

ROSANA CRISTINA CARREIRA

**Germinação em sementes de *Miconia albicans*
(Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC.
Melastomataceae, do cerrado de Mogi Guaçu, SP**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica
da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título de
MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E
MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de
Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

São Paulo

2004

ROSANA CRISTINA CARREIRA

**Germinação em sementes de *Miconia albicans*
(Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC.
Melastomataceae, do cerrado de Mogi Guaçu, SP**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica
da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título de
MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E
MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de
Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. LILIAN BEATRIZ PENTEADO ZAIDAN

Dedico aos meus pais

Ilidio e Sônia

Agradecimentos

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos meus pais, Ilidio e Sônia, por todo amor e carinho, incentivo ao estudo desde muito cedo, entendendo meus momentos ausentes, inúmeras viagens a Mogi Guaçu, experimentos nos finais de semana e as intermináveis horas na frente do computador.

À Dra. Lilian Zaidan, pela orientação, anos de aprendizagem, amizade, paciência, apoio e incentivo.

Ao Paulo, que sempre com amor e muita paciência, suportou minhas crises de mau humor e nervosismo. Por entender minhas ausências e viagens ao campo, mostrando-se um companheiro perfeito, para o resto da vida.

À Ana Má (Ana Baroni), pela sua amizade incondicional, pelas saídas estratégicas e sempre bem vindas, pelas confidências, risadas e lágrimas compartilhadas, pela cumplicidade e carinho.

À Jô (Josimara Rondon), companheira de muitos momentos, inclusive nas incontáveis viagens a campo. Agradeço pela dedicação e amizade “firme e forte”.

À Dé (Márcia Débora dos Santos) pela amizade sincera, companheirismo, honestidade, sinceridade, “ouvido” para todas as horas e para toda a vida.

À Van (Vanessa Rebouças dos Santos) que conquistou seu lugar conosco, pela adorável e recente convivência, pelas confidências, momentos alegres e difíceis que compartilhamos.

Às funcionárias da Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas do Instituto de Botânica, Helena C. Leite e Sirlei A. Cardoso, por serem acompanhantes valiosas nas viagens a Mogi Guaçu e agradável convivência nesses anos. À D. Amélia (Maria Amélia Carneiro), pela amizade e por lavar e “reservar clandestinamente” milhares de placas de Petri.

Aos motoristas da Seção de Sub Frota do Instituto de Botânica, Mazinho (Aliomar O. Gomes) e Zanqueta (Luiz G. Zanqueta Batista), por nos conduzir às incontáveis viagens a Mogi Guaçu. Especialmente ao Mazinho, por nos acompanhar na maioria das viagens, sempre ajudando nos trabalhos de campo com boa vontade, bom humor e por fim se tornar um amigo.

Ao José Roberto Morelli, chefe da Seção de Sub Frota do Instituto de Botânica, por resolver com paciência os problemas pertinentes às nossas viagens e pela companhia em algumas coletas, em que sempre foi prestativo.

Aos funcionários da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, especialmente à Mara (pelo seu delicioso arroz e feijão), Adão e Ticha por estarem sempre dispostos a ajudar. Ao Sr. Samuel e Sr. Paulo, pela colheita dos frutos de *M. rubiginosa*. Ao Dr. João Giudice Neto por fornecer os dados meteorológicos e ao Dr. Marcos Mecca Pinto, por permitir nossa hospedagem na Reserva.

A todos os estagiários, estudantes de pós-graduação e de pós doc da Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, pelos anos de convivência.

Um agradecimento especial ao Dr. Cláudio J. Barbedo, Dra. Marisa Domingos e Dra. Helenice Mercier por serem tão atenciosos e por darem sugestões valiosas na aula de qualificação.

Ao Dr. José Marcos Barbosa e Dra. Denise Bilia, da Seção de Sementes e Melhoramento Vegetal, pelas sugestões em alguns experimentos e por resolver algumas dúvidas.

Aos funcionários do Instituto de Botânica que contribuíram indiretamente para a realização deste trabalho: Célio e Davi da Seção de Patrimonial; à Sueli, Helena e Maria Helena da Biblioteca, à Rosalina, Maria e Sirléia do Xerox; à Márcia, secretária da pós graduação, pela ajuda, amizade e por se desdobrar para nos manter bem informados.

Ao Dr. Massanori Takaki, por me receber em seu laboratório na UNESP de Rio Claro, pelas conversas e por responder às minhas dúvidas. Aos alunos de pós-graduação Fábio, Fernando, Edson e Guilherme, e de iniciação científica, Priscilla, por fazerem “me sentir em casa” na UNESP e por ajudarem em tudo de que precisei.

Às amigas de graduação, Juliana, Andréa, Cláudia, Melissa e Silvia, pela amizade consolidada, por entenderem as ausências nos encontros e me darem força e incentivo, mesmo através de e-mails.

Índice

1. Introdução Geral	1
2. Objetivo Geral	14
3. Capítulo 1 - Maturação de sementes de <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana e inibidores de germinação em frutos imaturos e maduros de <i>M. albicans</i> e <i>M. rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	16
Abstract	17
Resumo	17
Introdução	18
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão	23
Literatura Citada	32
4. Capítulo 2 – Armazenamento de sementes e <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana e <i>Miconia</i> <i>rubiginosa</i> (Bonpl.) DC. em laboratório e em solo e cerrado	47
Abstract	48
Resumo	48
Introdução	49
Material e Métodos	52
Resultados e Discussão	54
Literatura Citada	65
5. Capítulo 3 – Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana e <i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC., duas Melastomataceae de cerrado	86
Abstract	87
Resumo	87
Introdução	88
Material e Métodos	91
Resultados e Discussão	93

Literatura Citada	104
6. Discussão Geral	121
7. Literaturas Citadas na Introdução Geral e Discussão Geral	127
8. Resumo	139
9. Abstract	141

1. Introdução Geral

Os cerrados localizam-se basicamente no Planalto Central do Brasil, constituindo um complexo vegetacional que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e de continentes como a África e a Austrália (Eiten 1994). O cerrado abrange como área contínua os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, e parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo. Também ocorre em áreas disjuntas ao norte, nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima e, ao sul, em pequenas ilhas, no Paraná (Ribeiro & Walter 1998).

O cerrado caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos, um clima classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso). Possui precipitação média anual de 1500 mm, que pode variar de 750 a 2000 mm. As chuvas são em geral concentradas de outubro a março (estação chuvosa) e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C (Ribeiro & Walter 1998). Durante a estação seca, as plantas estão mais vulneráveis, principalmente as herbáceas (Oliveira 1998). A maior parte do bioma cerrado é dominada por latossolos, mas um número significativo de outras classes de solo faz com que, em associação com as condições de clima, se estabeleça grande diversidade de espécies vegetais, dos estratos graminoso, arbustivo ou arbóreo (Reatto et al. 1998).

Estima-se que a biodiversidade do cerrado possa alcançar entre quatro e dez mil espécies vasculares, superior à grande parte de outras floras mundiais (WWF-PRO-CER 1995). Porém, a flora do cerrado necessita de mais estudos, havendo ainda um número insuficiente de informações sobre a fisiologia dessas plantas, especialmente no que diz respeito à propagação por sementes, ao crescimento de plântulas e aos processos de desenvolvimento (Ribeiro & Walter 1998).

A redução da vegetação do cerrado vem ocorrendo desde o início do século passado, principalmente devido ao uso desta vegetação como lenha e para produção de carvão vegetal (São Paulo 1997). Além disso, a área ocupada pelos cerrados possui o mais rápido processo de expansão

de fronteiras agrícolas do país, atraindo grande parte da agroindústria nacional, com monocultura intensiva de grãos e grandes áreas de pastagens (Corrêa & Melo Filho 1998), a pecuária extensiva de baixa tecnologia (WWF-PRO-CER 1995) e também pequenas indústrias, como as de olaria e siderurgia, além de madeira para mobiliário e construção civil (Barreira et al. 2002).

Apesar de constituírem a segunda maior formação vegetal brasileira, depois da floresta amazônica, os cerrados não foram incluídos no Capítulo 6^o - Meio Ambiente, artigo 255, parágrafo 4^o, da Constituição Brasileira, que protege os grandes biomas transformando-os em Patrimônio Nacional (São Paulo 1997).

Poucas são as unidades de conservação com áreas significativas em que o cerrado é o bioma dominante (Coutinho 2002). Além do seu tamanho reduzido em áreas legalmente protegidas, os remanescentes de cerrado, dispersos e em pequenos fragmentos, têm sido alvo do aumento da proliferação de espécies exóticas de gramíneas, sobretudo as de origem africana, como o capim-gordura, o capim-jaraguá e a braquiária, que estão invadindo as unidades de conservação e substituindo rapidamente as espécies nativas do estrato herbáceo-arbustivo, podendo afetar a diversidade biológica, bem como intensificar os danos causados pelo fogo (Durigan et al. 1998).

Nas últimas décadas, no estado de São Paulo, em razão da política oficial para incrementar o cultivo da cana-de-açúcar e o plantio de espécies exóticas, como *Pinus* e *Eucalyptus*, cerca de 87% das áreas de cerrados foram destruídas e hoje existem apenas 47 fragmentos maiores que 400 hectares (CETESB 1992, Kronka 1998). A necessidade de preservação e recuperação do cerrado apoia também a manutenção de espécies de importância econômica potencial (Cavassan 2002). Em um “workshop” sobre o cerrado (São Paulo 1997), foi feito um levantamento na literatura sobre plantas de cerrado potencialmente utilizáveis para fins diversos, como alimentação, uso na indústria farmacêutica (Siqueira 1981, Sato 1987), medicina popular e paisagismo (Salles & Lima 1980), destacando-se *Dipteryx alata* Vog., *Caryocar brasiliense* Camb., *Dimorphandra mollis* Benth., *Stripnodendron* sp., *Pterodon* sp., *Hancornia speciosa* Gomez, *Baccharis* sp., *Byrsonima* sp., *Hymenaea* sp., e várias espécies melíferas (Pirani & Cortopassi-Laurino 1993).

Com a mudança da política no Estado, agora a idéia é recuperar a vegetação em algumas áreas (Cesarino & Zaidan 1998). Barbosa (1989) já alertava para a necessidade de estudos sobre as melhores alternativas de manejo florestal, baseadas na preservação da flora e fauna regionais, considerando de fundamental importância os estudos ecológicos de espécies que têm grande potencial para utilização. No caso da recuperação dos cerrados, um dos pontos principais é a multiplicação das suas espécies.

Estudos sobre o crescimento inicial de plantas arbóreas de cerrado evidenciam que o lento crescimento observado ocorre em função da maior alocação de biomassa para o sistema radicular, talvez em resposta à baixa disponibilidade de nutrientes e de água, o que restringiria a expansão foliar, prejudicando a fotossíntese que, por sua vez, comprometeria o crescimento (Sasaki & Felipe 1992, Godoy & Felipe 1992, Paulilo et al. 1993). O alongamento da raiz em relação ao comprimento do caule é cerca de três vezes maior. Esse padrão de alongamento seria, portanto, um caráter genético selecionado pelas plantas típicas do cerrado, conforme relata Poggiani (1971), e que é mantido mesmo quando as condições do meio são alteradas.

A vegetação natural de cerrado pode se regenerar com alta densidade e diversidade. É o que mostram estudos recentes, especialmente em sub-bosque de eucaliptos (Durigan et al. 1997, Sartori et al. 2002, Durigan et al. 2004a). A regeneração natural do cerrado, em termos de densidade, riqueza e cobertura das plantas nativas, em áreas utilizadas como pastagem por longos períodos, é superior em áreas simplesmente abandonadas, se comparada com áreas reflorestadas com espécies nativas ou exóticas, onde as plantas regenerantes de cerrado são afetadas pela falta de luz e pela competição por água (Durigan et al. 2004a).

Por muito tempo acreditou-se que em cerrados típicos a reprodução a partir de sementes ocorresse apenas em condições muito excepcionais, apesar da germinação ocorrer facilmente em condições de laboratório (Ferri 1960). Estudos pioneiros sobre a propagação de espécies de cerrado revelaram que, em condições naturais, a germinação de sementes não é apenas comum, mas também viável, e que envolve mecanismos adaptativos às condições de cerrado, como o rápido

crescimento radicular e o desenvolvimento de órgãos de reserva. A eficácia desses mecanismos está intimamente relacionada à sincronia da germinação de sementes com o início da estação chuvosa (Labouriau et al. 1963, 1964, Válio & Moraes 1966). Esses dados levaram à elaboração de vários estudos sobre germinação de espécies dos cerrados, como discutidos na revisão apresentada por Felipe & Silva (1984).

O termo germinação pode ser conceituado de diferentes maneiras. De acordo com Métivier (1979), do ponto de vista botânico, a germinação é um fenômeno biológico constituído pela retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Para os tecnologistas de sementes, a germinação é reconhecida como a produção de plântulas normais (Brasil 1992). Já do ponto de vista fisiológico, germinar é sair do repouso e entrar em atividade metabólica (Lima e Borges & Rena 1993).

Os eventos principais que ocorrem na germinação são: embebição de água, ativação de enzimas, iniciação do crescimento do embrião, rompimento do tegumento, emergência e estabelecimento da planta (Malavasi 1988). A disponibilidade de água é a primeira condição para a germinação de uma semente viável e não dormente. O aumento da atividade respiratória da semente a um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas, depende do grau de hidratação das sementes (Popinigis 1985). No entanto, tanto sementes vivas quanto sementes mortas absorvem água e a quantidade absorvida está relacionada com a composição química das sementes (Bewley & Black 1994).

Inúmeros fatores, tanto externos como internos, estão envolvidos no processo de germinação. Consideram-se fatores internos os inibidores e promotores de germinação e os externos, luz, temperatura, umidade e gases. Os fatores ambientais mais importantes e que influenciam a germinação da maioria das sementes são a luz e a temperatura.

A sensibilidade à luz é bastante variável e as sementes podem ser classificadas em fotoblásticas positivas (germinam na presença de luz) e fotoblásticas negativas (germinam na ausência de luz), ou simplesmente fotoblásticas e não fotoblásticas. Klein & Felipe (1991)

estudaram o efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de 43 espécies invasoras de uma cultura de algodão, das quais 19 apresentara fotoblastismo positivo, seis não responderam à luz, 17 germinaram em baixas porcentagens, não podendo assim serem classificadas e uma espécie apresentou resultados variáveis. Frente a esses dados, os autores separaram as espécies fotoblásticas positivas em preferenciais, quando ocorre alguma germinação no escuro, e absolutas, quando a germinação é totalmente nula no escuro.

A sensibilidade das sementes à luz está relacionada a um pigmento fotorreceptor, o fitocromo (F), responsável pela captação de sinais luminosos, que podem ou não desencadear a germinação das sementes. Esse pigmento se apresenta em duas formas interconvertíveis, uma ativa, com absorção máxima na luz vermelho-extremo (F_{ve}) e outra inativa, com absorção máxima na luz vermelha (F_v). Em geral, a luz vermelha (v), com pico de ação em 660 nm, estimula a germinação, ao passo que a luz, na faixa do vermelho-extremo (ve), com pico de ação em 730 nm, a inibe. A luz branca, devido a sua composição espectral e às características de absorção do fitocromo, tem efeito semelhante ao da luz vermelha (Lima e Borges & Rena 1993). Estas propriedades fazem do fitocromo um fotorreceptor único, tendo um importante papel na regulação gênica e no controle de uma grande variedade de processos de desenvolvimento, incluindo a germinação de sementes, as respostas fotoperiódicas de floração, o desestiolamento de plântulas, a biossíntese de clorofila e outros pigmentos, e outras respostas morfogênicas à luz (Holmes & Smith 1975, Schimitt & Wulff 1993).

Sob condições naturais, as plantas experimentam não só uma redução na irradiância, mas também uma alteração na qualidade espectral da luz devido a filtros seletivos dos comprimentos de onda nas faixas do azul e vermelho, pela clorofila. A razão V:Ve pode ser drasticamente reduzida sob dossel, quando comparada aos valores sob luz solar direta (Schimitt & Wulff 1993). Takaki (2001) propôs uma classificação das sementes em relação às formas do fitocromo, no lugar da resposta fotoblástica. O autor afirma, com base na literatura, que todas as sementes contêm fitocromo e o termo fotoblastismo deve ser substituído pelas formas do fitocromo que controlam a

germinação. Assim, as sementes fotoblásticas positivas têm fiB controlando o processo de germinação por meio da resposta de fluência baixa (RFB). Sementes fotoblásticas negativas têm fiA controlando a germinação pela resposta de irradiância alta (RIA). Quando o nível de Fve pré-existente é alto o suficiente para induzir a germinação no escuro, pela RFB e pelo fiB, as sementes insensíveis à luz têm fiA controlando a germinação pela resposta de fluência muito baixa (RFMB).

A variação de luz no ambiente, tanto em florestas tropicais como em cerrados, afeta a germinação das sementes, o crescimento e a reprodução das plantas, tanto vegetativa quanto sexuada. A interação entre a vegetação e o ambiente produz um cenário em contínua mudança. Em ocasiões onde a luz é um recurso limitante, as plantas adaptam-se e adquirem mecanismos para superar essas variações como, por exemplo, o prolongamento do período de viabilidade ou a dormência das sementes (Leite 1998).

A dormência é mais comumente encontrada em espécies que ocorrem em locais onde existe forte sazonalidade, e possibilita à planta sobreviver como semente, quando poderia perecer enquanto plântula, ou seja, durante um inverno rigoroso ou uma longa estação seca (Carvalho & Nakagawa 1988, Willan 1990). É um mecanismo necessário para capacitar as espécies a sobreviver como sementes até haver condições favoráveis para a germinação e o estabelecimento da plântula, como a formação de uma clareira, naturalmente ou por interferência humana. A dormência é quebrada quando as sementes são expostas a intensidades crescentes de luz e temperatura. Algumas espécies são aparentemente mais sensíveis a mudanças na luz, enquanto outras são mais sensíveis às alterações de temperatura (Willan 1990).

A germinação é um processo complexo envolvendo muitas fases, cada uma delas afetada pela temperatura. O efeito da temperatura na germinação está associado às características ecológicas da espécie (Figliolia et al. 1993). Sementes de algumas espécies requerem alternância de temperatura para que ocorra alta porcentagem de germinação (Lima e Borges & Rena 1993, Figliolia et al. 1993). Mayer & Poljakoff-Mayber (1989) consideram como temperatura ótima aquela em que as sementes apresentam as mais altas porcentagens de germinação, em menor tempo.

A faixa entre 20 e 30 °C é a mais adequada para a germinação em um grande número de espécies subtropicais e tropicais, que incluem as espécies de cerrado (Melo et al. 1998). Pode haver uma relação entre temperaturas alternadas e a alteração do fotoblastismo, como constataram Joly & Felipe (1979) em *Rapanea guianensis* Aubl.

Estudos com sementes nativas em seus mais variados aspectos têm se tornado cada vez mais frequentes com vistas à crescente demanda pela recuperação de áreas, principalmente no estado de São Paulo. O estudo da biologia da semente se faz necessário por fornecer dados teóricos e práticos, visando a sua preservação e utilização, bem como a ampliação do conhecimento sobre a biodiversidade. Após anos de pesquisas e desenvolvimento tecnológico, ainda persiste a necessidade de saber como conservar viáveis as sementes, sobretudo as sementes da vegetação do cerrado e como recuperar espécies que ocorrem ou ocorriam numa determinada área. Aí reside a importância do estudo do banco de sementes dos solos de cerrado.

Por banco de sementes ou reservatórios de sementes entende-se um grupo de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou na serapilheira. Esses bancos têm um papel importante na substituição de plantas eliminadas por causas naturais ou não, como senescência, doenças, movimentos de solo, queimada, estiagem, temperaturas adversas, inundação e consumo animal, incluindo o homem, suprimindo de novos indivíduos as comunidades vegetais ao longo do tempo (Carmona 1992).

Kageyama & Viana (1989) citaram que o banco de sementes é um sistema dinâmico, com entradas e saídas, e o balanço desses fatores no solo determina um estoque acumulado, que varia em função das espécies, caracterizando bancos transitórios e persistentes. As entradas, dentro desse sistema, são provenientes da chuva de sementes, dispersão e revolvimento do solo por diferentes grupos de animais, fogo, vento, água ou outros agentes mecânicos, enquanto germinação, predação, morte fisiológica e transferência para camadas profundas do solo são as principais vias de saída. A expectativa de vida de sementes no solo varia muito entre as espécies, dependendo das

características das sementes, da profundidade em que estão enterradas, do tipo de solo e das condições climáticas (Carmona 1992).

Estudos do banco de sementes em solos de cerrado, no estado de São Paulo, nas regiões de São Carlos (Santos Júnior 1992), Itirapina (Sasaki et al. 1999) e Mogi Guaçu (Cesarino 2002) mostraram a importância de estudos mais detalhados com as sementes encontradas nesse banco. Dentre as espécies que se apresentaram com maior frequência nos bancos de sementes estudados destacaram-se as da família Melastomataceae.

No Brasil, Melastomataceae é a sexta maior família de Angiospermas, com 68 gêneros e mais de 1.500 espécies que se distribuem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, estando presente em praticamente todas as formações vegetacionais com um número variável de espécies. As espécies apresentam grande diversidade de hábitos, desde herbáceo até arbustivo, ocorrendo comumente espécies arbóreas e, mais raramente, trepadeiras e epífitas, permitindo a ocupação de ambientes diversificados (Romero & Martins 2002). Os seus representantes são prontamente reconhecidos, principalmente, pelas folhas decussadas com nervação acródroma, estames geralmente falciformes e anteras poricidas (Romero & Martins 2002). Sabe-se que a maioria dos representantes dessa família podem acumular alumínio em suas folhas (Jansen et al. 2002).

A maior parte das espécies dessa família oferece aos polinizadores apenas pólen como recurso, e este só é removido das anteras poricidas por meio de movimentos vibratórios efetuados por algumas espécies de abelhas (Goldenberg 1994). Uma grande diversidade de espécies de pássaros se alimenta dos frutos das Melastomataceae e, em geral, essas plantas são reconhecidas como uma das fontes de alimento mais importantes de pequenos pássaros frugívoros (Snow 1981, Stiles e Rosselli 1993).

Parisca (1972) e Baumgratz (1983-85) caracterizaram as sementes de Melastomataceae por se apresentarem em grande quantidade no fruto e pela presença de numerosas sementes abortadas (sem embrião), pouca ou nenhuma variação entre os óvulos não fertilizados; a semente tem

tamanho reduzido, dois tegumentos facilmente separáveis, ausência de endosperma e lipídeos e proteínas como material de reserva.

Vázquez-Yanes & Perez-Garcia (1976) e Corner (1976) observaram que alguns membros das famílias Bixaceae, Melastomataceae e Winteraceae podem ter dormência física. As sementes dessas famílias têm uma camada paliádica de células lignificadas na testa, uma característica frequentemente encontrada em sementes com dormência física. Contudo, isso não significa que todos os membros das famílias citadas possuem algum tipo de dormência, conforme relataram Baskin & Baskin (1998).

Pela importância da família Melastomataceae no Brasil, estudos vêm sendo feitos visando conhecer aspectos ecológicos e da biologia reprodutiva de membros dessa família.

Estudos sobre a ecologia da polinização de espécies de Melastomataceae realizados no Brasil concentram-se na Amazônia (Renner 1989, 1990, Ferreira et al. 1994) e nas regiões sudeste (Baumgratz & Silva 1988, Goldenberg 1994, Goldenberg & Shepherd 1998) e nordeste (Melo & Machado 1996, 1998, Melo et al. 1999).

Aspectos da biologia reprodutiva na família Melastomataceae revelaram haver grande diversidade (Melo & Machado 1996, Goldenberg & Shepherd 1998), porém, o sistema reprodutivo predominante na família é a xenogamia (Renner 1989), favorecida pela separação espacial entre o estigma e o pólen nas flores, e pela necessidade de manipulação das anteras por parte de vetores para liberar o pólen. Trabalhos recentes têm mostrado, com relativa frequência, a ocorrência de casos de apomixia, principalmente entre espécies da tribo Miconieae (Goldenberg & Shepherd 1998, Goldenberg & Varassin 2001). A apomixia é o processo pelo qual uma planta é capaz de produzir sementes com embriões viáveis sem ter ocorrido a fusão de gametas e a formação de zigotos (Goldenberg & Varassin 2001). A ocorrência de apomixia aparentemente não está relacionada a adaptações e a determinadas condições ambientais ou ecológicas, estando mais claramente, segundo Goldenberg & Shepherd (1998) e Goldenberg & Varassin (2001), ligada à expressão ou consequência de outros processos, tais como hibridação e poliploidia. Da mesma

forma, em processos de propagação reprodutiva, uma progênie resultante de reprodução por agamospermia deve apresentar genótipo idêntico ao da planta mãe (Goldenberg 1994).

Por volta de 1000 espécies pertencem ao gênero *Miconia* Ruiz & Pavon, das quais cerca de 250 são encontradas no Brasil (Martins et al. 1996). Mantovani (1983), estudando a composição e similaridade florística de espécies da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, cita que Melastomataceae é a 10^a maior família em frequência e que o gênero *Miconia* aparece com 2,46% de representatividade. Seitz (1994) já citava que sementes de *Miconia* persistem no banco de sementes do solo.

Miconia albicans (Sw.) Triana é uma espécie arbustiva com até 2,5 metros de altura. Possui folhas coriáceas com face inferior densamente tomentosa. As flores são pentâmeras, com pétalas brancas e odor imperceptível, agrupam-se em inflorescências do tipo panícula (figura 1A e B), coincidindo com os períodos chuvosos e, entre novembro e março, se dá a frutificação. O fruto é vermelho quando jovem e torna-se verde-jade quando maduro (figura 1C), com número de sementes variável. Ocorre desde o sul do México e Antilhas até o Paraguai. No Brasil, distribui-se por quase todos os estados, de Roraima e Amazonas até o Paraná. É uma espécie característica de cerrados e savanas, mas também é encontrada em vegetação litorânea (Martins et al. 1996). *M. albicans* tem seus frutos dispersos por pássaros, roedores (Magnusson & Sanaiotti 1987, Goldenberg 1994, Goldenberg & Shepherd 1998) e formigas (Carreira & Zaidan 2003), enquanto as folhas podem sofrer altos níveis de herbivoria por insetos fitófagos (Paleari & Santos 1998).

O Índice de Valor de Importância (IVI) representa a soma dos valores relativos de densidade, frequência e dominância (Martins 1991). Mantovani (1987) calculou, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, o IVI para *M. albicans* na área de cerrado senso restrito de *Rapanea*, foi de 5,08; para a área de cerrado senso restrito, o IVI foi de 4,77 e em uma área de transição de campo cerrado e cerrado, esse índice foi de 2,80 (Mantovani 1987). Quando esse índice foi comparado entre a Reserva de Mogi Guaçu e a Estação Experimental de Itirapina,

Mantovani (1987) mostrou que indivíduos de *M. albicans* são mais abundantes em Itirapina que em Mogi Guaçu.

