et al., 1996), alterando a razão V:VE. O fato da clorofila absorver luz mais efetivamente na região do vermelho do que na região do vermelho extremo faz com que a luz filtrada pela copa das árvores possua baixa razão V:VE (KRONENBERG & KENDRICK, 1986), sendo esta razão influenciada diretamente pelo tipo de cobertura vegetal e pela densidade das copas.

Deste modo, as clareiras são fundamentais para a regeneração de muitas plantas com sementes principalmente de espécies pioneiras, onde a sombra e outros fatores podem limitar o crescimento e reduzir a sobrevivência das plantas jovens (GRUBB, 1977; BAZZAZ, 1984; VÁLIO & SCARPA, 2001). A abertura de clareiras tende a balancear a relação V:VE da luz que chega ao solo sob dossel (VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1986).

A germinação de espécies fotoblásticas positivas é estimulada pela luz com uma alta razão vermelho:vermelho extremo (V:VE) e reprimida pela luz com baixa razão V:VE (VÁZQUEZ-YANES & SMITH, 1982; VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1986; VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1990; VÁZQUES-YANES et al., 1990; OROSCO-SEGOVIA et al., 1993; VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA 1993).

A maioria dos processos biológicos influenciados pela luz ocorre na faixa de 400 a 800 nm. A principal fonte de energia para a fotossíntese é encontrada neste intervalo sendo que os efeitos desta faixa do espectro também são observados na fotomorfogênese, processo pelo qual a luz regula o desenvolvimento das plantas (KENDRICK & KRONENBERG, 1994).

O fitocromo presente nas plantas é o mediador de várias respostas nos vegetais constituindo-se de uma família de cromoproteínas com massa molecular de 125 KDa (KRETSCH et al., 2000). Estas cromoproteínas são fotorreceptores que traduzem os sinais de luz sendo capazes de se converter entre as formas ativa e inativa em resposta aos diferentes comprimentos de onda da luz (SMITH, 2000). O mesmo autor relata que esta conversão é usada para sincronizar o desenvolvimento das plantas de acordo com as condições de luminosidade do ambiente, influenciando diretamente em vários eventos do desenvolvimento das plantas tais como germinação, estabelecimento de plântulas, o próprio desenvolvimento de mecanismos fotossintéticos, a arquitetura vegetativa das plantas, o tempo de florescimento, tuberização, dormência, respostas de competição entre indivíduos próximos e a alocação de recurso pela raiz, caule, folha, estruturas reprodutivas e de reservas.

TAKAKI (2001) afirma que todas as sementes contêm fitocromo e que o termo fotoblastismo deve ser substituído pelas formas do fitocromo que controlam a germinação. Esta nova proposta de classificação aborda três classes distintas de sementes em relação ao fotoblastismo e modo de ação do fitocromo na germinação, onde semente fotoblástica positiva tem *fiB* atuando através da resposta de fluência baixa (RFB); sementes fotoblásticas negativas apresentam *fiA* controlando a germinação através da resposta de fluência alta (RIA) e quando o nível de fitocromo *fiB* pré-existente na forma ativa é suficiente para induzir a germinação no escuro e finalmente sementes insensíveis à luz onde *fiA* controla a germinação através da resposta de fluência muito baixa (RFMB).

A luz é um dos principais fatores controladores da germinação de sementes. As respostas das mesmas à luz podem controlar a escolha do momento de germinar, sendo um fator decisivo para a sobrevivência da plântula. O efeito da luz nas sementes depende do genótipo e dos fatores ambientais durante a ontogênese da semente, induzindo dormência ou promovendo a germinação (VÁLIO & SCARPA, 2001).

Várias espécies pioneiras possuem mecanismos que retardam ou restringem a germinação, dentre eles a luz é a mais comum podendo ser o principal fator que influencia a dormência de sementes (PONS, 1992). A luz embaixo do dossel é rica em luz vermelho extremo e pobre em luz vermelha (SMITH, 1982). Somente quando clareiras são formadas na vegetação as sementes sensíveis à luz podem germinar pela

alta razão V:VE estabelecida pela luz solar direta (FRANKLAND & POO, 1980). O que explica a ocorrência de espécies pioneiras por áreas abertas para seu estabelecimento (BROKAW, 1985 MARTÍNES-RAMOS & ALVAREZ-BUYLLA, 1986, OROSCO-SEGOVIA et al., 1993; OSUNKOYA, 1996). Os autores concordam que suas sementes germinam somente em condições de clareiras na floresta e apresentam um crescimento muito rápido.

MARTÍNES-RAMOS & ALVAREZ-BUYLLA (1986), estudando as síndromes de dispersão, dinâmica de clareiras e recrutamento de plântulas de *Cecropia obtusifolia* em Los Tuxtas, México, notaram que na floresta tropical úmida, a dinâmica das clareiras é fundamental para o recrutamento de espécies pioneiras, em especial *Cecropia obtusifolia*, que apesar de apresentar grande e constante chuva de sementes, a expectativa de vida das sementes é baixa, necessitando de sítios específicos para o recrutamento. O autor ainda relata em seu estudo, duas síndromes de dispersão em geral envolvendo espécies pioneiras (pioneira tolerante a sombra e persistente não tolerante a sombra). Segue dizendo que a ampla dispersão de sementes no tempo e no espaço por árvores pioneiras está associada ao recrutamento em clareiras grandes ($> 100\text{m}^2$) as quais não são freqüentes no tempo e no espaço. Estas características também foram observadas por OROSCO-SEGOVIA et al. (1993).

RAICH (1990), estudando a germinação de um amplo número de espécies em habitat diferentes, observou que a germinação varia significativamente nas áreas amostradas, com espécies indiferentes e outras que só colonizam clareiras, sendo o tamanho da clareira um fator determinante para a germinação, principalmente para espécies pioneiras. Estes requerimentos para a germinação realizam um importante papel na regeneração da floresta sob dossel, pequenas e grandes clareiras.

Folhas mortas no chão da floresta diminui a razão V:VE da luz que chega às sementes enterradas embaixo delas (VÁZQUES-YANES et al., 1990; VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1992) o que também explica a preferência de algumas espécies por tamanhos diferentes de clareiras.

PEARSON et al. (2003), investigando a relação entre o tamanho da semente e a relação V:VE para cinco espécies pioneiras neotropicais, abordando diferentes tamanhos de abertura de dossel, camada de serrapilheira e a espessura do solo, notaram que algumas espécies como *Miconia argentea* possuem um baixo limiar da razão V:VE

para germinar (0,12) enquanto outras como o gênero *Cecropia* e *Solanum hayessi* necessitaram de altos valores para a indução da germinação. Os autores sugerem que esta razão V:VE em condições de campo diminuem com o tamanho da abertura da clareira, mas não o suficiente para inibir a germinação de algumas espécies. No entanto, a cobertura de uma camada de folhas filtra a luz direta reduzindo a razão V:VE para 0,18 e 0,83 dependendo da espécie e da umidade das folhas.

Sementes pequenas de espécies fotoblásticas positivas conseguem germinar em uma grande extensão de micro-sítios, diferentemente de espécies de sementes grandes. Este baixo grau de discriminação pode estar associado com seu alto risco de mortalidade e por esta razão torna-se mais limitada sua persistência no banco de sementes do solo (PEARSON, 2003).

Espécies pioneiras neotropicais são diferenciadas em suas respostas para fluência e temperatura de acordo com o tamanho da semente, onde sementes pequenas respondem positivamente às condições de fluência requerida para germinação, enquanto que espécies pioneiras de sementes grandes respondem positivamente ao incremento na magnitude de flutuação de temperatura (PEARSON et al., 2002).

Espécies fotoblásticas utilizam luz como indicativo de condições adequadas para a germinação (PEARSON et al., 2003). Em muitas espécies de Melastomataceae, a luz parece ser o agente que estimula o processo germinativo das sementes (ANDRADE & PEREIRA, 1994). Os fatores luz, temperatura, umidade, tempo de estocagem e época de dispersão também influenciam diretamente na germinação (BARRERA & NOBEL, 2003).

Avaliando o efeito de diferentes temperaturas e condições de luz e escuro sobre a germinação de *Tibouchina moricardiana*, ANDRADE & PEREIRA (1994) descrevem a espécie como uma típica pioneira fotoblástica positiva dependente de vários dias de exposição à luz para alcançar a máxima germinação. Observam ainda que este evento não ocorre no escuro, sugerindo que a luz é o fator determinante para o início do processo de germinação uma vez que a temperatura não influenciou na germinação no escuro contínuo. Estas respostas também foram observadas em *Tibouchina pulchra* e *T. granulosa* (ZAIA & TAKAKI, 1998; FREITAS, 1998) e *T. sellowiana* (FREITAS, 1998).

RANIERI et al. (2003), testando várias temperaturas com fotoperíodo de 12 horas na germinação de duas espécies de Melastomataceae simpátricas e congênicas ocorrentes na Serra do Cipó (MG) pertencentes à micro-habitat distintos, notaram que estas diferenças influenciaram diretamente nas condições requeridas para a germinação de ambas as espécies, reforçando a idéia de que o histórico de vida da semente e da própria planta genitora está intimamente ligada às condições requeridas para germinação.

Os requerimentos para germinação podem estar associados à forma de vida de cada espécie, bem como ao ambiente onde está estabelecida (FLORES & BRIONES, 2001), também à distribuição geográfica ou origem filogenética da espécie (BENITEZ-RODRIGUEZ et al., 2004), às características da semente (ROJAS-ARÉCHIGA et al., 2001), ao histórico de vida da mesma e da própria planta genitora (RANIERI et al., 2003) e por fim as peculiaridades de cada espécie e também de cada amostra de sementes (BRADBEER, 1988).

VÁLIO & SCARPA (2001) estudando a germinação de oito espécies pioneiras tropicais demonstraram experimentalmente que em espécies pioneiras que apresentam fotoblatismo positivo não foi encontrada nenhuma relação entre porcentagem de germinação e amplitude de temperaturas, mas a baixa razão V:VE sob dossel parece ser o fator crucial que afeta a germinação.

A sensibilidade das sementes à luz é bastante variável, exercendo ou não influência na germinação (BORGES & RENA, 1993). Havendo sementes influenciadas positivamente ou negativamente bem como indiferentes. E estas respostas estão ligadas ao fitocromo (BORGES & RENA, 1993).

A maioria das espécies da família Melastomataceae estudadas são fotoblásticas positivas como *Miconia cinnamomifolia* (LEITE, 1998), *Rhexia mariana* (BASKIN et al., 1999), *Huberia semiserrata* (BRISCHI, 2000), *Miconia chamissois* (VÁLIO & SCARPA, 2001), *Miconia theaezans* (GODOI, 2002), *Lavoisiera cordata* e *L. francavillana* (RANIERI et al., 2003), *Miconia argentea* (PEARSON et al., 2003), *Miconia albicans* e *Miconia rubiginosa* (CARREIRA, 2004), *Marcetia taxifolia* (SILVEIRA et al., 2004), destacando o gênero *Tibouchina* (PINTO et al., 1983; BARBOSA et al., 1988; ANDRADE & PEREIRA, 1994; ANDRADE, 1995; ZAIA & TAKAKI, 1998; FREITAS, 1998; LOPES et al., 2005).

Os vários autores acima citam ainda que as sementes de *Tibouchina* são sensíveis à luz, não germinando no escuro e quando ocorre germinação no escuro, esta é baixa. Além disso, citam que mesmo em condições adequadas de luz, para algumas espécies, a porcentagem de germinação não ultrapassa 40%, refletindo a germinabilidade máxima devido ao grande número de sementes abortadas nos lotes amostrados. O aborto de sementes é comum em Melastomataceae (BAUMGRATZ, 1983). BARROSO et al. (1999) relataram a presença simultânea de dois tipos de sementes abortadas: aquelas atrofiadas e as morfológicamente bem formadas, mas sem embrião ambas com ausência de endosperma.

Os estudos relatados acima demonstram a importância dos fatores ambientais (luz, temperatura, umidade) na germinação de sementes. Estes fatores também estão envolvidos no desenvolvimento e maturação dos frutos e sementes (BEWLEY & BLACK, 1994; COPELAND & MCDONALD, 1995; CARDOSO, 2004). Deste modo, estudos que visam ao entendimento do processo reprodutivo das espécies tornam-se necessários, principalmente na questão de produção de sementes e mudas para reabilitação de áreas degradadas.

Determinações de padrões definidos de aspectos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e melhor época para colheita dos frutos e sementes e que resulte em boa qualidade e germinabilidade das sementes são discutidas em muitos trabalhos (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980; POPININGIS, 1985; CURVELLO et al., 1999; AMARAL et al., 1999; AMARAL et al., 2001; DAY, 2000; PEREIRA & MANTOVANI, 2001; AKHALKATSI & LÖSCH, 2005; NAKAGAWA et al., 2005; LOPES et al., 2005). Estes autores concordam que os aspectos fisiológicos, morfológicos e bioquímicos de frutos e sementes podem indicar a maturidade ideal e quando os frutos devem ser colhidos visando à obtenção de maiores percentuais de germinação e plantas resultantes vigorosas. E que nos processos de maturação fisiológica, as modificações do aspecto externo do fruto são visíveis e podem ser acompanhadas até a completa maturidade, podendo estar associada ou não à deiscência ou abscisão dos mesmos.

Após atingirem o ponto de maturidade fisiológica, as sementes tendem a desligar-se da planta (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980). Este ponto é obtido quando as sementes atingem o máximo de poder germinativo e vigor (POPININGIS,

1985). Existem determinações adicionais, tais como peso, densidade, matéria seca, tamanho e teor de umidade, que indicam esta maturidade (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

As determinações mais utilizadas têm sido o teor de umidade e o peso da matéria seca, sendo comprovado com sementes de *Bixa orellana* (AMARAL et al., 1999), *Tibouchina granulosa* (LOPES et al., 2005), *Mucuna aterrima* (NAKAGAWA et al., 2005), *Trigonella coerulea* (AKHALKATSI & LÖSCH, 2005). A coloração e o aspecto morfológico dos frutos são medidas práticas de avaliação, porém, não tão precisas (AMARAL et al., 1999).

Durante o processo de maturação ocorrem modificações bioquímicas, morfológicas e fisiológicas, que se iniciam com a fecundação do óvulo e cessam quando as sementes atingem sua máxima maturidade fisiológica (PEREIRA & MANTOVANI, 2001), com as sementes apresentando o máximo de poder germinativo e vigor (POPININGIS, 1985).

Tanto o fruto como as sementes, no início do processo de desenvolvimento, possuem alto teor de umidade, entre 70 e 80%, que tendem a decrescer com o desenvolvimento da semente, atingindo valor mínimo durante a maturidade fisiológica (POPININGIS, 1985; CURVELLO et al., 1999; AMARAL et al., 1999; AMARAL et al., 2001; DAY, 2000; LOPES et al., 2005; NAKAGAWA et al., 2005). Neste estágio estabelece-se o equilíbrio entre o teor de umidade relativa do ar e esse valor varia em função da espécie e das condições climáticas onde ocorre (PEREIRA & MANTOVANI, 2001; AKHALKATSI & LÖSCH, 2005).

Estudos de maturação e germinação de sementes demonstram a grande importância ecológica das espécies de Melastomataceae. Em especial o gênero *Tibouchina* em que as espécies apresentam grande potencial para fins paisagísticos e para recuperação de áreas degradadas. São capazes de desenvolverem em regiões alteradas por mineração, como *T. stenocarpa* (LORENZO et al., 1994), e em ambiente com altos níveis de poluição como *T. pulchra* (MAZZONI-VIVEIROS & TRUFEM, 2004). Nestas condições, podem ocorrer alterações na morfologia e desenvolvimento destas plantas (SZABO et al., 2003), podendo assim ser utilizadas como bioindicadoras de poluição (DOMINGOS et al., 2003).

Diante destas afirmações e sugestões relatadas por estes autores aqui citados e outros, muitos trabalhos ainda precisam ser desenvolvidos para o melhor entendimento da dinâmica das espécies em seu ambiente natural. Visando contribuir ao melhor conhecimento da dinâmica das espécies, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura, luz, e época de colheita dos frutos na germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn., disponibilizando dados que poderão auxiliar na conservação e recomposição da paisagem e na elaboração de novos estudos envolvendo as várias estratégias adaptativas das espécies dentro da comunidade de plantas.

REFERÊNCIAS

- AKHALKATSI, M.; LÖSCH, R. Water limitation effect on seed development and germination in *Trigonella coerulea* (Fabaceae). **Flora**, Jena, v. 200, p. 493-501, 2005.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. – Bixaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 125-132, 2001.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 3, p. 273-285, 2000.
- 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**, Brasília, v. 17, n.1, p. 29-35, 1995.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Tibouchina moricandiana* (DC) Baill. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 231-239, 1994.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 35-44, 2001.
- BARBOSA, J. M.; BARBOSA, L. M.; PINTO, M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito do substrato, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de quaresmeira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 69-77, 1988.
- BARRERA, E.; NOBEL, P. S. Physiological ecology of germination for the columnar cactus *stenocerus queretaroensis*. **Journal of Arid Environments**, London, v. 53, n. 3, p. 297-306, 2003.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO A. L.; ICHASO, C. L. F. 1999. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, UFV, 199. pp. 235.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; CHESTER, E. W. Seed dormancy and germination in *Rhexia mariana* Var. interior (Melastomataceae) and eco-evolutionary implications. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.77, n. 4, p. 488- 493, 1999.

BAZZAZ, F. A., Dynamics of wet tropical forest and their species strategies. In: MEDINA, E.; MOONEY A. H.; VÁZQUEZ-YANES, C. (ed). **Physiological ecology of plants in the tropics**. Boston: JK Publishers, p. 233-44, 1984.

BENITEZ-RODRIGUEZ, J. L.; OROSCO-SEGOVIA, A.; ROJAS ARÉCHIGA, M. Light effect on seed germination of four *Mammillaria* species from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, central México. **Southwestern Naturalist**, SOUTHWEST, v. 49, n. 1, p. 11-17, 2004.

BEWLEY, J. D., BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BORGES, E. E.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRAETES, 1993. p. 83-136.

BRADBEER, J.W. **Seed dormancy and germination**. London: Blackie Academic & Professional, 1988. 146p.

BRISCH A. A. **Efeito da luz e temperatura na germinação de sementes de *Huberia semiserrata* Dc. (Melastomataceae)**. 2000. 115f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)- Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

BROKAW, N. V. L., 1985, Gap-phase regeneration in a tropical forest. **Ecology**, Tempe, v. 66, n.3, p. 682-687, 1985.

BUMGRATZ, J. F. A. Morfologia dos frutos e sementes de melastomátáceas brasileiras, **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. v.27, 113-155, 1983.

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In. KERBAURY, G. B. (Ed). **Fisiologia vegetal**. 1.ed. Rio de Janeiro, 2004, p. 386-408.

CARREIRA, R. C. **Germinação em sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., Melastomataceae, do cerrado de Mogi Guaçu, SP**. 2004. 143f Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2004.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**. Ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill. 1980, 326p.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Seed Science and Technology**. 3Ed. Chapman & hall, New York, 1995, 409 p.

CORVELLO, W. B. V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S. T. maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 23-27, 1999.

DAY, J. S.; Development and maturation of sesame seeds and capsules. **Field Crops Research**, Amsterdam v. 67, n. 1, p. 1-9, 2000.

DOMINGOS, M.; A. KLUMPP, A.; RINALDI, M. C. S.; MODESTO, I. F.; KLUMPP, G.; DELITTI, W. B. C. Combined effects of air and soil pollution by fluoride emissions on *Tibouchina pulchra* Cogn., at Cubatão, SP Brazil, and their relations with aluminium. **Plant and Soil**, v. 249, n. 2, p. 297–308, 2003.

FLORES, J.; BRIONES, O. Plant life-form and germination in a Mexican inter-tropical desert: effects of soil water potential and temperature. **Journal of Arid Environments**, London, v. 47, n. 4, p. 485-497, 2001.

FOSTER, S. A. On adaptative value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. **Botanical Review**, Bronx, v. 52, n. 3, p. 260-269, 1986.

FRANKLAND, B.; POO, W. K. Phytochrome controls of seed germination in relation to natural shading. In: DE GREEF J. (ed) **Photoreceptors and plant development**. Antwerpen. 1980. p. 428-456.

FREITAS, N. P. **Análise do efeito da luz na germinação de sementes de *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina sellowiana* Cogn. (Melastomataceae)**. 1998. 88f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

GODOI, S. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Miconia theaezans* (BONPL.) Cogniaux (Melastomataceae)**. 2002. 77f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

GRUBB, P.J. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biology Reviews**, v. 52, 107–145, 1977.

KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G. H. M. **Photomorphogenesis in plants**. 2.ed. The Kluwer Academic Publishers.1994. 828p.

KRONENBERG, G. H. M.; KENDRICK, R. E. The physiology of action. In: KENDRICK, R.E.; KRONENBERG, G.H.M. (Ed.). **Photomorphogenesis in plants**. 1.ed. The Netherlands: The Martinus Nijhoff Publishers, 1986. p.99-114.

KRETSCH, T.; POPPE, C.; SCHAFER, E. A new type of mutation in the plant photoreceptor phytochrome B causes loss of photoreversibility and an extremely enhanced light sensitivity. **Plant Journal**, Oxford, v. 22, n. 3, p. 177-186, 2000.

LEE, D.W.; BASKARAN, K.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Irradiance and spectral quality affect asian tropical rain forest tree seedling development. **Ecology**, v. 77, n. 2, p. 568-580, 1996.

LEITE, I. T. A. **Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (D.c.) Naud. Melastomataceae.** 1998. 98f Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Rio Claro, 1998.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 67-76, 2004.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 811-816, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** São Paulo: Plantarum, 1992, 382p.

LORENZO, J. S.; GRIFFITH, J. J.; JUCHSCH, I.; SOUZA, A. L.; REIS, M. G. F.; VALE, A. B. A fitossociologia para recuperar área de lavra. **Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 26-33, 1994.

MARTÍNES-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLLA, E. Seed dispersal, gap dynamics and tree recruitment: the case of *Cecropia obtusifolia* at Los Tuxtlas, México. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (eds.), **Frugivores and seed dispersal.** Dr W. Junk publishers, Dordrecht. 1986, p.333-346.

MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; TRUFEM, S. F.B. Efeitos da poluição aérea e edáfica no sistema radicular de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) em área de Mata Atlântica: associações micorrízicas e morfologia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 337-348, 2004.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZUCARELI, C. Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 45-53, 2005.

OROSCO-SEGOVIA, A., SANCHEZ-CORONADO, M. E.; VÁZQUEZ-YANES, C. Light environment and phytochromecontrolled germination in *Piper auritum*. **Functional Ecology**, Oxford, v.7, p.585–590, 1993.

OSUNKOYA, O. O. Light requirements for regeneration in tropical Forest plants: Taxon-level and ecological attribute effects. **Australian Journal of Ecology**, v. 21, n. 4, p. 429-441, 1996.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D. F. R. P., MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. **Ecology**, Tempe v. 83, n. 10, p. 2798–2807, 2002.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D. F. R. P.; MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Functional significance of photoblastic germination in neotropical pioneer trees: a seed's eye view. **Functional Ecology**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 394-402, 2003.

PERALTA, P. Las especies del género *Tibouchina* (Melastomataceae) en Argentina. **Darwiniana**, v. 40 n. 1-4, p. 107-120, 2002.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. Na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 335-348, 2001.

PINTO, M. M.; BARBOSA, J. M.; SILVEIRA, R. B. A. Contribuição à caracterização cultural de *Tibouchina folthergillae* Cogn. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais**. Rio de Janeiro, p. 179- 186, 1983.

PONS, T. L. Seed responses to light. In: FENNER, M. (ed). **Seeds: The ecology of the regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB international, 1992. p.259-284.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1985, 289p.

RAICH, J. W. Effects of canopy openings on tree seed germination in a Malasian dipterocarp forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 6, n. 2, p. 203-217, 1990.

RANIERI, B. D.; LANA, T. C.; NEGREIROS, D.; ARAÚJO, L. M.; FERNANDES, G. W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre v. 17, n. 4, p. 523-530, 2003.

RENNER, S. S. **Melastomataceae (Black Mouth Family)** In: SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. WM.; HEALD, S. V. (eds) Flowering plants of the neotropics. The New York Botanical Garden, published by Princeton University Press, 2004, p. 240-243.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; CASA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. **Journal of Arid Environments**, London, v. 49, n. 2, p. 279-287, 2001.

ROMERO, R.; MARTINS, A. B. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p.19-24. 2002.

SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 847-851, 2004.

SMITH, H. Light quality, photoperception and plant strategy. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.33, p. 481-518, 1982.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants – an emerging synthesis. **Nature**, London, v. 407, n. 6804, p. 585–591. 2000.

SZABO, A. V.; DOMINGOS, M.; RINALDI, M. C. S.; DELITTI, W. B. C. Acúmulo foliar de enxofre e suas relações com alterações no crescimento de plantas jovens de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) expostas nas proximidades do polo industrial de Cubatão, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p.379-390, 2003.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza da floresta Atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil).**Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 217-223, 1999.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 1 p. 103-107, 2001.

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

VAZQUEZ-YANES C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Fisiologia ecologica de las semillas de arboles de la selva tropical. **Ciência**, México, v. 35, p. 191-201, 1984.

VÁZQUEZ-YANES, C., OROSCO-SEGOVIA, A., RINCON, E., SANCHEZ-CORONADO, M.E., HUANTE, R., TOLEDO, J.R.; BARRADAS, U.L. Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. **Ecology**, Tempe v. 71, n. 5, p. 1952–1958, 1990.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**, Berlin, v. 83, n. 2, p.171–175, 1990.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Effects of litter from a tropical rain forest on tree seed germination and establishment under controlled conditions. **Tree Physiology**, Victoria, v. 11, p. 391-400, 1992.

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

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Light gap detection by the photoblastic seeds of *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum*. Two tropical rain forest trees. *Biologia Plantarum*, Prague, v. 29, p. 234-236, 1987.

VÁZQUEZ-YANES C.; OROSCO-SEGOVIA A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 69-87, 1993.

VÁZQUEZ-YANES, C., OROSCO-SEGOVIA, A. Dispersal of seeds by animals: effect on light controlled dormancy in *Cecropia obtusifolia*. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (eds.), **Frugivores and seed dispersal**. Dr W. Junk publishers, Dordrecht. 1986, p.71-77.

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

CAPÍTULO 1**A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Tibouchina mutabilis (Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)**

A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)

Resumo

Objetivando-se conhecer os aspectos envolvidos na germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae) foi avaliado o efeito de diferentes temperaturas constantes sob luz branca contínua ($32,85 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), 10 °C a 40 °C, com intervalo de 5 °C e temperaturas alternadas (15-20; 15-25; 15-30; 15-35; 20-25; 20-30; 20-35; 25-30; 25-35 e 30-35 °C) sob fotoperíodo de 12 horas de luz branca. Os tratamentos foram mantidos em estufas incubadoras para B.O.D. ou germinadores, com luz branca fluorescente (15 W), com temperatura e fotoperíodo ajustáveis. Os parâmetros analisados foram: porcentagem final de germinação, velocidade média, o tempo médio e o índice de sincronização. As sementes de *T. mutabilis* requerem luz para germinar, sendo nula a germinação no escuro. Deste modo, a temperatura não influencia a germinação desta espécie como um fator isolado, mas em associação com a luz a temperatura potencializa a germinação. A faixa ótima de temperatura para germinação foi de 25 a 30°C (76,7 % e 61,4 % de germinação, respectivamente), e na alternância de temperaturas de 20-25°C (67,2 % de germinação). Estas características apresentadas corroboram que *T. mutabilis* é uma espécie pioneira fotoblástica positiva absoluta e que sua germinação é potencializada pela temperatura, e que as alternâncias diárias de temperatura não alteram a sensibilidade da semente à luz.

Palavras-chave: Melastomataceae, germinação, luz, fitocromo, *Tibouchina mutabilis*

Abstract

The influence of temperature on seed germination of *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae)

The objective of this work was to evaluate the effect of light and temperature on the germination of seeds of *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). It was analyzed by isothermic incubations under continuous white light ($32,85 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), 10 °C to 40 °C, with intervals of 5 °C, and alternating temperatures (15-20; 15-25; 15-30; 15-35; 20-25; 20-30; 20-35; 25-30; 25-35 and 30-35 °C) with photoperiod of 12

hours and continuous darkness. The experiments were maintained in germination incubators (FANEM) with white light fluorescent (15 W), and with ajustable temperatures and photoperiod. Percentage of germination, germination rate, the mean time and synchronization index were analyzed. The seeds of *T. mutabilis* need light to start the germination and it was not observe in the darkness. Thus the temperature did not influence on the germination as a segregate factor, but in association with the light, the temperature potentializes the germination. The range of optimum temperature to germination was of 25 to 30°C (76.7% and 61.4 % of germination), and in the alternating temperature 20-25°C (67, 2 % of germination). The results showed that *T. mutabilis* is a pioneer species and its germination is potentialized by the temperature and the daily alternating temperatures did not change the light sensitivity of seeds.

Key words: Melastomataceae, germination, light, phytochrome, *Tibouchina mutabilis*

Introdução

A família Melastomataceae, com cerca de 155 gêneros e 4500 espécies em todo mundo, é a maior família dentro da ordem Myrtales (RENNER, 2004). No Brasil é a sexta maior família de Angiospermas com 68 gêneros e mais de 1500 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). O gênero *Tibouchina* está distribuído principalmente em regiões tropicais e subtropicais da América e incluem aproximadamente 350 espécies (PERALTA, 2002).

A distribuição das espécies desta família provavelmente é influenciada por fatores ambientais tais como luz, temperatura e umidade. Sendo estes determinantes na reprodução e estabelecimento das plantas. Assim a germinação das sementes é o primeiro passo para iniciar a exploração de novos habitats. Este fator pode influenciar o número populacional das espécies em sua área de ocupação (RAMÍREZ-PADILLA & VALVERDE, 2005). Para algumas espécies, no entanto, estas variações do habitat não influenciam diretamente na germinação, mas na sobrevivência da plântula (RIMER &

MCCUE, 2005). A alta sensibilidade das espécies às condições externas pode resultar em um melhor monitoramento do ambiente e, deste modo, a semente pode germinar quando as probabilidades de sobrevivência forem realmente altas (RAMÍREZ-PADILLA & VALVERDE, 2005).

Os requisitos para a germinação ocorrer podem estar associados à forma de vida de cada espécie, bem como ao ambiente onde está estabelecida (FLORES & BRIONES, 2001) e também à distribuição geográfica ou origem filogenética da espécie (BENITEZ-RODRIGUEZ et al., 2004) e ainda às características da semente (ROJAS-ARÉCHIGA et al., 2001) e ao histórico de vida da mesma e da própria planta genitora (RANIERI et al., 2003).

As sementes pequenas respondem positivamente às condições de fluência requerida para germinação, enquanto que espécies de sementes grandes respondem positivamente ao incremento na magnitude de flutuação de temperatura (PEARSON et al., 2003), mas para algumas espécies sensíveis à luz, a alternância de temperaturas pode influenciar nas respostas de germinação, como observado em *Cecropia hololeuca* (GODOI & TAKAKI, 2004), que apresentou germinação no escuro em condições de temperaturas alternadas.

Os fatores temperatura, luz e umidade têm importância particular na germinação de sementes de espécies tropicais (BARRERA & NOBEL, 2003), sendo constantemente afetados quando clareiras são formadas em dossel fechado na floresta (VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1984; RAICH, 1990). Estas alterações causadas pela formação de clareiras são fundamentais para a germinação e estabelecimento das espécies formadoras de banco de sementes.

O banco de sementes do solo de florestas tropicais está envolvido no estabelecimento de grupos ecológicos e na restauração da riqueza de espécies lenhosas, após perturbações naturais e antrópicas (TABARELLI & MANTOVANI, 1999). Os autores destacam a grande representatividade da família Melastomataceae no banco de sementes em Floresta Atlântica Montana com muitos indivíduos, incluindo *Tibouchina mutabilis*.

T. mutabilis é uma espécie característica da encosta úmida da Serra do Mar que ocorre do Rio de Janeiro até Santa Catarina na floresta pluvial da encosta Atlântica. É

encontrada quase que exclusivamente na mata secundária, onde chega por vezes constituir-se na espécie dominante (LORENZI, 1992).

As espécies da família Melastomataceae, em especial o gênero *Tibouchina*, apresentam grande potencial para fins paisagísticos e para recuperação de áreas degradadas. São capazes de desenvolverem em regiões alteradas por mineração, como *T. stenocarpa* (LORENZO et al., 1994), e em ambiente com altos níveis de poluição como *T. pulchra* (MAZZONI-VIVEIROS & TRUFEM, 2004). Nestas condições, podem ocorrer alterações na morfologia e desenvolvimento destas plantas (SZABO et al., 2003), podendo ser utilizadas como bioindicadoras de poluição (DOMINGOS et al., 2003).

Visando contribuir para estudos sobre a dinâmica da espécie na floresta virgem, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn., disponibilizando dados que poderão auxiliar na conservação e recuperação de áreas degradadas e na elaboração de novos estudos envolvendo as várias estratégias adaptativas das espécies dentro da comunidade de plantas.

Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica, UNESP, Rio Claro, SP. As sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. foram coletadas em jardins da cidade de Rio Claro, SP, sendo peneiradas (peneira com malha de 0,35 cm de diâmetro) para eliminar as impurezas e as sementes morfologicamente mal formadas e armazenadas a 10 °C até o momento da realização dos experimentos.

Foram testadas temperaturas constantes de 10 °C a 40 °C, com intervalos de 5°C, (sob luz branca fluorescente contínua de $32,85 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e temperaturas alternadas (15-20; 15-25; 15-30; 15-35; 20-25; 20-30; 20-35; 25-30; 25-35 e 30-35 °C) com fotoperíodo de 12 horas diárias de luz branca (temperatura mínima no escuro e a máxima na luz) e escuro contínuo para cada tratamento.

Para cada experimento, quatro placas de Petri (5cm de diâmetro) foram forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada. O número de sementes utilizadas em cada tratamento foi estimado (volume padronizado) sendo semeadas

aproximadamente 100 sementes por placa de Petri. Em função do tamanho as sementes foram observadas com o auxílio de lupa. As placas foram acondicionadas em caixas do tipo “gerbox”, transparente ou preta, conforme o tratamento (luz e escuro), posteriormente mantidas em estufas incubadoras para B.O.D. ou germinadores, com luz branca de lâmpadas fluorescentes (15W) com temperatura e fotoperíodo ajustáveis.

O monitoramento dos experimentos foi diário e o critério utilizado para germinação foi a protrusão da radícula. Sementes consideradas germinadas foram contadas e removidas das placas. Para os tratamentos controle (escuro), as contagens de sementes germinadas foram feitas diariamente e sob luz verde de segurança (AMARAL-BAROLI & TAKAKI, 2001). Ao final de cada experimento determinou-se o número de sementes não germinadas, o número de sementes com embrião formado e a porcentagem de germinação.

Os dados obtidos foram utilizados para calcular a germinabilidade (G), tempo médio (T), velocidade média (VM) e o índice de sincronização (U) da germinação de acordo LABOURIAU & AGUDO (1987).