M. albicans parecer ter apomixia obrigatória. Mesmo frutificando regular e abundantemente em condições naturais, não foi encontrado pólen viável em 40 indivíduos amostrados, incluindo os pólenes utilizados nas polinizações controladas (Goldenberg & Shepherd 1998).

Sob condições de casa de vegetação e fotoperíodo controlado (10, 14 e 18 h), foi estudada a sobrevivência, o estabelecimento e o crescimento de plantas jovens de *M. albicans* (Carreira & Zaidan 2003). Ao final de dez meses, apenas 33,3% das plantas sobreviveram nos três tratamentos fotoperiódicos fornecidos. Foi lento o crescimento apresentado pelas plantas, que atingiram apenas 25 cm de altura nos tratamentos mais favoráveis (14 e 18 h) após dez meses. As autoras mencionaram que o crescimento inicial lento das plantas deve ser provocado pelo tipo de sementes que as plantas produzem, muito pequenas, com cotilédones foliáceos, sem reservas que garantam o início do desenvolvimento das plantas jovens, como ocorre em algumas arbóreas de cerrado. De fato, em um estudo de pós-estabelecimento, em campo, de plântulas de algumas espécies do cerrado do Distrito Federal, Hoffmann (2000) citou que plântulas de *M. albicans* são incapazes de sobreviver ao fogo devido a uma forte correlação entre sobrevivência e tamanho das sementes. Indivíduos de *M. albicans* são muito comuns em locais abertos de cerrado, independente de suas plântulas serem sensíveis ao fogo, pois podem invadir rapidamente quando ocorre um longo intervalo de tempo livre de queimadas (Hoffmann 1999). Haridasan (1988) mostrou que *M. albicans* é uma espécie acumuladora eficiente de alumínio e que esse fator pode ser vantajoso para a sua ampla distribuição. Miyanishi & Kellman (1986) observaram que a densidade máxima de plântulas de *M. albicans* é obtida após o segundo e terceiro anos depois de uma queimada. Todavia, o aumento da germinação não foi atribuído a efeitos diretos do fogo nas sementes, mas a um aumento na luminosidade devido à perda da camada de serapilheira.

Cochrane et al. (1988) afirmaram que intervalos de seca durante a estação chuvosa são freqüentes no cerrado e podem afetar o sucesso do estabelecimento de plântulas de algumas

espécies de cerrado, como *M. albicans* (Hoffmann 1996, Franco et al. 1996, Mattos et al. 2002). Plantas de *M. albicans* podem apresentar perda parcial de área foliar durante a estação seca (Mattos et al. 1997).

Silberbauer-Gottsberger et al. (1977) observaram após uma geada em um fragmento de cerrado, com temperatura mínima de -6°C, que *M. albicans* e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. foram as espécies mais danificadas. Essas espécies também foram as mais afetadas por geada em Agudos, SP. As plantas, no entanto, apresentaram brotamento próximo à base do caule, nos meses seguintes àqueles da ocorrência das geadas (Bertoncini 1996).

Durigan et al. (2004b), estudando o crescimento de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* e as influências exercidas por essa espécie exótica sobre os processos de regeneração natural de plantas nativas da Mata Ciliar em Assis, SP, constataram que *M. albicans* foi a sexta espécie regenerante em termos de abundância. Os autores ainda mencionaram que, dentre as espécies mais abundantes, *M. albicans* sofreu uma forte redução populacional, da ordem de 57%, no período de 1999-2001, pelo impacto de uma geada ocorrida no ano 2000.

Em estudos sobre o uso de plantas medicinais de cerrado, foi constatado o uso do chá de folhas de *M. albicans* (vulgarmente chamada de folha-branca, quaresma-falsa ou maria-branca) para auxiliar a digestão e as folhas são utilizadas também como aperiente (Siqueira 1988).

M. albicans também é empregada em estudos fitoquímicos. Extratos metanólicos de folhas foram altamente reativos contra a bactéria *Pseudomonas aeruginosa* e causaram inibição significativa contra várias linhagens de bactérias, incluindo *Escherichia coli* (Alves et al. 2000).

Miconia rubiginosa (Bonpl.) DC. é uma espécie arbórea, podendo atingir até 6 metros de altura. Ocorre desde a América Central e Antilhas até o sudeste do Brasil (Martins et al. 1996). É encontrada em cerrados dos estados de Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais e São Paulo (Marcondes-Machado 2002). As flores são brancas (figura 2A), pentâmeras, com odor forte e doce, agrupadas em inflorescências paniculares (Goldenberg & Shepherd 1998). A floração (figura 2B) acontece entre outubro e dezembro, a frutificação ocorre nos meses de fevereiro a julho; os frutos são

violáceos (figura 2C), com poucas sementes e sua dispersão é feita por aves (Goldenberg 1994, Goldenberg & Shepherd 1998, Marcondes-Machado 2002). Goldenberg (1994) verificou três espécies de abelhas visitando as flores de *M. rubiginosa*, mas em número muito pequeno face à enorme quantidade de flores oferecidas.

Goldenberg & Shepherd (1998), estudando a biologia reprodutiva de *M. rubiginosa*, observaram que as sementes dessa espécie apresentavam poliembrões. A presença de poliembrionia pode indicar, por si só, a presença de agamospermia (Richards 1986 *apud* Goldenberg 1994). Esta espécie foi citada por Saraiva (1993) como agamospérmica. Segundo os autores, plântulas resultantes da germinação dessas sementes geralmente são mais fracas e suscetíveis ao ataque de patógenos. Em relação ao IVI, Mantovani (1987) não faz referência à espécie *Miconia rubiginosa* em nenhuma área de cerrado analisada na Reserva.

Um estudo sobre o comportamento apresentado por algumas aves durante o forrageamento com frutos de *M. rubiginosa*, em uma área de cerrado, analisou como os frutos são consumidos e detectou quais aves poderiam ser mais eficientes como dispersoras de sementes (Marcondes-Machado 2002). As aves observadas ou engoliram, ou mascaram o fruto. As melhores dispersoras seriam aquelas que ingerem os frutos inteiros, uma vez que todas as sementes contidas no fruto são levadas pelas aves e dispersas longe das fontes produtoras. As aves mascadoras engolem menor número de sementes, pois as separam da polpa e as deixam cair sob a árvore que contém os frutos (Marcondes-Machado 2002). Os pássaros das famílias Tyrannidae e Muscicapidae são normalmente engolidores, portanto melhores dispersores, enquanto os da família Emberizidae são mascadores, não sendo, portanto, dispersores tão eficientes (Moermond & Denslow 1983 *apud* Marcondes-Machado 2002).

Tanto as aves engolidoras como as mascadoras de frutos engolem pedaços de polpa com sementes, o que representa uma estratégia de *M. rubiginosa* para assegurar a dispersão e oferecer proteção contra a predação de sementes (Janzen 1983). Desta forma, há alimento para as aves e eficiência do processo de dispersão, pois haverá mais sementes ingeridas. Esse comportamento das

aves aumenta a probabilidade de que as sementes sejam eliminadas junto com as fezes, em locais favoráveis à germinação.

Em um levantamento etnobotânico de algumas plantas medicinais do cerrado na região do alto rio Grande, Minas Gerais, Rodrigues & Carvalho (2001) observaram que as pessoas utilizavam ramos com folhas de *M. rubiginosa*, também chamada por eles de capiroroquinha, para curar afecções na garganta, sob a forma de gargarejo. Os efeitos analgésicos de extratos de hexano, metileno e etanol de folhas de *M. rubiginosa* foram testados em ratos induzidos à convulsão abdominal. Os extratos produziram uma inibição significativa da convulsão abdominal (Spessoto et al. 2003). Por cromatografia gasosa, os autores identificaram quatro triperpenos nos extratos de hexano: alfa-amirin, beta-amirin, lupeol e beta-sitosterol.

2. Objetivo Geral

Com base em experimentos prévios sobre a germinação de sementes de diferentes espécies de melastomataceas ocorrentes em cerrado (R.C.Carreira, dados não publicados), o presente trabalho visou compreender o processo de germinação das sementes de *Miconia albicans* e *Miconia rubiginosa* frente a diferentes condições de armazenamento, de temperatura e de exposição à luz, bem como estabelecer o tempo em que essas sementes permanecem viáveis.

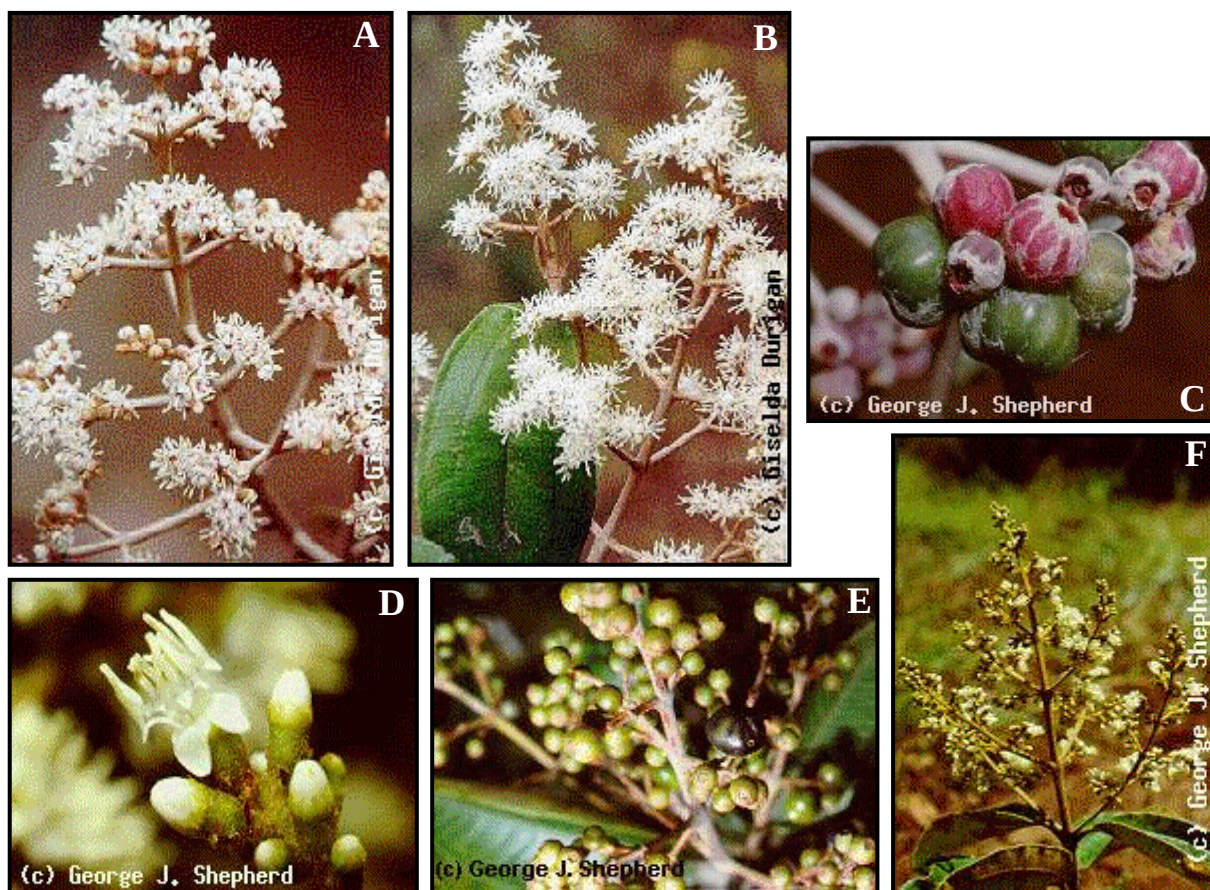


Figura 1. Ilustrações das espécies estudadas. **A** e **B**. Floração de *Miconia albicans* (Sw.) Triana; **C**. Detalhe dos frutos imaturos (vermelhos) e maduros (verdes) de *M. albicans*; **D**. Detalhe da flor de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC.; **E**. Frutificação de *M. rubiginosa*; **F**. Aspecto da inflorescência de *M. rubiginosa*.

3. Capítulo 1

Maturação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e inibidores de germinação em frutos imaturos e maduros de *M. albicans* e *M. rubiginosa* (Bonpl.) DC.

Título resumido: Maturação de sementes e inibidores de germinação

ABSTRACT – (Maturation of seeds of *Miconia albicans* (Sw.) Triana and germination inhibitors in immature and mature fruits of *M. albicans* and *M. rubiginosa* (Bonpl.) DC.). Studies on seed maturation give a solid basis to understand the behavior of seeds during the germination. The aim of the present study was to obtain maximum germination of seeds of *Miconia albicans*. The maturation of fruits and seeds was studied in cerrado and campo cerrado areas in the Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, SP. The number of flower buds, flowers and fruits was recorded at fifteen-day intervals, from May 2003, during nine months. Maturation of fruits and seeds was evaluated by changes in the color of the fruits, water content of the seeds and germination tests at 25°C under continuous light. Extracts of immature and mature fruits of *M. albicans* and *M. rubiginosa* were used as substrate in the germination of these seeds and test-seeds. Flowering and fruiting were irregular, extending for several months. The presence of inhibitors in immature and mature fruits of both species was registered. Besides frugivory by birds, mature fruits do not remain connected to the mother-plant and, after falling on the ground, they may release the seeds that will be able to germinate when free of these inhibitors and exposed to light.

Key words: cerrado, germination inhibitor, seed maturation, Melastomataceae

RESUMO – (Maturação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e inibidores de germinação em frutos imaturos e maduros de *M. albicans* e *M. rubiginosa* (Bonpl.) DC.). O conhecimento dos processos fisiológicos da semente é dependente de estudos sobre maturação. O objetivo deste trabalho foi a obter a máxima germinabilidade das sementes de *Miconia albicans*. O estudo da maturação de sementes de *M. albicans* foi realizado em áreas de campo cerrado e cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu. A floração e a frutificação foram acompanhadas em visitas quinzenais, registrando-se os números de botões, flores e frutos, a partir de 21/05/2003, com determinação do conteúdo de água das sementes. Os testes de germinação foram feitos a 25°C, sob luz contínua. Extratos de frutos imaturos e maduros de *M. albicans* e *M. rubiginosa* foram utilizados como substrato na germinação dessas sementes e em sementes-teste. A

floração e a frutificação de *M. albicans* foram irregulares, estendendo-se por vários meses, entre agosto e fevereiro. Sementes fisiologicamente maduras foram encontradas quando os frutos ainda estavam imaturos. Foi registrada a presença de inibidores de germinação em frutos imaturos e maduros das duas espécies. Além de haver frugivoria por pássaros, os frutos maduros não permanecem presos à planta e, caindo no solo, podem liberar as sementes que poderão germinar quando estiverem livres desses inibidores e expostas à luz.

Palavras-chave: cerrado, inibidores de germinação, maturação de sementes, Melastomataceae,

Introdução

O conhecimento dos processos fisiológicos da semente é efetivamente o ponto de partida para a utilização racional de plantas nativas (Cabral et al. 2003), bem como o entendimento do estabelecimento de plantas, a sucessão ecológica e a regeneração natural (Barbosa et al. 1985, Aguiar & Barciela 1986, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). É crescente a demanda por sementes de essências nativas para sua utilização em recuperação de áreas (Barbosa et al. 2000) e a obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica é dependente de estudos sobre maturação de sementes (Martins & Silva 1997).

O estudo da maturação de sementes visa determinar, para cada espécie, como e quando ela é atingida e, por consequência, reduzir perdas no valor fisiológico das sementes ao longo do armazenamento (Condé & Garcia 1984). O grau de maturidade afeta a qualidade fisiológica das sementes e aquelas que não se encontram completamente maduras, embora possam germinar, não resultam em plântulas tão vigorosas (Popinigis 1985).

Popinigis (1985) cita que o ponto de maturidade fisiológica das sementes é atingido quando as mesmas alcançam a máxima porcentagem de germinação e vigor e varia de espécie para espécie. No entanto, o momento de sua ocorrência pode variar de acordo com as condições ambientais (Carvalho & Nakagawa 1988). Temperatura, posição da semente no fruto ou do fruto na

inflorescência, idade da planta e influências hormonais são outros fatores que podem afetar a maturação e a posterior germinação da semente (Gutterman 1980/81). As modificações do aspecto externo dos frutos nos processos de maturação fisiológica são visíveis e podem ser acompanhadas até a completa maturidade, podendo estar associadas ou não à deiscência ou abscisão (Carvalho e Nakagawa 1988).

Como o ponto de maturação fisiológica é variável, há necessidade de estabelecer índices de maturação que permitam a definição da época adequada para a colheita das sementes (Piña-Rodrigues & Aguiar 1993). Os índices de maturação mais empregados, de acordo com a literatura, são: tamanho, teor de água, massa de matéria seca de frutos e sementes, capacidade de germinação e vigor das sementes (Popinigis 1985, Carvalho & Nakagawa 1988, Piña-Rodrigues & Aguiar 1993). Massa e densidade são fatores adicionais que indicam a maturidade da semente (Carvalho & Nakagawa 1988). Além destes, a coloração e o aspecto morfológico dos frutos também são usados como indicadores de maturação. É uma medida prática de avaliação em campo, mas não tão precisa (Borges & Borges 1979).

Alguns dos trabalhos desenvolvidos no Brasil com espécies nativas apontam a mudança de coloração dos frutos como um bom indicador de campo da maturidade fisiológica. Citam-se os exemplos de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) e *Ocotea puberula* (Reich.) Nees (canela-guaicá) (Bianchetti 1981), *Myroxylum balsamum* (L.) Harms (cabreúva) (Aguiar & Barciela 1986), *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. (angico) e *Cordia goeldiana* Huber (freijó) (Piña-Rodrigues & Aguiar 1993). Porém, a massa de matéria seca das sementes, associada à mudança de coloração dos frutos foram mais eficientes para a determinação da maturidade das sementes, como descrito para *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim-do-campo) (Carvalho et al. 1980), *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga) (Bianchetti 1981), *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Souza & Lima 1985), *Stylosantes macrocephala* M.B. Ferr. et Sousa Costa (Carmona et al. 1986), *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (jacarandá-da-bahia) (Martins & Silva 1997), *Cedrela*

fissilis Vell. (cedro) (Corvello et al. 1999) e *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin. (jacatirão) (Pereira & Mantovani 2001).

A maturação está ligada à dispersão e constitui um mecanismo de proteção dos frutos aos predadores indesejáveis, favorecendo assim os reais dispersores (Janzen 1983). A produção de frutos de uma determinada espécie tem que ser suficiente para saciar os predadores, permitir o consumo pelos reais dispersores e ainda formar um estoque de propágulos, seja sob a forma de banco de plântulas ou no banco de sementes (Pereira & Mantovani 2001).

Ao longo da maturação, muitas espécies produzem substâncias, de origem hormonal ou não, que podem inibir a germinação. Os não hormonais compreendem os ácidos orgânicos, terpenóides, ácido cinâmico, flavonóides, taninos e alcalóides (Rice 1974 *apud* Melo et al. 1998). Em algumas espécies nativas do cerrado foram detectados inibidores de germinação, como em *Andira humilis* Mart. Ex Benth. e *Eugenia dysenterica* DC. (Rizzini 1970), em *Dipteryx alata* Vog. (Melhem 1975) e em *Caryocar brasiliensis* Camb. (Melo 1987).

A flora do cerrado ainda é pouco conhecida em seus variados aspectos, havendo um número insuficiente de informações sobre a fisiologia dessas plantas, principalmente no que se diz respeito à propagação por sementes, ao crescimento de plântulas e aos processos de desenvolvimento (Ribeiro & Walter 1998).

Espécies da família Melastomataceae, como as do gênero *Miconia*, são freqüentes em todas as fisionomias de cerrado (Mantovani 1987), produzem frutos que são consumidos por diversas espécies de aves frugívoras (Snow 1981, Stiles & Rosselli 1993) e suas sementes são encontradas no banco de sementes de solo (Santos Júnior 1992, Sassaki et al. 1999, Cesarino 2002).

No presente trabalho, procurou-se acompanhar, no campo, a floração e a frutificação de plantas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, de modo a determinar a melhor época para a colheita de frutos e obter a máxima porcentagem de germinação das sementes, bem como verificar a presença

de inibidores de germinação nos frutos imaturos e maduros de *M. albicans* e de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., outra espécie de Melastomataceae que ocorre em cerrados.

Material e métodos

Foram utilizados frutos e sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana colhidos em diferentes estádios de maturação na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu. A Reserva está localizada na Fazenda Campininha, no Distrito de Martinho Prado Júnior, município de Mogi Guaçu, estado de São Paulo, a 22°18'S e 47°11'W (Mantovani 1987). A Reserva compreende áreas de cerrado, campo cerrado, mata ciliar e brejo e está organizada em setores destinados a: estudo, pesquisa não perturbatória, pesquisa perturbatória e de preservação permanente (De Vuono et al. 1982). É uma das áreas de cerrado mais bem estudadas no Estado (Simabukuro et al. 1998).

O clima da Reserva é do tipo Cwa de Köppen (mesotérmico, com pouco ou nenhum déficit hídrico e com grande excesso de precipitação no verão). Os solos são classificados como de planície de inundação e latossolo vermelho-amarelo, álico a moderado, textura argilosa, relevo aplainado ou suave-ondulado (De Vuono et al. 1982). As temperaturas máximas e mínimas, umidade e pluviosidade durante o período de observações e coletas foram obtidas do posto meteorológico automático ali instalado.

As observações sobre a maturação fisiológica de sementes de *M. albicans* foram realizadas em áreas de cerrado e de campo cerrado. Para tanto, selecionaram-se, em cada área, dez indivíduos adultos de *M. albicans* e, em cada indivíduo, foi acompanhado o desenvolvimento de cinco inflorescências, assim que foram emitidas. Foram feitas anotações sobre a data do aparecimento dos botões florais e dos frutos, registrando-se o número de botões, flores em antese e frutos imaturos e maduros em cada dia de observação. O critério usado para a maturação dos frutos foi a coloração: creme para frutos em início de desenvolvimento, vermelha para frutos imaturos e verde para frutos maduros.

A primeira colheita dos frutos para análise de maturação foi realizada cerca de 15 dias após a antese, em 18/09/03 na área de campo cerrado e em 8/10/03 na a área de cerrado. Para a área de campo cerrado, foram realizadas 12 colheitas de frutos, sendo as três primeiras quinzenais, e as demais semanais. Já para a área de cerrado, realizaram-se 15 colheitas, as três primeiras quinzenais e as demais semanais. As sementes foram utilizadas em testes de germinação, a partir da quarta colheita, nas duas áreas.

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório da Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, para determinação da massa de matéria fresca e seca, teor de umidade e testes de germinação de sementes.

O conteúdo de água de frutos e sementes foi determinado pelo método da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, conforme prescrevem as Regras para Análises de Sementes - RAS (Brasil 1992). Foram utilizadas quatro amostras com 50 frutos ou sementes, pesadas em balança de precisão antes e após secagem em estufa por 24 horas. A massa de matéria seca foi determinada em conjunto com o teor de umidade dos frutos e sementes.

Os testes de germinação foram realizados em placas de Petri tendo como substrato uma camada dupla de papel de filtro. Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes com temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, em câmara B.O.D. Fanem. Os experimentos foram conduzidos sob luz branca fluorescente contínua “luz do dia”, com fluxo de energia de $437 \mu\text{W cm}^{-2}$ na altura das placas (Ruggiero & Zaidan 1997). As sementes foram embebidas em água destilada e a umidade foi constantemente mantida. Foram realizadas observações diárias por um período de 30 dias para cada colheita. Foi considerada como germinação a protrusão da radícula.

Para testar o efeito de extratos de frutos imaturos e maduros de *M. albicans* na germinação das suas próprias sementes e em sementes-teste de alface e rabanete, foram feitos extratos brutos aquosos de frutos imaturos (colheita de 22/10/2003) e maduros (colheita de 6/12/2003). Frutos imaturos de *M. rubiginosa* (coloração esverdeada) e maduros (coloração arroxeada) foram colhidos

em 10/2/2004 também na RBEE de Mogi Guaçu, quando numa mesma inflorescência apareciam frutos imaturos e maduros.

Os extratos, após filtragem, foram utilizados como substrato durante a embebição das sementes. Posteriormente, as sementes foram mantidas úmidas com água destilada. Foram fornecidas três concentrações (10 mg.mL^{-1} , 50 mg.mL^{-1} e 100 mg.mL^{-1}) de extrato de frutos imaturos e maduros. O controle consistiu de sementes germinando em água destilada. A germinação de sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* foi acompanhada durante 30 dias; as sementes de alface e rabanete, por dois e cinco dias, respectivamente em quatro placas de Petri, com 50 sementes, em uma câmara B.O.D. a 25°C.

Os dados de teor de água e dos testes de germinação foram transformados em arco seno $(\%)^{0,5}$ antes de se proceder à análise estatística. Os resultados de maturação de sementes de *M. albicans* foram analisados em relação a cada área (campo cerrado e cerrado). Foi feita análise de variância, comparando as colheitas dentro de uma mesma área. Para os testes de inibidores de germinação, também foi realizada análise de variância, comparando-se as três concentrações do extrato em cada espécie, utilizando-se o programa ANOVA, fator único, sendo adotado o nível de 0,01% de significância.

Resultados e Discussão

Os dados de temperatura, pluviosidade e umidade do período de abril de 2003 a janeiro de 2004 na RBEE de Mogi Guaçu estão mostrados na figuras 1A e B, respectivamente. Pode ser observado que as temperaturas máximas foram superiores a 38°C e as mínimas, inferiores a 20°C. De julho a setembro ocorreu em período mais seco, coincidente com as temperaturas mais baixas.

O período de floração, que corresponde ao tempo decorrido do aparecimento dos botões até a antese, ocorreu entre 90 e 130 dias após o início da emissão das inflorescências, para a área de campo cerrado (julho a setembro) e entre 115 e 180 dias para a área de cerrado (agosto a outubro)

(figura 2A e B). O pico de floração ocorreu no início de setembro/2003 na área de campo cerrado e no início de outubro/2003 na área de cerrado. A frutificação ocorre concomitante à floração para as duas áreas analisadas. A figura 3A e B mostra a ocorrência das fases de maturação dos frutos nas duas áreas estudadas. O início das colheitas de frutos para os testes de maturação ocorreu em 19/09/2003 para o campo cerrado e 10/10/2003 para o cerrado. Nessa fase, observou-se a predominância da coloração creme dos frutos, mas ainda notou-se em uma mesma inflorescência, numerosos botões florais e flores em antese.