Os resultados foram analisados estatisticamente através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey, ambos em nível de significância $\alpha = 0,05$ (SOKAL & ROHLF, 1981). Os dados foram transformados em arco seno $\sqrt{p/100}$ antes das análises.

Resultados e Discussão

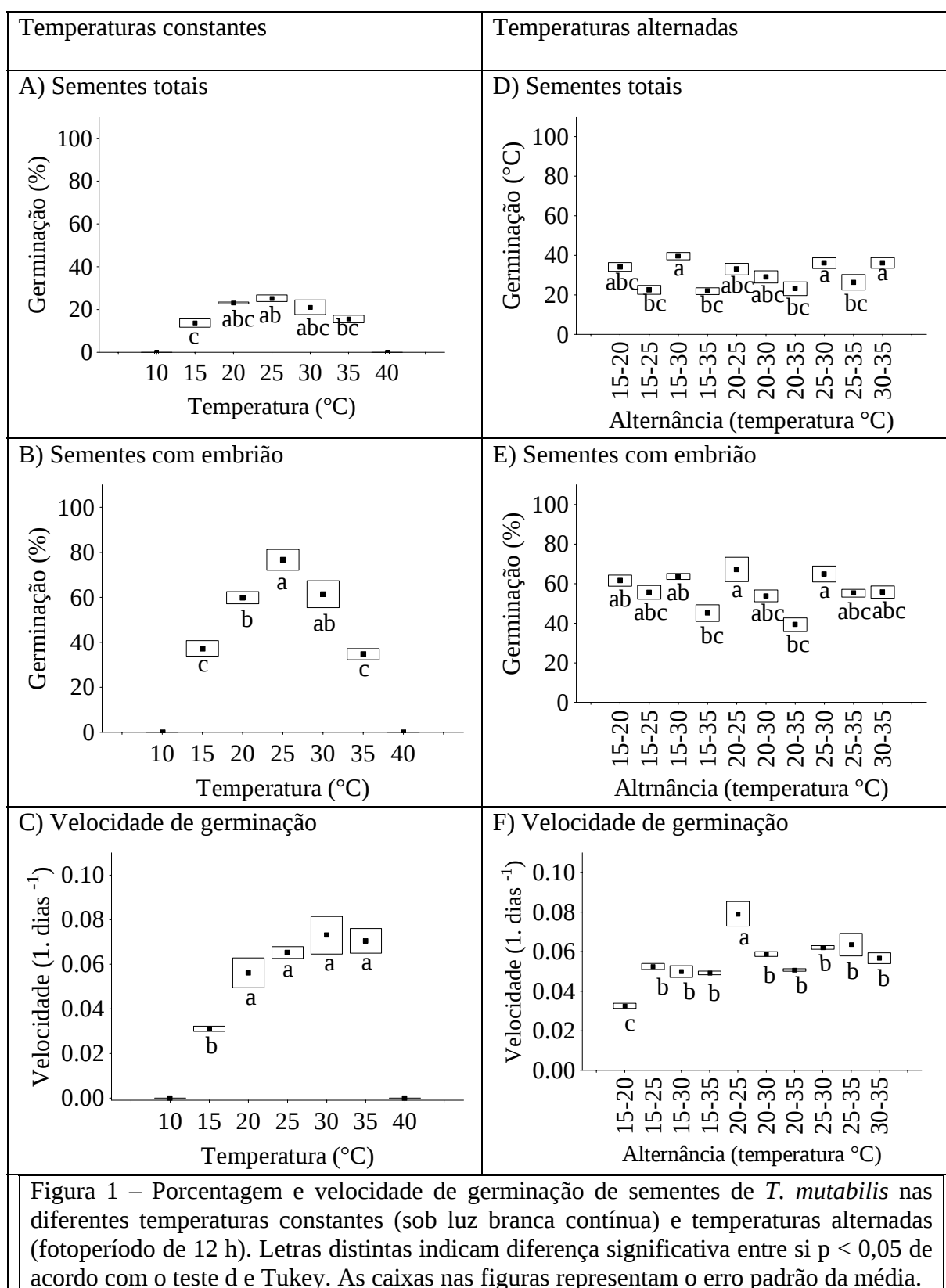
Estudos anteriores com espécies da família Melastomataceae relataram a presença de um grande número de sementes inviáveis nos lotes amostrados. ZAIA & TAKAKI (1998) estudando a germinação de sementes *Tibouchina pulchra* e *T. granulosa* observaram que cerca de 70 a 80% das sementes analisadas não apresentavam o embrião desenvolvido. Esta característica importante na biologia reprodutiva dessas espécies também foi observada na espécie em estudo. *T. mutabilis* produz um grande número de sementes das quais aproximadamente 80 % são abortadas. As porcentagens de germinação considerando todas as sementes e apenas sementes com embrião (figura 1 A, B, e D, E) demonstram que a porcentagem de germinação aparentemente baixa reflete a germinabilidade máxima para a espécie.

As sementes de *T. mutabilis* germinaram em uma ampla faixa de temperaturas de 15 a 35°C com as melhores porcentagens de germinação obtidas na faixa de 25 a 30°C (76,7 % e 61,4 % de germinação, respectivamente) que diferiram significativamente das demais temperaturas ($p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey) exceto 20°C onde a porcentagem de germinação foi igual a 30°C. A mínima temperatura ficou entre 10 e 15°C e a máxima entre 35 e 40°C sob luz branca contínua (figura 1 A e B). A velocidade de germinação não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as temperaturas de 20 a 35°C. Mas a porcentagem de germinação a 35°C foi baixa, 29,5 % de sementes germinadas, (figura 1 C).

Esta redução da germinação na temperatura de 35°C, de acordo com ANDRADE & PEREIRA (1994), ANDRADE (1995), SILVEIRA et al. (2004), parece ser comum para as espécies desta família assim como a faixa de temperaturas favoráveis à germinação (15 a 30 °C), como demonstrado em *Tibouchina moricandiana* (ANDRADE & PEREIRA, 1994), *T. moricandiana*, *T. benthamiana* e *T. grandifolia* (ANDRADE, 1995), *T. pulchra* e *T. granulosa* (ZAIA & TAKAKI, 1998), *Miconia chamissois* (VÁLIO & SCARPA, 2001), *Lavoisiera cordata* e *L. francavillana* (RANIERI et al., 2003), *Miconia argentea* (PEARSON et al., 2003) e *Marcetia taxifolia* (SILVEIRA et al., 2004). Estes autores também observaram que as sementes das espécies estudadas não germinam no escuro ou germinam em porcentagens muito baixa sendo dependentes da luz para maximizar a germinação.

A germinação das sementes desta espécie ocorreu em todas as alternâncias de temperatura avaliadas, com as melhores porcentagens de germinação obtidas nas alternâncias dentro da faixa ótima de temperatura observada para temperatura constante (figura 1 D, E). A melhor resposta de germinação ocorreu na alternância de 20-25°C que, além da alta porcentagem de germinação, também apresentou a maior velocidade de germinação, diferindo significativamente ($p < 0,05$) das demais (figura 1 F). As alternâncias associando temperaturas baixas e altas promoveram uma diminuição da porcentagem de germinação (figura 1 E).

Alguns trabalhos relatam que a flutuação de temperatura pode alterar as respostas de germinação, assim sementes que germinam na luz são capazes de germinar no escuro em condições de temperatura alternadas como observado por GODOI & TAKAKI (2004) com *Cecropia hololeuca*.



Para outras espécies a germinação é dependente da alternância de temperaturas, característica observada por VÁLIO & SCARPA (2001) em 8 espécies pioneiras

tropicais. No presente trabalho verificamos que a exposição das sementes de *Tibouchina mutabilis* ao regime de alternância de temperaturas não suprimiu o efeito do fotoperíodo na germinação não ocorrendo no escuro. Resultado semelhante também encontrado por VÁLIO & SCARPA (2001) com *Miconia chamissois*.

Os tratamentos de temperatura constante e alternada demonstraram que o sincronismo de germinação foi baixo na espécie. Os altos valores de índice de sincronização da germinação indicam uma ampla distribuição da germinação ao longo do tempo (figura 2). Os eventos de germinação ocorreram em picos com a maioria das sementes germinando do 7º ao 18º dia.

Estas respostas sugerem a ocorrência de diferentes níveis de dormência ou requerimentos de luz e temperatura para germinação dentro de um mesmo lote de sementes. Outra hipótese é que as sementes requerem um tempo de embebição no escuro antes da exposição à luz já que a fotoconversão do fitocromo da forma inativa Fv para ativa Fve ocorre somente em tecidos com, no mínimo, 15% de água (TAKAKI et al. 1981).

Nas espécies de Melastomataceae a luz parece ser o agente que estimula o processo germinativo das sementes (ANDRADE & PEREIRA, 1994). *T. mutabilis* responde aos efeitos do ambiente como uma típica espécie pioneira sendo dependente da luz para iniciar a germinação, no entanto, não é possível afirmar esta condição para as demais fases do desenvolvimento.

Algumas espécies desta classe sucessional requerem luz para germinar, porém a plântula não suporta a exposição prolongada à luz solar direta, retardando o seu desenvolvimento e acarretando até mesmo a sua morte. Estas necessitam de micro-sítios que preservem as condições ideais para sua germinação e estabelecimento. No gênero *Tibouchina*, este comportamento foi observado por ALMASI (2000) com a espécie *T. herbacea*. Para outras espécies de Melastomataceae estudadas, ELISSON et al. (1993) observaram que plântulas são mais comuns em micro-sítios com menos luz do que em clareiras maiores.

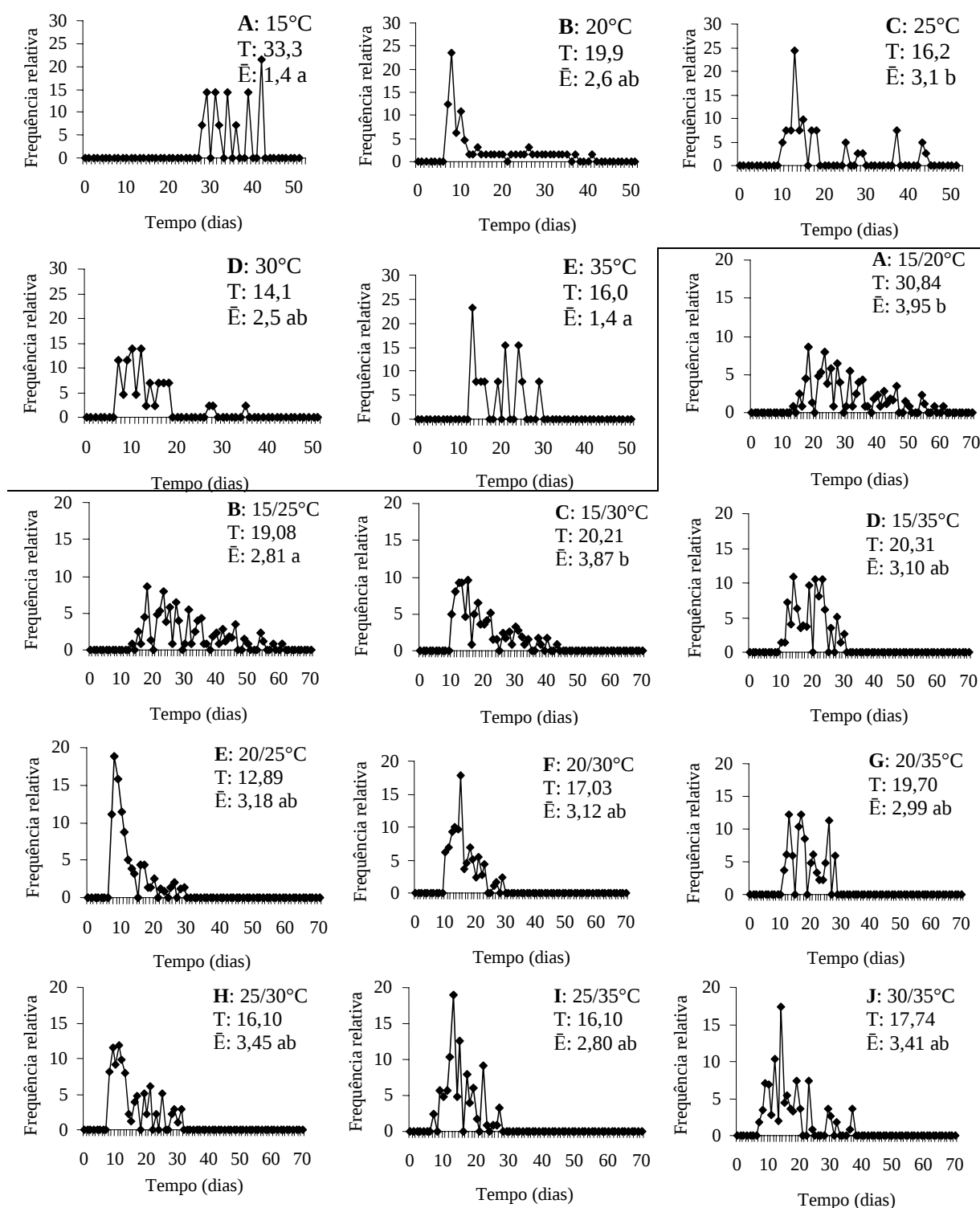


Figura 2 - Polígonos de frequência relativa da germinação de *T. mutabilis* nas diferentes temperaturas. (T) Tempo médio ($\bar{E}$) índice de sincronização da germinação. Letras distintas em $\bar{E}$ indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey.

O início do processo de germinação das sementes de *T. mutabilis* foi influenciado diretamente pela luz. No entanto, mesmo na presença da luz nas

temperaturas de 10 e 40 °C a germinação foi inibida, assim como nos controles em escuro contínuo. Estas respostas demonstram que apenas a temperatura não é suficiente para induzir a germinação nesta espécie, mas em associação com a luz torna-se fundamental durante o curso da germinação, sendo determinante nos valores de porcentagem final, velocidade, tempo médio e índice de sincronização (figura 1 e 2), corroborando com dados de ANDRADE (1995).

Estudos anteriores têm demonstrado que as espécies do gênero *Tibouchina* requerem luz para germinar. ZAIA & TAKAKI (1998) demonstraram que as sementes das espécies de *T. pulchra* e *T. granulosa* germinam quando submetidas às irradiâncias muito baixas, tendendo a diminuir de acordo com o período luminoso fornecido e não germinam na presença de luz vermelho extremo e escuro contínuo.

Conclusão

Os resultados indicam que sementes de *Tibouchina mutabilis* não germinam sem que haja um período de luminosidade suficiente para desencadear o evento, mesmo sob as condições ideais de temperatura e umidade. Isto justifica a presença de sementes desta espécie no banco de sementes do solo nas áreas onde ela ocorre. A temperatura associada à luz é o fator determinante ao longo do curso da germinação, confirmando a dependência de clareiras para sua germinação.

Referências

- ALMASI, K. N. A non- native perennial invades a native Forest. **Biological Invasions**, Dardrecht, v. 2, n. 3, p. 219-230, 2000.
- AMARAL-BAROLI, A.; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 121-124, 2001.
- 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**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 29-35, 1995.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 231-239, 1994.
- BARRERA, E.; NOBEL, P. S. Physiological ecology of germination for the columnar cactus *stenocerus queretaroensis*. **Journal of Arid Environments**, London, v. 53, n. 3, p. 297-306, 2003.
- BENITEZ-RODRIGUEZ, J. L.; OROSCO-SEGOVIA, A.; ROJAS ARÉCHIGA, M. Light effect on seed germination of four *Mammillaria* species from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, central México. **Southwestern Naturalist**, SOUTHWEST, v. 49, n. 1, p. 11-17, 2004.
- DOMINGOS, M.; A. KLUMPP, A.; RINALDI, M. C. S.; MODESTO, I. F.; KLUMPP, G.; DELITTI, W. B. C. Combined effects of air and soil pollution by fluoride emissions on *Tibouchina pulchra* Cogn., at Cubatão, SP Brazil, and their relations with aluminium. **Plant and Soil**, v. 249, n. 2, p. 297-308, 2003.
- ELLISON, A. A.; DENSLOW, J. S.; LOISELLE, B. A.; BRENÉS, M. D. Seed and seedling ecology of neotropical Melastomataceae. **Ecology**, v. 74, n. 6, p. 1733-1749, 1993.
- FLORES, J.; BRIONES, O. Plant life-form and germination in a Mexican inter-tropical desert: effects of soil water potential and temperature. **Journal of Arid Environments**, London, v. 47, n. 4, p. 485-497, 2001.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n. 2, p.185-191, 2004.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, p.37-56, 1987.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992, 382p.

LORENZO, J. S.; GRIFFITH, J. J.; JUCHSCH, I.; SOUZA, A. L.; REIS, M. G. F.; VALE, A. B. A fitossociologia para recuperar área de lavra. **Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 26-33, 1994.

MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; TRUFEM, S. F.B. Efeitos da poluição aérea e edáfica no sistema radicular de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) em área de Mata Atlântica: associações micorrízicas e morfologia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 337-348, 2004.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D. F. R. P.; MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Functional significance of photoblastic germination in neotropical pioneer trees: a seed's eye view. **Functional Ecology**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 394-402, 2003.

PERALTA, P. Las especies del género *Tibouchina* (Melastomataceae) en Argentina. **Darwiniana**, v. 40 n. 1-4, p. 107-120, 2002.

RAICH, J. W. Effects of canopy openings on tree seed germination in a Malasian dipterocarp forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 6, n. 2, p. 203-217, 1990.

RAMÍREZ-PADILLA, C. A.; VALVERDE, L. Germination responses of three congeneric cactus species (*Neobuxbaumia*) with differing degrees of rarity. **Journal of Arid Environments**, London, v. 61, n. 2, p. 333-343, 2005.