Aos 180 dias após o início da floração, na a área de campo cerrado (figura 3A) observa-se a ocorrência de duas fases na frutificação de *M. albicans*: frutos de cor creme e vermelha. Já para a área de cerrado, essa diferenciação de coloração dos frutos foi observada mais tarde, aos 195 dias após o início da floração (figura 3B). Os frutos de cada uma dessas fases apresentam um crescimento em tamanho, porém, podem-se encontrar frutos de diversos tamanhos em cada uma das fases de maturação. O mesmo foi observado com a coloração dos frutos de *Miconia cinnamomifolia* (D.C.) Naudin, uma Melastomataceae de mata, quando foram estabelecidas quatro fases distintas de maturação (Pereira & Mantovani 2001). Não foi observado um pico nítido de frutos de cor verde (maduros), pois os mesmos soltam-se com muita facilidade da planta, ao toque ou até mesmo com a chuva ou o vento, podendo ser encontrados na camada de serapilheira.

Sabe-se que a época de produção de frutos é determinada por uma complexa interação de fatores bióticos, tais como a abundância de dispersores, e de fatores abióticos, como a chuva (Levey 1990). As condições climáticas também influenciam diretamente a maturação dos frutos e sementes. No caso dos frutos de *M. albicans*, a época de maturação ocorreu na estação chuvosa (figura 1), o que deve ter facilitado a queda dos frutos. Os efeitos da maturação na qualidade da semente são particularmente evidentes em espécies de crescimento indeterminado, nas quais a floração e a produção de sementes se estendem por um longo período. Assim, sementes em vários estádios de desenvolvimento estão presentes simultaneamente na planta (Castro et al. 2004).

O alto teor de umidade está relacionado com o papel da água nos processos que conduzem à maturação das sementes. O teor de umidade de frutos no início das colheitas foi alto para a área de campo cerrado e cerrado (72,8 e 77,2%, respectivamente, dados não mostrados). Essa elevada porcentagem de umidade no início da maturação é devida à necessidade dos tecidos completarem seu desenvolvimento (Martins & Silva 1997). Segundo Carvalho & Nakagawa (1988), para que os produtos fotossintetizados nas folhas sejam depositados na semente em formação, e utilizados como material de construção e posteriormente como de reserva, é necessário que esta mantenha elevado o grau de umidade. A água tem um papel importante nos eventos fisiológicos que estão relacionados às mudanças na massa fresca, na massa seca e no conteúdo de água, além da expressão de genes representados pelo acúmulo de mRNAs específicos (Bewley & Black 1994). As sementes são dependentes de outras partes da planta como fontes de matéria-prima para o crescimento e o acúmulo de reservas (Egli 1998 *apud* Castro et al. 2004). Somada à fotossíntese, a remobilização de carboidratos e particularmente aminoácidos de outras partes da planta podem contribuir para o crescimento da semente (Castro et al. 2004).

O teor de umidade das sementes variou significativamente ao longo do período de frutificação, iniciando com valores de 57,7 e 65% para campo cerrado e cerrado, respectivamente (figura 4). Houve redução do teor de umidade no final das colheitas para a área de campo cerrado (28,4% aos 230 dias após a floração) e para a área de cerrado (27,7% aos 250 dias após a floração). Essa redução no teor de umidade foi gradativa, atingindo os níveis baixos a partir da metade do período das colheitas. Em geral, o teor de água das sementes durante o processo de maturação aumenta até determinado valor e, a seguir, decresce progressivamente à medida que as sementes se desenvolvem, até entrar em equilíbrio com o meio ambiente (Popinigis 1985, Carvalho & Nakagawa 1988).

Os frutos da primeira colheita de cada área não possuíam sementes passíveis de germinar, podendo tal fato estar relacionado à sua imaturidade fisiológica. A germinação de sementes teve

início a partir da segunda colheita, 195 dias após o início da floração, com valores baixos de germinação (3%) nas sementes provenientes das duas áreas.

A redução do teor de água das sementes foi acompanhada de um aumento gradativo na germinação das sementes de *M. albicans* provenientes das duas áreas (figura 4). Para a área de campo cerrado (figura 4A), observa-se que na última colheita (250 dias após o início da floração) a porcentagem máxima de germinação obtida foi 63,5%, estatisticamente igual às porcentagens de germinação das sementes nas colheitas aos 220, 230 e 240 dias após o início da floração. Os dados de germinação obtidos no início do processo de maturação diferiram significativamente dos valores obtidos após 220 dias. Já para a área de cerrado (figura 4B), a frutificação prolongou-se por mais 20 dias, porém a máxima porcentagem de germinação (93,5%) foi obtida aos 230 dias após o início da floração, quando a coloração do fruto era vermelha. A partir de 210 dias após o início da floração, não foi constatada diferença estatística entre a germinação de sementes de *M. albicans*, nas últimas sete colheitas, com exceção do dia 230. No entanto, estas foram diferentes estatisticamente das anteriores. As sementes provenientes da área de cerrado germinaram em porcentagens mais elevadas que as do campo cerrado. Observou-se na área de campo cerrado que os frutos de cor vermelha, ao se tornarem verdes, caíam da inflorescência, impedindo a colheita para os testes de germinação de sementes. Por esse motivo, a germinação não foi feita aos 270 dias.

Nas sementes que amadurecem no interior de frutos carnosos, como em *M. albicans*, o conteúdo de água não declina de modo tão acentuado na maturidade, embora as sementes sejam tolerantes à dessecação e tenham capacidade para germinar (Castro & Hilhorst 2000).

Durante a maturação da semente, há um aumento na atividade metabólica, decorrente da produção de enzimas no interior das células, proporcionando a síntese de substâncias orgânicas responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento da semente. Essa síntese é acompanhada por um aumento rápido na massa fresca da semente e no conteúdo de água. Essas sementes crescem em tamanho até atingir o valor característico da espécie, principalmente devido à expansão celular e à deposição de reservas (Castro et al. 2004). Dentro da mesma espécie, podem existir variações

individuais devido às influências ambientais no período do desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética (Popinigis 1985).

Não foi encontrada correlação entre a massa do fruto maduro e a quantidade de sementes nele contidas. A massa de frutos maduros variou de 14,4 g a 54 g e a quantidade de sementes, de 15 a 55 (figura 5), porém a média de sementes por fruto é de 35 sementes.

A floração e a frutificação de *M. albicans* no campo cerrado devem ter ocorrido antes do que no cerrado devido à maior incidência de luz na primeira área. Indivíduos adultos de *M. albicans* apresentaram maturação de frutos muito heterogênea em cada cacho, tendo sido encontrados frutos nas três fases de maturação, distribuídos de maneira desigual em cada ramo. No processo de maturação ocorrem mudanças morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, desde a fecundação do óvulo até as sementes atingirem sua máxima qualidade fisiológica, estágio esse denominado ponto de maturidade fisiológica, quando as sementes apresentam o máximo de germinabilidade e vigor (Popinigis 1985). Este ponto varia de espécie para espécie e os indicadores visuais de maturação dos frutos nem sempre correspondem ao máximo de valor germinativo das sementes (Barbedo 1997). Indicadores de maturação fisiológica de frutos, como a mudança de coloração, de vermelho para verde, no caso de *M. albicans*, associados ao teor de água e à porcentagem de germinação de sementes, indicam que os frutos estão na sua maturidade fisiológica e apontam a época adequada para a colheita dos frutos, com vistas à obter germinação máxima das sementes.

Os frutos de *M. albicans* são dispersos tanto autocórica (barocoria) como zoocoricamente. Frutos maduros podem ser encontrados sobre e entre as camadas de serapilheira. Uma vez no chão, os frutos podem ser transportados para outros locais por animais (Almeida-Cortez 2004). Formigas foram observadas carregando frutos maduros para o interior do formigueiro (R.C. Carreira, informação pessoal). As sementes no interior do formigueiro podem permanecer intactas e viáveis, incorporando-se assim ao banco de sementes de solo (Pereira & Mantovani 2001). As interações entre as formigas e as sementes após a dispersão podem ter uma influência importante no sucesso da dispersão das plantas. A associação de formigas e aves com plantas da família Melastomataceae

já foi descrita em Byrne & Levey (1993), Kaspari (1993), Loiselle & Blake (1993), Stiles & Rosselli (1993), Pizo & Oliveira (2000), Pereira & Mantovani (2001) e Marcondes-Machado (2002).

Segundo Lee (1990), as duas variáveis relacionadas à maturação dos frutos mais conhecidas são o tempo para a origem dos frutos e a sua localização na planta ou na inflorescência, embora não se saiba a real importância de uma em relação à outra na alocação de nutrientes para a maturação dos frutos. Frutos são captadores de recursos, competindo com outros órgãos vegetativos por nutrientes, água e outros compostos. Os hormônios produzidos pelos frutos e sementes durante o seu desenvolvimento teriam ação inibitória ao crescimento e desenvolvimento das unidades reprodutivas vizinhas.

Os efeitos dos extratos aquosos de frutos imaturos e maduros de *M. albicans* na germinação de suas sementes e em sementes de alface e rabanete estão mostrados na figura 6 e nas tabelas de 1 a 3. Em sementes de *M. albicans* germinando na presença de extrato aquoso de fruto imaturo, observou-se uma diminuição não significativa da germinação nas concentrações mais elevadas (50 e 100 mg.mL⁻¹) no final de 30 dias (figura 6A). Em relação à velocidade, somente na concentração mais elevada foi constatada diferença significativa em relação as demais concentrações fornecidas (figura 6, tabela 1). Sementes que iniciaram a embebição na presença de extratos de frutos maduros na concentração de 100 mg.mL⁻¹ apresentaram diferenças significativas, tanto na germinabilidade quanto na velocidade média de germinação, em relação ao controle em água destilada (figura 6, tabela 1).

A germinação de sementes de *M. rubiginosa*, que tiveram contato com os extratos de frutos imaturos não diferiram estatisticamente entre si (figura 7), aos 30 dias após o início da embebição. Quando analisadas no 19º dia do início da embebição, apenas a concentração mais elevada diferiu significativamente das demais. Observou-se que o mesmo ocorreu em relação à velocidade média de germinação (tabela 1). Como em *M. albicans*, o extrato de frutos maduros, em sua concentração mais elevada, inibiu fortemente a germinação das sementes de *M. rubiginosa*.

Para as sementes de alface, após 48 horas, só foi observada germinação nas sementes na concentração de 10 mg.mL^{-1} do extrato de frutos imaturos e maduros de *M. albicans*, significativamente mais baixa em relação ao controle, indicando ter havido uma forte inibição na germinação dessas sementes (tabela 2). Em relação à velocidade média de germinação, observou-se que sementes germinando no extrato de frutos imaturos com a concentração mais baixa não diferiu estatisticamente se comparada ao tratamento controle; já na presença de extrato de frutos maduros, essas diferenças foram observadas. As sementes de rabanete, também embebidas nas mesmas condições, após 120 horas (tabela 2), mostraram uma porcentagem de germinação significativamente menor nas concentrações de 10 e 50 mg.mL^{-1} de extrato. A velocidade de germinação de sementes de rabanete na presença do extrato de frutos imaturos e maduros, não foi significativa.

Quando as sementes de alface germinaram na presença de frutos imaturos de *M. rubiginosa* observou-se que não ocorreu diferença significativa entre o tratamento controle e a concentração mais baixa, porém ambos os tratamentos diferiram das demais concentrações, sendo que essas sementes não germinaram na presença de 100 mg.mL^{-1} (tabela 3). Não ocorreu diferença significativa na velocidade média de germinação nas concentrações em que as sementes germinaram. Na presença de extrato de frutos maduros de *M. rubiginosa*, as sementes de alface germinaram em baixas porcentagens nas concentrações de 10 e 50 mg.mL^{-1} , e não germinaram com 100 mg.mL^{-1} . As velocidades de germinação nessas duas concentrações diferiram entre si e em relação ao controle (tabela 3). Sementes de rabanete germinaram em maior porcentagem e em maior velocidade na concentração de 10 mg.mL^{-1} , tanto na presença de extrato de frutos imaturos como de frutos maduros. Essa mesma concentração foi diferente estatisticamente das demais para a germinabilidade e para a velocidade média de germinação (tabela 3). Sementes de rabanete germinaram em baixas porcentagens quando na presença de frutos imaturos e maduros de *M. albicans*, se comparadas ao controle em água destilada (cerca de 34,9% e 24,4% em 10 e 50

mg.ml⁻¹-, respectivamente, para frutos imaturos e, 20,7% e 33% em 10 e 50 mg.ml⁻¹-, para frutos maduros).

A ação inibidora dos extratos é dependente da concentração (Mayer & Poljakoff-Mayber 1989), visto que a maior concentração fornecida (100 mg.ml⁻¹-), retardou o início do processo de germinação, bem como na porcentagem final, se comparada ao tratamento controle.

A inibição osmótica da germinação é muito comum na natureza. Açúcares, sais inorgânicos como cloreto de sódio, entre outras, são substâncias que podem causar alta pressão osmótica (Mayer & Poljakoff-Mayber 1989). Além desses, vários tipos de compostos fenólicos, como os ácidos cumárico, caféico e salicílico inibem a germinação e, devido a sua ampla ocorrência e distribuição em plantas e frutos, sugeriu-se que essas substâncias podem estar atuando como inibidores naturais da germinação (Perez 2004). Acredita-se que tais substâncias ocorram apenas no período de desenvolvimento do fruto, quando as sementes ainda não se encontram capazes de germinar. Sua função seria, de acordo com Koller (1972), evitar a germinação de sementes dentro do fruto. As sementes ficam liberadas de sua presença assim que os frutos apodrecem e desintegram, ou que sejam ingeridos por animais.

Muitas vezes, o efeito de um inibidor não se dá somente sobre a germinabilidade, mas também sobre a velocidade de germinação ou sobre outro parâmetro do processo. As alterações no padrão de germinação podem resultar de efeitos sobre a permeabilidade de membranas, a transcrição e tradução do DNA, do funcionamento dos mensageiros secundários, da respiração, por seqüestro de oxigênio, da conformação de enzimas e de receptores enzimáticos ou ainda, da combinação desses fatores (Rizvi & Rizvi 1992 *apud* Ferreira 2004).

Em muitos casos, uma semente não germina por estar dormente ou por não ter completado sua maturação. A interrupção do desenvolvimento da semente e a dormência têm sido associados à presença do ácido abscísico (ABA) durante o desenvolvimento da semente (Finkelstein et al. 2002). Caracteristicamente, os níveis de ABA elevam-se durante a primeira metade do desenvolvimento e declinam durante os estádios mais tardios da maturação, quando o conteúdo de água da semente

diminui (Castro et al. 2004). No caso de *M. albicans*, os níveis de ABA não foram medidos, porém, pode-se observar que os extratos aquosos de frutos imaturos e maduros, inibem a germinação de suas próprias sementes e as de alface e rabanete, ficando clara a presença de um agente inibidor de germinação, principalmente nos extratos de frutos maduros. Observou-se também que extratos de frutos de *M. albicans* foram mais efetivos para inibir e retardar o processo de germinação do que extratos de *M. rubiginosa*, conforme observado nas tabelas 2 e 3.

Extratos metanólicos de polpas de frutos imaturos e maduros de *M. cinnamomifolia* (D.C.) Naudin. causaram inibição da germinação de sementes de alface, sendo mais efetivo o extrato de frutos maduros. Após 48 horas de embebição dessas sementes, foram obtidos cerca de 8% de germinação (Randi 1982). A autora cita a evidência de que ambos os frutos apresentam inibidores de germinação que poderão estar atuando no impedimento da germinação das sementes dentro do fruto. Resultado semelhante foi observado em sementes de *M. albicans*, principalmente na presença de extrato de frutos maduros.

Pode-se ainda considerar que as sementes de *M. albicans* (Capítulo 3) e *M. cinnamomifolia* (D.C.) Naud. (Queiróz 1983, Amaral & Paulilo 1991/1992, Leite 1998), são caracterizadas como fotoblásticas, fato este que também impossibilitaria a germinação das sementes dentro dos frutos. Confirmando essas observações, acrescenta-se que nunca foi constatada viviparidade nos frutos de *M. albicans* e *M. rubiginosa*, apesar desta ser relativamente comum em frutos de plantas nativas (C.J.Barbedo, comunicação pessoal).

Os dados obtidos permitem concluir que a floração e a frutificação de indivíduos de *M. albicans* são irregulares e estendem-se por vários meses, por mais tempo na área de cerrado do que no campo cerrado. Encontram-se sementes fisiologicamente maduras, mesmo quando os frutos ainda são considerados imaturos. Isso pode significar uma estratégia de dispersão, cuja chance de germinação e estabelecimento de uma nova planta são aumentadas uma vez que frutos de diferentes colorações podem atrair diferentes dispersores. Foi mostrada a presença de inibidores de germinação, tanto em frutos imaturos quanto em frutos maduros de *M. albicans* e *M. rubiginosa*. Os

frutos maduros não permanecem muito tempo presos à planta e, ao caírem no solo, podem liberar as sementes que só estarão aptas a germinar quando livres da presença desses inibidores e expostas à luz.

Literatura Citada

- Aguiar, I.B. & Barciela, F.J.** 1986. Maturação de sementes de cabreúva. *Revista Brasileira de Sementes* 8(3): 63-71.
- Almeida-Cortez, J.S.** 2004. Dispersão e banco de sementes. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). *Germinação. Do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 225-235.
- Amaral, L.I.V. & Paulilo, M.T.S.** 1991/1992. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin. *Ínsula* 21: 59-86.
- Barbedo, C.J.** 1997. Armazenamento de sementes de *Ingá uruguensis* Hook. & Arn.. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 71 p.
- Barbosa, J.M., Silva, T.S., Barbosa, L.M., Barbedo, C.J. & Santos, M.R.O.** 1985. Germinação e emergência de plântulas de gramíneas (Poaceae) invasoras: *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc e *Eleusine indica* (L.). *Ecossistema* 20: 10-18.
- Barbosa, J.M., Santos Júnior, N.A. & Pesciottano, W.A.** 2000. Efeito do soterramento e submersão sobre a sobrevivência de espécies nativas utilizadas em reflorestamentos ciliares. *Revista Árvore* 24(3): 317-322.
- Bianchetti, A.** 1981. Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. Documentos, 2. Curitiba: EMBRAPA/URPCS, 22 p.
- Borges, E.E.L. & Borges, C.G.** 1979. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. *Revista Brasileira de Sementes* 1(3): 45-47.

- Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.** 1992. Regras para análises de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 p.
- Byrne, M.M. & Levey, D.J.** 1993. Removal of seeds from frugivore defecations by ants in a Costa Rican rain forest. *Vegetatio* 107/108: 363-374.
- Cabral, E.L., Barbosa, D.C.A. & Simabukuro, E.A.** 2003. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. EX.S. Moore. *Acta Botanica Brasilica* 17(4): 609-617.
- Carmona, R., Ferguson, J.E.I & Maia, M.S.** 1986. Maturação para colheita de sementes em (*Stylosanthes macrocephala* M.B., Ferr. et Sousa Costa). *Revista Brasileira de Sementes* 8(3): 9-18.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J.** 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 429 p.
- Carvalho, N.M., Souza Filho, J.F., Graziano, T.T. & Aguiar, I.B.** 1980. Maturação fisiológica de sementes de amendoim do campo. *Revista Brasileira de Sementes* 2(2): 23-28.
- Castro, R.D. & Hilhorst, H.W.M.** 2000. Dormancy, germination and the cell cycle in developing and imbibing tomato seeds. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12: 105-136.
- Castro, R.D., Bradford, K.J. & Hilhorst, H.W.M.** 2004. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). *Germinação. Do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 51-67.
- Cesarino, F.** 2002. Bancos de sementes do solo da Reserva Biológica e Estação Experimental de Moji-Guaçu, em área de cerrado no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 80 p.
- Condé, A.R. & Garcia, J.** 1984. Maturidade fisiológica das sementes do capim kazungula. *Revista Brasileira de Sementes* 6(2): 87-95.

- Corvello, W.B.V., Villela, F.A., Nedel, J.L. & Peske, S.T.** 1999. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). Revista Brasileira de Sementes 21(2): 23-27.
- De Vuono, Y.S., Barbosa, L.M. & Batista, E.A.** 1982. A Reserva Biológica de Moji-Guaçu. Silvicultura em São Paulo 16a: 548-558.
- Eiten, G.** 1963. Habitat flora of Fazenda Campininha, São Paulo, Brazil. In: M.G. Ferri (coord.), Simpósio sobre o cerrado EDUSP, São Paulo, pp. 179-231.
- Ferreira, A.G.** 2004. Interferência: competição e alelopatia. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 251-262.
- Filkelstein, R.R., Gampala, S.S.L. & Rock, C.D.** 2002. Absciscic acid signaling in seeds and seedlings. Plant Cell 14: 15-45.
- Guterman, Y.** 1980/81. Influences on seed germinability: phenotypic maternal effects during seed maturation. Israel Journal of Botany 29: 105-117.
- Janzen, D.H.** 1983. Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: D.T. Futuyma & M. Slatkin (eds.). Coevolution. Sunderland: Sinauer, pp. 232-262.
- Kaspari, M.** 1993. Removal of seeds from neotropical frugivore droppings. Oecologia 95: 81-88.
- Koller, D.** 1972. Environmental control of seed germination. In: Seed Biology, v. 3, Academic Press, pp. 61-63.
- Lee, T.D.** 1990. Patterns of fruit and seed production. In: J. Lovett Doust & L. Lovett Doust (eds.). Plant reproductive ecology – Patterns and strategies. Oxford University Press, Oxford, pp. 179-209.
- Leite, I.T.A.** 1994. Estudo da germinação de sementes de *Muntingia calabura* L. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 57 p.

- Leite, I.T.A.** 1998. Aspectos fisiocológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. – Melastomataceae. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 113 p.
- Leite, I.T.A. & Takaki, M.** 2001. Phytochrome and temperature control of seed germination in *Muntingia calabura* L. (Elaeocarpaceae). Brazilian Archives of Biology and Technology 44(3): 297-302.
- Levey, D.J.** 1990. Habitat-dependent fruiting behavior of an understorey tree, *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as keystone habitats for frugivores in Costa Rica. Journal of Tropical Ecology 6: 409-420.
- Loiselle, B.A. & Blake, J.G.** 1993. Spatial distribution of understory fruit-eating birds and fruiting plants in a neotropical lowland wet forest. Vegetatio 107/108: 177-189.
- Marcondes-Machado, L.O.** 2002. Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. Iheringia 92(3): 97-100.
- Martins, S.V. & Silva, D.D.** 1997. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. Revista Brasileira de Sementes 19(1): 96-99.
- Melhem, T.S.** 1975. Fisiologia da germinação de sementes de *D. alata* Vog. (Leguminosae-Lotoideae). Hoehnea 5: 59-90.
- Mayer, A.M. & Poljakoff-Mayber, A.** 1989. The germination of seeds. Oxford: Pergamon Press, 196 p.
- Melo, J.T.** 1987. Fatores relacionados com a dormência de sementes de piqui (*Caryocar brasiliensis* Camb.). Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 92 p.
- Pereira, T.S. & Mantovani, W.** 2001. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na Reserva Biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, RJ, Brasil. Acta Botanica Brasilica 15(3): 335-348.

- Perez, S.C.J.G.A.** 2004. Envoltórios. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 125-134.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. & Aguiar, I.B.** 1993. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I.B., Piña-Rodrigues, F.C.M. & Figliolia, M.B. (coord.). Sementes Florestais Tropicais. Brasília: ABRATES. pp. 215-274.
- Pizo, M.A. & Oliveira, P.S.** 2000. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. *Biotropica* 32(4b): 851-861.
- Popinigis, F.** 1985. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 289 p.
- Queiróz, M.H.** 1983. Influência da luz na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin – Jacatirão-açú. *Ínsula* 13: 29-37.
- Randi, A.M.** 1982. Estudo preliminar sobre inibidores de germinação em frutos de *Miconia cinnamomifolia* e *Ocotea puberula*. In: Anais do Congresso Nacional sobre essências nativas. Silvicultura em São Paulo, Campos do Jordão – S.P., v. 16, pp. 238-241.
- Rizzini, C.T.** 1970. Efeito tegumentar na germinação de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 30: 381-402.
- Ruggiero, P.G.C. & Zaidan, L.B.P.** 1997. Estudos de desenvolvimento de *Viguiera robusta* Gardn., uma Asteraceae do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 20(1): 1-9.
- Santos Júnior, D.** 1992. Composição do banco de sementes do solo e dinâmica de plântulas em um cerrado da Fazenda Canchim, São Carlos, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Sassaki, R.M., Rondon, J.N., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999. Number of buried seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery forest soils at Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2): 147-152.
- Simabukuro, E.A., Esteves, L.M. & Felipe, G.M.** 1998. Analysis of a fern spore bank in Southeast Brazil. *Hoehnea* 25: 45-57.

- Snow, D. W.** 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13(1):1-14.
- Souza, S.M. & Lima, P.C.F.** 1985. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). *Revista Brasileira de Sementes* 7(2): 93-99.
- Stiles, F.G. & Rosselli, L.** 1993. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds - How diffuse is coevolution? *Vegetatio* 108: 57-73.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A.** 1993. Patterns of seed longevity and germination in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 69-87.

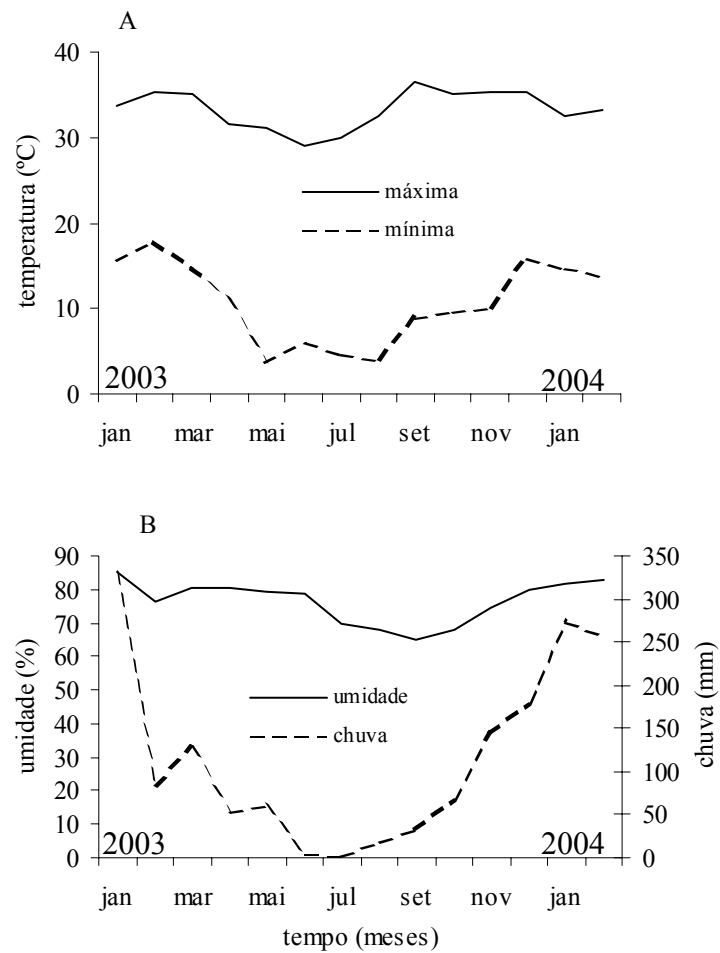


Figura 1. Temperaturas máxima e mínima (A), umidade e pluviosidade (B) registradas na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, no período de janeiro de 2003 a janeiro de 2004.

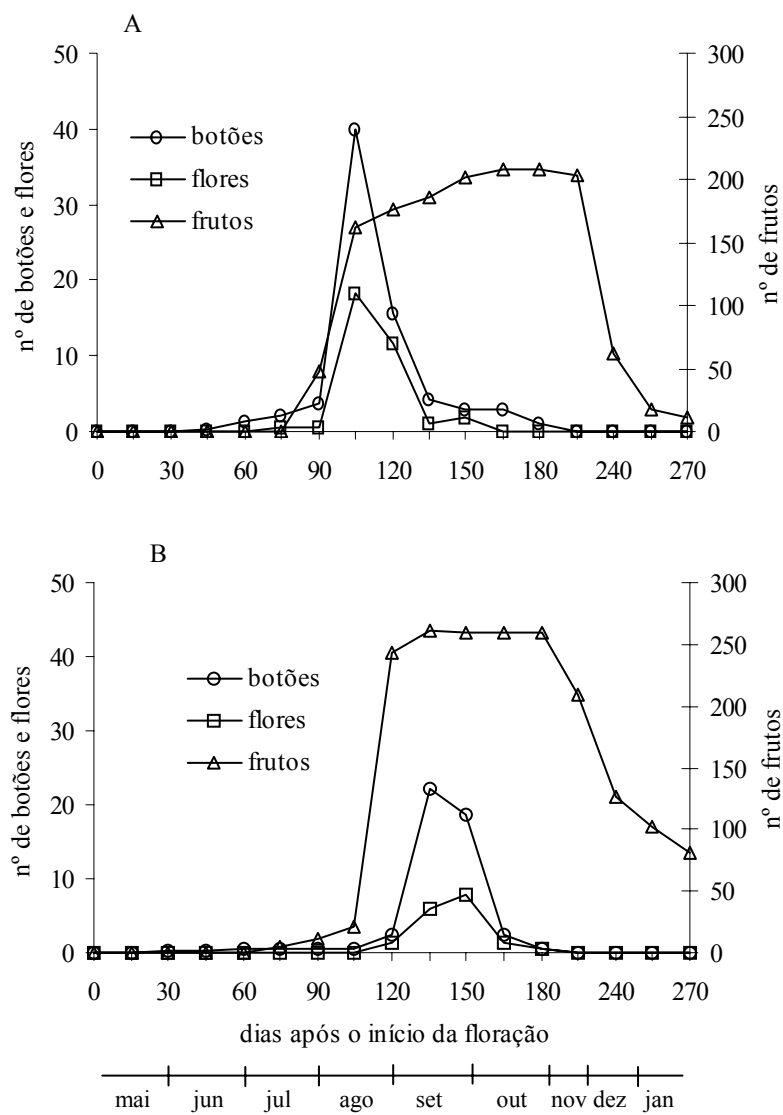


Figura 2. Número médio de botões florais, flores em antese e frutos de inflorescências de plantas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, nas áreas de campo cerrado (A) e de cerrado (B), de maio de 2003 a janeiro de 2004, na RBEE de Mogi Guaçu, SP.

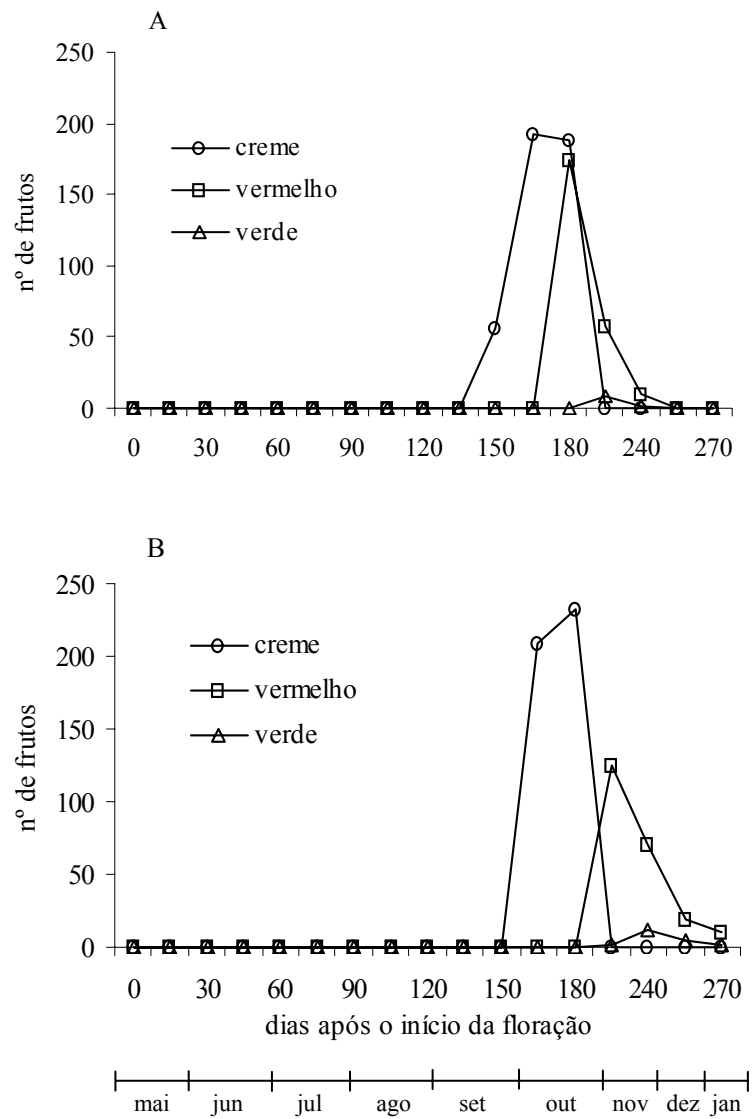


Figura 3. Frutificação de plantas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana: frutos de cor creme, frutos vermelhos e frutos verdes, nas áreas de campo cerrado (A) e de cerrado (B) durante 270 dias após o início da floração, na RBEE de Mogi Guaçu, SP.

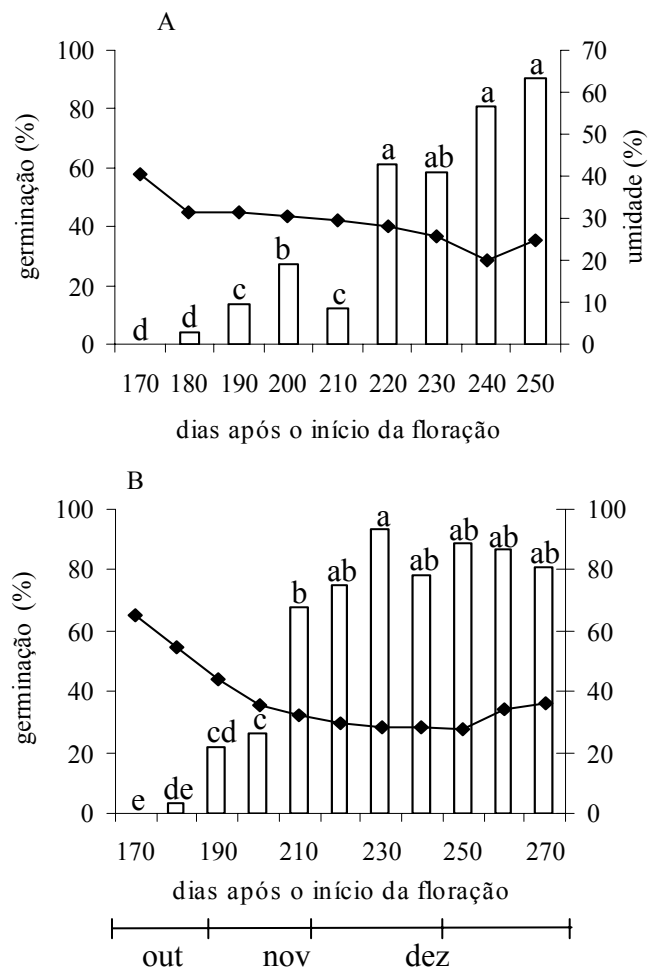


Figura 4. Relação entre a porcentagem de germinação de sementes e o teor de água de sementes de plantas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, nas áreas de campo cerrado (A) e de cerrado (B) de outubro de 2003 a janeiro de 2004, na RBEE de Mogi Guaçu. Barra = germinação (%); Linha = teor de umidade (%). Letras comparam as porcentagens de germinação ao longo da frutificação.

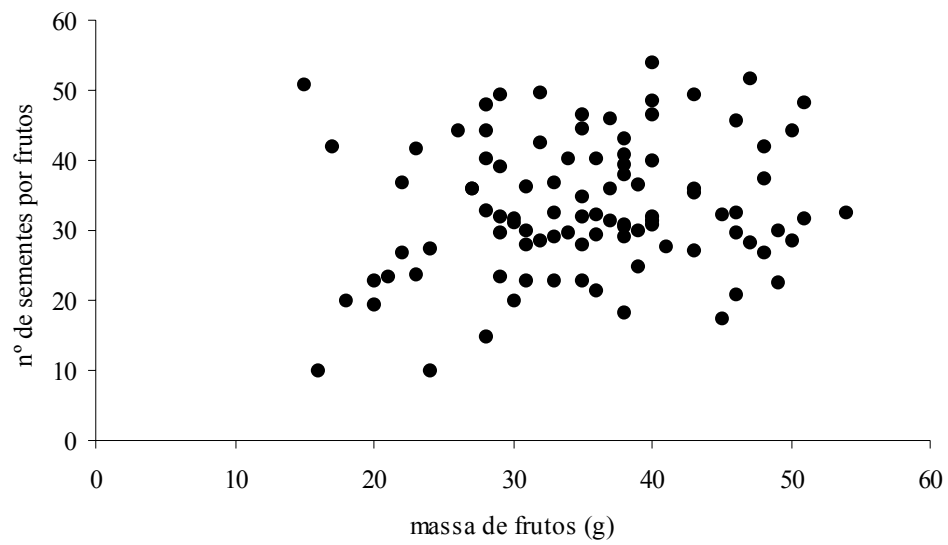


Figura 5. Relação entre massa de frutos e quantidade de sementes por frutos de plantas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana da RBEE de Mogi Guaçu, SP.

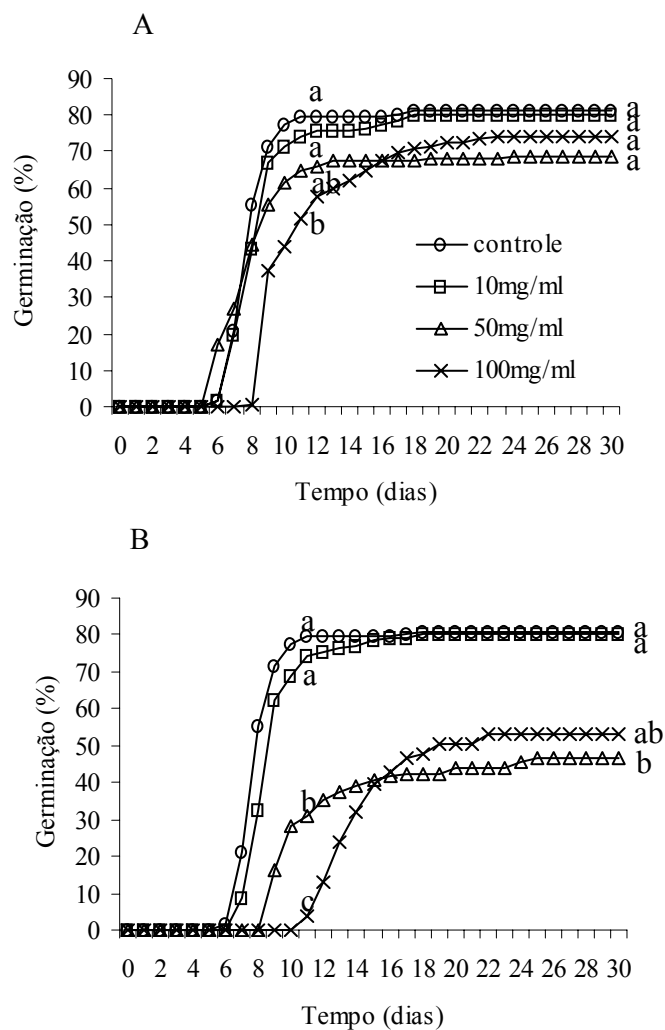


Figura 6. Efeito de extratos aquosos de frutos imaturos (A) e maduros (B) de plantas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, nas concentrações de 10 mg.mL⁻¹, 50 mg.mL⁻¹ e 100 mg.mL⁻¹ na germinação de sementes de *M. albicans*. Letras comparam as diferentes concentrações em relação ao controle (água destilada) no 11° e 30° dias do início da embebição.

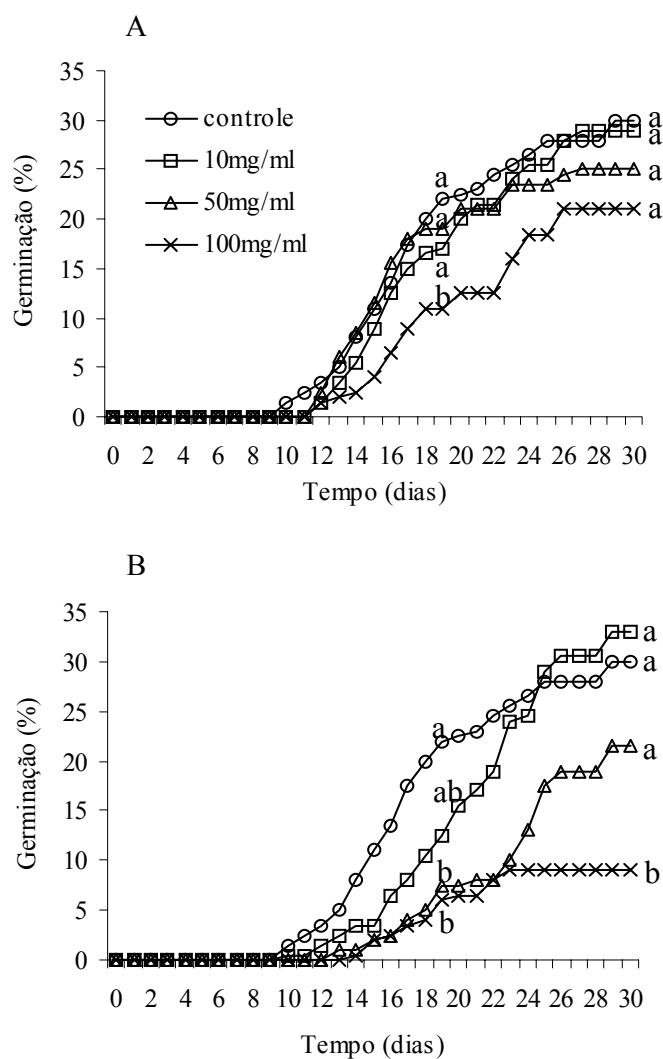


Figura 7. Efeito de extratos aquosos de frutos imaturos (A) e maduros (B) de plantas de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., nas concentrações de 10 mg.mL⁻¹, 50 mg.mL⁻¹ e 100 mg.mL⁻¹ na germinação de sementes de *M. rubiginosa*. Letras comparam as diferentes concentrações em relação ao controle (água destilada) no 19º e 30º dias do início da embebição.

Tabela 1. Velocidade média de germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., embebidas em água destilada (0) e em extratos de frutos imaturos e maduros de *M. albicans* e *M. rubiginosa* nas concentrações de 10 mg.ml⁻¹, 50 mg.ml⁻¹ e 100 mg.ml⁻¹, após 30 dias, sob luz branca a 25°C. Letras comparam as velocidades médias de germinação, em cada concentração em relação ao controle, separadamente, para cada espécie.

<i>Miconia albicans</i>		
concentração do extrato (mg ml ⁻¹)	extrato de fruto imaturo	extrato de fruto maduro
	velocidade (semente. dia ⁻¹)	velocidade (semente. dia ⁻¹)
0	0,119 a	0,119 a
10	0,113 a	0,109 a
50	0,122 a	0,085 b
100	0,089 b	0,072 c
<i>Miconia rubiginosa</i>		
0	0,056 a	0,056 a
10	0,052 a	0,052 a
50	0,046 a	0,046 a
100	0,051 a	0,072 b

- não calculado

Tabela 2. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e rabanete (*Raphanus sativus*) embebidas por 48 e 120 horas, respectivamente, em água destilada (0) e em extratos de frutos imaturos e maduros de *Miconia albicans* (Sw.) Triana nas concentrações de 10 mg.ml⁻¹, 50 mg.ml⁻¹ e 100 mg.ml⁻¹, sob luz branca contínua e a 25°C. Letras comparam as porcentagens finais de germinação de cada espécie, de cada concentração em relação ao controle, separadamente.

alface				
concentração do extrato (mg ml ⁻¹)	extrato de fruto imaturo		extrato de fruto maduro	
	germinação (%)	velocidade (semente.dia ⁻¹)	germinação (%)	velocidade (semente.dia ⁻¹)
0	71,5 a	0,874 a	71,5 a	0,874 a
10	21,5 b	0,634 a	20,0 b	0,702 b
50	0,0 c	-	0,0 c	-
100	0,0 c	-	0,0 c	-
rabanete				
0	53,0 a	0,349 bc	53,0 ab	0,349 ab
10	82,0 b	0,558 a	74,5 a	0,472 a
50	31,0 a	0,379 b	38,0 b	0,349 ab
100	42,0 a	0,277 c	11,0 c	0,332 b

- não calculado

Tabela 3. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.) embebidas por 48 e 120 horas, respectivamente, em água destilada (0) e em extratos de frutos imaturos e maduros de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. nas concentrações de 10 mg.mL⁻¹, 50 mg.mL⁻¹ e 100 mg.mL⁻¹, sob luz branca contínua e a 25°C. Letras comparam as porcentagens finais de germinação de cada espécie, de cada concentração em relação ao controle, separadamente.

alface				
concentração do extrato (mg mL ⁻¹)	extrato de fruto imaturo		extrato de fruto maduro	
	germinação (%)	velocidade (semente.dia ⁻¹)	germinação (%)	velocidade (semente.dia ⁻¹)
0	53,0 a	0,349 a	53,0 a	0,349 a
10	18,5 b	0,282 a	11,0 b	0,328 a
50	13,5 b	0,464 a	17,5 c	0,285 a
100	0,0 c	-	0,0 c	-
rabanete				
0	71,5 a	0,874 a	71,5 a	0,874 a
10	65,5 a	0,691 a	20,0 b	0,729 b
50	7,5 b	0,543 a	0,5 c	0,025 c
100	0,0 b	-	0,0 c	-

- não calculado

4. Capítulo 2

Armazenamento de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.)

DC. em laboratório e em solo de cerrado

Título resumido: Armazenamento de sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa*

ABSTRACT – (Storage of seeds of *Miconia albicans* (Sw.) Triana and *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. in laboratory and cerrado soil). Seeds of the Melastomataceae are found with high frequency in the soil seed bank in cerrado areas. The viability of seeds stored in laboratory conditions and buried in cerrado soil was studied. It was also verified the recruiting of seedlings. Fruits of *Miconia albicans* and *M. rubiginosa* were collected in the RBEE de Mogi Guaçu. Isolated seeds and fruits were stored at 4°C, 25 $\pm$ 1°C and 27°C $\pm$ 10°C (room temperature), in closed glass bottles, and buried in the Reserva soil. The germination tests were realized at each two months, under light and darkness at 25°C. Isolated seeds and seeds in the fruits of both species do not support storage at 25°C and 27°C $\pm$ 10°C. At 4°C, after 22 months, a decreasing in seed germinability was observed. The germination of buried seeds was reduced, but a significative increase in the speed of germination occurs after 20 months. The photoblastic response was maintained. The seeds can be stored in low temperatures, isolated or inside the fruits. The seeds of both species remain viable, for almost two years, and have an important role in natural regeneration processes in the cerrado, since it was observed the occurrence of seedlings of *M. albicans* during the wet season in the cerrado.

Key words: storage, seeds, cerrado, Melastomataceae

RESUMO – (Armazenamento de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. em laboratório e em solo de cerrado). Sementes de Melastomataceae são encontradas no banco de solo em áreas de cerrado. A viabilidade de sementes de *Miconia albicans* e *M. rubiginosa* armazenadas em laboratório e enterradas em solo de cerrado, bem como o recrutamento de plântulas de *M. albicans* foram estudados. Frutos foram colhidos na RBEE de Mogi Guaçu. Sementes isoladas e frutos intactos foram armazenados a 4°C, 25 $\pm$ 1°C e a 27 $\pm$ 10°C (temperatura ambiente), dentro de frascos de vidros, e enterrados no solo da Reserva. Os testes de germinação foram realizados a cada dois meses, sob luz e escuro, a 25°C. Sementes isoladas e

dentro de frutos das duas espécies, não suportam armazenamento a 25°C e a 27 $\pm$ 10°C. A 4°C, após 22 meses, observou-se um decréscimo na porcentagem de germinação das sementes. Sementes enterradas tiveram redução da germinabilidade durante o armazenamento, porém, ocorreu aumento significativo da velocidade de germinação após 20 meses; a resposta fotoblástica foi mantida. As sementes mantiveram a germinabilidade quando armazenadas a baixas temperaturas, dentro e fora dos frutos. Em solo de cerrado, essas sementes permaneceram viáveis, por mais de um ano, exercendo um papel importante em processos de regeneração natural do cerrado, visto que foram observadas plântulas de *M. albicans*, resultantes da germinação, durante a estação chuvosa do cerrado.

Palavras-chave: armazenamento, sementes, cerrado, Melastomataceae

Introdução

Os maiores biomas do estado de São Paulo, a Mata Atlântica e o Cerrado, ocupam hoje apenas 12% e 2%, respectivamente, da sua área original (Speglich & Joly 2003). Por esse motivo, a comunidade científica tem se mobilizado para realizar estudos que possam contribuir para a regeneração vegetal, desacelerar o desmatamento, minimizar problemas e buscar novas soluções (Paulino 2002). Com as mudanças na legislação e as pressões da sociedade para a solução de questões ambientais, houve um aumento no interesse pela recuperação de áreas, o que justifica e valoriza os estudos que permitam maior conhecimento para a conservação de espécies nativas (Kageyama & Gandara 2000).

A semente é considerada um estágio dormente no ciclo de vida do vegetal, pois é capaz de sobreviver a condições adversas, sob baixos níveis de atividade metabólica. Além de serem excelente material de estudo, uma das mais importantes propriedades das sementes é a capacidade de permanecerem dormentes e viáveis no solo (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). Assim sendo, o estudo da ecofisiologia da germinação de sementes permite compreender os mecanismos

que regulam a sua longevidade no solo, o rompimento da dormência, a germinação e o estabelecimento das plantas em condições naturais (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1982).

Quando ocorre a dispersão natural de sementes, elas podem encontrar um ambiente favorável à germinação imediata, ou não. Neste caso, devem estar preparadas para um período de dormência, até haver condições favoráveis para a germinação e o posterior crescimento da planta. A manutenção do período de viabilidade ou longevidade é, para todas as espécies com sementes ortodoxas, uma questão de redução da atividade da semente, isto é, manutenção do conteúdo de água em níveis baixos (Stubsgaard 1990). A maioria das sementes ortodoxas pode ser seca até 5% de umidade, ou ainda menos, tendo como base sua massa fresca. Sementes de espécies recalcitrantes, entretanto, perdem rapidamente a viabilidade quando dessecadas abaixo de determinados níveis críticos de teor de umidade, que podem variar de espécie para espécie, e que em geral estão entre 12 e 31% (Chin et al. 1984). Sementes recalcitrantes não podem ser conservadas a temperaturas abaixo de zero, pois perdem a viabilidade entre 10 e 15°C e podem ser armazenadas somente por curtos períodos.

A dormência é mais comumente encontrada em espécies que ocorrem em áreas onde existe forte sazonalidade e possibilita à planta sobreviver como semente, quando poderia perecer enquanto plântula, como em um inverno rigoroso, ou em uma longa estação seca. A dormência é quebrada quando as sementes são expostas a intensidades crescentes de luz e temperatura, principalmente. Na natureza, a dormência leva ao adiamento da germinação, que ocorre de maneira irregular, e pode garantir que pelo menos algumas plântulas sobrevivam (Willan 1990). Mecanismos de quebra de dormência estão estreitamente relacionados à detecção de condições adequadas para o estabelecimento da plântula em ambientes abertos, tais como mudanças da qualidade da luz e flutuações de temperatura (Cordiki et al. 1990, Gandolfi et al. 1995), como a formação de uma clareira, naturalmente ou por interferência humana. A precipitação é tida como um fator climático relevante para a sincronização da germinação de sementes tropicais (Molofsky & Augspurger 1992).

O estudo da conservação das sementes tanto em campo quanto no laboratório é de grande importância, uma vez que tem a função básica de preservar a qualidade fisiológica das sementes. Essa preservação é possível porque o armazenamento, uma vez aplicado de modo adequado, irá diminuir a velocidade de deterioração da semente (Melo et al. 1979). A interação de fatores, como a dormência e a longevidade, permite a manutenção de sementes armazenadas sob baixas temperaturas e nos bancos naturais de sementes do solo (Kageyama & Viana 1989).

O banco de sementes do solo é considerado um dos principais indicadores do potencial de regeneração de diversas populações vegetais (Uhl et al. 1981, Baider et al. 2001). Além da dinâmica das sementes, o banco de plântulas, os brotos de reprodução vegetativa e o brotamento de indivíduos adultos podem contribuir, em diferentes proporções, para a regeneração da vegetação (Garwood 1989).

Para a vegetação de cerrado, estudos sobre regeneração natural, banco de sementes ou rebrota de órgãos subterrâneos, ainda são escassos (Durigan et al. 1997, Barreira et al. 2000, Sartori et al. 2002, Durigan et al. 2004).

Dentre as sementes encontradas em bancos de solo em áreas de cerrado, as que mais se destacaram em termos numéricos foram as da família Melastomataceae (Santos Júnior 1992, Sassaki et al. 1999a, Cesarino 2002). A família Melastomataceae ocorre com frequência em regiões de cerrado (Mantovani 1987, Oliveira 1998).

Visando aumentar o conhecimento sobre a ecofisiologia de sementes e fornecer dados à crescente demanda por sementes nativas, procurou-se acompanhar a viabilidade de sementes artificialmente armazenadas em laboratório e enterradas no solo de cerrado, relacionando-se as condições de armazenamento com a resposta de germinação das sementes de duas espécies de Melastomataceae ocorrentes no banco de solo.

Material e métodos

Foram utilizados frutos maduros de indivíduos de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., colhidos em 06/12/2000 e 15/02/2001, respectivamente, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, São Paulo, a 22°18'S e 47°11'W (Mantovani 1987).