RANIERI, B. D.; LANA, T. C.; NEGREIROS, D.; ARAÚJO, L. M.; FERNADES, G. W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre v. 17, n. 4, p. 523-530, 2003.

RENNER, S. S. **Melastomataceae (Black Mouth Family)** In: SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. WM.; HEALD, S. V. (eds) Flowering plants of the neotropics. The New York Botanical Garden, published by Princeton University Press, 2004, p. 240-243.

RIMER, R. L.; MCCUE, K. A. Restoration of *Helenium virginicum* Blake, a threatened plant of the Ozark Highlands. **Natural Areas Journal**, v. 25, p. 86-90, 2005.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; CASA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. **Journal of Arid Environments**, London, v. 49, n. 2, p. 279-287, 2001.

ROMERO, R.; MARTINS, A. B. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p.19-24. 2002.

SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 847-851, 2004.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. New York: W.H. Freeman, 1981.

SZABO, A. V.; DOMINGOS, M.; RINALDI, M. C. S.; DELITTI, W. B. C. Acúmulo foliar de enxofre e suas relações com alterações no crescimento de plantas jovens de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) expostas nas proximidades do pólo industrial de Cubatão, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p.379-390, 2003.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza da floresta Atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 1 p. 103-107, 2001.

TAKAKI, M.; KENDRIK, R. E.; DIETRICH, S. M. C. Interaction of light and temperature on germination of *Rumex obtusifolius* L., **Planta**, v. 152, n. 1, p. 209-214, 1981.

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

VAZQUEZ-YANES C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Fisiologia ecologica de las semillas de arboles de la selva tropical. **Ciência**, México, v. 35, p. 191-201, 1984.

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

CAPÍTULO 2

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn.
(MELASTOMATACEAE) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUZ**

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUZ

Resumo

O presente estudo avaliou a influência da luz na germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). Foram avaliados diferentes fotoperíodos (0 a 12 h com intervalo de 2 h), determinada a curva de fluência resposta, influência do fotoequilíbrio teórico do fitocromo na indução da germinação e o efeito do tempo de embebição na sensibilidade das sementes a luz. As sementes de *T. mutabilis* foram sensíveis à luz germinando preferencialmente sob fotoperíodos longos (8 a 12 horas), sendo a quantidade de luz fornecida determinante na velocidade de germinação, enquanto que a razão vermelho:vermelho extremo influenciou as porcentagens finais de germinação, que foi maior nas condições de fotoequilíbrio do fitocromo altos (91,3 % de germinação no fotoequilíbrio de 0,49). As sementes da espécie em estudo embebem água no escuro, mas não germinaram na ausência de um período mínimo de luz. Os resultados indicam que *T. mutabilis* é uma espécie pioneira colonizadora de clareiras e que sua germinação é mediada pelo fitocromo presente nas sementes, que monitora os estímulos de luz do ambiente promovendo ou inibindo a germinação.

Palavras-chave: germinação, sementes, luz, Melastomataceae, *Tibouchina mutabilis*

Abstract

SEED GERMINATION OF *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cong. (MELASTOMATACEAE) UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF LIGHT

In the present work we evaluated the effect of light on seed germination of *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). The photoperiod effect was analysed (0 to 12 hours with 2 hours intervals), the fluence response curve and the effect of phytochrome photoequilibrium and the effect of the period of water imbibed in the sensitivity of the seeds to light. The seeds of *T. mutabilis* were sensitive to white light, the seeds germination occurred preferentially under long photoperiods (8 to 12 hours), the light fluence determined effect on the germination rate, while the red:far red

influenced in the finish percentage of germination, that was better on condition of high photoequilibrium of phytochrome (91.3 % of germination under photoequilibrium of 0.49). The seeds of the *T. mutabilis* were able to imbibed water in darkness, but did not germinate on absence of a minimum period of light. The results showed that *T. mutabilis* is a pioneer species and its germination is mediated by phytochrome present in the seeds, is the transducer of environmental light preventing or inducing the germination.

Key words: germination, seeds, light, Melastomataceae, *Tibouchina mutabilis*

Introdução

A família Melastomataceae é a sexta maior família de angiospermas do Brasil com 68 gêneros e mais de 1.500 espécies (ROMERO & MARTINS, 2002) sendo *Miconia*, *Leandra* e *Tibouchina* os gêneros mais representativos. Apresenta alto valor de importância em florestas tropicais com várias espécies pioneiras compondo o banco de sementes do solo (LIEBSCH & ACRA, 2004).

Sementes de espécies que ocorrem no banco de sementes do solo, via de regra, são pequenas com a vantagem adaptativa de sofrer menor pressão de predação e maior facilidade de incorporação ao solo (OROSCO-SEGOVIA et al., 1993). Estas sementes geralmente são sensíveis à luz, assim a germinação das mesmas é estimulada pela luz com uma alta razão vermelho/ vermelho extremo (V:VE) e reprimida pela luz com baixa razão V:VE (VÁZQUEZ-YANES & SMITH, 1982).

A sensibilidade das sementes à luz é bastante variável, exercendo ou não influência na germinação, havendo sementes influenciadas positivamente ou negativamente, bem como indiferentes. Estas respostas estão ligadas ao fitocromo presente nas sementes (BORGES & RENA, 1993; TAKAKI, 2001). O fitocromo é constituído de uma família de cromoproteínas que são fotorreceptores que traduzem os sinais de luz do ambiente, sendo capazes de se converter entre as formas ativa e inativa em resposta aos diferentes comprimentos de onda da luz (SMITH, 2000). Segundo o mesmo autor esta conversão é usada para sincronizar o desenvolvimento das plantas, de acordo com as condições de luminosidade disponíveis no ambiente, influenciando diretamente em vários eventos do desenvolvimento das plantas, inclusive na germinação.

A luz que chega ao solo apresenta variações na quantidade e principalmente na qualidade e estas mudanças são mais pronunciadas sob o dossel da vegetação onde a luz incidente é alterada pelas propriedades ópticas das folhas (LEE et al., 1996), alterando a razão V:VE da luz filtrada pela copa das árvores devido ao fato da clorofila absorver luz mais efetivamente na região do vermelho do que na região do vermelho extremo (KRONENBERG & KENDRICK, 1986), sendo esta razão influenciada diretamente pelo tipo de cobertura vegetal e pela densidade das copas.

Deste modo, as clareiras são fundamentais para a regeneração de muitas plantas com sementes principalmente de espécies pioneiras, onde a sombra e outros fatores podem limitar o crescimento e reduzir a sobrevivência das plantas jovens (GRUBB, 1977; VÁLIO & SCARPA, 2001). A abertura de clareiras tende a balancear a relação V:VE da luz que chega ao solo sob dossel (VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA, 1986) oferecendo condições para germinação de algumas espécies, o que explica a preferência de espécies pioneiras por áreas abertas para sua germinação e estabelecimento.

Assim, conhecer os requerimentos para germinação das espécies florestais é um importante passo para tentarmos entender a dinâmica das espécies em seu ambiente natural. Neste contexto, o gênero *Tibouchina* tem sido alvo de muitos estudos, pois além da importância ecológica como integrantes do banco de sementes em florestas tropicais úmidas, as espécies do gênero *Tibouchina* são muito utilizadas em arborização urbana com fins paisagísticos devido à beleza de suas flores e pequeno porte. Estas características também são observadas em *T. mutabilis* sendo considerada por LORENZI (1992) uma espécie pioneira que além de suas características paisagísticas também pode ser utilizada em reflorestamentos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da luz na germinação de sementes de *T. mutabilis*, visando contribuir ao conhecimento dos requerimentos para germinação de suas sementes. Esses dados poderão fornecer subsídio para projetos de conservação e recuperação de áreas degradadas e na elaboração de novos estudos envolvendo as várias estratégias adaptativas das espécies dentro da comunidade de plantas.

Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica, Unesp, Rio Claro, SP. As sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. foram coletadas em jardins da cidade de Rio Claro, SP, sendo peneiradas (peneira com malha de 0,35 cm de diâmetro) para eliminar as impurezas e as sementes morfológicamente mal formadas, e armazenadas a 10 °C até o momento da realização dos experimentos. Para avaliar a efetividade do lote, 10 réplicas de 1000 sementes foram embebidas por 24 horas sendo posteriormente selecionadas as sementes com embrião desenvolvido com o auxílio de uma lupa.

Para cada experimento, quatro placas de Petri (5cm de diâmetro) foram forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada. O número de sementes utilizado em cada tratamento foi estimado (volume padronizado) sendo semeadas aproximadamente 100 sementes por placa. Em função do tamanho as sementes foram observadas com o auxílio de lupa. As placas foram acondicionadas em caixas do tipo “gerbox”, transparente ou preta, conforme o tratamento (luz e escuro). Ao final de cada experimento determinou-se o número de sementes não germinadas, o número de sementes com embrião formado e a porcentagem de germinação.

O monitoramento dos experimentos foi diário e o critério utilizado para germinação foi a protrusão da radícula. Sementes consideradas germinadas foram contadas e removidas das placas.

Para os tratamentos de diferentes fluências, fotoequilíbrio do fitocromo e escuro, as contagens de sementes germinadas foram feitas diariamente e sob luz verde de segurança (AMARAL-BAROLI & TAKAKI, 2001).

Para verificar a influência de diferentes fotoperíodos foram testados: 2, 4, 8, 6 e 12 horas de luz branca ($32,85 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), com observações diárias até 70 dias. Os experimentos de fotoperíodo foram conduzidos em estufas incubadoras para B.O.D. ou germinadores, com luz branca de duas lâmpadas fluorescentes de 15W, temperatura e fotoperíodo ajustáveis. Os demais experimentos foram conduzidos em sala climatizada a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, onde as sementes foram mantidas sob luz branca contínua (lâmpadas fluorescentes luz do dia 15 W).

A curva de fluência resposta foi obtida colocando as placas de Petri contendo as sementes em caixas gerbox dentro de sacos confeccionados com tela de sombreamento (sombrite) variando o número de camadas da tela e a distância da fonte de luz, obtendo-se as seguintes fluências: 0,45; 1,4; 4,1; 8,2; 16,5; 27,9; 36,3; 49,5 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. As fluências foram medidas com o auxílio de radiômetro LI-1000 (LICOR, E.U.A.). As contagens diárias de sementes germinadas foram realizadas durante 70 dias.

Para a obtenção de um gradiente de fotoequilíbrio, foram instaladas duas fontes de luz a 70 cm de altura da superfície da mesa e equidistantes 2 metros. Uma fonte emitia luz com alta razão V:VE (3 lâmpadas fluorescente luz do dia de 20W cada filtrada por acrílico vermelho) e outra fonte, em posição oposta, emitia luz com baixa razão V:VE (4 lâmpadas incandescentes de 25W cada filtradas por acrílico azul e vermelho). Foram demarcadas 5 faixas para a disposição das placas de Petri ao longo da superfície da mesa, que permitiu a obtenção dos seguintes fotoequilíbrio: 0,10; 0,13; 0,28; 0,49; e 0,60 medidos com uso de um espectroradiômetro LI-1800 (LI-COR Instruments, Lincoln, Nebraska, U.S.A). O fotoequilíbrio teórico do fitocromo correspondente (ϕ) foi determinado conforme MANCINELLI (1994). As contagens diárias de sementes germinadas ocorreram durante 120 dias.

Para avaliar o aparecimento da sensibilidade à luz durante a embebição, as sementes foram mantidas no escuro por períodos de 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120 horas e 65 dias de embebição e posteriormente mantidas sob luz branca constante (lâmpadas fluorescentes luz do dia 15 W) com observação diária por até 50 dias. Foram testados também 24, 48, 72, 96, 120, 144 horas de embebição na luz após este período foram mantidas em escuro contínuo por 30 dias sendo no final contadas e as sementes germinadas removidas. As sementes não germinadas após este período foram expostas à luz branca contínua com observações diárias por mais trinta dias para avaliar a viabilidade das sementes. Em ambos os tratamentos foram realizados tratamentos controles sob luz branca contínua.

Os dados obtidos foram utilizados para calcular a germinabilidade (G), o tempo médio (T) a velocidade média (VM) e o índice de sincronização (U) da germinação de acordo com LABOURIAU & AGUDO (1987).

Os resultados foram analisados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey, ambos em nível de significância

$\alpha = 0,05$ (SOKAL & ROHLF, 1981). Os dados foram transformados em arco seno $\sqrt{p/100}$ antes das análises. Quando os dados não apresentavam as premissas necessárias para realizar análise estatística paramétrica, foi utilizada a estatística não paramétrica com o teste de Kruskal-Wallis ANOVA & Median test, sendo realizado posterior comparação entre as médias (análise de variância por ranks) realizada através do teste de Nemenyi para $\alpha = 5\%$ (ZAR 1999).

Resultados

As espécies de Melastomataceae geralmente apresentam grande produção de frutos e sementes as quais geralmente são pequenas. Na espécie *Tibouchina mutabilis* esta característica também foi observada. Embora ocorra esta alta produção de frutos e sementes a efetividade da mesma foi baixa (tabela 1). A grande maioria das sementes desenvolvidas não apresenta embrião formado, aproximadamente 80%, e apenas cerca de 20% das sementes apresentam embrião desenvolvido (tabela 1).

Tabela 1 - Número de sementes com embrião formado para o lote de sementes de *T. mutabilis* amostrado no presente trabalho.

nº de repetições (10)	nº de sementes por repetição	nº de sementes com embrião	% de sementes com embrião
1	1.000	285	28,5
2	1.000	144	14,4
3	1.000	239	23,9
4	1.000	115	11,5
5	1.000	234	23,4
6	1.000	124	12,4
7	1.000	191	19,1
8	1.000	233	23,3
9	1.000	227	22,7
10	1.000	175	17,5
MÉDIA	1.000	196,7	19,7
D.P*	0	53,4	5,4

* Desvio Padrão da média

Os tratamentos realizados (figura 1, 2, 4 e tabela 3, 4) demonstram que a baixa porcentagem de germinação quando analisadas todas as sementes reflete em altas porcentagens quando consideradas apenas sementes com embrião.

As sementes de *T. mutabilis* foram sensíveis à luz não germinando no escuro. Em condições de curto período de luz a germinação foi baixa (14,7 %) com fotoperíodo de 2 horas. As melhores respostas de germinação ocorreram quando as sementes foram expostas a longos períodos diários de luz (figura 1 A, B). Foram necessárias, no mínimo, 4 horas diárias de luz para germinar mais de 50 % das sementes (figura 1 A, B), no entanto, a velocidade de germinação foi baixa nestas condições (figura 1 C) diferindo significativamente ($p < 0,05$ de acordo o teste de Tukey) dos demais tratamentos que apresentaram maior velocidade de germinação.

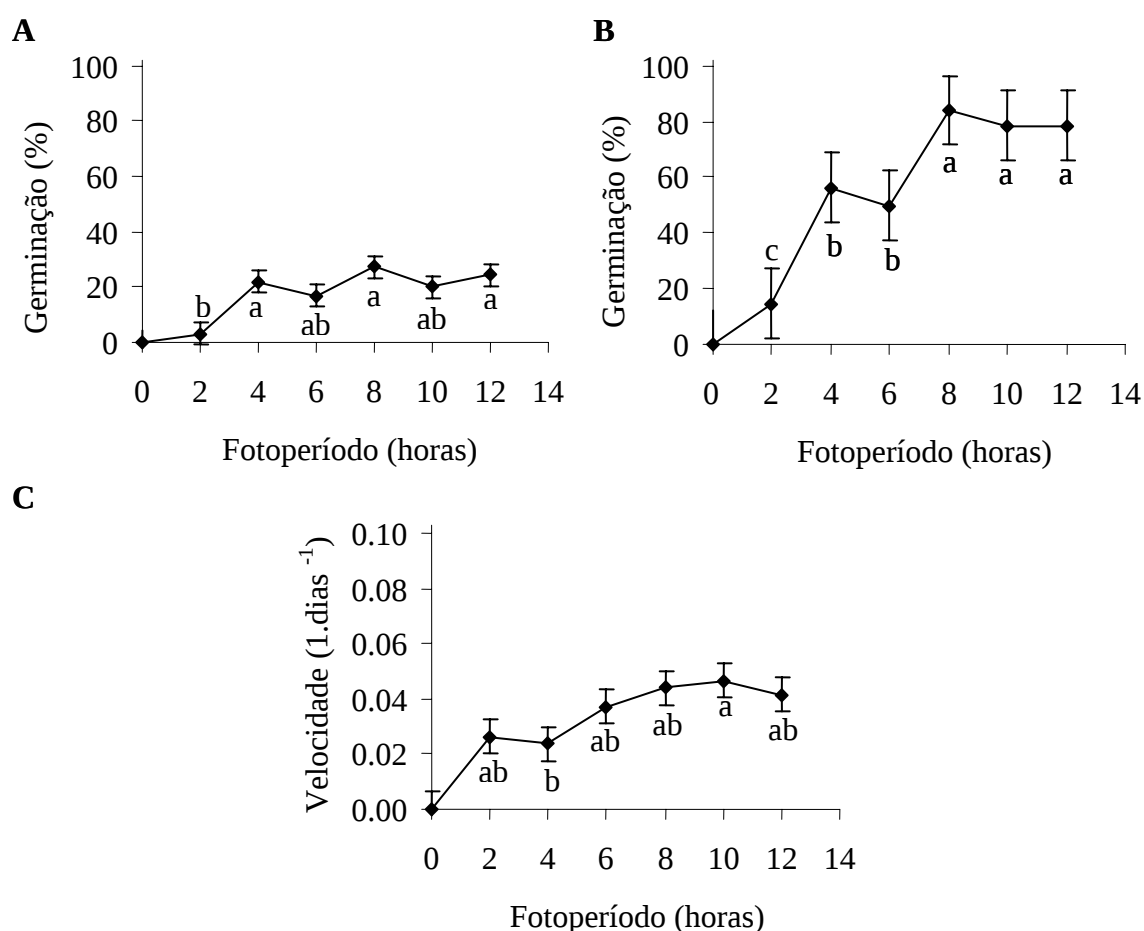


Figura 1 – Germinação de sementes de *T. mutabilis* nos diferentes fotoperíodos. (A) porcentagem determinada em função do número total de sementes, (B) porcentagem determinada em função do número de sementes com embrião e (C) velocidade de germinação. Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey. As barras no gráfico indicam o erro padrão da média.