Os frutos foram colocados em bandejas e secados superficialmente à sombra e à temperatura ambiente. Após a secagem, frutos e sementes foram armazenados separadamente, de acordo com as seguintes condições: 1) em refrigerador com temperatura aproximada de 4 °C; 2) em câmara B.O.D. Fanem com temperatura de 25 °C $\pm$ 1°C e, 3) em condições de laboratório com temperatura de 27 °C $\pm$ 10°C. Nas três condições de armazenamento os frutos e as sementes das duas espécies foram mantidos em frascos de vidro de coloração âmbar, tampados e envolvidos em sacos de polipropileno pretos para evitar a exposição à luz.

Paralelamente, frutos maduros intactos e sementes retiradas dos frutos foram armazenados em solo de campo cerrado e de cerrado, na RBEE de Mogi Guaçu. Frutos e sementes foram misturados ao solo do próprio local, separadamente, utilizando-se 50 frutos e 250 sementes por amostra, de cada espécie e, foram envolvidos em malha fina, como especificado em Barbosa et al. (1985). Para assegurar que a malha fina não se danificasse pelas condições do ambiente e pelo tempo de armazenamento, cada amostra foi envolvida com tela sombrite, o que permitiu trocas de água e gases com o meio.

Para cada área e cada espécie, onze covas foram feitas. Foram enterrados em uma mesma cova, uma amostra contendo frutos e outra contendo sementes, a 10 cm de profundidade, iniciando-se o procedimento em 25/01/2001 para *M. albicans* e em 25/03/2001 para *M. rubiginosa*. Cada cova foi devidamente marcada e numerada. A cada dois meses, nas duas áreas, desenterravam-se as amostras contendo frutos e sementes, que eram imediatamente levadas para o Laboratório de

Fisiologia e Bioquímica de Plantas do Instituto de Botânica e separadas do solo com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

As sementes isoladas e retiradas de frutos, armazenadas no laboratório e no campo, foram submetidas à germinação, em câmara B.O.D. Fanem sob temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, luz fluorescente contínua “luz do dia” com $437 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ na altura das placas (Ruggiero & Zaidan 1997) e no escuro contínuo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes em placas de Petri de 4 cm de diâmetro contendo duas camadas de papel de filtro, umedecidas com água destilada.

A contagem das sementes germinadas foi feita diariamente durante um período de 30 dias, com auxílio de microscópio estereoscópico no tratamento de luz e sob luz verde de segurança (Labouriau & Costa 1976) no tratamento de escuro. Considerou-se como germinada a semente que apresentava protrusão da radícula. A germinação foi avaliada por meio dos parâmetros citados por Labouriau & Agudo (1987), como: germinabilidade [$g = (n \times A^{-1}) \times 100$], onde n: número total de sementes germinadas na placa; A: número total de sementes colocadas para germinar; tempo médio de germinação [$t = \Sigma (n_{i-} \times t_{i-}) (\Sigma n_{i-})^{-1}$], onde n_{i-} : número de sementes germinadas entre dois tempos sucessivos de observações ($t_{i-} - 1$) e (t_{i-}); velocidade média de germinação ($v = 1 \times t^{-1}$) ou seja, o inverso do tempo médio de germinação.

Os dados de porcentagem de germinação foram transformados em arco seno ($^{\circ}$)^{0,5} antes de proceder à análise estatística. Foi feito teste T de Student, comparando as sementes contidas dentro dos frutos e as sementes isoladas, bem como luz e escuro dentro de um mesmo tratamento, em cada tempo de armazenamento.

Para verificar o recrutamento de plântulas na área de cerrado da RBEE de Mogi Guaçu, foram selecionados cinco indivíduos adultos de *M. albicans* distantes mais de cinco metros um do outro. Foi contado a cada dois meses o número de plântulas emergidas com até 15 cm de altura, em um perímetro de dois metros do indivíduo selecionado. As observações iniciaram-se na estação chuvosa (dezembro de 2003) e estenderam-se até agosto de 2004.

Resultados e Discussão

Sementes de *M. albicans* mantiveram-se viáveis, com valores de germinação semelhantes ao de sementes recém-colhidas, por apenas dois meses quando armazenadas dentro dos frutos ou isoladas (fora dos frutos) a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (tabela 1). Com quatro meses de armazenamento, apenas 15% das sementes germinaram e conservaram o fotoblastismo. Para *M. rubiginosa* (tabela 2), já no segundo mês de armazenamento, as sementes armazenadas nuas germinaram somente 25%, menos da metade da porcentagem inicial de germinação de semente recém colhidas (55%). No entanto, esses valores devem ser considerados iguais, do ponto de vista estatístico. Não ocorreu diferença estatística nos três parâmetros analisados (germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação), para as duas espécies, entre as sementes contidas no fruto e sementes isoladas (tabelas 1 e 2). Aos seis meses de armazenamento, não ocorreu germinação nas duas espécies.

Quando os frutos e as sementes foram armazenados à temperatura ambiente ($27^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$), observou-se que sementes isoladas permaneceram mais tempo viáveis que as sementes que foram armazenadas dentro dos frutos, nas duas espécies, como mostra a figura 1. Nessa condição de armazenamento, as sementes de *M. rubiginosa* permaneceram viáveis por mais dois meses do que as de *M. albicans*. Como ocorrido no armazenamento a 25°C , as sementes não germinaram no escuro.

O armazenamento de frutos das duas espécies a 25°C ou a $27^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ favorece a infestação por fungos e compromete a porcentagem de germinação das sementes ali contidas. Com relação ao tempo médio e à velocidade média de germinação, praticamente não houve diferença entre sementes armazenadas isoladamente ou dentro dos frutos, em ambas as espécies (tabela 3).

Sementes de *M. albicans* armazenadas dentro e fora dos frutos a 4°C , permaneceram viáveis durante pelo menos 22 meses, porém tiveram uma diminuição significativa da porcentagem de germinação ao longo do tempo, de 84% no início do armazenamento para 43,5% depois de 22 meses. Germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação de sementes contidas nos frutos

e sementes isoladas diferiram estatisticamente entre si em diferentes tempos do armazenamento, como pode ser verificado na figura 2A e na tabela 4. Quando as sementes foram analisadas nos tempos inicial e final, dentro de uma mesma condição (sementes em frutos e isoladas), observaram-se diferenças significativas em todos os parâmetros. Apenas no 14º mês de armazenamento ocorreu alguma germinação no escuro.

As sementes de *M. rubiginosa* não mostraram diferença estatística em sua porcentagem de germinação quando armazenadas dentro e fora dos frutos, nos diferentes tempos de armazenamento. Notou-se também um decréscimo na viabilidade dessas sementes ao longo do período de armazenamento (figura 2B). Tempo e velocidade médios de germinação foram variáveis durante o armazenamento nas duas condições fornecidas (sementes no interior dos frutos e sementes isoladas), apresentando diferenças estatísticas a partir de 16 meses de armazenamento (tabela 4). Quando as sementes foram analisadas nos tempos inicial e final, dentro de uma mesma condição (sementes em frutos e isoladas), observaram-se diferenças significativas em todos os parâmetros apenas para sementes que foram armazenadas isoladamente. Observou-se alguma germinação no escuro de sementes de *M. rubiginosa*, porém o tempo e a velocidade de germinação foram maiores do que valores encontrados sob luz.

A umidade e a temperatura são fatores importantes no armazenamento de sementes (Bewley & Black 1983). O alto teor de água das sementes é uma das principais causas da baixa germinação (Carvalho e Nakagawa 1988). No entanto, o armazenamento de sementes com teor alto de água tem sido utilizado em algumas espécies tropicais, tidas como sementes recalcitrantes, como estratégia para manter a viabilidade, segundo Corbineau & Come (1988) e Oliveira & Válio (1992). A deterioração das sementes envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte da semente. As alterações são progressivas e determinadas por fatores genéticos, bióticos e abióticos, procedimentos de colheita, de beneficiamento, de manuseio e de armazenamento (Vilela & Peres 2004). O teor de água inicial das sementes armazenadas é por

volta de 24%, tanto para *M. albicans* como para *M. rubiginosa*. Sendo os frutos secados superficialmente, a umidade não pode ser controlada.

Há espécies que necessitam manter o conteúdo de água relativamente baixo durante o período de armazenamento em temperatura ambiente para que sua longevidade seja garantida, como foi constatado para sementes de linho (*Lineum usitatissimum* L.), gergelim (*Seasamum indicum* L.), soja (*Glycine max* Merr.) e trigo (*Triticum durum* Desf.), de acordo com Chai et al. (1998). Medeiros & Zanon (1998) afirmaram que o armazenamento a 4°C de *Rhamnus sphaenosperma* Swartz (fruta-de-pombo) mantém a viabilidade das sementes e que o efeito de temperaturas elevadas, associadas a altos teores de água, são prejudiciais, proporcionando condições adequadas para o desenvolvimento de microorganismos e acelerando a deterioração das sementes, à semelhança do que observamos nas sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa*.

Se os frutos de *M. albicans* e *M. rubiginosa* tivessem sido secos por mais tempo, diminuindo ainda mais o teor de água das sementes, provavelmente a viabilidade das sementes teria sido mantida por um período mais longo e seria impedida a proliferação de microorganismos que danificaram as sementes durante o armazenamento a 25°C $\pm$ 1°C e a 27°C $\pm$ 10°C. Harrington (1973 *apud* Brischi 2000) relatou que sementes armazenadas com 10 a 18% do conteúdo de água podem sofrer injúrias como o desenvolvimento de algumas espécies de fungos.

Sementes de *Qualea dichotoma* (Warm.) Stafl. mantêm um bom potencial germinativo após armazenamento por 6 meses, não exigindo condições especiais de armazenagem (Barbieri Júnior et al. 2003). Cabral et al. (2003) verificaram que sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. EX.S. Moore conservaram a capacidade germinativa das sementes em câmara fria e seca por 120 dias, com porcentagens de germinação superiores a 80%. A qualidade fisiológica das sementes não foi afetada pela permeabilidade das embalagens utilizadas durante o armazenamento (papel, algodão ou plástico). Sementes de *T. heterophylla* (A.P. Candolle) Britton, armazenadas à baixa temperatura em embalagem impermeável, conservaram-se viáveis após 490 dias, com 86% de germinação (Silva et al. 2001). No caso do presente trabalho, sementes de *M. albicans* e *M.*

rubiginosa foram armazenadas em embalagem impermeável (frascos de vidro de coloração âmbar). Desse modo, parece que o uso de embalagens impermeáveis mantém a germinabilidade das sementes de *Miconia* estudadas.

Xiang-Yue et al. (1998) observaram que sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) perdem a viabilidade após um ano de armazenamento em temperatura ambiente ($27^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$), sendo que essa perda foi maior em sementes armazenadas com alto conteúdo de água. O uso de temperatura de 25°C e de temperatura alternada de $20/30^{\circ}\text{C}$ durante o armazenamento de aquênios médios de *Bidens gardneri* Baker com alto teor de água, mostrou que o efeito de deterioração é muito mais rápido em condições de laboratório (Rondon 2001, Rondon et al. 2001) do que em condições de campo (Sasaki et al. 1999a).

Há alguns estudos com sementes de espécies nativas de cerrado que relacionam a viabilidade durante o armazenamento com a resposta fotoblástica. Sementes de *Diplusodon virgatus* Pohl. permaneceram viáveis por pelo menos 12 meses e o fotoblastismo das sementes foi mantido, quando armazenadas a 5°C (Cesarino et al. 1998). Tal comportamento não foi observado com aquênios de *B. gardneri* Baker que, após seis meses armazenados a 4°C , germinaram tanto na luz quanto no escuro (Sasaki et al. 1999b), apesar de serem fotoblásticos quando recém-colhidos. Sementes de *Porophyllum lanceolatum* DC. também permanecem viáveis quando armazenadas a 5°C (Cesarino 2002).

Sementes de Melastomataceae também tiveram sua viabilidade testada ao longo do armazenamento. *Miconia langsdorffii* Cogn., *M. stenostachya* Schr. & Mart. ex DC., *Schizocentron elegans* Meissn. e *Tibouchina gracilis* (Bonpl.) Cogn., todas espécies de cerrados, tiveram suas sementes armazenadas a 4°C por tempos variáveis e apresentaram porcentagens elevadas de germinação, mantendo o caráter fotoblástico (R.C. Carreira, dados não publicados). *Tibouchina pulchra* Cogn. e *T. granulosa* Cogn., duas espécies de mata (Zaia & Takaki 1998), têm sementes que permaneceram viáveis quando armazenadas a 4°C por 12 meses, com valores de germinação semelhantes aos de sementes recém-colhidas. Sementes de *Huberia semiserrata* DC., também uma

melastomatócea de mata, conservaram-se viáveis por até 12 meses, armazenadas em sacos de papel e em condições ambientes, apesar de ter ocorrido uma queda na germinabilidade (Brischi 2000).

O armazenamento das sementes deve ser iniciado na fase de maturidade fisiológica, e o grande desafio é conseguir que as sementes, após certo período, ainda apresentem elevada qualidade fisiológica. Durante o armazenamento, sementes imaturas geralmente sofrem redução da qualidade mais rápido do que sementes maduras (Vilela & Peres 2004). Daí a importância de se realizar estudos sobre a maturação de sementes nativas relacionados ao armazenamento, visto que os dados disponíveis são escassos e não refletem a diversidade da flora brasileira.

Com base nos dados de armazenamento em laboratório e tendo sido constatada a presença freqüente de sementes de Melastomatóceas no banco de sementes do solo de cerrado (Santos Júnior 1992, Sassaki et al. 1999a, Cesarino 2002), surgiu o interesse de verificar o comportamento das sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* quando enterradas no solo de cerrado, isoladamente ou contidas em seus frutos.

Os valores de temperaturas máxima e mínima, pluviosidade e umidade da RBEE de Mogi Guaçu, do período de janeiro de 2001 a março de 2003, são mostrados na figura 3. Durante o período de armazenamento dos frutos e das sementes no solo, a temperatura oscilou entre 8,8 e 33,5°C (julho de 2002 e outubro de 2002), a umidade entre 60,8 e 82% (outubro de 2001 e fevereiro de 2002), e a pluviosidade entre 340 e 5 mm (junho de 2002 e janeiro de 2002).

As sementes de *M. albicans* contidas ou não em frutos permaneceram viáveis, apresentando porcentagens variáveis de germinação durante o período em que estiveram enterradas no solo de campo cerrado e cerrado (figura 4). Com o passar do tempo de armazenamento dos frutos, pôde-se observar que esses se desintegravam, liberando as sementes no solo da amostra, mostrando que os frutos não permanecem intactos por muito tempo. Foram encontradas diferenças significativas na germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação ao longo de alguns dos meses do armazenamento. Quando as sementes foram analisadas nos tempos inicial e final, dentro de uma

mesma condição (sementes em frutos e isoladas), observaram-se diferenças significativas em todos os parâmetros (tabela 5).

O mesmo ocorreu com as sementes de *M. rubiginosa* enterradas em solo de cerrado e campo cerrado (figura 5). Alguma germinação no escuro, nos meses finais de armazenamento, foi observada nas sementes de *M. rubiginosa*. Quando as sementes foram analisadas nos tempos inicial e final, dentro de uma mesma condição (sementes em frutos e isoladas), não foram observadas diferenças significativas para o parâmetro germinabilidade (tabela 6). Destaca-se o fato dessas sementes começarem germinar significativamente mais rápido a partir do sexto mês de armazenamento em solo (setembro de 2001). Tal fato deve estar associado ao início das chuvas, onde a água poderia estar diminuindo os efeitos dos inibidores de germinação contidos nas polpas dos frutos, conforme visto no Capítulo 1.

Foi observado que as sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* enterradas no solo apresentaram porcentagens e velocidades de germinação maiores de que as obtidas em sementes que permaneceram armazenadas no refrigerador (4°C) (figuras 2, 4, 5 e tabela 5). Destaca-se o fato das sementes de *M. rubiginosa* germinarem mais rápido conforme foi aumentado o tempo de armazenamento no solo (tabela 6).

O comportamento de sementes artificialmente armazenadas (enterradas) em solo tem sido estudado. Barbosa et al. (1985) verificaram que sementes de *Eleusine indica* (L.) e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hiche alcançaram maiores porcentagens de germinação com 90 e 240 dias, respectivamente, de soterramento (armazenamento em solo). A maior emergência de plântulas de *Cassia tora* L. ocorre quando as sementes estiveram enterradas de 4 a 6 cm de profundidade e, quanto maior a profundidade, menor foi sua capacidade germinativa (Andreani Júnior et al. 1988).

Em solos de cerrado e de mata ciliar, Sasaki et al. (1999a) obtiveram resultados positivos apenas com o armazenamento de sementes de espécies herbáceas ali ocorrentes. As sementes de espécies arbóreas germinavam no solo ou deterioravam, exceção feita às sementes de tegumento impermeável. Os mesmos autores observaram que sementes de *Psycotria barbiflora* DC., enterradas

por sete meses em solo de cerrado, tiveram sua viabilidade bastante reduzida e as sementes de *Rapanea ferruginea* (Ruiz et Pav.) Mez germinaram mesmo após estarem enterradas em solo de cerrado por mais de nove meses, conferindo seu potencial para constituírem um banco de sementes temporário no solo. Barbosa et al. (2000) ao estudarem sementes de *Hymenaea courbaril* L. e Paulino (2002) com *Copaifera langsdorffii* Desf., verificaram que essas sementes permaneceram viáveis por até três meses armazenadas em solo. Sementes de *Bidens gardneri* Baker, *Diplusodon virgatus* Pohl. e *Porophyllum lanceolatum* DC. são capazes de se conservarem viáveis por nove meses quando armazenadas em solo de cerrado, podendo contribuir temporariamente para o banco de sementes do solo (Cesarino 2002).

Estudos realizados sobre o armazenamento de sementes em solo, como os supra citados, nem sempre relacionam a viabilidade das sementes com o fotoblastismo. O pigmento fitocromo é considerado o principal agente envolvido na percepção do sinal luminoso que induz à germinação (Bewley & Black 1994, Takaki 2002, Borghetti 2004). Sabe-se que os requerimentos de luz para a germinação dependem, em grande parte, das condições luminosas experimentadas pelas sementes durante sua maturação, quando ainda estavam presas à planta-mãe. Por outro lado, a composição espectral da luz, sob condições naturais, varia em função de diversos fatores, como o horário do dia e grau de cobertura vegetal. Essa variação permite às sementes, via fitocromo, identificarem sua posição no solo (se enterradas ou na superfície) e sua localização no ambiente (se sob dossel ou em ambiente aberto), de acordo com Borghetti (2004).

O armazenamento em solo de campo cerrado ou de cerrado não afetou a porcentagem de germinação de sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa*. Cabe acrescentar que esta última espécie só foi encontrada na área de cerrado.

As sementes de muitas plantas, particularmente aquelas que habitam locais abertos ou freqüentemente habitats perturbados, requerem luz para germinar. Dentro de um habitat, espécies com sementes pequenas geralmente são fotoblásticas, ao contrário das sementes grandes (Gross 1985). Em algumas espécies, o fornecimento de luz para a germinação de sementes pode ser dado

após sua dispersão, contato com o solo, enterramento ou exposição à luz filtrada pelas folhas. A fotossensibilidade de sementes induzidas ambientalmente é interpretada como uma adaptação para assegurar que as sementes germinem em locais nos quais a probabilidade de estabelecimento das plântulas seja alta. Como um mecanismo, pode ser muito vantajoso para espécies com sementes pequenas cujas plântulas não podem sobreviver sob vegetação estabelecida (Gross 1985).

Para avaliar a importância do banco de sementes do solo é imprescindível que se obtenham informações sobre a dinâmica das sementes no solo e as possíveis causas de sua heterogeneidade temporal e espacial. Levando-se em conta as variações sazonais nos ritmos de frutificação, isto pode significar alterações na quantidade de sementes e espécies encontradas no banco de sementes do solo ao longo do ano (Garwood 1989). A relação entre massa e formato da semente tem sido bem relatada para espécies com sementes persistentes no solo (Funes et al. 1999).

Geralmente, as sementes pequenas são produzidas em grande quantidade, quase sem reservas, e são amplamente dispersas, o que aumenta suas chances de alcançar clareiras (Whitmore 1989). O pequeno tamanho pode facilitar o enterramento devido à facilidade com que tais sementes penetram pelas rachaduras do solo (Fenner 1985).

Evidências para a persistência a longo prazo no banco de sementes não são conclusivas pois a maioria dos estudos têm sido realizados sob condições semi-naturais, usando-se potes ou *bags* de náilon, em que os predadores de sementes e patógenos presentes no solo podem ser excluídos (Vázquez-Yanes & Smith 1982). Estudos de persistência de sementes no solo sob condições completamente naturais são raros (Dalling et al. 1998).

Estudos sobre banco de sementes de solo em diferentes biomas e países, têm demonstrado que espécies da família Melastomataceae, especialmente as do gênero *Miconia*, ocorrem em alta densidade. Putz (1983) observou uma espécie de *Miconia* como a mais abundante no banco de sementes em uma floresta no Panamá; Brokaw (1987) relatou a ocorrência de grande colonização de uma espécie de *Miconia* em clareiras, sugerindo um importante papel na regeneração após a alteração do ambiente. Seitz (1994) já citava que sementes de *Miconia* persistem no banco de

sementes do solo de mata. *Miconia serialis* DC. foi a espécie mais abundante em um banco de sementes de solo da Amazônia Oriental (Araújo 1998, Araújo et al. 2001). Dalling et al. (1998) observaram no Panamá, principalmente para espécies de *Miconia*, uma elevada produção de sementes com cerca de 6000 sementes por m² nos primeiros 3 cm do solo, o que poderia justificar sua dominância nas áreas estudadas. Bulbovas & Soares (1998) e Baider et al. (2001) constataram a predominância de sementes de Melastomataceae em uma análise do banco de sementes de solo de mata. O banco de sementes de solo de cerrado foi analisado nas regiões de São Carlos (Santos Júnior 1992), Itirapina (Sassaki et al. 1999a) e Mogi Guaçu (Cesarino 2002) e constatou-se a predominância numérica de sementes da família Melastomataceae, bem como o maior índice de plântulas emergidas.

O recrutamento de plântulas de *M. albicans* com até 15 cm de altura, cerca de dois metros da planta-mãe, no início da estação chuvosa (dezembro de 2003), em uma área de cerrado da RBEE de Mogi Guaçu, foi em média, cerca de 18 plântulas por indivíduo observado (figura 6). O maior número de plântulas obtido foi em fevereiro de 2004, onde atingiu-se o número médio de 26 plântulas por indivíduo. Com o início da estação seca, observou-se uma diminuição no número de plântulas emergidas do solo. No decorrer do período seco, o número de plântulas recrutadas sofreu uma queda de 25,5% em relação ao maior número de plântulas observado (26 plântulas em fevereiro).

O recrutamento de plântulas é a emergência ou o aparecimento de novas plântulas (Benitez-Malvido & Kossmann-Ferraz 1999). Populações de plântulas são efêmeras e altamente variáveis em curtos períodos devido às taxas elevadas de mortalidade que pode atingir até 100% no primeiro ano após a germinação. Neste estágio, as plantas estão sujeitas às maiores pressões demográficas e respondem mais prontamente às variações micro-ambientais (Swaine 1990).

A fase de plântula é uma das mais vulneráveis do ciclo de vida das plantas. Desprovidas da resistência mecânica conferida pela testa da semente e de mecanismos eficientes para armazenar água ou evitar sua perda, as plantas jovens estão expostas à ação de predadores e ao suprimento

irregular de água. Evidentemente, a época em que os frutos são produzidos e a germinação é possibilitada é de suma importância para garantir o sucesso de um novo indivíduo (Carreira & Zaidan 2003). Sasaki & Felipe (1999) mencionaram que para o cerrado, as chances de sobrevivência de plântulas emergidas a partir de sementes são ligeiramente maiores quando a insolação é atenuada, como foi demonstrado para *Dalbergia miscolobium* Benth. em áreas de cerrado de Mogi Guaçu (Sasaki & Felipe 1999) e de Brasília (Franco et al. 1996).

Plantas que produzem sementes pequenas geralmente têm um longo ciclo de vida e mecanismos de dormência especializados que detectam mudanças correspondentes à chegada de condições favoráveis para o estabelecimento das plântulas. Os principais fatores que desencadeiam a germinação são aqueles associados à formação de clareiras, como as mudanças na qualidade luminosa, flutuações da temperatura (Swaine & Whitmore 1988) e a ocorrência de ocasionais flechas de luz (sunflecks), que possuem razões V:VE similares à radiação não-filtrada (Souza 1996).

Souza & Válio (2001) demonstraram no campo que, sementes pequenas de espécies sensíveis à luz, eram capazes de germinar sob dossel de floresta, onde há predomínio da baixa razão V:VE. Alvarez-Buylla & Martinez-Ramos (1992) sugeriram para *Cecropia obtusifolia* Bertol., que a disponibilidade de luz afeta o estabelecimento de plântula mais que a germinação das sementes.

Plantas de *M. albicans* produzem sementes muito pequenas (< 1 mm), com cotilédones foliáceos, sem reservas que garantam o início do desenvolvimento das plantas jovens, como ocorre em algumas arbóreas de cerrado. Os cotilédones foliáceos e fotossintetizantes estão associados a sementes pequenas e são capazes de suprir as demandas energéticas iniciais das plântulas, caso haja disponibilidade de luz adequada para a realização da fotossíntese (Kitajima 1992, Souza & Válio 2001). Há uma relação entre o tipo de cotilédone e a velocidade de germinação das sementes, visto que as plântulas com cotilédones fotossintetizantes se desenvolvem mais rapidamente que as possuidoras de cotilédone de reserva (Melo et al. 2004).

Abundância de sementes no solo, tamanho da semente, abundância de plântulas e indivíduos adultos numa determinada área, podem resultar no insucesso do estabelecimento de espécies com sementes pequenas (Dalling et al. 1998). Espécies com sementes pequenas, como *Miconia*, somente foram capazes de emergir da superfície a poucos milímetros do solo, conforme observaram Dalling et al. (1998). Uma vez emergidas, essas pequenas plântulas de sementes pequenas podem também ser mais suscetíveis aos danos mecânicos e à herbivoria; podem ser arrancadas por pássaros e mamíferos ou sofrerem dessecação durante a estação seca (Veenendaal et al. 1995, Harms & Dalling 1997). Swaine et al. (1990) cita que sob irradiância muito baixa sob dossel, sementes pequenas sem reservas não conseguem sobreviver ao estresse hídrico, como parece ser o caso de plântulas de *M. albicans*.

Estudos relacionados com a longevidade, conservação das sementes e recrutamento de plântulas de espécies florestais nativas são de suma importância, pois a maioria delas têm produção de sementes irregular, sendo abundante em um ano e escassa em outro. Desse modo, o armazenamento torna-se necessário para garantir a demanda anual, possibilitando o estoque para os anos de baixa produção (Carneiro & Aguiar 1993).

Sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* são dispersas tanto autocórica como zoocoricamente por aves e roedores (Magnusson & Sanaiotti 1987, Goldenberg 1994, Goldenberg & Shepherd 1998) e por formigas (Carreira & Zaidan 2003). Barbosa et al. (2002) relataram que espécies autocóricas e zoocóricas apresentam características relacionadas à formação do banco de sementes permanente. As sementes de *Miconia albicans* e *M. rubiginosa* permaneceram viáveis no solo, apresentando porcentagens elevadas de germinação durante os 20 meses em que permaneceram enterradas em solo de campo cerrado e de cerrado, mantendo o fotoblastismo, embora sementes de *M. rubiginosa* tivessem germinado no escuro em alguns pontos, ao longo do armazenamento. As sementes das duas espécies exibem um grande potencial para formarem um banco de sementes permanente em solo de cerrado, pois podem permanecer dormentes enterradas

sob o solo, até que condições ambientais favoráveis facilitem a germinação e o recrutamento de plântulas, o que evidencia a sua importância na regeneração natural do cerrado.

Literatura Citada

- Alvarez-Buylla, E.R. & Martinez-Ramos, M.** 1992. Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a Neotropical pioneer tree – an evaluation of the climax-pioneer paradigm for tropical rain forests. *Journal of Ecology* 80: 275-290.
- Andreani Júnior, R., Barbosa, J.M., Silva, T.S., Pitelli, R.A. & Barbosa, L.M.** 1988. Sementes de *Cassia tora* L.: estudo da germinação visando o controle de áreas cultivadas. *Acta Botanica Brasilica* 1(2): 171-177.
- Araújo, M.M.** 1998. Vegetação e banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Benevides, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 78 p.
- Araújo, M.M., Oliveira, F.A., Vieira, I.C.G., Barros, P.L.C. & Limas, C.A.T.** 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Florestalis* 59: 115-130.
- Baider, C., Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 2001. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61(1): 35-44.
- Barbieri Júnior, C.A., Tonin, G.A., Araújo, E.C.E. & Peres, S.C.J.G.A.** 2003. Ecofisiologia da germinação de *Qualea dichotoma* (Warm.) Stapf. *Anais do congresso de Ecologia do Brasil*, Fortaleza, pp. 394-395.
- Barbosa, J.M., Silva, T.S., Barbosa, L.M., Barbedo, C.J. & Santos, M.R.O.** 1985. Germinação e emergência de plântulas de gramíneas (Poaceae) invasoras: *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc e *Eleusine indica* (L.). *Ecossistema* 20: 10-18.

- Barbosa, J.M., Santos Júnior, N.A. & Pisciotano, W.A.** 2000. Efeito do soterramento e submersão sobre a sobrevivência de espécies nativas utilizadas em reflorestamentos ciliares. *Revista Árvore* 24(3): 317-322.
- Barbosa, D.C.A., Silva, P.G.C. & Barbosa, M.C.A.** 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva. Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: Massangan, v. 2, pp. 609-622.
- Barreira, S., Botelho, S.A., Scolforo, J.R.S. & Mello, J.M.** 2000. Efeito de diferentes intensidades de corte seletivo sobre a regeneração natural de cerrado. *Cerne* 6(1): 40-51.
- Benitez-Malvido, J. & Kossmann-Ferraz, L.D.** 1999. Litter cover variability affects seedling performance and herbivory. *Biotropica* 31: 598-606.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1983. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination – 3. Development, germination and growth. Springer-Verlag, Berlin, 344 p.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1994. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. New York: Plenum Press, 2ª ed., 445 p.
- Borghetti, F.** 2004. Dormência embrionária. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 109-123.
- Brischi, A.M.** 2000. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Huberia semiserrata* DC. (Melastomataceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 115 p.
- Brokaw, N.V.L.** 1987. Gap-phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. *Journal of Ecology* 75: 9-19.
- Bulbovas, P. & Soares, J.J.** 1998. Estudo sobre a metodologia de amostragem do banco de sementes do solo. IN: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, Brasil, v. III, pp. 43-49.

- Cabral, E.L., Barbosa, D.C.A. & Simabukuro, E.A.** 2003. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. EX.S. Moore. Acta Botanica Brasilica 17(4): 609-617.
- Carneiro, J.A. & Aguiar, I.B.** 1993. In: I.B., Aguiar, F.C.M., Piña-Rodrigues & M.B., Figliolia (coords.). Sementes Florestais Tropicais. Brasília: ABRATES. pp. 333-350.
- Carreira, R.C. & Zaidan, L.B.P.** 2003. Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodos controlados. Hoehnea 30(2): 155-161.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J.** 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 429 p.
- Cesarino, F.** 2002. Bancos de sementes do solo da Reserva Biológica e Estação Experimental de Moji-Guaçu, em área de cerrado no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP., 80 p.
- Cesarino, F., Araújo, J.E. Zaidan, L.B.P.** 1998. Germinação de sementes e crescimento de plantas de *Diplusodon virgatus*, Lithraceae. Acta Botanica Brasílica 12(3): 349-356.
- Chai, J., Rogyin, M., Lingzhi, L. & Yiyin, D.** 1998. Optimum moisture contents of seeds stored at ambient temperatures. Seed Science and Technology 8(1): 23-28.
- Chin, H.F., Hor, Y.L. & Mohd Lassim, M.B.** 1984. Identification of recalcitrant seeds. Seed Science & Technology 12: 429-436.
- Corbineau, F. & Come, D.** 1998. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. Seed Science and Techonology 16: 97-103.
- Cordiki, L., Rincon, E. & Vázquez-Yanes, C.** 1990. Effects of light and temperature on germination of heteromorphic achenes of *Biden odorata* (Asteraceae). Canadian Journal of Botany 69: 574-579.

- Dalling, J.W., Swaine, M.D. & Garwood, N.C.** 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology* 79(2): 564-578.
- Durigan, G., Franco, G.A.D.C., Pastori, J.A. & Aguiar, O.T.** 1997. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucaliptus citriodora*. *Revista do Instituto Florestal* 9(1): 71-85.
- Durigan, G., Melo, A.C.G., Contieri, W.A. & Nakata, H.** 2004. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: G. Durigan & O.V. Bôas (orgs.). *Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista*. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, pp. 349-362.
- Fenner, M.** 1985. *Seed Ecology*. London, Chapman and Hall, 151 p.
- Franco, A.C., Souza, M.P. & Nardoto, G.B.** 1996. Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em áreas de campo sujo e cerrado no D.F. *Anais do Simpósio Impacto das Queimadas sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais, 3º Congresso de Ecologia do Brasil*, Brasília, Distrito Federal, pp. 84-92.
- Funes, G., Basconcelo, S., Díaz S. & Cabido, M.** 1999. Seed size and shape are good predictors of seed persistence in soil in temperate mountain grasslands of Argentina. *Seed Science Research* 9: 341-345.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H.F. & Bezerra, C.L.** 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no Município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55: 753-767.
- Garwood, N.** 1989. Tropical soil seed banks. In: M.A. Leck, V.T. Parker & R.L. Simpson (eds.). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press: San Diego, 462 p.
- Goldenberg, R.** 1994. Estudos sobre a Biologia Reprodutiva de espécies de Melastomataceae de cerrado em Itirapina, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 88 p.

- Goldenberg, R. & Shepherd, G.J.** 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. *Plant Systematics and Evolution* 211: 13-29.
- Gross, K.L.** 1985. Effects of irradiance and spectral quality on the germination of *Verbascum thapsus* L. and *Oenothera biennis* L. seeds. *New Phytologist* 101: 531-541.
- Harms, K.E. & Dalling, J.W.** 1997. Damage and herbivory tolerance through resprouting as an advantage of large seed size in tropical trees and lianas. *Journal of Tropical Ecology* 13: 617-621.
- Kageyama, P.Y. & Gandara, F.B.** 2000. Recuperação de áreas ciliares. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho. *Mata Ciliar: conservação e recuperação*. São Paulo: USP: FAPESP, pp. 249-269.
- Kageyama, P.Y. & Vieira, V.M.** 1991. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. *Anais do Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais*, Atibaia, São Paulo: Instituto Florestal, pp. 197-215.
- Kitajima, K.** 1992. Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. *Functional Ecology* 6: 582-589.
- Labouriau, L.G. & Agudo, M.** 1987. On the physiology of seed germination in *S. hispanica* L.I. Temperature effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 59: 37-56.
- Labouriau, L.F.G. & Costa, J.A.F.** 1976. Objetivos e instalações básicas de um laboratório de fisiologia vegetal. *Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 59 p.
- Magnusson, W.E. & Sanaiotti, T.M.** 1987. Dispersal of *Miconia* seeds by the rat *Bolomys lasiurus*. *Journal of Tropical Ecology* 3: 277-278.
- Mantovani, W.** 1987. Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu e em Itirapina, SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 203 p.
- Medeiros, A.C.S. & Zanon, A.** 1998. Fruto-do-pombo (*Rhamnus sphaenosperma* Swartz) seed conservation. *Boletim de Pesquisas Florestais* 36: 29-39.

- Melo, J.T., Ribeiro, J.F. & Lima, V.L.G.F.** 1979. Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Sementes* 1(2): 8-12.
- Melo, F.P.L., Aguiar Neto, A.V., Simabukuro, E.A. & Tabarelli, M.** 2004. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). *Germinação. Do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 237-250.
- Molofsky, J. & Augspurger, C.K.** 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73(1): 68-77.
- Oliveira, P.E.** 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa, Planaltina, D.F., pp. 169-192.
- Oliveira, L.M.Q. & Válio, I.F.M.** 1992. Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa* Gom. (Apocynaceae). *Annals of Botany* 69: 1-5.
- Paulino, E.C.B.** 2002. Estabelecimento dos indivíduos de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes intensidades luminosas em uma área de mata nativa e ecofisiologia de sementes considerando o efeito do soterramento e de submersão em água. Dissertação de Mestrado, Universidade Guarulhos, São Paulo, 92 p.
- Putz, F.E.** 1983. Treefall pits and mound, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 64: 1069-1074.
- Rondon, J.N.** 2001. Efeito do armazenamento na germinação, na resposta do fitocromo e no conteúdo de carboidratos em aquênios de *Bidens gardneri* Baker, uma espécie herbácea do cerrado. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 126 p.
- Rondon, J.N., Sassaki, R.M., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 2001. Effects of moisture content and temperature during storage on germination of the *Bidens gardneri* Baker. *Revista Brasileira de Botânica* 24(1): 35-41.
- Ruggiero, P.G.C. & Zaidan, L.B.P.** 1997. Estudos de desenvolvimento de *Viguiera robusta* Gardn., uma Asteraceae do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 1-9.

- Santos Júnior, D.** 1992. Composição do banco de sementes do solo e dinâmica de plântulas em um cerrado da Fazenda Canchim, São Carlos, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Sartori, M.S., Poggiani, F. & Engel, V.L.** 2002. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith localizado no Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis* 62: 86-103.
- Sassaki, R.M. & Felipe, G.M.** 1999. Estabelecimento de plântulas de *Dalbergia miscolobium* Benth., uma espécie arbórea dos cerrados brasileiros. *Tropical Ecology* 40: 33-40.
- Sassaki, R.M., Rondon, J.N., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999a. Number of buried seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery forest soils at Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2): 147-152.
- Sassaki, R.M., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999b. Effect of storage of achenes of *Bidens gardneri* Baker on light sensitivity during germination. *Revista Brasileira de Botânica* 22(1): 75-81.
- Seitz, R.A.** 1994. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. Anais do I Simpósio Sul-Americano e II Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Paraná, pp. 103-110.
- Silva, A., Figliolia, M.B., Aguiar, I.B. & Perecin, D.** 2001. Liofilização e armazenamento de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (A.P. Candolle) Britton) - Bignoniaceae. *Revista Brasileira de Sementes* 23(1): 252-259.
- Souza, R.P.** 1996. Germinação, crescimento, atividade fotossintética e translocação de compostos de carbono em espécies arbóreas tropicais: estudo comparativo e influência de sombreamento natural. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 300 p.
- Souza, R.P. & Válio, I.F.M.** 2001. Seed size, seed germination, and seedling survival of Brazilian tropical tree species differing in successional status. *Biotropica* 33(3): 447-457.

- Speglis, E. & Joly, C.A.** 2003. Programa BIOTA/FAPESP: um novo paradigma no estudo da conservação e do uso sustentável da biodiversidade. *Ciência e Cultura* 55(3): 41-43.
- Stubsgaard, F.** 1990. Seed moisture. Humleback, Danida Forest Seed Center, 30 p.
- Swaine, M.D.** 1990. Population dynamics of tree species in tropical forests. In: L.B., Holm-Nielsen, I.C. Nielsen & H. Balslev (eds.). *Tropical Forests*. Academic Press Limited, London, pp. 101-109.
- Swaine, M.D. & Whitmore, T.C.** 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- Swaine, M.D., Lieberman, D. & Hall, J.B.** 1990. Structure and dynamics of a tropical dry forest in Ghana. *Vegetatio* 88: 31-51.
- Takaki, M.** 2001. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 13(1):103-107.
- Uhl, C., Clark, H. & Murphy, P.** 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 69: 631-649.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A.** 1982. Longevidad, latência y germinacion de las semillas de *Verbesina greenmanii*: efecto de la calidad de la luz. *Turrialba* 32(4): 457-462.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A.** 1993. Patterns of seed longevity and germination in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 69-87.
- Vázquez-Yanes, C. & Smith, H.** 1982. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum*, and its ecological significance. *New Phytologist* 92: 477-485.
- Veenendaal, E.M., Swaine, M.D., Agyeman, V.K., Blay, D., Abrebese, I.K. & Mullins, C.E.** 1995. Differences in plant and soil water relations in and around a forest gap in West Africa during the dry season may influence seedling establishment survival. *Journal of Ecology* 83: 83-90.

- Vilela, F.A. & Peres, W.B.** 2004. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 265-281.
- Whitmore, T.C.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forests trees. *Ecology* 70(3): 536-538.
- Willan, R.L.** 1990. Seed pretreatment. Humlebaek, Danida Forest Seed Centre, 19 p.
- Xiang-Yue, Z., Run-Zheng, C., Jia-Rui, F. & Xue-Wu, Z.** 1998. The effects of water content during storage on physiological activity of cucumber seeds. *Seed Science Research* 8(1): 65-68.
- Zaia, J.E. & Takaki, M.** 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). *Acta Botanica Brasilica* 12(3): 221-229.

Tabela 1. Germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação em luz e escuro contínuos, a 25°C, de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana armazenadas a 25°C $\pm$ 1°C, dentro e fora dos frutos, 30 dias após o início da embebição. Letras maiúsculas comparam luz e escuro no mesmo tempo de armazenamento, em uma mesma condição; letras minúsculas comparam na luz, sementes em frutos e sementes nuas no mesmo tempo de armazenamento.

		germinabilidade (%)		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹)	
meses		sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas
0	luz	84,0 Aa	84,0 Aa	7,2 Aa	7,2 Aa	0,13 a	0,13 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B	-	-
2	luz	75,5 Aa	63,0 Aa	11,6 Aa	12,5 Aa	0,08 a	0,07 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B	-	-
4	luz	15,0 Aa	8,5 Aa	14,1 Aa	15,2 Aa	0,07 a	0,06 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B	-	-
6	luz	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	-	-
	escuro	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	-	-

- não calculado

Tabela 2. Germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação em luz e escuro contínuos a 25°C, de sementes de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. armazenadas a 25°C $\pm$ 1°C, dentro e fora dos frutos, 30 dias após o início da embebição. Letras maiúsculas comparam luz e escuro no mesmo tempo de armazenamento, em uma mesma condição; letras minúsculas comparam na luz, sementes em frutos e sementes nuas no mesmo tempo de armazenamento.

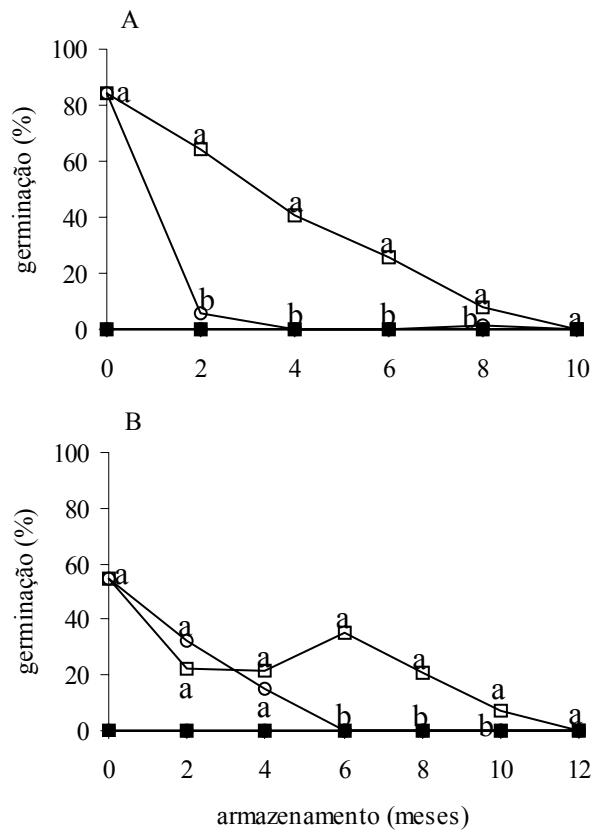


Figura 1. Germinabilidade (%) durante o armazenamento a $27^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (A) e de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (B) armazenadas nos frutos (○ e ●) e sementes isoladas (□ e ■), sob condições de luz (símbolos claros) e escuro (símbolos escuros). Letras comparam, na luz, os tempos de armazenamento entre sementes armazenadas nos frutos e isoladas.

Tabela 3. Tempo e velocidade médios de germinação em luz e escuro contínuos, a 25°C de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. armazenadas a temperatura ambiente (27°C $\pm$ 10°C), dentro e fora dos frutos, 30 dias após o início da embebição. Letras maiúsculas comparam luz e escuro no mesmo tempo de armazenamento, em uma mesma condição; letras minúsculas comparam na luz, sementes em frutos e sementes nuas no mesmo tempo de armazenamento.

		<i>Miconia albicans</i>				<i>Miconia rubiginosa</i>			
		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹)		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹)	
meses		sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas
	luz	7,2 Aa	7,2 Aa	0,13 a	0,13 a	14,2 Aa	14,2 Aa	0,06 a	0,06 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
2	luz	13,1 Aa	11,0 Aa	0,04 a	0,09 a	18,4 Aa	16,6 Aa	0,05 a	0,05 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
4	luz	0,0 Aa	13,4 Ab	-	0,07	20,7 Aa	17,8 Aa	0,04 a	0,05 a
	escuro	0,0 A	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
6	luz	0,0 Aa	14,0Ab	-	0,07	0,0 Ab	20,0 Aa	-	0,04a
	escuro	0,0 A	0,0 B	-	-	0,0 A	0,0 B	-	-
8	luz	16,3 Aa	9,5 Ab	0,06 a	0,05 b	0,0 Ab	16,3 Aa	-	0,06 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 A	0,0 B	-	-
10	luz	0,0 A	0,0 A	-	-	0,0 Ab	19,0 Aa	-	0,05 a
	escuro	0,0 A	0,0 A	-	-	0,0 A	0,0 B	-	-
12	luz	-	-	-	-	0,0 Ab	18,0 Aa	-	0,01 a
	escuro	-	-	-	-	0,0 A	0,0 B	-	-

- não calculado

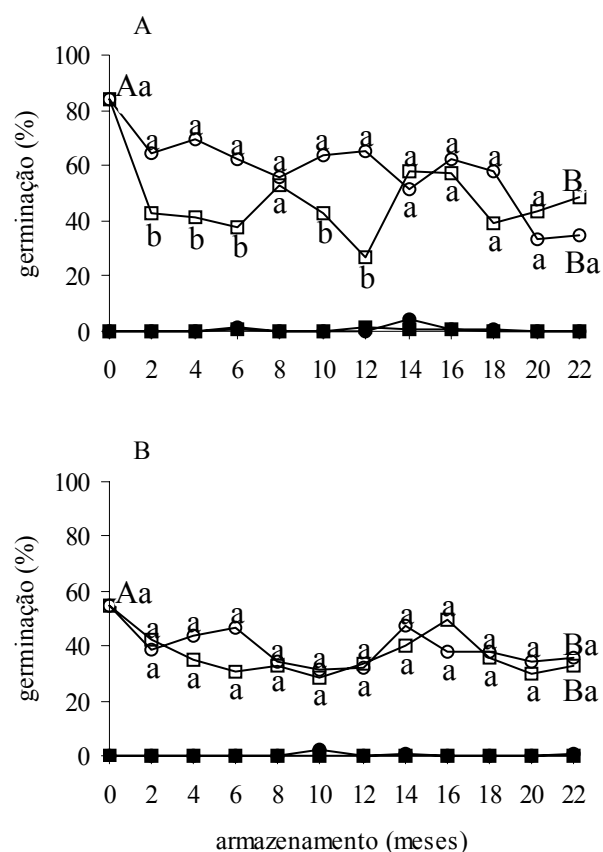


Figura 2. Germinabilidade (%) durante o armazenamento a 4°C, de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (A) e de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (B) armazenadas nos frutos (○ e ●) e sementes isoladas (□ e ■), sob condições de luz (símbolos claros) e escuro (símbolos escuros). Letras minúsculas comparam, na luz, os tempos de armazenamento entre sementes armazenadas nos frutos e isoladas; letras maiúsculas comparam os tempos 0 e 22 do armazenamento em uma mesma condição.

Tabela 4. Tempo e velocidade médios de germinação em luz e escuro contínuos, a 25°C de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. armazenadas a 4°C, dentro e fora dos frutos, 30 dias após o início da embebição. Letras maiúsculas comparam luz e escuro no mesmo tempo de armazenamento, em uma mesma condição; letras minúsculas comparam na luz, sementes em frutos e sementes nuas no mesmo tempo de armazenamento.

		<i>Miconia albicans</i>				<i>Miconia rubiginosa</i>			
		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹ .)		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹ .)	
meses		sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas
0	luz	7,2 Aa	7,2 Aa	0,13 a	0,13 a	14,2 Aa	14,2 Aa	0,06 a	0,06 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
2	luz	7,7 Aa	9,0 Ab	0,12 a	0,10 b	18,4 Aa	19,1 Aa	0,05 a	0,05 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
4	luz	8,1 Aa	10,7 Ab	0,12 a	0,09 b	14,9 Aa	18,7 Aa	0,07 a	0,05 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
6	luz	8,8 Aa	10,3 Aa	0,11 Aa	0,09 Aa	19,1 Aa	18,8 Aa	0,05 a	0,05 a
	escuro	24,6 Bb	0,0 B	0,04 Bb	0,03 Bb	0,0 B	0,0 B	-	-
8	luz	12,4 Aa	9,8 Aa	0,08 a	0,09 a	16,5 Aa	17,4 Aa	0,06 a	0,05 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
10	luz	8,7 Aa	9,8 Aa	0,11 a	0,10 a	17,9 Aa	17,4 Aa	0,05 Aa	0,05 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	21,2 Bb	0,0 B	0,01 Bb	-
12	luz	10,5 Aa	10,2 Aa	0,09 a	0,09 Aa	16,1 Aa	15,5 Aa	0,06 a	0,06 a
	escuro	0,0 B	25,0 Bb	-	0,04 Bb	0,0 B	0,0 B	-	-
14	luz	10,8 Aa	11,4 Aa	0,09 Aa	0,08 Aa	17,0 Aa	19,4 Aa	0,05 Aa	0,05 a
	escuro	0,0 B	27,0 Bb	0,08 Bb	0,03 Bb	27,0 Bb	0,0 B	0,03 Bb	-
16	luz	14,7 Aa	10,6 Ab	0,06 Aa	0,09 Ab	15,2 Aa	18,3 Ab	0,06 a	0,05 b
	escuro	0,0 B	0,0 B	0,03 Bb	0,02 Ba	0,0 B	0,0 B	-	-
18	luz	13,7 Aa	10,0 Ab	0,07 Aa	0,09 a	14,0 Aa	17,9 Ab	0,07 a	0,05 b
	escuro	0,0 B	0,0 B	0,02 Bb	-	0,0 B	0,0 B	-	-
20	luz	13,1 Aa	9,8 Ab	0,07 a	0,10 a	14,7 Aa	17,5 Ab	0,06 a	0,05 b
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
22	luz	14,9 Aa	11,5 Aa	0,06 a	0,08 a	15,3 Aa	17,1 Ab	0,06 a	0,05 b
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-

- não calculado

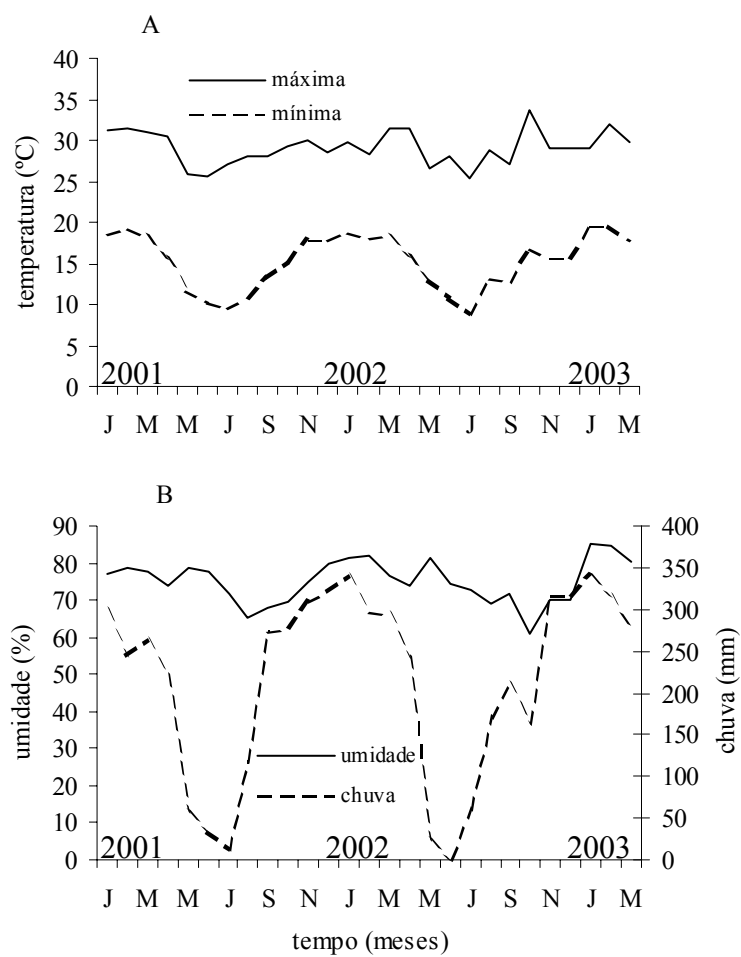


Figura 3. Temperaturas máxima e mínima (A), umidade e pluviosidade (B) registradas na RBEE de Mogi Guaçu, SP, no período de janeiro de 2001 a março de 2003.

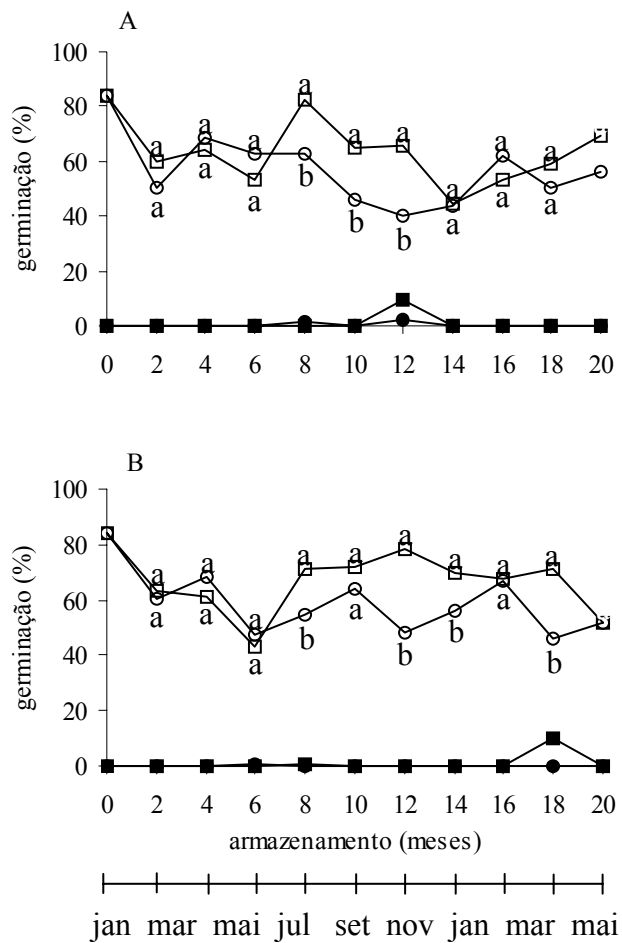


Figura 4. Germinabilidade (%) de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana armazenadas em solo de campo cerrado (A) e em cerrado (B), nos frutos (○ e ●) e sementes isoladas (□ e ■), sob condições de luz (símbolos claros) e escuro (símbolos escuros), por 20 meses. Letras minúsculas comparam, na luz, os tempos de armazenamento entre sementes armazenadas nos frutos e isoladas; letras maiúsculas comparam os tempos 0 e 20 de armazenamento em uma mesma condição.

Tabela 5. Tempo e velocidade médios de germinação em luz e escuro contínuos, a 25°C, de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana armazenadas em solo de campo cerrado e cerrado dentro e fora dos frutos, 30 dias após o início da embebição. Letras maiúsculas comparam luz e escuro no mesmo tempo de armazenamento, em uma mesma condição; letras minúsculas comparam na luz, sementes em frutos e sementes nuas no mesmo tempo de armazenamento.

		Campo cerrado				Cerrado			
		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹)		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹)	
meses		sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas
0	luz	7,2 Aa	7,2 Aa	0,13 a	0,13 a	7,2 Aa	7,2 Aa	0,13 a	0,13 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
2	luz	7,1 Aa	8,0 Aa	0,14 a	0,12 a	6,8 Aa	6,7 Aa	0,14 a	0,14 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
4	luz	7,7 Aa	8,1 Aa	0,13 a	0,12 a	9,0 Aa	9,5 Aa	0,11 a	0,10 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
6	luz	11,9 Aa	12,0 Aa	0,08 Aa	0,08 a	11,9 Aa	8,8 Aa	0,08 a	0,08 a
	escuro	24,0 Bb	0,0 B	0,04 Bb	-	0,0 B	0,0 B	-	-
8	luz	11,0 Aa	10,1 Ab	0,09 a	0,09 Aa	15,6 Aa	11,4 Ab	0,06 Aa	0,08 b
	escuro	0,0 B	24,0 Ba	-	0,04 Bb	16,7 Bb	0,0 B	0,03 Bb	-
10	luz	10,0 Aa	7,9 Ab	0,09 a	0,12 b	10,3 Aa	8,3 Aa	0,09 a	0,11 b
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
12	luz	11,0 Aa	12,3 Ab	0,08 a	0,08 a	10,4 Aa	9,5 Ab	0,09 Aa	0,10 Aa
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	20,1 Bb	17,7 Bb	0,02 Bb	0,06 Bb
14	luz	14,5 Aa	14,0 Aa	0,07 a	0,07 a	14,7 Aa	13,5 Aa	0,06 a	0,07 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
16	luz	11,8 Aa	11,4 Aa	0,08 a	0,08 a	10,9 Aa	10,5 Aa	0,09 a	0,09 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
18	luz	6,9 Aa	8,9 Ab	0,14 a	0,11 b	10,5 Aa	8,0 Ab	0,11 a	0,12 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
20	luz	10,6 Aa	10,1 Aa	0,09 a	0,09 a	8,5 Aa	7,6 Aa	0,11 Aa	0,13 b
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	26,0 Bb	0,0 B	0,01 Bb	-

- não calculado

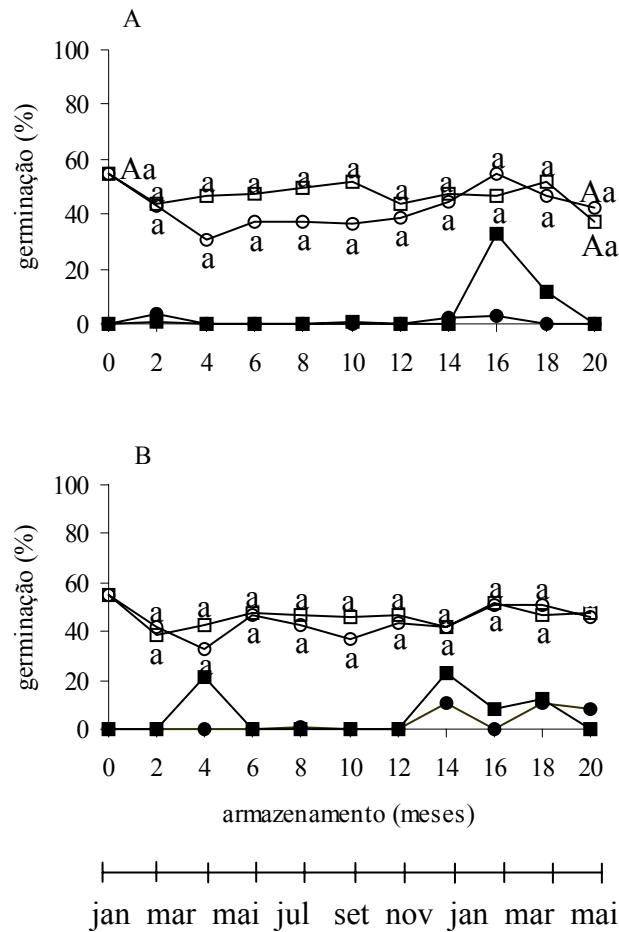


Figura 5. Germinabilidade (%) de sementes de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. armazenadas em solo de campo cerrado (A) e em cerrado (B), nos frutos (○ e ●) e sementes isoladas (□ e ■), sob condições de luz (símbolos claros) e escuro (símbolos escuros), por 20 meses. Letras minúsculas comparam, na luz, os tempos de armazenamento entre sementes armazenadas nos frutos e isoladas; letras maiúsculas comparam os tempo 0 e 20 de armazenamento em uma mesma condição.

Tabela 6. Tempo e velocidade médios de germinação, em luz e escuro contínuos a 25°C, de sementes de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. armazenadas em solo de campo cerrado e cerrado dentro e fora dos frutos, 30 dias após o início da embebição. Letras maiúsculas comparam luz e escuro no mesmo tempo de armazenamento, em uma mesma condição; letras minúsculas comparam na luz, sementes em frutos e sementes nuas no mesmo tempo de armazenamento.

		Campo cerrado				Cerrado			
		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹ .)		tempo (dias)		velocidade (semente.dia ⁻¹ .)	
meses		sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas	sementes em frutos	sementes nuas
0	luz	14,2 Aa	14,2 Aa	0,06 a	0,06 a	14,2 Aa	14,2 Aa	0,06 a	0,06 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
2	luz	12,0 Aa	10,9 Aa	0,08 a	0,09 a	13,5 Aa	10,1 Ab	0,07 Aa	0,09 A
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	20,8 Bb	20,0 Ba	0,02 Bb	0,05 B
4	luz	12,2 Aa	9,6 Ab	0,08 a	0,10 Ab	15,5 Aa	11,7 Ab	0,06 a	0,08 b
	escuro	0,0 B	14,6 Ba	-	0,03 Ba	0,0 B	0,0 B	-	-
6	luz	9,6 Aa	8,5 Aa	0,10 a	0,11 a	9,1 Aa	9,6 Aa	0,11 a	0,10 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
8	luz	8,9 Aa	7,4 Ab	0,11 Aa	0,13 b	8,5 Aa	7,9 Aa	0,11 a	0,12 a
	escuro	24,0 Bb	0,0 B	0,04 Bb	-	0,0 B	0,0 B	-	-
10	luz	8,1 Aa	8,5 Aa	0,12 a	0,11 a	9,4 Aa	8,7 Aa	0,10 a	0,11 A
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	21,0 Bb	-	0,04 B
12	luz	9,4 Aa	9,0 Aa	0,10 a	0,10 a	8,3 Aa	9,2 Aa	0,12 a	0,10 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	0,0 B	0,0 B	-	-
14	luz	8,9 Aa	8,4 Aa	0,11 Aa	0,11 Aa	8,2 Aa	8,7 Aa	0,12 Aa	0,11 a
	escuro	14,4 Bb	26,2 Bb	0,04 Bb	0,03 Bb	20,2 Bb	0,0 B	0,02 Bb	-
16	luz	8,4 Aa	8,7 Aa	0,12 a	0,11 Aa	8,1 Aa	8,1 Aa	0,12 Aa	0,12 A
	escuro	0,0 B	13,3 Bb	-	0,01 Bb	13,5 Bb	25,6 Bb	0,01 Bb	0,03 B
18	luz	7,9 Aa	7,4 Aa	0,13 a	0,13 Aa	7,4 Aa	7,8 Aa	0,13 Aa	0,12 Aa
	escuro	0,0 B	22,5 Bb	-	0,02 Bb	24,0 Bb	25,4 Bb	0,04 Bb	0,01 Bb
20	luz	10,6 Aa	10,1 Aa	0,09 a	0,09 a	8,5 Aa	7,6 Aa	0,11 Aa	0,13 a
	escuro	0,0 B	0,0 B	-	-	26,0 Bb	0,0 B	0,01 Bb	-

- não calculado

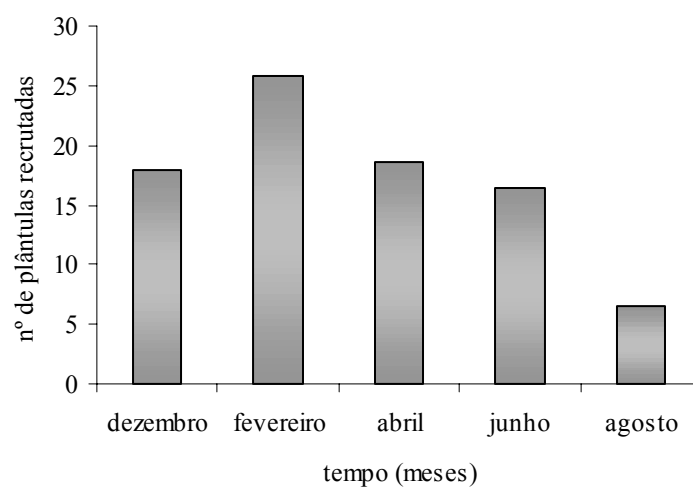


Figura 6. Recrutamento de plântulas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana em região de cerrado da RBEE de Mogi Guaçu, de dezembro de 2003 a agosto de 2004.

5. Capítulo 3

Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., duas Melastomataceae de cerrado

Título resumido: Efeito da luz e da temperatura em sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa*

ABSTRACT – (Effects of light and temperature on the seed germination of *Miconia albicans* (Sw.) Triana and *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., Melastomataceae of cerrado). The aim of this study was investigated the germination processes of seeds of *Miconia albicans* and *M. rubiginosa*, before the effects of light and temperature. The imbibition of these seeds was accompanied for 144 hours, at 25°C. The effect of constant temperatures was observed at 15, 20, 25, 30, 35°C and alternated at 30/20°C (12 h/12 h). The seeds were exposed to light for 24 h, 12, 6, 3, 1 h 30 min, 60 min, 30, 15 and 10 min, at 25°C. The phytochrome photoequilibrium of seeds of both species was tested in five gradients. The germination was realized under light and darkness, and evaluated the germinability, time and speed of germination, relative frequency of germination, followed by analysis of variance. Between 20°C and 30°C, the best germination indexes were obtained, including the alternated temperature. The germinability of *M. albicans* seeds was similar to the control treatment (24 hours of light), when exposed at 60 min daily of light, and in more elevated photoequilibriums. The seeds of *M. rubiginosa* showed low germinability, do not explain the response to provided treatments. Germination predominant under light and in several temperatures are characteristics that contribute for the establishment success of the studied Melastomataceae, mainly to respect to recruiting of seedlings in cerrado areas, where these seeds were subject an high irradiation and temperature variation.

Key words: germination, light, temperature, Melastomataceae

RESUMO – (Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., duas Melastomataceae de cerrado). Visando entender a ecofisiologia da germinação de sementes de cerrado, foram investigados os efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de *Miconia albicans* e *M. rubiginosa*. Acompanhou-se a embebição das sementes por 140 horas, a 25°C. Foi observado o efeito das temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C e alternadas de 30/20°C (12 h/12 h). As sementes foram expostas diariamente à luz por 24 h, 12, 6, 3 h, 1 h 30 min, 60 min, 30, 15 e 10 min, a 25°C. Foi testado o

fotoequilíbrio do fitocromo das sementes das duas espécies em cinco gradientes. A germinação foi realizada sob luz e escuro, sendo analisados germinabilidade, tempo, velocidade e frequência relativa de germinação. Os dados de porcentagem foram transformados em arco seno (%)^{0,5} e analisados estatisticamente por ANOVA. A germinação das duas espécies ocorreu na faixa de 20 a 30°C, inclusive em temperaturas alternadas. A germinabilidade de sementes de *M. albicans* foi semelhante à do tratamento controle (24 h de luz) quando expostas a 60 min de luz diária e em fotoequilíbrios mais elevados de V:VE. As de *M. rubiginosa* mostraram baixa germinabilidade, não ficando clara sua resposta aos tratamentos fornecidos. Germinação preferencialmente na luz e em ampla faixa de temperatura são características que contribuem para o sucesso do estabelecimento das Melastomataceae estudadas, principalmente no que diz respeito ao recrutamento de plântulas em regiões de cerrado, onde estão sujeitas a altas irradiâncias e variações de temperatura.

Palavras-chave: germinação, luz, Melastomataceae, temperatura

Introdução

A germinação constitui a fase do ciclo de vida de uma planta que determina a sua distribuição. O estudo desse processo pode ser de grande valia para a compreensão das etapas do estabelecimento de uma comunidade vegetal, bem como sua sobrevivência e regeneração natural (Mayer & Poljakoff-Mayber 1989, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). Estudos sobre a influência de fatores ambientais, como luz e temperatura, na germinação de sementes, são essenciais para entender os aspectos ecofisiológicos e bioquímicos desse processo (Bewley & Black 1994). Os efeitos desses fatores podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação ao longo do tempo (Labouriau & Pacheco 1978).

A constatação de que sementes de espécies de cerrado germinam sob condições naturais (Labouriau et al. 1963, 1964, Válio & Moraes 1966) e a eficácia desse processo está intimamente

relacionada com o início da estação chuvosa deram início aos estudos sobre germinação de espécies dos cerrados, reunidos e discutidos na revisão apresentada por Felipe & Silva (1984). A faixa de temperatura entre 20°C e 30°C é considerada adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais, que incluem as espécies de cerrado (Melo et al. 1998). Para *Magonia pubescens* St. Hil., essa faixa pode ser ampliada de 5°C até 45°C (Joly et al. 1980). Considerando que o cerrado é constantemente submetido ao fogo, pode-se supor que um choque rápido de temperatura alta não afetaria a germinação, porém temperaturas altas por períodos prolongados seriam prejudiciais às sementes (Melhem 1975, Rizzini 1976). As sementes de espécies do cerrado podem ser sensíveis ou não à luminosidade, porém a maioria é indiferente à luz. No entanto, essa sensibilidade pode ser alterada pela temperatura (Melo et al. 1998).

Diversos estudos relataram a germinação de sementes de espécies nativas de mata da família Melastomataceae. Zaia & Takaki (1998) estudaram o efeito do armazenamento à baixa temperatura de sementes de *Tibouchina pulchra* Cogn. e *T. granulosa* Cogn. que permaneceram viáveis quando armazenadas por 12 meses. Diferenças no comportamento germinativo entre espécies que ocorrem em habitats com características hídricas e nutricionais diferentes, como *Lavoisiera cordata* Cogn. e *L. francavillana* Cogn. foram mostradas por Ranieri et al. (2003). Os autores afirmaram que as diferenças fisiológicas na germinação das sementes (porcentagens mais altas de germinação e emergência da radícula nas sementes de *L. cordata* Cogn. a 20°C e nas sementes de *L. francavillana* Cogn. a 25°C) podem refletir adaptações às condições ecológicas às quais essas duas espécies estão sujeitas.

Randi (1982) constatou a presença de inibidores de germinação nos extratos da polpa dos frutos verdes e maduros de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. que tinham efeito na inibição da germinação em sementes de alface. Amaral & Paulilo (1991/1992) observaram que a germinação de sementes dessa mesma espécie é aumentada com o aumento do período de luz fornecido às sementes. Luz no comprimento de onda do vermelho extremo e a luz azul, bem como as temperaturas de 15 e 35°C, inibiram a germinação de sementes de *M. cinnamomifolia* (DC.) Naud.;

o nitrato de potássio aumentou a sensibilidade dessas sementes à luz sob baixas relações V/VE (Leite 1998).

Baskin et al. (1999), estudando sementes de *Rhexia mariana* L. (Melastomataceae), ocorrentes na América do Norte, constataram que, na ocasião da colheita, as sementes apresentavam dormência fisiológica, que foi quebrada pela estratificação. Essas sementes apresentavam porcentagens elevadas de germinação e permaneceram viáveis depois de 32 meses de armazenamento em solo. A ocorrência de dormência fisiológica só havia sido relatada para a família Melastomataceae no estudo de Garwood (1983), em sementes de *Mouriri myrtilloides* (Sw.) Poir., também uma espécie ocorrente na América do Norte.

Estudos relacionando luz e temperatura mostraram haver uma forte influência da luz para desencadear o processo de germinação das sementes, obtendo-se valores altos de germinação em uma ampla faixa de temperaturas. Dentre os trabalhos realizados, citam-se os com sementes de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. (Queiróz 1983, Amaral & Paulilo 1991/1992, Leite 1998), *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baull. (Andrade & Pereira 1994), *T. pulchra* Cogn. e *T. granulosa* Cogn. (Zaia & Takaki 1998), *T. sellowiana* Cogn. (Freitas 1998), *Rhexia mariana* L. (Baskin et al. 1999), *Huberia semiserrata* DC. (Brischi 2000), *Miconia theazans* (Bonpl.) Cogniaux (Godoi 2002), *Lavoisiera cordata* Cogn. e *L. francavillana* Cogn. (Ranieri et al. 2003). Algumas espécies de *Miconia* sp. estudadas por Seghese et al. (1992), são mais dependentes da luz do que da temperatura para germinar.

Ellison et al. (1993) estudaram o padrão de germinação de sementes de 22 espécies de Melastomataceae e encontraram espécies tolerantes à sombra e dependentes de luz. Os autores concluíram que não houve diferenças significativas nos tempos de germinação entre os diferentes grupos de espécies. Sementes de cinco dessas espécies (*Clidemia densiflora* (Standl.) Gleason, *Conostegia subcrustulata* (Beurl.) Triana, *Miconia affinis* DC., *M. simplex* Triana e *Ossaea macrophylla* (Benth.) Cogn.) tiveram a germinação testada após os frutos terem passado pelo trato

digestivo da ave *Pipra mentalis*. Essas sementes germinaram antes que o tratamento controle, porém a proporção média de sementes germinadas não aumentou.

Plantas da família Melastomataceae são freqüentes em regiões de cerrado, principalmente no estado de São Paulo (Mantovani 1983, 1987, São Paulo 1997). Considerando a quantidade de sementes produzidas e a relativa facilidade com que germinam, é de interesse conhecer as condições de luz e temperatura que favorecem esse processo, de modo a fornecer dados básicos sobre a germinação de sementes de espécies de Melastomataceae de cerrado.

Material e métodos

Frutos maduros de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. foram colhidos de indivíduos adultos na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, São Paulo, a 22°18'S e 47°11'W, em 6/12/2003 e 10/02/2004, respectivamente. Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório da Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, onde foram secados superficialmente à sombra e à temperatura ambiente, em bandejas plásticas, por sete dias. Após a secagem natural, os frutos foram armazenados em frascos de vidro de coloração âmbar, tampados e envoltos em sacos de polipropilenos preto para evitar a exposição à luz.

A embebição das sementes foi acompanhada, iniciando-se com a pesagem de cinco repetições de 100 sementes para cada espécie (tempo 0). A seguir, as sementes foram colocadas para embeber em água destilada, sob luz branca contínua, a 25°C, sendo pesadas a cada trinta minutos até completar duas horas do início da embebição. A seguir, as medidas foram tomadas com intervalos de uma hora até completar seis horas, depois, ao completarem 12 e 24 horas. A partir daí, as medidas foram feitas a intervalos de 24 horas, até 144 horas. Antes de cada pesagem, as sementes foram secas superficialmente em papel absorvente, pesadas e recolocadas em água destilada. A embebição foi calculada conforme ISTA (1976): % embebição = $[(me - mi) \cdot 100] / mi$, onde mi é a massa inicial da sementes e me , a massa das sementes em processo de embebição.

Os testes de germinação foram realizados nas temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C em câmaras B.O.D. Fanem e nas temperaturas alternadas de 30/20 °C (12 h/12 h), em germinador Eletrolab. Em cada condição, a temperatura oscilou cerca de 1 °C.

Para avaliação da quantidade mínima de luz necessária para ocorrer a germinação, as sementes foram expostas a diferentes períodos diários de luz: 24 h (controle), 12 h, 6 h, 3 h, 1 h 30 min, 60 min, 30 min, 15 min e 10 min, e escuro contínuo, durante 30 dias. Também foram fornecidos 60 min de luz a cada cinco dias. No tratamento de 12 h de luz, uma câmara B.O.D. foi ajustada para manter as lâmpadas acesas apenas durante esse período; nos demais tratamentos, as placas foram envolvidas manualmente por sacos plásticos pretos e expostas à luz apenas pelo período desejado.

O efeito do fotoequilíbrio do fitocromo foi realizado em uma sala com temperatura de 25°C controlada eletronicamente. Para a obtenção de um gradiente de fotoequilíbrio, foram instaladas duas fontes de luz a 70 cm de altura da superfície da mesa, equidistantes em dois metros, onde foram colocadas as placas de Petri. Uma fonte de luz com alta relação V:VE (lâmpadas fluorescentes luz do dia de 15 w filtradas por acrílico vermelho) e outra fonte em posição oposta, emitia luz com baixa relação V:VE (lâmpadas incandescentes de 25 w filtradas por acrílico azul e vermelho). Foram demarcadas cinco faixas para a disposição das placas ao longo da superfície da mesa, que permitiu a obtenção dos seguintes valores teóricos de fotoequilíbrios do fitocromo (ϕ): 0,564, 0,283, 0,105, 0,046, e 0,099 (calculados de acordo com o programa de computador disponível em www.ipe.unesp.rc.br). Sementes germinando na ausência total de luz atuaram como controle.

Nos experimentos de germinação foram utilizadas quatro repetições, cada uma com 50 sementes, em placas de Petri, forradas com papel de filtro e umedecidas com água destilada. Utilizou-se luz branca fluorescente contínua “luz do dia” com fluxo de energia de $437 \mu\text{W cm}^{-2}$ na altura das placas (Ruggiero & Zaidan 1997). A contagem das sementes germinadas foi feita diariamente, durante 30 dias. No tratamento de escuro e nos testes de fotoequilíbrio do fitocromo, a

observação das sementes se deu sob luz verde de segurança, conforme indicado por Labouriau & Costa (1976). Considerou-se germinação a protrusão da radícula.

A germinação das sementes foi avaliada por meio de parâmetros, conforme Labouriau & Agudo (1987): germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação. Os dados de germinabilidade foram transformados em arco seno (%)^{0,5} antes de proceder à análise estatística. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa ANOVA, fator único, sendo adotado o nível de 0,1% de significância.

Resultados e Discussão

As sementes de *M. albicans* utilizadas para a realização do teste de embebição foram recém-colhidas, e o teor inicial de água era de 36,%. Nas quatro horas iniciais da embebição ocorre cerca de 13% de absorção de água (figura 1A). Nas primeiras 24 horas as sementes embeberam cerca de 18%. A partir de 48 horas, a massa das sementes em processo de embebição tornou-se quase que constante até o final do experimento. Sementes de *M. rubiginosa*, com teor de água inicial de 33,8% embeberam mais lentamente nas primeiras quatro horas, cerca de 32% de água, mais do que o dobro da porcentagem de embebição das sementes de *M. albicans*. Após 48 horas de embebição, a curva já estava estabilizada com cerca de 52,7% de embebição (figura 1B).

A velocidade de absorção das sementes varia de acordo com a espécie, a disponibilidade de água, a temperatura e as condições fisiológicas das sementes (Bewley & Black 1994, Castro & Hilhorst 2004). As sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* embeberam rapidamente nas primeiras 4 horas e a estabilização da curva ocorreu em cerca de 24 e 48 horas, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos para sementes de outras famílias, como em *Qualea grandiflora* Mart. (Felippe 1990), *Q. cordata* (Mart.) Spreng. (Godoy e Felippe 1992), *Acanthospermum hispidum* DC. (Garcia & Sharif 1995), *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barn., *S. multijuga* (Rich.) Irwin

& Barn. e *Stryphnodendron polyphyllum* Martius (Lemos Filho et al. 1997), *Vellozia glandulifera* Goethart & Henrard, *V. gigantea* N.L. Menezes & Mello-Silva e *V. variabilis* Mart. ex Schult. & Schult. (Garcia e Diniz 2003).