O fotoperíodo de 8 horas apresentou a melhor resposta (84,1 % de germinação), mas não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação a 10 e 12 horas (figura 1 A, B) o mesmo ocorreu para a velocidade de germinação (figura 1 C), exceto no fotoperíodo de 2 horas que não diferiu ($p < 0,05$) das maiores velocidades devido ao menor tempo em que ocorreu a germinação.

A germinação das sementes de *T. mutabilis* apresenta um baixo sincronismo de germinação em função da quantidade e também da qualidade da luz. Os altos valores de índice de sincronização apresentados em todos os tratamentos (Tabela 2) demonstram que ocorre uma distribuição da germinação ao longo do tempo. Em alguns tratamentos a germinação ocorreu em picos por meses. Sendo esta característica observada principalmente nos tratamentos que apresentaram fotoequilíbrios do fitocromo baixo. No fotoequilíbrio do fitocromo de 0,13 a germinação ocorreu do 14º ao 115º dia.

Tabela 2. Índice de sincronização da germinação de sementes de *T. mutabilis* nas diferentes condições de luz avaliadas.

Tratamentos	Índice de sincronização da germinação (bits)
Fotoperíodo (horas)	
0 h	-
2 h	1,396 a
4 h	3,999 b
6 h	3,725 b
8 h	3,779 b
10 h	3,634 b
12 h	3,815 b
Fluências ($\mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	
0	-
0,4	3,723 a
1,4	4,127 a
4,1	3,982 a
8,2	4,498 a
16,5	3,816 a
27,9	3,826 a
36,3	3,631 a
49,5	3,450 a
Fotoequilíbrio do fitocromo (%)	
0,10	-
0,13	2,335 ab*
0,28	2,096 a
0,49	3,169 ab
0,60	3,654 b

* Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey.

A sementes de *T. mutabilis* germinam preferencialmente sob longos períodos de luz, mas são capazes de germinar mesmo sob condição de fluência contínua muito baixa (62,3 % a $0,4 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) tendendo a um aumento na porcentagem de germinação de acordo com a quantidade de luz fornecida (figura 2 A, B), refletindo também na velocidade de germinação (figura 2 C) que sofreu um aumento potencial em resposta ao aumento da fluência fornecida, com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos (figura 3).

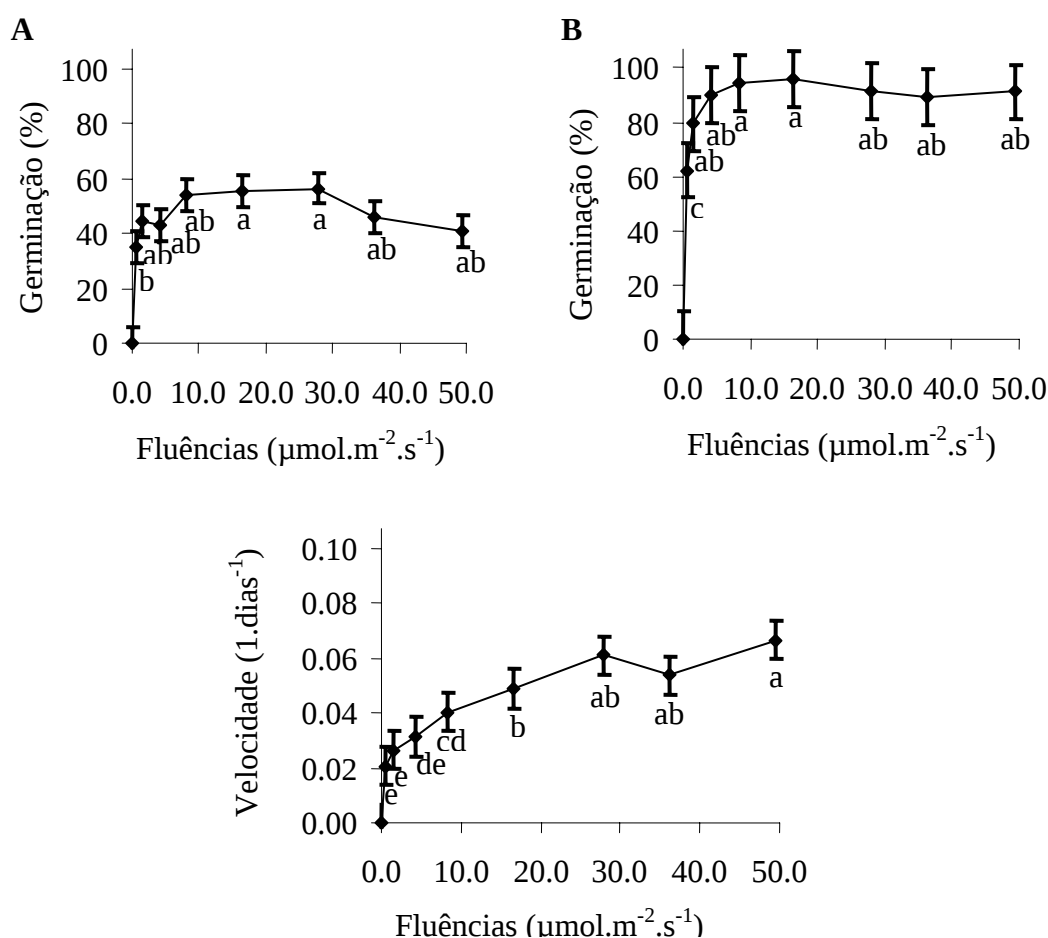


Figura 2 – Germinação de sementes de *T. mutabilis* nas diferentes fluências. (A) porcentagem determinada em função do número total de sementes, (B) porcentagem determinada em função do número de sementes com embrião e (C) velocidade de germinação. Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey. As barras na figura indicam o erro padrão da média.

Nas condições de luz testadas as respostas de germinação mais satisfatórias foram sob as fluências de 8,2 e 16,5 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (94,7 e 96,1 % de germinação) com o tratamento 8,2 apresentando menor erro padrão em relação à média, semelhante às fluências de 1,4 e 36,3.

As porcentagens de germinação não apresentaram diferenças significativas entre si $p < 0,05$ para as fluências avaliadas (figura 2 A, B, C) exceto 0,4 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, que apresentou a menor porcentagem, o maior tempo e a menor velocidade de germinação.

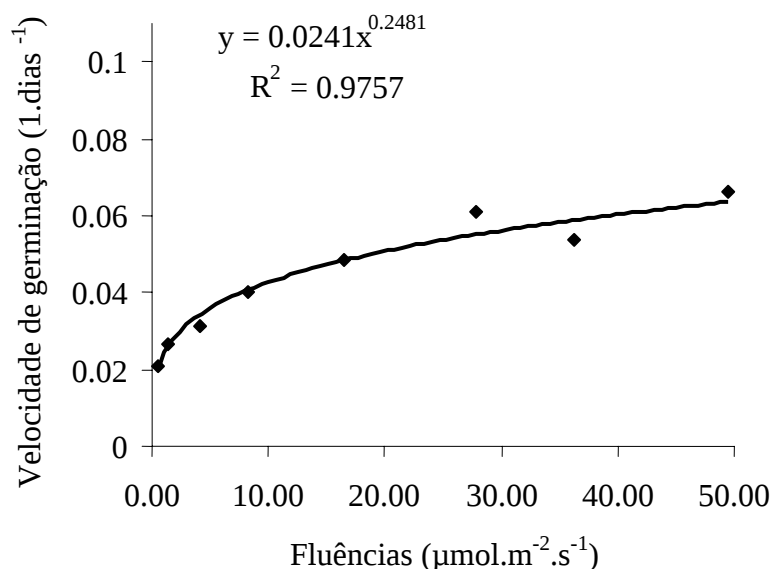


Figura 3 – Regressão (potência) relação entre fluência e velocidade de germinação para sementes de *T. mutabilis*.

No fotoequilíbrio teórico do fitocromo as melhores respostas de germinação foram para os fotoequilíbrios de 0,49 e 0,60 com 91,3 % e 79,8 % de germinação, respectivamente, não diferindo significativamente do fotoequilíbrio de 0,28. As menores porcentagens de germinação ocorreram nos fotoequilíbrios do fitocromo baixos (0,10 e 0,13) sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p < 0,05$) e ambos diferiram significativamente dos demais tratamentos (Figura 4 A, B,).

A velocidade de germinação foi maior nos tratamentos sob alta fotoequilíbrio do fitocromo, mas não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos (figura 4 C).

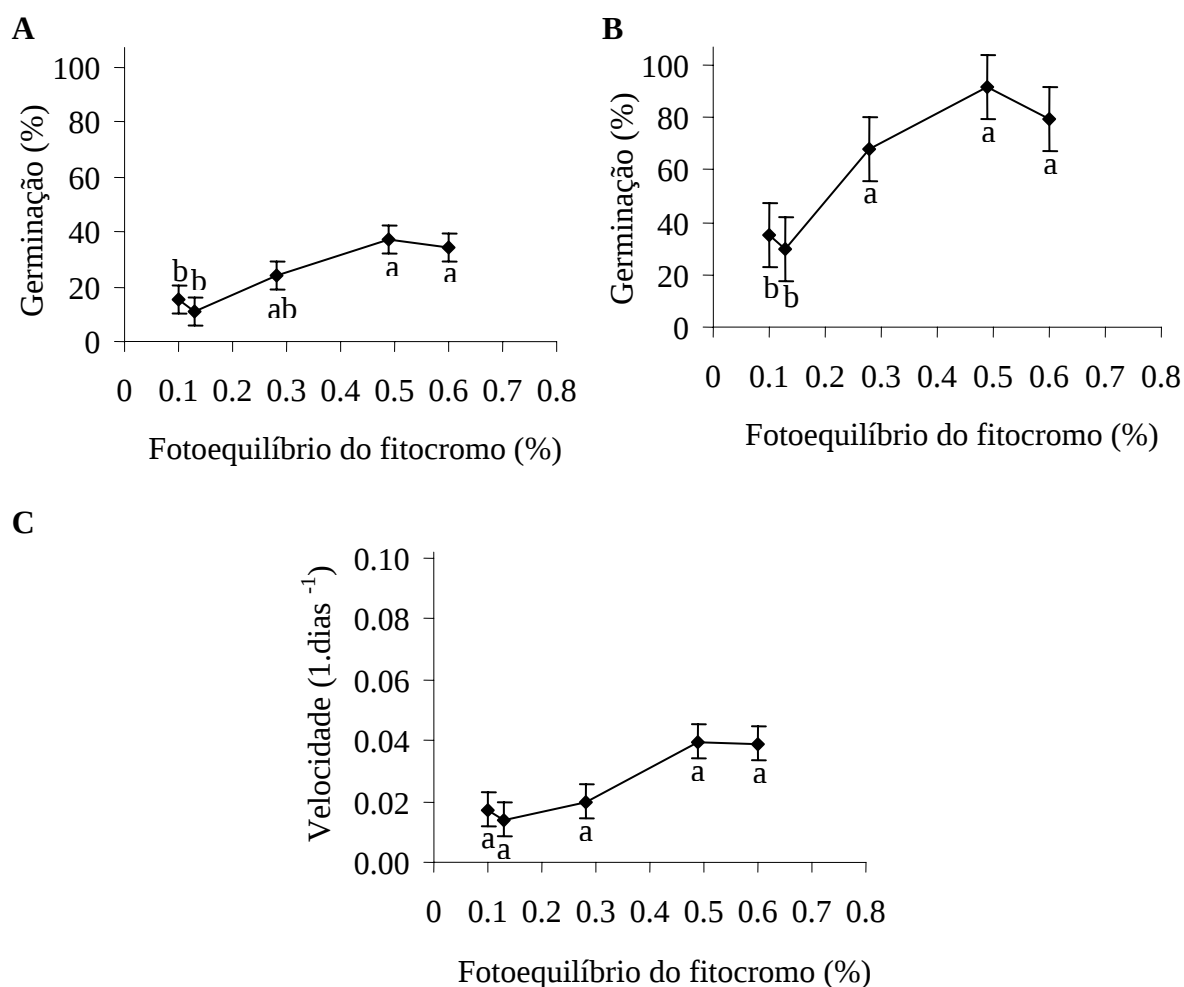


Figura 4 – Germinação de sementes de *T. mutabilis* nos diferentes fotoequilíbrio teórico do fitocromo testados. (A) porcentagem determinada em função do número total de sementes, (B) porcentagem determinada em função do número de sementes com embrião e (C) velocidade de germinação. Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ANOVA & Median test e a posterior comparação entre as médias (análise de variância por ranks) realizada através do teste de Nemenyi para $\alpha = 5\%$ (ZAR, 1999).

Em todos os tratamentos testados as sementes de *T. mutabilis* germinaram somente na presença da luz não germinando no escuro, exceto nos tratamentos em que as sementes foram previamente embebidas na luz por um período mínimo de 96 horas e posteriormente incubadas no escuro (tabela 4 A). Embora não ocorra germinação no escuro as sementes embebem nestas condições e quando exposta à luz branca contínua apresenta altas porcentagens de germinação (tabela 3). As respostas de germinação em relação ao tempo de embebição no escuro não apresentaram nenhuma diferença

significativa ($p < 0,05$) na porcentagem final de germinação, mas o início da germinação foi diferenciado entre os tratamentos (tabela 3).

As sementes que permaneceram durante 65 dias embebendo no escuro apresentaram as melhores respostas de germinação dentre os parâmetros avaliados (tabela 3) diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos demais tratamentos por apresentar maior velocidade e sincronismo de germinação.

Tabela 3 – Germinação de sementes de *T. mutabilis*, em relação ao número de horas de embebição no escuro e subsequente exposição à luz branca contínua.

Horas embebição	% Germinação 1	% Germinação 2	Velocidade média (1.dias ⁻¹)	Índice de sincronização (bits)	Início da germinação (Dias)
12h	17,9	86,4 $\pm$ 4,7a*	0,059 ab	3,221 b**	6,5
24h	27,2	85,4 $\pm$ 2,5 a	0,053 b	3,879 b	6,0
36h	37,1	91,9 $\pm$ 3,8 a	0,061 ab	3,592 b	5,5
48h	38,6	90,2 $\pm$ 2,5 a	0,059 ab	3,772 b	5,0
60h	37,6	93,5 $\pm$ 1,9 a	0,060 ab	3,758 b	4,5
72h	47,7	90,4 $\pm$ 1,8 a	0,061 ab	3,679 b	5,0
84h	39,4	92,9 $\pm$ 1,2 a	0,057 ab	3,737 b	4,5
96h	46,4	94,1 $\pm$ 2,3 a	0,054 ab	3,532 b	5,0
108h	37,8	94,2 $\pm$ 2,1 a	0,060 ab	3,487 b	4,5
120h	44,9	92,3 $\pm$ 3,8 a	0,053 b	3,663 b	5,0
65 dias	37,8	88,7 $\pm$ 1,5 a	0,077 a	2,096 a	4,0
Luz continua	46,2	95,6 $\pm$ 1,7 a	0,059 ab	3,397 b	7

1 - Sementes totais, 2 - sementes com embrião.

* $\pm$ Erro Padrão da média

** Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste Tukey.

Quando as sementes foram embebidas na luz e mantidas no escuro por trinta dias as mesmas não germinaram ou ocorreu baixa germinação (tabela 4 A) e após trinta dias quando foram novamente expostas à luz se mostraram aptas a germinar apresentando altas porcentagens de germinação de forma rápida e sincronizada (tabela 4 B).

Tabela 4 – Germinação de sementes de *T. mutabilis* (Vell.) Cogn. em relação ao número de horas de embebição na luz e subsequente incubação no escuro por trinta dias (A) e posterior incubação na luz branca contínua (B).

A) Germinação no escuro após diferentes períodos de embebição sob luz branca contínua				
Embebição na luz (horas)	Nº total de sementes embebidas		% de germinação (30 dias de escuro)	
Tratamento	Sementes totais	Sementes com embrião	Sementes totais	Sementes com embrião
24h	483	244	-	-
48h	471	263	-	-
72h	438	230	-	-
96h	374	175	0,7 c**	1,6 ± 0,6* c
120h	577	272	1,2 b	2,4 ± 1,1 bc
144h	435	264	6,0 a	9,7 ± 2,0 b
Luz contínua	356	79	18,1 a	82,0 ± 2,6 a

B) Germinação na luz branca contínua após 30 dias de incubação no escuro

Tratamento	% Germinação (Total)	% Germinação (Embrião)	Velocidade média (1.dias ⁻¹)	Índice de sincronização (bits)	Início da germinação (dias)
24h	34,8	68,2 ±* 2,6a	0,122 ab	2,480 a**	4
48h	42,3	75,7 ± 8,4 a	0,132 ab	2,678 a	4
72h	38,3	71,3 ± 9,3 a	0,145 ab	2,355 a	4
96h	42,0	83,4 ± 14,4 a	0,165 a	2,503 a	1
120h	35,3	64,3 ± 1,2 a	0,144 ab	2,426 a	2
144h	49,7	82,6 ± 14,0 a	0,168 a	2,712 a	1
Luz contínua	18,9	83,2 ± 2,6 a	0,065 b	2,986 a	6

* ± Erro Padrão da média

** Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey

A tabela 4 B demonstra que após trinta dias de incubação no escuro e posterior exposição à luz não promoveu diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$) para porcentagem final de germinação assim como o índice de sincronização. A velocidade de germinação foi menor no controle diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos tratamentos, os quais não diferiram entre si ($p < 0,05$)

(tabela 4 B). As sementes que permaneceram por um período de tempo maior embebendo na luz o início da germinação após trinta dias de escuro foi relativamente rápida, com as primeiras sementes germinando após 24 horas de exposição à luz (tabela 4 B).

Discussão

A produção de um grande número de sementes é uma importante característica na biologia reprodutiva de *Tibouchina mutabilis*. No entanto, aproximadamente 80% destas sementes não apresentam embrião desenvolvido sendo abortadas ou mal formadas. Demonstrando que a produção efetiva de sementes na espécie é baixa.

O aborto de sementes é comum em Melastomataceae (BUMGRATZ, 1983), ocorrendo à presença simultânea de dois tipos de sementes abortadas: aquelas atrofiadas e as morfológicamente bem formadas, mas sem embrião ambas com ausência de endosperma (BARROSO et al., 1999) refletido nos valores de porcentagem final de germinação que apesar de serem relativamente baixos, caracteriza a germinabilidade máxima da espécie. Valores semelhantes também foram encontrados por ZAIA & TAKAKI (1998) estudando *T. pulchra* e *T. granulosa*. No presente trabalho fica claro como a baixa porcentagem de germinação quando consideramos todas as sementes representa valores próximos à máxima germinação quando consideramos somente sementes com embrião.

As sementes de *T. mutabilis* não germinam no escuro necessitando de longos períodos de luz (6 a 7 dias) para iniciar o processo de germinação sendo o mesmo controlado pela luz fornecida, com as sementes germinando preferencialmente em fotoperíodos longos, (8 a 12 horas), semelhante aos resultados obtidos com *T. moricandiana* e *T. benthamiana* (ANDRADE, 1995) e *T. pulchra* e *T. granulosa* (ZAIA & TAKAKI, 1998).

As altas porcentagens de germinação obtidas sob luz branca contínua e nas várias fluências avaliadas assim como nas condições de fotoequilíbrio do fitocromo alto demonstra a sensibilidade das sementes desta espécie à luz. Segundo VÁZQUEZ-YANES & OROSCO-SEGOVIA (1993) estas características de dependência da luz para germinar é comum entre as espécies pioneiras.

As respostas apresentadas pela espécie em estudo sugerem a presença do fitocromo (forma fiB) controlando a germinação através da resposta de fluência baixa de acordo com a nova proposta de classificação de sementes em relação ao fotoblastismo descrita por TAKAKI (2001). Assim, *T. mutabilis* responde aos efeitos do ambiente como uma típica espécie pioneira sendo dependente da luz para iniciar a germinação.

Espécies fotoblásticas utilizam luz como indicativo de condições adequadas para a germinação (PEARSON et al. 2003). Em muitas espécies de Melastomataceae a luz parece ser o agente que estimula o processo germinativo das sementes (ANDRADE & PEREIRA, 1994) e esta resposta têm sido observada em vários trabalhos com espécies desta família como *Miconia chamissois* (VÁLIO & SCARPA, 2001), *Miconia argentea* (PEARSON et al., 2003), *Lavoisiera cordata* e *L. francavillana* (RANIERI et al., 2003), *Marcetia taxifolia* (SILVEIRA et al., 2004), destacando o gênero *Tibouchina* (BARBOSA et al., 1988; ANDRADE & PEREIRA, 1994; ANDRADE, 1995; ZAIA & TAKAKI, 1998).

Os resultados apresentados no presente trabalho demonstram que mesmo que as condições requeridas para germinar sejam ideais não haverá germinação das sementes da espécie em estudo sem que haja um período de luminosidade suficiente para desencadear o evento. Em síntese, tendo-se uma semente viável em repouso, por quiescência ou dormência, quando são satisfeitas uma série de condições externas e internas ocorrerá o desenvolvimento do embrião, o qual conduzirá a germinação (BORGES & RENA, 1993). Para a espécie em estudo as sementes requerem este tempo de exposição à luz para sair do estado de quiescência ou dormência primária e iniciar o processo de germinação.

Na germinação de sementes a luz disponível é um importante aspecto a ser considerado e a alteração no espectro luminoso gera respostas distintas, uma vez que cada espécie tem suas exigências particulares (BRADBEER, 1988). Esta peculiaridade é comumente observada nas florestas onde o dossel filtra a luz solar direta. A luz rica em vermelho extremo que atravessa o dossel e chega ao solo é o principal fator regulador da germinação de sementes no interior de florestas (VÁZQUEZ-YANES & SMITH, 1982), sendo determinante a estrutura do dossel e também a sensibilidade à luz pelas sementes. O fitocromo fiB é responsável pela detecção das mudanças na razão V:VE da

luz filtrada pelo dossel da floresta (BALLARÉ & CASAL, 2000) e estas razões alteram o fotoequilíbrio do fitocromo.

Em *T. mutabilis* foi observado que quando o fotoequilíbrio do fitocromo foi baixo, ocorreu uma diminuição acentuada da porcentagem de germinação. O inverso também foi observado, assim, foram obtidas respostas distintas nos diferentes fotoequilíbrios do fitocromo (0,10; 0,13; 0,28; 0,49; 0,60). Estas respostas sugerem que a espécie é uma colonizadora de clareiras sendo o tamanho da mesma determinante para o sucesso da germinação. Segundo OROSCO-SEGOVIA (1993) as espécies pioneiras apresentam diferenças em seus requerimentos de luz necessitando de diferentes tamanhos de clareiras para germinação de suas sementes.

O efeito da luz fornecida foi observado também no índice de sincronização da germinação que foi alto em todos os tratamentos, indicando que as sementes desta espécie apresentam baixo sincronismo, ocorrendo picos de germinação distribuídos ao longo de 4 meses. Esta característica de distribuição da germinação ao longo do tempo provavelmente permite a espécie explorar os diferentes micro-sítios no interior da floresta, no espaço e no tempo, desta forma diminuindo os riscos de grande mortalidade de plântulas em consequência de condições desfavoráveis para o seu estabelecimento.

As sementes desta espécie não germinam no escuro, mas são capazes de embeberem nestas condições e quando são expostas à luz branca contínua germinam rapidamente e de forma sincronizada com quase 100 % de germinação. Esta resposta sugere que a espécie é capaz de suportar as variações de umidade do ambiente sem perder a viabilidade sendo capazes de se manterem hidratadas por meses a espera de condições ideais de luz e quando esta condição é oferecida às sementes germinam rapidamente, provavelmente em função da escarificação natural do tegumento ou do mesmo estado de hidratação de todas as sementes.

A germinação só ocorreu no escuro após 96, 120 e 144 horas de embebição na presença da luz sendo baixa a porcentagem de sementes germinadas, sugerindo que em condições ideais de temperatura e umidade um período mínimo de 96 horas de luz é suficiente para iniciar o processo de germinação. Provavelmente, esse período de luz fornecido foi suficiente para manter o fitocromo na forma F_{ve} por tempo suficiente para iniciar o processo de germinação. Segundo SMITH (2000) o fitocromo presente nas

sementes controla a germinação convertendo-se entre a forma ativa (F_{ve}) e inativa (F_v) induzindo ou restringindo a germinação em resposta à luz.

A condição de escuro não promoveu a inativação do fitocromo (forma F_v) nas sementes que germinaram, no entanto, nas demais sementes esse processo de reversão parece ter ocorrido impedindo a germinação das mesmas. Estes resultados indicam que em *T. mutabilis* ocorre diferentes requerimentos para a germinação em um mesmo lote de sementes.

Para algumas espécies fotoblásticas positivas o início da germinação só ocorre depois de decorrido certo período de embebição no escuro. Este período pode ser necessário para que o tecido atinja no mínimo 15% de teor de água condição esta necessária para a fotoconversão do fitocromo (TAKAKI et al., 1981). Em *T. mutabilis* a embebição no escuro aumentou a sincronização e a velocidade de germinação, provavelmente as sementes após este período ficam no mesmo estado de embebição esperando somente pelo sinal luminoso.

Conclusão

Os resultados nos permitem concluir que *Tibouchina mutabilis* é uma espécie sensível à luz, com respostas controladas pelo fitocromo na forma fiB. A espécie apresenta característica de uma pioneira típica colonizadora de clareiras e suas sementes germinam preferencialmente em clareiras grandes.

Referências

- AMARAL-BAROLI, A.; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 121-124. 2001.
- 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**, Brasília, v. 17, n.1, p. 29-35, 1995.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 231-239, 1994.
- BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 67 n. 2, p. 149-160, 2000.
- BARBOSA, J. M.; BARBOSA, L. M.; PINTO, M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito do substrato, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de quaresmeira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 69-77, 1988.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, UFV, 1999, pp. 235.
- BORGES, E. E.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR I. B.; PINÃO-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRAETES, 1993. p. 83-136.
- BRADBEER, J.W. **Seed dormancy and germination**. London: Blackie Academic & Professional, 1988. 146p.
- BUMGRATZ, J. F. A. Morfologia dos frutos e sementes de melastomataceas brasileiras. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. v.27, 113-155, 1983.
- GRUBB, P.J. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biology Reviews**, v. 52, 107-145, 1977.
- KRONENBERG, G. H. M.; KENDRICK, R. E. The physiology of action. In: KENDRICK, R.E.; KRONENBERG, G.H.M. (Ed.). **Photomorphogenesis in plants**. 1.ed. The Netherlands: The Martinus Nijhoff Publishers, 1986. p.99-114.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, p.37-56, 1987.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 67-76, 2004.

LEE, D.W.; BASKARAN, K.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S.K. Irradiance and spectral quality affect asian tropical rain forest tree seedling development. *Ecology*, v.77, p.568-580, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992, 382p.

MANCINELLI, A. L. The physiology of phytochrome action. In: KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G. H. M. (Ed). **Photomorphogenesis in plants**. 2.ed. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994. p.211-269.

OROSCO-SEGOVIA, A., SANCHEZ-CORONADO, M. E.; VÁZQUEZ-YANES, C. Light environment and phytochromecontrolled germination in *Piper auritum*. **Functional Ecology**, Oxford, v.7, p.585–590, 1993.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D. F. R. P.; MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Functional significance of photoblastic germination in neotropical pioneer trees: a seed's eye view. **Functional Ecology**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 394-402, 2003.

RANIERI, B. D.; LANA, T. C.; NEGREIROS, D.; ARAÚJO, L. M.; FERNANDES, G. W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre v. 17, n. 4, p. 523-530, 2003.

ROMERO, R.; MARTINS, A. B. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p.19-24. 2002.

SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 847-851, 2004.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants – an emerging synthesis. **Nature**, London, v. 407, p. 585–591, 2000.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. New York: W.H. Freeman, 1981.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 1 p. 103-107, 2001.

TAKAKI, M.; KENDRIK, R. E.; DIETRICH, S. M. C. Interaction of light and temperature on germination of *Rumex obtusifolius* L., **Planta**, v. 152 n. 1, p. 209-214, 1981.

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

VÁZQUEZ-YANES, C., OROSCO-SEGOVIA, A. Dispersal of seeds by animals: effect on light controlled dormancy in *Cecropia obtusifolia*. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (eds.), **Frugivores and seed dispersal**. Dr W. Junk publishers, Dordrecht. 1986, p.71-77.

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**, Cambridge, v. 92, n. 4 p. 477-485, 1982.

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

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 929p

CAPÍTULO 3

**Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis*
(Vell.) Cogn. (Melastomataceae)**

Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae)

Resumo

Um importante passo para tentarmos entender a dinâmica das espécies em seu ambiente natural é o estudo de suas características reprodutivas. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi investigar a aquisição da capacidade germinativa e o estabelecimento da melhor época para colheita de frutos de *Tibouchina mutabilis* que proporcione a obtenção de sementes de boa qualidade. Foram caracterizadas 4 fases de desenvolvimento das sementes, baseado no tempo pós-antese. As coletas dos frutos ocorreram no período de agosto a setembro de 2004. Onde foram analisados: capacidade germinativa e estádios de desenvolvimento do embrião. A capacidade germinativa ocorreu com 14 dias pós-antese, onde o embrião de algumas sementes está parcialmente desenvolvido, e a máxima germinação foi atingida no estágio de 21 dias, onde o embrião já desenvolvido preenche toda a semente. A alta umidade foi o fator limitante da germinação, uma vez que, além do requerimento de luz para germinar *T. mutabilis* não apresentou nenhum outro tipo de dormência nas sementes ao atingirem a capacidade germinativa. A velocidade de germinação aumentou progressivamente em função do dessecamento nas fases avaliadas. Observou-se que o melhor indicador de maturação fisiológica para a espécie é o início da abertura natural das cápsulas. A vantagem deste parâmetro é que ele pode ser utilizado amplamente, sendo facilmente observado. A coleta das sementes pode ser feita com bons resultados quando os frutos iniciam a abertura natural e com 21 dias pós-antese, neste caso, as sementes devem ser mantidas dentro do fruto para secagem, em condição ambiente.

Palavras-chave: germinação, maturação, Melastomataceae, semente, *Tibouchina mutabilis*

Abstract

Period of seeds harvest and germination capacity of *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae)

An important step to understand the dynamic of the species in their environment is the study of their reproductive feature. In this context, the objective of this study was to investigate the acquisition of germination capacity and establishment of the best period for fruit harvest of *Tibouchina mutabilis* that furnish seeds of good quality. We tested 4 stages of seeds development based on the time after the anthesis. The fruits were harvest in 2004, from August to September. Germination capacity and stage embryo development were analyzed. The germination occurred in the stage of 14 days, which embryo of some seeds was partiality development, and the maximum germination capacity was reach on the stage of 21 days, which embryo full up the almond. The high moisture was the factor that restricted the germination, because besides of the requirement of light to germination the seeds of *T. mutabilis* no showed any other kind of dormancy after the maximum germination capacity was reached. The germination rate increases progressively in the function of lose of moisture in the subsequent stages of development. The best indicator of physiological maturation to this specie is natural opening of the capsule. The advantage of this parameter is that it can be widely utilized and it is easy to recognize it. The seeds harvest can be realized, with good results, when the fruit begin the natural opening, or with 21 days after anthesis, since the seeds remain into de fruit during the drying.

Key words: germination, maturity, Melastomataceae, seeds, *Tibouchina mutabilis*

Introdução

Um dos grandes problemas enfrentados por viveiristas e tecnólogos de sementes está relacionado à época ideal para a colheita de sementes de espécies florestais. Surgem aí perguntas sem resposta definida, como: qual o ponto de maturidade do fruto que se mostra compatível com maturidade da semente? Isto tem relação com a dormência? É difícil fazer afirmações a respeito destas informações devido aos diversos fatores ambientais, envolvidos, tais como a luz e a temperatura, a variabilidade genética e as peculiaridades de cada espécie.

Determinações físicas e bioquímicas de frutos e sementes podem indicar a maturidade ideal e quando devem ser colhidos os frutos visando à obtenção de maiores percentuais de germinação (PEREIRA & MANTOVANI, 2001). Nos processos de maturação fisiológica, as modificações do aspecto externo do fruto são visíveis e podem ser acompanhadas até a completa maturidade, podendo estar associada ou não à deiscência ou abscisão dos mesmos.

Após atingirem o ponto de maturidade fisiológica, as sementes tendem a desligar-se da planta (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980). Este ponto geralmente é obtido quando as sementes atingem o máximo de poder germinativo e vigor (POPININGIS, 1985). Existem determinações adicionais, tais como peso, densidade, matéria seca, tamanho e teor de umidade, que indicam esta maturidade (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

As determinações mais utilizadas têm sido o teor de umidade e o peso da matéria seca, sendo comprovado com sementes de *Bixa orellana* (AMARAL et al., 1999), *Tibouchina granulosa* (LOPES et al., 2005), *Mucuna aterrima* (NAKAGAWA et al., 2005) e *Trigonella coerulea* (AKHALKATSI & LÖSCH, 2005). A coloração e o aspecto morfológico dos frutos são medidas práticas de avaliação (AMARAL et al., 1999), porém não tão precisas.

Durante o processo de maturação ocorrem modificações bioquímicas, morfológicas e fisiológicas, que se iniciam com a fecundação do óvulo e cessam quando as sementes atingem sua máxima maturidade fisiológica (PEREIRA & MANTOVANI, 2001), com as sementes apresentando o máximo de poder germinativo e vigor (POPININGIS, 1985).

Tanto o fruto como as sementes, no início do processo de desenvolvimento, possuem alto teor de umidade, entre 70 e 80%, que tendem a decrescer com o desenvolvimento da semente, atingindo valor mínimo durante a maturidade fisiológica (POPININGIS, 1985; CURVELLO et al., 1999; AMARAL et al., 1999; AMARAL et al., 2001; DAY, 2000; LOPES et al., 2005; NAKAGAWA et al., 2005). Neste estágio estabelece-se o equilíbrio entre o teor de umidade relativa do ar e esse valor varia em função da espécie e das condições climáticas onde ocorre (PEREIRA & MANTOVANI, 2001; AKHALKATSI & LÖSCH, 2005).

Deste modo, estudos que visam ao entendimento do processo reprodutivo das espécies tornam-se necessários, principalmente na questão de produção de sementes e mudas para reabilitação de áreas degradadas. Determinações de padrões definidos de aspectos anatômicos, morfológicos, fisiológicos e melhor época para colheita dos frutos e sementes são fundamentais e de grande auxílio para viveiristas e tecnólogos de sementes.

O objetivo do presente estudo foi investigar a aquisição da capacidade germinativa e caracterizar a melhor época para colheita de frutos de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. que resulte em sementes de boa qualidade e vigor, observando as características anatômicas e a capacidade de germinação em diferentes fases de maturação.

Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica, Unesp, Rio Claro, SP. O acompanhamento do desenvolvimento das sementes de *Tibouchina mutabilis* foi realizado pós-antese, mediante a marcação das flores. Foram marcadas 100 flores na antese (flores de cor branca) distribuídas em três árvores de jardins da cidade Rio Claro. As marcações foram feitas com placas de alumínio numeradas, presas ao pedúnculo da flor. As observações (antese) foram diárias. A colheita dos frutos ocorreu no período de agosto a setembro e os experimentos estenderam-se até novembro de 2004.

Para a determinação dos estádios de desenvolvimento foram realizadas colheitas semanais pós-antese (7, 14, 21 e 28 dias). Em cada colheita, foram retirados 15 frutos sendo 5 em cada árvore. Dessas amostras, 5 frutos foram retirados aleatoriamente, abertos e as sementes extraídas. Parte das sementes foi fixada em FAA 50 (JOHANSEN, 1940) e conservada em álcool etílico 70%. As demais foram triadas retirando-se as sementes que apresentavam o embrião formado ou em desenvolvimento, e colocadas para germinar.

Para o estudo anatômico, as sementes foram desidratadas e incluídas em resina metacrilato (GERLACH, 1969), seccionados em micrótomo rotativo, com 8µm de espessura. As seções obtidas foram coradas com ácido periódico - reativo de Schiff (PAS) e azul de toluidina (FEDER & O'BRIEN, 1968), sendo montadas com Entellan.

As lâminas foram analisadas ao microscópio óptico. O material foi ilustrado por meio de fotomicrografias obtidas em fotomicroscópio Olympus, modelo PM-20. Para todas as ilustrações, foram preparadas escalas nas condições ópticas adequadas.

Os 10 frutos restantes foram distribuídos individualmente em potes de vidro e mantidos em temperatura ambiente até a abertura natural das cápsulas. As sementes liberadas foram peneiradas (peneira com malha de 0,35 cm de diâmetro) para eliminar as impurezas e as sementes morfológicamente mal formadas. Um estudo piloto indicou que as sementes que passaram por esta malha não germinam, sendo que a observação deste material em lupa comprovou que nestas sementes não há desenvolvimento do embrião.

As sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas, na presença de luz, contadas e destas retiradas as sementes que apresentavam embrião visível. O procedimento foi realizado para os dez frutos e no final, as sementes foram homogeneizadas em um único lote, sendo colocadas para germinar.

Para cada tratamento, quatro placas de Petri (5cm de diâmetro) foram forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada, com 25 sementes por placa. As placas foram acondicionadas em caixas do tipo “gerbox”, transparente ou preta, conforme o tratamento (luz e escuro), posteriormente mantidas em estufas incubadoras para B.O.D. ou germinadores, com luz branca de lâmpadas fluorescentes (15W) com temperatura ajustável.

O monitoramento dos experimentos foi diário (até 70 dias) e o critério utilizado para germinação foi a protrusão da radícula. Sementes consideradas germinadas foram contadas e removidas das placas. Para os tratamentos controle, as contagens de sementes germinadas foram feitas sob luz verde de segurança (AMARAL-BAROLI & TAKAKI, 2001).

Os dados obtidos foram utilizados para calcular a germinabilidade (G), tempo médio (T), velocidade média (VM) e o índice de sincronização (U) da germinação de acordo com as formas descritas por LABOURIAU & AGUDO (1987).

Os resultados foram analisados estatisticamente através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey, ambos em nível de significância $\alpha = 0,05$ (SOKAL & ROHLF, 1981). Os dados foram transformados em arco seno $\sqrt{p/100}$ antes das análises.

Resultados e Discussão

Os estádios de desenvolvimento e maturação das sementes de *Tibouchina mutabilis* foram divididos em quatro fases pós-antese: 7, 14, 21 e 28 dias. A tabela 1 e figura 1 representam as três primeiras fases. O estágio de 28 dias não foi representado porque a abertura natural das cápsulas liberou parte das sementes, inviabilizando a contagem. O número de sementes com embrião desenvolvido ou em desenvolvimento é crescente nos diferentes estádios avaliados (figura 1).

Tabela 1 – Número de sementes por fruto (sementes desenvolvidas) em diferentes estádios de maturação para *T. mutabilis*.

Estádio de maturação	10 frutos amostrados	Nº de sementes total	Nº de sementes com embrião	% de sementes com embrião
1º semana 7 dias	TOTAL	4.681	-	-
	MÉDIA	468,1	-	-
	D.P.*	181,4	-	-
2º semana 14 dias	TOTAL	5.079	476	9.4
	MÉDIA	507,9	47.6	10.2
	D.P.	182,1	32.9	7.6
3º semana 21 dias	TOTAL	5.355	843	15.7
	MÉDIA	535.5	84.3	15.3
	D.P.	137.2	54.2	7.9

* Desvio Padrão da média

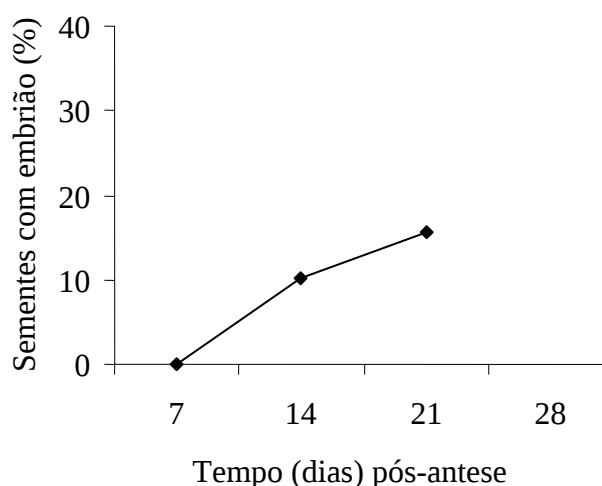


Figura 1 – Relação entre estádios de maturação e sementes com embrião desenvolvido para *T. mutabilis*.

A floração e frutificação na espécie estudada foram irregulares havendo frutos em diferentes estádios de desenvolvimento e maturação nas três árvores amostradas.

Essas características também foram observadas em *Miconia cinnamomifolia* (PEREIRA & MANTOVANI, 2001), *Mucuna aterrima* (NAKAGAWA et al., 2005) e em algumas espécies cultivadas como o gergelim (DAY, 2000).

As sementes de *T. mutabilis* também apresentaram desenvolvimento irregular em um mesmo fruto. Esta característica pode estar relacionada à disponibilidade de recurso para a planta, ou mesmo a falta de fertilização de todos os óvulos presentes no fruto, o que ajuda explicar, pelo menos em parte, a ocorrência de um grande número de sementes abortadas encontradas na espécie estudada (tabela 1).

A disponibilidade de recursos pode influenciar na floração, produção de sementes e germinação de algumas espécies, como observado por AKHALKATSI & LÖSCH (2005) em *Trigonella coerulea*, cultivada sob ambiente com limitado recurso hídrico.

Os frutos são drenos que competem com órgãos vegetativos por nutrientes, água e outros compostos. Da mesma forma, os fitormônios produzidos pelos frutos e sementes para o seu desenvolvimento, teriam ação inibitória ao crescimento e ao desenvolvimento de unidades vizinhas (LEE, 1990). Sugere-se que os frutos e as sementes que são desenvolvidos primeiramente possuem maior disponibilidade de recursos acelerando o seu desenvolvimento. As sementes e frutos que se desenvolvem tardiamente, os recursos podem não ser encontrados suficientemente para completar o desenvolvimento, ocorrendo então o aborto das sementes, assim como a senescência antecipada do fruto.

A semente das angiospermas, durante o seu desenvolvimento, passa por três fases distintas: histodiferenciação ou morfogênese inicial; expansão celular e acúmulo de reserva; e a fase final, que corresponde ao dessecamento (CARDOSO, 2004). Em *T. mutabilis* esta sequência de fases de desenvolvimento foi observada em 28 dias pós-antese.

O tempo entre a abertura da flor e o início da dispersão foi de 40 dias. Este pequeno período pode estar relacionado às características ambientais a que as plantas estavam submetidas (ambiente urbano) e também em decorrência da escassez de chuva e altas temperaturas durante o período de marcação e coleta dos frutos.

A espécie estudada apresenta sementes com embrião desenvolvido (aproximadamente em 10% das sementes) e com capacidade para germinar quando

secas (14% de germinação) com apenas 14 dias pós-antese (tabela 1 e figura 2 B). Nesta fase a porcentagem de germinação foi baixa (figura 2 D). Provavelmente neste estágio, as sementes ainda estão se desenvolvendo e não apresentam maturidade fisiológica apesar da ocorrência de germinação.

Em *Cedrela fissilis* (CURVELLO et al., 1999), *Bixa orellana* (AMARAL et al., 1999), *Sesamum indicum* (DAY, 2000), *Miconia cinnamomifolia* (PEREIRA & MANTOVANI, 2001) e *Tibouchina granulosa* (LOPES et al., 2005) observou-se que nas fases iniciais de desenvolvimento os frutos e sementes apresentam alto conteúdo de água, em torno de 85%, que tende a diminuir nas fases finais do desenvolvimento, ocorrendo uma queda acentuada de umidade quando as sementes atingem o máximo valor de peso seco. Os mesmos autores concordam que o teor de umidade é o fator limitante para a germinação das sementes nas diferentes fases de desenvolvimento e que o peso seco de frutos e sementes é um bom indicativo de maturidade fisiológica.

Em *Bixa orellana* (AMARAL et al., 1999) foi observado que após o período em que as sementes atingiram o máximo de peso seco, e com a diminuição acentuada de umidade (10,4% na fase final) a germinação também diminuiu. A germinação foi baixa nas fases finais de maturação porque o tegmen da maioria das sementes já estava completamente impermeável, impedindo a entrada de água nas sementes.

Lopes et al. (2005) observaram que as sementes de *Tibouchina granulosa* tornam-se dormentes, apresentando baixa porcentagem de germinação ao atingirem a maturidade fisiológica. A dormência das sementes é um fenômeno que se instala no decorrer da maturação, sendo uma estratégia das plantas para evitar a germinação na própria planta antes que ocorra a dispersão das mesmas (NAKAGAWA et al., 2005).

Em *T. mutabilis* as respostas de germinação (figura 2 A, B, C, D) nos diferentes estádios de desenvolvimento foram distintas (a germinação só ocorreu na presença da luz). Em sementes frescas a germinação não ocorreu nos estádios de 7 e 14 dias (pós-antese). No estágio de 7 dias o embrião das sementes está em estágio inicial de desenvolvimento (figura 3 A, B) enquanto que no estágio de 14 dias o embrião de algumas sementes já está parcialmente desenvolvido (figura 3 C, D). Enquanto que nos estádios superiores 21 e 28 dias, as sementes apresentam o embrião que preenche toda a cápsula (Figura 3 E, F, C).

Na fase de 14 dias, a germinação não ocorre em sementes frescas, provavelmente em função do alto conteúdo de água presente nas sementes, pois quando secas as sementes apresentaram 14% de germinação. Aos 21 dias, as sementes frescas apresentaram mais de 50 % de germinação confirmando a hipótese de que o alto conteúdo de água restringe a germinação de sementes em desenvolvimento.

Outra hipótese é que o desenvolvimento das sementes pode continuar ocorrendo durante o lento processo de secagem, em condições ambiente, quando as sementes são mantidas dentro do fruto (SETUBAL, J. W. et al., 1996; NAKAGAWA et al., 2005). Em *Mucuna aterrima*, a secagem no interior da vagem promoveu o desenvolvimento de sementes imaturas, indicando que há translocação de compostos das vagens para as sementes (NAKAGAWA et al., 2005).

Nas sementes ortodoxas, o desenvolvimento só se completa quando as sementes apresentam baixos teores de umidade (AMARAL et al., 1999). Possivelmente, o dessecação tem um papel fundamental na interrupção dos processos de desenvolvimento essenciais para a germinação, pois a reidratação de sementes quiescentes conduz a germinação (BEWLEY & BLACK, 1994) através da fotoconversão do fitocromo que só ocorre em tecidos com pelo menos 15% de umidade (TAKAKI et al., 1981).

As porcentagens de germinação foram significativamente maiores nos estádios de 21 e 28 dias (87 e 83 % respectivamente) sem diferença estatisticamente significativas entre ambos ($p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey).

O teste de germinação para o estágio de 28 dias para sementes frescas não foi realizado porque foi considerado que este lote de sementes já estava seco, devido à abertura natural das cápsulas e dispersão de parte das sementes. Desta forma, as respostas de germinação nesta fase foram utilizadas para representar sementes frescas e secas (figura 2 A, B, C, D).

A velocidade de germinação é considerada um bom indicador de maturidade fisiológica das sementes (AMARAL et al., 1999; DAY, 2000). Na espécie em estudo, nos tratamentos com sementes frescas, a velocidade de germinação foi baixa (figura 2 C) exceto no estágio de 28 dias pós-antese. A perda de umidade acelerou o processo de germinação (figura 2 D), sendo esta significativamente maior nos estádios de 21 e 28 dias pós-antese e, a exemplo da porcentagem de germinação, não houve diferença

significativa entre ambos. A tendência de aumento contínuo na velocidade de germinação ao longo dos estádios de maturação também foi observada em *Bixa orellana* (AMARAL et al. 1999), *Egletes viscous* (BEZERRA et al., 2003), *Tibouchina granulosa* (LOPES et al., 2005).

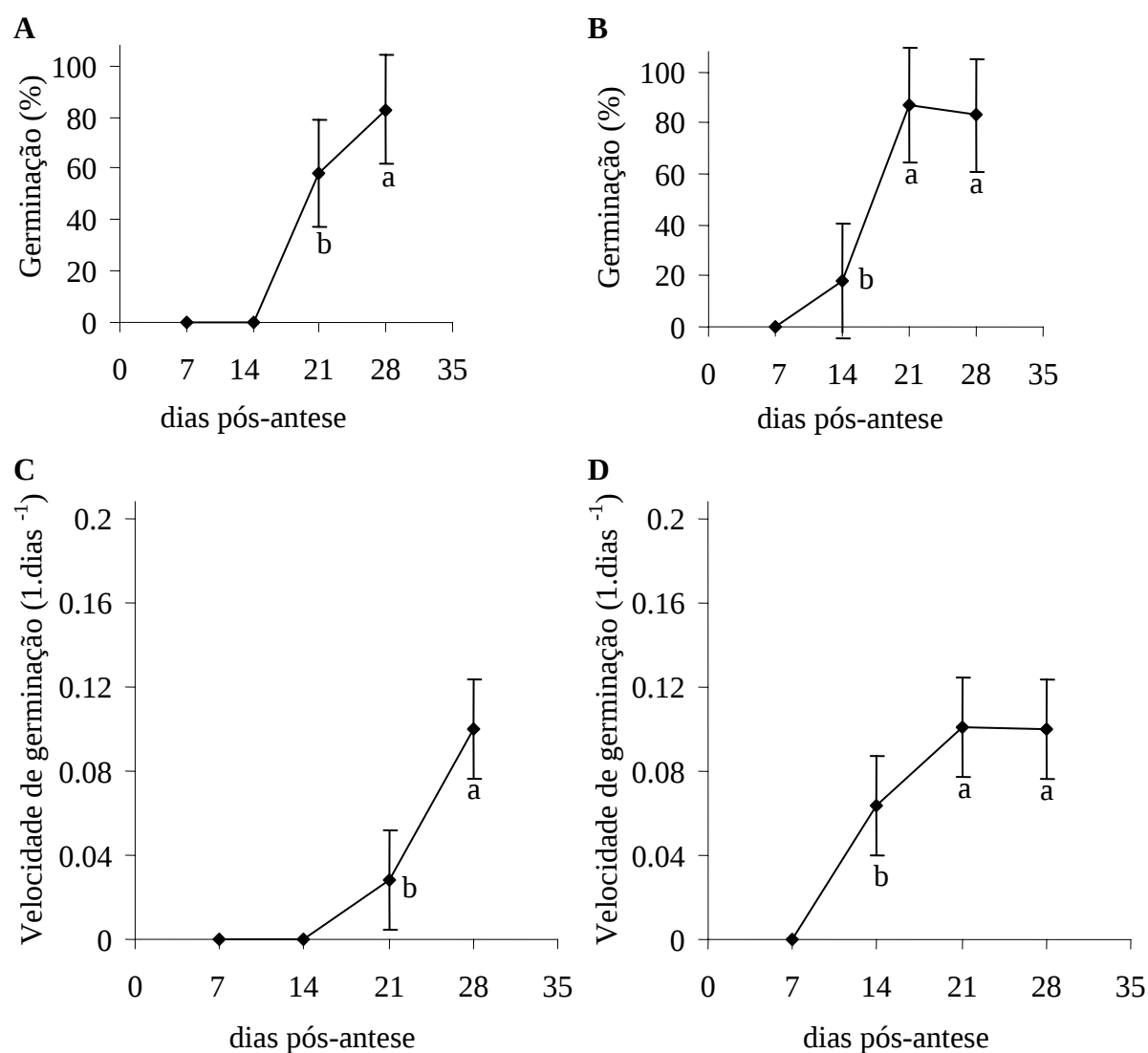


Figura 2 – Germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* nos diferentes estádios de maturação, testadas sob luz branca contínua. (A) sementes frescas, (B) sementes secas (C) velocidade de germinação para sementes frescas e (D) sementes secas. Letras distintas indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey.

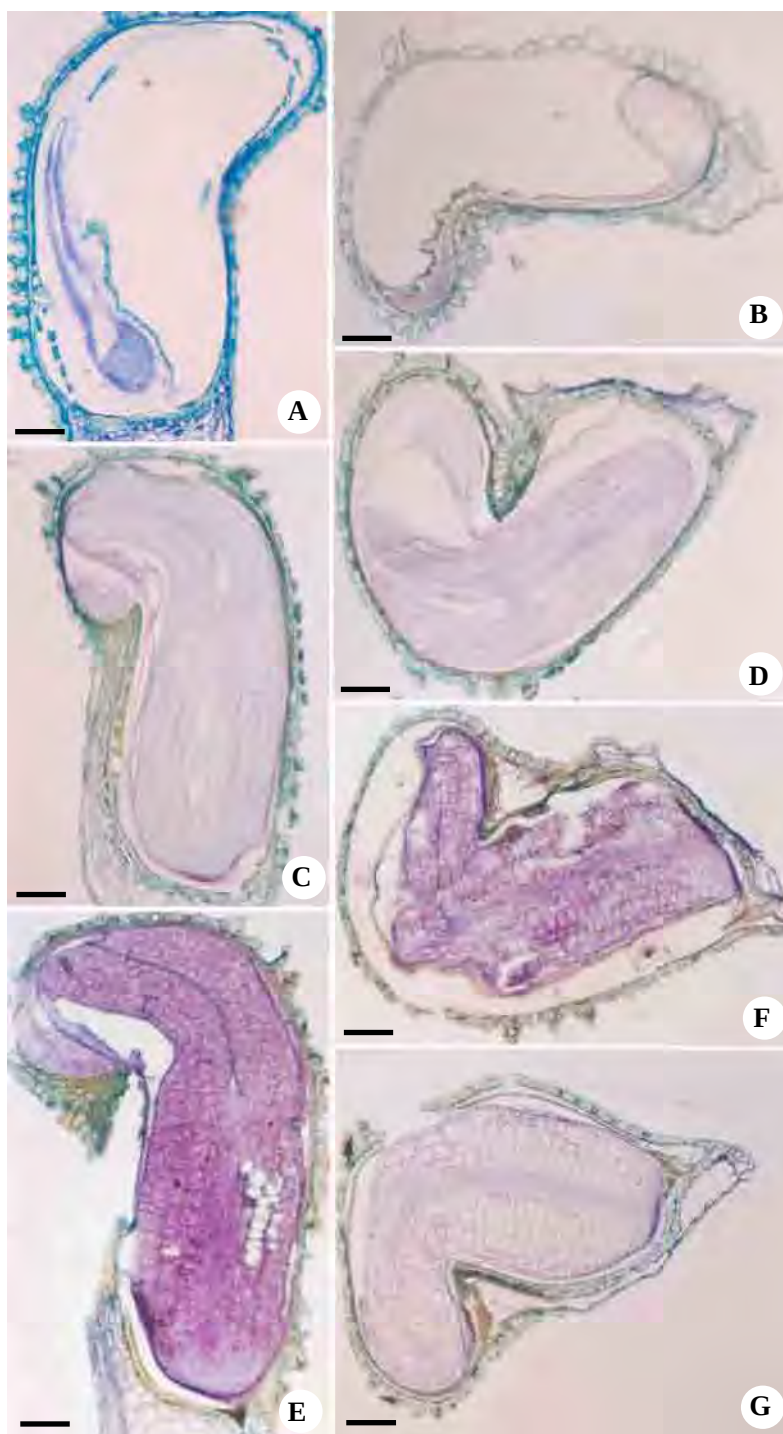


Figura 3 - Secções longitudinais da semente de *Tibouchina mutabilis*. **A** – 7 dias-fresco. **B** - 7 dias-seco. **C** - 14 dias-fresco. **D** - 14 dias-seco. **E** - 21 dias-fresco. **F** - 21 dias-seco. **G** - 28 dias. Barras de escala: 80µm.

Assim como a velocidade e a porcentagem de germinação, o sincronismo de germinação também apresentou respostas distintas nos diferentes estádios (figura 4 A,

B, C, D). Em sementes de 21 dias, tanto sementes frescas como sementes secas não ocorreu diferença significativa para índice de sincronização, mas como mostra o gráfico de frequência relativa, a distribuição da germinação foi distinta entre os tratamentos.

Para sementes frescas, a germinação ocorreu em pequenos picos ao longo do tempo. Nas sementes secas o tempo de germinação foi menor e a distribuição da mesma ocorreu de forma acumulada, com a maioria das sementes germinando do 7º ao 15º dias seguindo eventos isolados de germinação. Os estádios de 14 e 28 dias sementes secas apresentaram os menores valores de índice de sincronização sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p < 0,05$), mas diferiram dos tratamentos de 21 dias.

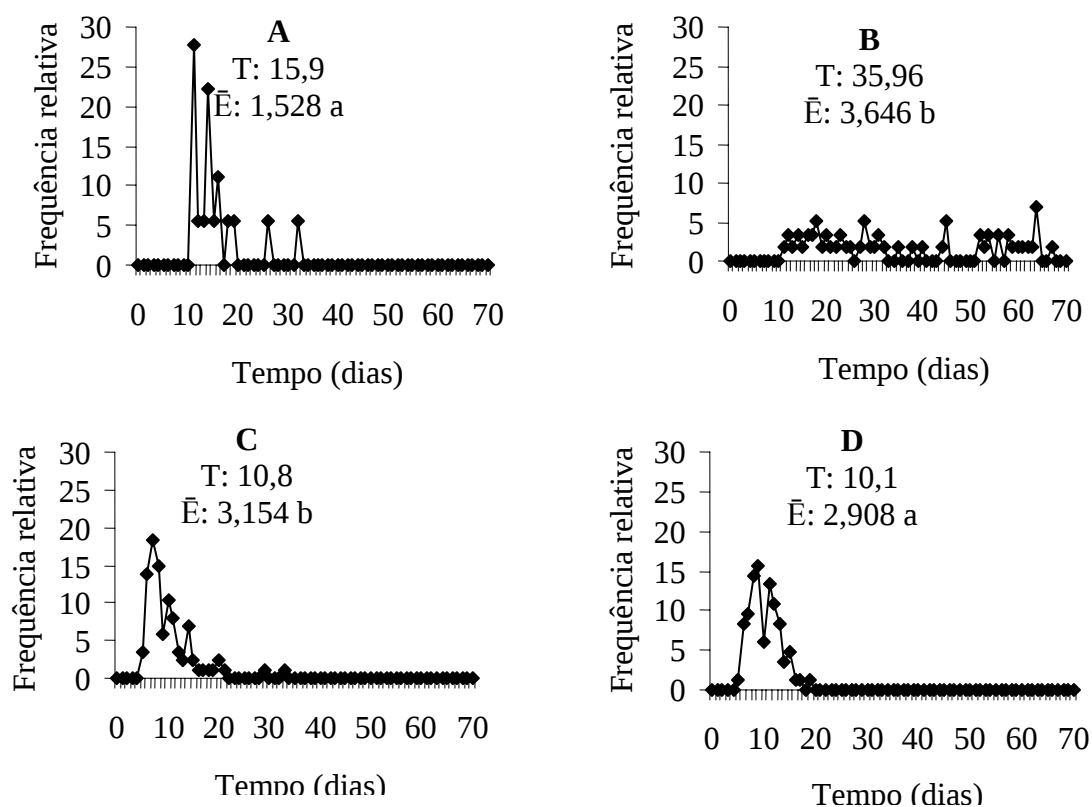


Figura 4 - Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* em diferentes estádios de maturação (dias pós-antese). **A** - 14 dias sementes secas, **B** - 21 dias sementes frescas, **C** - 21 dias sementes secas e **D** - 28 dias com a sementes frescas e secas testadas sob luz branca contínua onde: **T** - tempo médio e **E** - índice de sincronização da germinação. Letras distintas acompanhado de **E** indicam diferença significativa entre si $p < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey.

Aos 21 dias pós-antese, as sementes da espécie estudada já estão com embrião formado e são capazes de germinar com altas porcentagens quando secas. As cápsulas

ainda estão fechadas neste estágio, mas o embrião, aparentemente, já está completamente desenvolvido (figura 3 E, F), sendo comprovado com os testes de germinação após o dessecamento, indicando a maturidade fisiológica e morfológica uma vez que a porcentagem de germinação (87 %) foi semelhante ao estágio correspondente a dispersão (83%).

Sugere-se que quando as sementes de *T. mutabilis* atingem a maturidade fisiológica (21 dias) os frutos e sementes sofrem uma perda acentuada de umidade. Este fato vem sendo relatado por muitos autores em trabalhos com maturação entre eles CURVELLO et al., 1999; AMARAL et al., 1999; DAY, 2000; PEREIRA & MANTOVANI, 2001; LOPES et al., 2005; NAKAGAWA et al., 2005 para várias espécies.

Na espécie estudada o estágio de 21 dias coincide com a mudança de coloração (verde amarelo claro) no ápice e no pecíolo das cápsulas sendo um indicativo de maturação fisiológica para a espécie podendo então ser colhidos os frutos. Após a secagem das sementes no interior do fruto sob condição ambiente, estas estarão aptas a germinar. A mudança de coloração é um bom indicativo de maturidade fisiológica como relatado nos trabalhos de CORVELLO et al., 1999, AMARAL et al., 1999; LOPES et al., 2005 e NAKAGAWA et al., 2005.

Dentro do contexto de maturação de frutos e sementes, é importante destacar que as respostas encontradas nas diferentes espécies estudadas estão intimamente ligadas às condições ambientais locais ou a que são submetidas e às variações ambientais durante o ano e entre os anos. Desta forma, estas respostas podem ser diferentes quando quantificadas em diferentes épocas ou anos, sem considerar as peculiaridades de cada espécie.

Em *T. mutabilis* o período reprodutivo, da abertura da flor à dispersão das sementes, considerando as flores marcadas, foi concluído em menos de dois meses. Em *Tibouchina granulosa*, este período foi de três meses e meio (LOPES et al., 2005). Esses autores fizeram o acompanhamento da maturação entre os meses de março e julho, coincidindo com o inverno, enquanto que em *T. mutabilis* o estudo foi realizado durante a primavera.

Além do requerimento de luz para germinar as sementes de *T. mutabilis* não apresentou nenhum outro tipo de dormência na fase final de maturação com as sementes

apresentando alta porcentagem de germinação. Para *T. granulosa* nas fases finais de maturação foi observada dormência das sementes resultando em baixa germinação (LOPES et al., 2005).

Conclusões

A alta umidade é o fator limitante da germinação quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, uma vez que, além do requerimento de luz para germinar *T. mutabilis* não apresentou nenhum outro tipo de dormência nas fases finais de maturação, e a velocidade de germinação foi progressiva em função do dessecação.

A coleta das sementes pode ser feita com bons resultados, na região de Rio Claro-SP, no período de agosto a novembro, quando os frutos iniciarem a abertura natural ou após 21 dias pós-antese, quando os frutos apresentam mudança de coloração (verde amarelo claro) e ainda estão fechados, desde que as sementes sejam mantidas dentro do fruto durante a secagem.

Em decorrência da floração e frutificação irregular, bem como a formação das sementes e o desenvolvimento do embrião, o melhor indicador de maturação fisiológica para a espécie é o início da abertura natural das cápsulas. A vantagem deste parâmetro é que ele pode ser utilizado amplamente sendo facilmente observado.

Referências

- AKHALKATSI, M.; LÖSCH, R. Water limitation effect on seed development and germination in *Trigonella coerulea* (Fabaceae). **Flora**, Jena, v. 200, p. 493-501, 2005.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. – Bixaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 125-132, 2001.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 3, p. 273-285, 1999.
- AMARAL-BAROLI, A.; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 121-124, 2001.
- BEWLEY, J. D., BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S.; Maturidade fisiológica e germinação de sementes de macela (*Egletes viscosa* (L.) Less.) submetidas à secagem. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In. KERBAURY, G. B. (Ed). **Fisiologia vegetal**. 1.ed. Rio de Janeiro, 2004, p. 386-408.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**. Ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill. 1980, 326p.
- CURVELLO, W. B. V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S. T. maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 23-27, 1999.
- DAY, J. S.; Development and maturation of sesame seeds and capsules. **Field Crops Research**, Amsterdam v. 67, n. 1, p. 1-9, 2000.
- FEDER, N. & O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 55, p.123-142, 1968.
- GERLACH, G. 1969. **Botanische mikrotechnik, eine einfuhrung**. George Thieme, Stuttgart.
- JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book, New York.

LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, p.37-56, 1987.

LEE, T.D. Patterns of fruit and seed production. In: LOVETT DOUST, J. & LOVETT DOUST, L.(eds). **Plant reproductive ecology - Patterns and strategies**. Oxford Univ. Press, Oxford. 1990, p. 179-209.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 811-816, 2005.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZUCARELI, C. Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 45-53, 2005.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. Na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 335-348, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1985, 289p.

SETUBAL, J. W.; ZANIN, A. C. W.; NAKAGAWA, J. Efeitos da idade dos frutos, métodos e condição de secagem sobre a qualidade de sementes de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) CV. SANTA CRUZ-47. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 1, p. 138-142, 1996.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. New York: W.H. Freeman, 1981.

TAKAKI, M.; KENDRICK, R. E.; DIETRICH, S. M. C. Interaction of light and temperature on germination of *Rumex obtusifolius* L., **Planta**, Berlim, v. 152, n. 1, p. 209-214, 1981.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no **Capítulo 1** demonstram que:

Sementes de *T. mutabilis* germinaram em uma ampla faixa de temperaturas de 15 a 35°C com as melhores porcentagens de germinação obtidas na faixa de 25 a 30°C.

As sementes germinaram em todas as alternâncias de temperatura avaliadas, com as melhores porcentagens de germinação obtidas nas alternâncias dentro da faixa ótima de temperatura observada para temperatura constante.

A alternância de 20-25°C promoveu alta porcentagem e velocidade de germinação. Enquanto que as alternâncias associando temperaturas extremas promovem uma diminuição da porcentagem de germinação.

Os tratamentos de temperatura constante e alternada demonstraram que o sincronismo de germinação foi baixo na espécie. Os altos valores de índice de sincronização da germinação indicam uma ampla distribuição da germinação ao longo do curso da germinação.

A germinação foi inibida nas temperaturas de 10 e 40 °C na presença da luz, assim como nos controles em escuro contínuo.

T. mutabilis apresenta sementes sensíveis à luz respondendo às variações do ambiente, como uma típica espécie pioneira. Mesmo sob as condições ideais de temperatura e umidade não haverá germinação sem que haja um período de luminosidade suficiente para desencadear o evento.

A temperatura associada à luz é o fator determinante ao longo do curso da germinação, confirmando a dependência de clareiras para sua germinação.

Os resultados obtidos no **Capítulo 2** demonstram que:

Uma importante característica da biologia reprodutiva desta espécie é a presença de um grande número de sementes por fruto dos quais cerca de 50 a 80 % são abortadas, refletido nos valores de porcentagem final de germinação que apesar de serem relativamente baixos, caracteriza a germinabilidade máxima da espécie.

Sementes de *T. mutabilis* não germinam no escuro mesmo que as condições requeridas para germinar sejam ideais. Necessitando, portanto, de longos períodos de luz para iniciar o processo de germinação.

A característica de distribuição da germinação ao longo do tempo provavelmente permite a espécie explorar os diferentes micro-sítios no interior da floresta, no espaço e no tempo, desta forma diminuindo os riscos de grande mortalidade de plântulas em consequência de condições desfavoráveis para o seu estabelecimento.

As sementes desta espécie não germinam no escuro, mas são capazes de embeberem nestas condições e quando são expostas à luz branca contínua germinam rapidamente e de forma sincronizada.

Sugere-se que *T. mutabilis* é capaz de suportar as variações de umidade do ambiente sem perder a viabilidade sendo capazes de se manterem hidratadas por meses a espera de condições ideais de luz.

T. mutabilis é uma espécie sensível à luz, com respostas controladas pelo fitocromo na forma fiB.

A espécie apresenta característica de uma pioneira típica colonizadora de clareiras e suas sementes germinam preferencialmente em clareiras grandes.

Os resultados obtidos no **Capítulo 3** demonstram que:

A floração e frutificação na espécie estudada foram irregulares havendo frutos em diferentes estádios de desenvolvimento e maturação nas três árvores amostradas. As sementes também apresentaram desenvolvimento irregular em um mesmo fruto.

T. mutabilis apresenta sementes com embrião desenvolvido e com capacidade para germinar quando secas com apenas 14 dias pós-antese.

Sementes com 21 dias pós-antese apresentam embrião completo e são capazes de germinar com altas porcentagens quando secas. As cápsulas ainda estão fechadas neste estágio, mas o embrião, aparentemente, já está completamente desenvolvido. Este estágio coincide com a mudança de coloração (verde amarelo claro) no ápice e no pecíolo das cápsulas sendo um indicativo de maturação fisiológica para a espécie.

A alta umidade é o fator limitante da germinação quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, uma vez que, além do requerimento de luz para germinar *T. mutabilis* não apresentou nenhum outro tipo de dormência nas fases finais de maturação, e a velocidade de germinação aumentou progressivamente em função do dessecação.

A coleta das sementes pode ser feita com bons resultados, na região de Rio Claro-SP, no período de agosto a novembro, quando os frutos iniciarem a abertura natural ou após 21 dias pós-antese, quando os frutos apresentam mudança de coloração (verde amarelo claro) e ainda estão fechados, desde que as sementes sejam mantidas dentro do fruto durante a secagem.

Em decorrência da floração e frutificação irregular, bem como a formação das sementes e o desenvolvimento do embrião, o melhor indicador de maturação fisiológica para a espécie é o início da abertura natural das cápsulas. A vantagem deste parâmetro é que ele pode ser utilizado amplamente sendo facilmente observado.