A velocidade de embebição foi verificada em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *C. ferrea* Mart. ex Tul., *Senna martiana* (Benth.) Irwin & Barneby e *S. spectabilis* (D.C.) Irwin & Barneby, espécies ocorrentes na caatinga, armazenadas por seis meses em câmara fria (15°C e 40% de umidade relativa). Foi observado que após 12 horas de embebição, apenas *C. pyramidalis* Tul. atingiu 61,4% de aumento na massa e as demais espécies não ultrapassaram 30% (Neiva 1997). Sementes de *Huberia semiserrata* DC. (Melastomataceae), ao serem colocadas para embeber, dobraram a massa fresca em três horas, e o processo de embebição alcançou o ponto máximo, com estabilização da curva após 7 horas, com cerca de 160% da massa da semente em função da água absorvida (Brischi 2000).

A taxa inicial de embebição pode variar extensivamente, dependendo das características da testa e/ou do pericarpo que cerca o embrião, constituindo um processo puramente físico (Taiz & Zeiger 1998, Castro & Hilhorst 2004). Após essa rápida absorção de água, são ativados os processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião. A duração dessa fase depende da temperatura e do potencial osmótico da semente. Quando as sementes estão dormentes, a duração da fase II pode ser consideravelmente prolongada. A fase III da embebição é marcada por um aumento no conteúdo de água da semente devido à absorção associada com o crescimento do embrião e, conseqüentemente, o alongamento do eixo embrionário, ou seja, a protrusão da radícula (Castro & Hilhorst 2004).

Comparativamente as sementes de *M. albicans* e de *M. rubiginosa* absorveram pouca quantidade de água. Sabe-se que a taxa inicial de absorção de água e a temperatura, influenciam muito no processo de embebição das sementes, podendo se refletir na germinabilidade e na qualidade da semente (vigor), conforme (Vilela & Peres 2004).

O período de luz a que as sementes são expostas em condições naturais para que ocorra a germinação é de grande importância e pode ser modificado em relação a sua intensidade e duração (Amaral & Paulilo 1991/1992). Foi verificado em sementes de *M. albicans* que exposições diárias à luz por 60 minutos ou períodos intermediários, são tão eficazes para provocar a germinação como a luz constante, não se constatando diferenças significativas entre estes períodos. Quando sementes foram expostas diariamente por períodos decrescentes de luz, de 30 até 10 min, foi verificada uma redução significativa da germinação (figura 2A). A diminuição do período de exposição à luz provocou aumento no tempo e uma conseqüente diminuição na velocidade média de germinação (figura 3). Até períodos de exposição diária à luz por 60 minutos, as sementes demoravam, em média, 11,5 dias, no máximo. Esse tempo foi aumentado quando foram fornecidos períodos menores de luz, e com diminuição da velocidade de germinação ($0,06 \text{ sementes.dia}^{-1}$ com 10 min de luz) (figura 3). Em termos de tempo médio de germinação, diferenças significativas em relação ao controle (luz contínua) surgem a partir da exposição diária por 3 horas. Não ocorreu germinação no tratamento de escuro contínuo durante o experimento.

De um modo geral, pode-se verificar dois grupos bem definidos de comportamento das sementes em função do período de exposição à luz. No primeiro grupo, constituído pelas sementes que receberam luz por até 60 minutos diários, durante 30 dias, observa-se que foram atingidos valores elevados e semelhantes de germinação, nos primeiros 15 dias após o início da embebição. O segundo grupo compreende sementes expostas a períodos de luz de 30, 15 e 10 minutos, com valores menores de porcentagem de germinação, em maior tempo.

Analisando a figura 3, verifica-se que a germinação de sementes de *M. albicans* durante os diferentes períodos diários de luz é mais heterogênea à medida que o tempo em que as sementes são expostas à luz é diminuído. Isto já pode ser observado a partir de 12 horas diárias de exposição à luz, em que se observa que o processo de germinação começa a se estender ao longo do tempo, o que se reflete na velocidade de germinação (figura 3); a altura dos picos de frequência relativa

diminui e nos períodos de luz mais curtos, verifica-se a presença de vários picos, indicando essa heterogeneidade da germinação, que se prolonga por até 30 dias.

As sementes de *M. rubiginosa* mostraram baixa germinabilidade quando expostas a diferentes períodos de luminosidade, mesmo no tratamento controle de 24 horas de luz, não ultrapassando 30%. Independente da baixa germinação, esse tratamento foi o mais efetivo, diferenciando-se estatisticamente dos demais, seguido de 12 e 6 horas. A germinabilidade das sementes foi proporcional ao tempo de exposição à luz (figura 2B). As sementes demoraram cerca de 20 dias para germinar nos tratamentos de maior luminosidade, com uma velocidade média muito variável. Não houve diferença estatística entre os tratamentos no que se refere à velocidade de germinação (figura 3). Para *M. rubiginosa*, fica evidente que a germinação se estende no tempo, refletindo a grande variação de germinação das sementes. A 25°C não houve sincronia da germinação e os períodos de luz fornecidos (figura 4) como encontrado em *M. albicans*.

O efeito do fotoperíodo na germinação de outras Melastomataceae foi estudado. Em *M. cinnamomifolia* (D.C.) Naudin, Amaral & Paulilo (1991/1992) verificaram que 1 hora diária de luz foi insuficiente para promover a germinação, enquanto fotoperíodos de 2 h ou mais promoveram a germinação. Leite (1998) ao estudar a mesma espécie, observou que as sementes responderam ao período de luz igual ou maior que 4 h. Em *Tibouchina sellowiana* Cogn., os fotoperíodos mais curtos afetaram negativamente a germinação das sementes (Freitas 1998). Nesse trabalho, os autores constataram que sementes de *T. pulchra* Cogn. germinaram numa grande faixa de fotoperíodos. Zaia (1993) ao estudar essa mesma espécie, verificou que a porcentagem de germinação das sementes aumentou quando se aumentava o fotoperíodo. Para sementes de *Huberia semiserrata* DC., 15% de germinação foi obtida quando foram fornecidas 2 horas diárias de luz. Essa porcentagem de germinação aumentou com os períodos diários de exposição à luz, sendo que 4 horas foram suficientes para promover a máxima germinabilidade (Brischi 2000). Sementes de *M. theaezans* (Bonpl.) Cogniaux, a partir de fotoperíodos de 4 horas responderam positivamente ao aumento do fotoperíodo (Godoi 2002); entre 6 e 12 horas diárias de luz, foram encontrados valores

elevados de germinação, atingindo 97% sob 12 horas diárias de luz (Godoi 2002). Em comparação com esses dados, *M. albicans* apresenta maior sensibilidade à luz, uma vez que as sementes necessitam de menores períodos diários de exposição à luz para germinarem. Como as sementes de *M. rubiginosa* mostraram baixa germinabilidade em todos os fotoperíodos fornecidos e à temperatura de 25°C, inclusive no tratamento controle, não é seguro concluir a respeito da resposta dessas sementes à luz.

Whitmore (1983) relata que têm sido feitos muitos estudos sobre os fatores ambientais que afetam a germinação de sementes de espécies tropicais, e que dentre eles o principal fator é a luz, seguida de perto pela temperatura. É possível que 25°C não seja a temperatura ideal para a germinação em *M. rubiginosa*.

Para algumas espécies, a luz não é o fator determinante do sucesso germinativo. Entretanto, para outras, a luz é imprescindível para que ocorra germinação, como foi constatado por Zaia (1993), Leite (1994, 1998), Godoi (1997), Freitas (1998), Brischì (2000), Godoi (2002), entre outros, que estudaram o efeito da luz em espécies pioneiras de mata, como são algumas melastomataceas. Seghese et al. (1992), ao estudarem a ecofisiologia da germinação de algumas espécies arbóreas consideradas pioneiras, entre elas *Cecropia* sp, *Croton floribundus* Spreng., *Miconia* sp e *Trema micrantha* (L.) Blum., verificaram que sementes de *T. micrantha* (L.) Blum. e *C. floribundus* Spreng. responderam positivamente à alternância de temperatura, porém a luz não teve influência sobre a germinação. Para *Cecropia* sp e *Miconia* sp, a luz foi o fator mais importante para a germinação das sementes.

Quando a germinação das sementes de *M. albicans* foi analisada em temperaturas distintas, observou-se que não ocorreu germinação no escuro em todas as temperaturas testadas, inclusive em temperaturas alternadas de 30/20°C (figura 5A). De acordo com a análise estatística, os valores de germinação em temperaturas constantes de 20, 25, 30 e alternadas de 30/20°C não são diferentes estatisticamente entre si em termos de germinabilidade, embora um maior valor de germinação tenha sido obtido a 25°C (82,5%). A 15°C e a 35°C houve uma diminuição significativa da

germinação. Assim, as temperaturas extremas ensaiadas (15 e 35°C) foram as menos favoráveis para a germinação, provocando o retardamento do processo e menor porcentagem de sementes germinadas.

As sementes de *M. rubiginosa* mostraram baixa germinabilidade em todas as temperaturas fornecidas, alcançando apenas 28% de germinação a 25°C, e 22,5% a 20°C, sendo esses tratamentos significativamente diferentes das demais temperaturas (figura 5B). Não foi observada germinação dessas sementes a 15°C.

O comportamento germinativo das sementes de *M. albicans* em termos de frequência relativa de germinação em diferentes temperaturas pode ser visto na figura 6. Observa-se um pico máximo de germinação, bem delimitado, nas sementes submetidas à temperatura constante de 25°C, com o processo de germinação iniciando mais rapidamente. Pode-se notar também que nas demais temperaturas ocorreu um atraso na germinação, esta se distribuindo por 30 dias, com pequenos picos de germinação e com diminuição da velocidade de germinação. Os menores tempos que as sementes levaram para germinar foram observados a 25°C (11 dias) e a 30°C (13 dias) e os maiores, nas temperaturas de 35°C (24 dias) e de 15°C (25 dias). O mesmo ocorreu em relação à velocidade média de germinação (figura 6).

Na figura 7, a frequência relativa da germinação de sementes de *M. rubiginosa* mostra que há semelhança nas temperaturas de 20°C e 25°C, em que a germinação tem início aos nove dias, com picos de germinação em dias diferentes. Nas demais temperaturas, a germinação foi irregular, com vários picos e poucas sementes germinadas. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para tempo médio de germinação em todas as temperaturas analisadas; somente à temperatura de 35°C, a velocidade média de germinação foi diferente estatisticamente das demais (figura 7).

O tempo médio de germinação é importante para avaliar a rapidez de ocupação de uma espécie, aproveitando as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do novo indivíduo, em um determinado ambiente, como na formação de uma clareira ou com a ocorrência de chuvas

(Ferreira et al. 2001, Borghetti & Ferreira 2004). As sementes das espécies testadas germinaram mais rapidamente na faixa de 20 a 30°C, preferencialmente na luz.

A razão pela qual as sementes não germinam em baixas temperaturas é ainda desconhecida e a explicação mais aceita é a mudança de proteínas das membranas (Bewley & Black 1982). Sabe-se que também em temperatura mais baixa o metabolismo é reduzido e a semente pode germinar em um período mais longo (Amaral & Paulilo 1991/1992). Por outro lado, em temperatura mais elevada, a velocidade de absorção de água e das reações químicas é maior, e as sementes germinam mais rapidamente (Carvalho & Nakagawa 1988).

Assim como em sementes de *M. albicans*, em sementes de *M. cinnamomifolia* (D.C.) Naudin (Amaral & Paulilo 1991/1992, Leite 1998) foram obtidas porcentagens mais altas de germinação às temperaturas de 25 e 30°C. Os autores observaram também que a velocidade média de germinação foi maior em temperaturas alternadas de 30/20°C, e não ocorreu germinação nas temperaturas de 15°C e 35°C. Andrade (1985), estudando a germinação de sementes de Melastomataceae, constatou, sob fotoperíodo de 8 horas, maior porcentagem de germinação na faixa de 20 a 30°C para sementes de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., e *T. moricandiana* (DC.) Baill., e de 15 a 30°C para sementes de *T. grandiflora* Cogn., mostrando a variação entre espécies de um mesmo gênero. Foi observado que sementes de *Huberia semiserrata* DC. atingiram maior germinabilidade (41,6%) a 30°C. À essa temperatura também se obteve a maior velocidade média e a melhor sincronização da germinação. Não houve diferença estatística entre os valores das porcentagens de germinação a 20, 25 e 30°C, porém diferiram da porcentagem obtida a 35°C (Brischi 2000). Sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux não germinaram quando expostas a temperaturas constantes inferiores a 15°C e superiores a 32,5% (Godoi 2002). Na ausência de luz, entretanto, a germinação foi nula para sementes de *M. theaezans* (Bonpl.) Cogniaux. Não houve diferença estatística entre as porcentagens de germinação encontradas entre 20°C e 32,5%, e em média, essas sementes alcançaram cerca de 96,7% (Godoi 2002). A autora relata que a velocidade média aumentou acompanhando o aumento da temperatura, sendo

observado também que as sementes não germinaram no escuro. Não ocorreu germinação no tratamento de escuro em nenhuma das temperaturas constantes experimentadas.

Para sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore a faixa de temperatura entre 20 e 40°C mostrou-se favorável à germinação, com porcentagens médias acima de 80%, sendo que 35°C foi considerada ótima para essa espécie, uma vez que provocou alta taxa de germinação, em menor tempo (Cabral et al. 2003). As sementes de *Vellozia glandulifera* Goethart & Henrard, *V. gigantea* N.L. Menezes & Mello-Silva e *V. variabilis* Mart. ex Schult. & Schult. apresentaram porcentagens altas de germinação entre 20 e 40°C, na luz (Garcia & Diniz 2003).

Bewley & Black (1994) comentam que a temperatura afeta tanto a capacidade como o tempo e a velocidade de germinação das sementes, modificando a velocidade de reações químicas que irão acionar o transporte de reservas e a síntese de substâncias para a plântula. A faixa de temperatura em que as sementes germinam é característica para cada espécie. Apesar de todas as sementes de uma dada espécie poderem germinar em uma ampla faixa de temperatura, o tempo necessário para atingir a porcentagem máxima de germinação varia com a temperatura, ou seja, a velocidade de germinação é dependente da temperatura.

A utilização de temperaturas alternadas nos testes de germinação destina-se a simular as flutuações de temperatura que ocorrem normalmente na natureza (Popinigis 1985). A necessidade de alternância de temperaturas na indução de germinação pode ser devida à ruptura de um tegumento impermeável pelo calor, ou a um efeito da temperatura sobre a cinética enzimática, que permitirão mudanças celulares que desencadeiam na germinação, ou mesmo atuando na permeabilidade das membranas celulares do embrião (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). Em geral, temperaturas alternadas são mais eficazes na promoção da germinação do que cada temperatura aplicada isoladamente (Mayer & Poljakoff-Mayber 1989). Nas espécies de Melastomataceae estudadas, a alternância de temperaturas não encurtou o período para o início da germinação e nem melhorou a germinação em relação a 25°C.

Temperaturas alternadas podem substituir o efeito de luz em sementes fotoblásticas. Em *Bidens gardneri* Baker, uma Asteraceae do cerrado, esse regime de temperatura promoveu a germinação no escuro (Sasaki et al. 1999). Em *M. albicans* e *M. rubiginosa*, (figura 5) esse regime de temperatura não teve esse efeito. Apenas a velocidade e o tempo médio de germinação foram afetados pelas temperaturas testadas (figuras 6 e 7). Sob regime de alternância de temperaturas, principalmente 30/20°C, que é a temperatura alternada mais utilizada em testes de germinação, sementes de *M. cinnamomifolia* (D.C.) Naudin (Leite 1998) e de *Huberia semiserrata* DC. germinaram na ausência total de luz, mas em valores sempre inferiores a 5%. Sementes de espécies exóticas invasoras, como *Scoparia dulcis* L. (Jain & Singh 1989) e quatro espécies do gênero *Chenopodium* (Morovcová & Dostálek 1989), não germinaram no escuro quando submetidas à alternância de temperatura. Apenas tiveram a velocidade média de germinação acelerada (Egley 1986).

Germinação preferencialmente na luz e em uma ampla faixa de temperatura são características que podem contribuir de forma significativa para o sucesso das duas espécies de Melastomataceae estudadas, *Miconia albicans* e *M. rubiginosa*, principalmente no que diz respeito ao recrutamento dessas espécies em regiões de cerrado, onde estão sujeitas a altas irradiâncias e grandes variações de temperatura.

As sementes de *M. albicans* germinaram em todos os gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo fornecidos. Em geral, observa-se que à medida que o gradiente do fotoequilíbrio (ϕ) aumenta, ocorre um aumento na porcentagem de germinação. Verificou-se que as duas maiores relações V:VE ($\phi = 0,564$ e $0,426$) promoveram significativamente a germinação (figura 8A). Um decréscimo acentuado na porcentagem de germinação foi observado com $0,228$ do gradiente do fotoequilíbrio, com as sementes atingindo apenas 23,5% de germinação, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As sementes de *M. rubiginosa* germinaram em baixas porcentagens nos gradientes de fotoequilíbrio a que foram expostas, inclusive na maior relação V:VE (8% de

germinação com diferença significativa, figura 8B). As sementes das duas espécies, em ausência total de luz (tratamento controle), não germinaram, confirmando a resposta fotoblástica.

A figura 9 mostra a frequência relativa de sementes germinadas de *M. albicans* sob diferentes gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo. Observa-se um pico de germinação nítido nas duas maiores relações V:VE ($\phi = 0,564$ e $0,426$), com a germinação se prolongando por 19 dias. Quanto maior o fotoequilíbrio, no entanto, maior a homogeneidade da germinação e com um número maior de sementes germinadas.

Tempo e velocidade médios de germinação não diferiram significativamente entre si nas maiores relações V:VE ($\phi = 0,564$, $0,426$ e $0,228$), em ambas as espécies, como mostram as figuras 9 e 10. Embora não tenha sido encontrada diferença estatística nesses gradientes de fotoequilíbrio, as sementes de *M. albicans*, em $\phi = 0,228$, germinaram mais devagar, após cerca de 14 dias, contra 10 dias, nos gradientes mais elevados.

A indução da germinação não está relacionada apenas com a presença ou ausência de luz, mas também com a intensidade luminosa (Kendrick & Frankland 1983). O controle da germinação pela luz vermelha e pela luz vermelho-extremo é um dos processos melhor documentados, mediados pelo fitocromo (Godoi 2002). Este pigmento está envolvido na percepção das razões V:VE, associada com a presença de germinação em clareiras e também na germinação de sementes que apresentam respostas de alta irradiância (inibição da germinação sob vermelho-extremo contínuo), como encontrado sob dossel (Casal & Sánchez 1998).

Em experimentos no campo, a grande maioria das espécies, incluindo aquelas com sementes pequenas e sensíveis à luz, germinam similarmente na borda e no interior da floresta, apesar da baixa razão V:VE no interior da floresta. Essas baixas razões são conhecidas por inibir a germinação de várias espécies (Valio & Joly 1979). O papel do fitocromo em sementes tem sido relacionado com a preservação da dormência em sementes que se encontram enterradas nas camadas superficiais do solo. Possivelmente, essas sementes respondem às mudanças na temperatura, na razão V:VE, na duração do fotoperíodo e no controle ambiental da qualidade da luz.

Essas respostas são mediadas pelo fitocromo B e remetem à importância da resposta de fluência baixa para a sobrevivência dessas sementes (Casal & Sánchez 1998).

O aumento da relação V:VE promoveu um aumento na porcentagem final de germinação de sementes de outras espécies de Melastomataceae que ocorrem em mata, como visto em sementes de *Tibouchina pulchra* Cogn. e *T. sellowiana* Cogn. (Freitas 1998), *T. granulosa* Cogn. (Zaia & Takaki 1998), *Miconia cinnamomifolia* (D.C.) Naud. (Leite 1998) e *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Godoi 2002). As sementes das duas espécies de cerrado estudadas tiveram comportamento semelhante.

As sementes que não germinam na ausência total de luz ou em baixas relações V:VE em temperatura constante podem germinar no escuro sob um regime de temperaturas alternadas, como relatado para as sementes de *Cecropia obtusifolia* Bertol. (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993) e *Psidium guajava* L. (Sugahara 1998). Luz vermelha e aumento de temperatura estimularam a germinação de sementes de *Rumex obtusifolius* L. (Takaki et al. 1981, Hand et al. 1982).

As sementes que germinam na luz podem ser caracterizadas por seu elevado limiar de Fve, requerido para a indução da germinação. Nestas sementes, a concentração de Fve pré-existente é sempre inferior à concentração necessária para promover a germinação. Desta forma, irradiação com luz após certo período de embebição é necessária para se elevar o teor de Fve e, conseqüentemente, induzir a germinação (Takaki 1983). Sob baixa relação V:VE, ocorreu um atraso para o início da germinação em sementes de *M. albicans*.

Considerando que a percepção da razão V:VE é atribuída ao fitocromo B (Takaki 2001), o aumento da germinabilidade, seguindo o aumento do fotoequilíbrio do fitocromo, indica claramente a presença do fitocromo B nas sementes de *M. albicans*, porém não é muito evidente em *M. rubiginosa*, visto que essas sementes germinaram em baixas porcentagens.

O estudo do comportamento germinativo de sementes frente a diferentes gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo é importante no sentido de conhecer o grau de tolerância das espécies às

diferentes relações V:VE que podem ocorrer em ambientes naturais. Assim, podem ser feitas escolhas mais seguras quanto às espécies a serem utilizadas em reflorestamentos a partir de semeadura direta, como comentado por Barbosa et al. (1992, 1996).

Sementes de *Miconia albicans* são influenciadas pela qualidade e quantidade de luz. Essas sementes não germinaram na ausência da luz e, períodos de até 60 minutos diários de luz foram suficientes para que a germinação ocorresse em porcentagem satisfatória. A faixa de temperatura de 20 a 30°C promoveu as maiores porcentagens e velocidades de germinação. Todos os fotoequilíbrios experimentados provocaram germinação, embora que, com o aumento do fotoequilíbrio, a porcentagem de germinação também aumentou. Frente esses resultados, pode-se concluir que sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* possuem alta dependência da luz para germinarem, inclusive em relações intermediárias de luz vermelha e vermelho-extremo, podendo esse fenômeno ocorrer em ambientes de clareiras grandes, com as sementes recebendo poucas horas diárias de luz, em temperaturas constantes e alternadas, como ocorre em regiões de cerrados.

As sementes de *M. rubiginosa* germinaram em baixas porcentagens na exposição a períodos crescentes de luz, em temperaturas constantes e alternadas e, nos gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo (ϕ) experimentados, havendo necessidade de estudos posteriores de germinação com as sementes dessa espécie, visto que os dados obtidos neste presente trabalho não são conclusivos.

Literatura Citada

- Amaral, L.I.V. & Paulilo, M.T.S.** 1991/1992. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin. *Ínsula* 21: 59-86.
- Andrade, A.C.S.** 1995. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., *Tibouchina grandiflora* Cogn. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Sementes* 17(1): 29-35.

- Andrade, A.C.S. & Pereira, T.S.** 1994. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baull. (Melastom.). Acta Botanica Brasilica 8(2): 231-239.
- Barbosa, J.M., Barbosa, L.M., Silva, T.S., Gatuzzo, E.H. & Freire, R.M.** 1992. Capacidade de estabelecimento de indivíduos de espécies da sucessão secundária a partir de sementes em sub-bosque de uma mata ciliar degradada do rio Moji-Guaçu/SP. Anais do I Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba, pp. 400-406.
- Barbosa, J.M., Santos, M.R.O., Psiotano, W.A., Barbosa, L.M. & Santos, S.R.G.** 1996. Estabelecimento de indivíduos de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. A partir do plantio de sementes em uma área ciliar degradada, considerando diferentes condições de luz e umidade do solo. Anais do IV Simpósio Internacional sobre Ecossistemas Florestais. Belo Horizonte, pp. 291-193.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M. & Chester, E.W.** 1999. Seed dormancy and germination in *Rhexia mariana* var. *interior* (Melastomataceae) and co-evolutionary implications. Canadian Journal of Botany 77: 488-493.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag, 375 p.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1994. Seeds: physiology of development and germination. 2ed. New York: Plenum Press, 445 p.
- Borghetti, F. & Ferreira, A.G.** 2004. Interpretação de resultados de germinação. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 209-222.
- Brischi, A.M.** 2000. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Huberia semiserrata* DC. (Melastomataceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 115 p.

- Cabral, E.L., Barbosa, D.C.A. & Simabukuro, E.A.** 2003. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. EX.S. Moore. Acta Botanica Brasilica 17(4): 609-617.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J.** 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 429 p.
- Casal, J.J. & Sánchez, R.A.** 1998. Phytochromes and seed germination. Seed Science Research 8: 317-329.
- Castro, R.D. & Hilhorst, H.W.** 2004. Embebição e reativação do metabolismo. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 149-162.
- Egley, G.H.** 1986. Stimulation of weed seed germination in soil. Review of Weed Science 2: 67-89.
- Ellison, A.M., Denslow, J.S., Loiselle, B.A. & Brenés, M.D.** 1993. Seed and seedling ecology of neotropical Melastomataceae. Ecology 74(6): 1733-1749.
- Felippe, G.M.** 1990. *Qualea grandiflora*: the seed and its germination. Revista Brasileira de Botânica 13(1): 33-37.
- Felippe, G.M. & Silva, J.C.S.** 1984. Estudos de germinação em espécies de cerrado. Revista Brasileira de Botânica 7: 157-163.
- Ferreira, A.G., Cassol, B., Rosa, S.G.T., Silveira, T.S., Stival, A.L. & Silva, A.A.** 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Botanica Brasilica 15(2): 231-242.
- Freitas, N.P.** 1998. Análise do efeito da luz na germinação de sementes de *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina sellowiana* (Melastomataceae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 87 p.
- Garcia, Q.S. & Diniz, I.S.S.** 2003. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. Acta Botanica brasilica 17(4): 487-494.

- Garwood, N.C.** 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. *Ecological Monographs* 53: 159-181.
- Godoi, S.** 1998. Estudo da germinação de sementes de *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 58 p.
- Godoi, S.** 2002. Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 77 p.
- Godoy, S.M.A. & Felipe, G.M.** 1992. *Qualea cordata*: a semente e sua germinação. *Revista Brasileira de Botânica* 15(1): 17-21.
- Hand, D.J., Craig, G., Takaki, M. & Kendrick, R.E.** 1982. Interaction of light and temperature on seed germination of *Rumex obtusifolius* L. *Planta* 156: 457-460.
- ISTA (International Seed Testing Association).** 1976. Internacional rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 41: 1-180.
- Jain, R. & Singh, M.** 1989. Factors affecting goatweed (*Scoparia dulcis*) seed germination. *Weed Science* 37: 766-770.
- Joly, C.A., Felipe, G.M., Dietrich, S.M.C. & Campos-Takaki, G.M.** 1980. Physiology of germination and seed gel analysis in two populations of *Magonia pubescens* St. Hil. *Revista Brasileira de Botânica* 3: 1-9.
- Kendrick, R.E. & Frankland, B.** 1983. *Phytochrome and plant growth*. Southampton: The Camelot Press, 76 p.
- Labouriau, L.G. & Agudo, M.** 1987. On the physiology of seed germination in *S. hispanica* L.I. Temperature effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 59: 37-56.
- Labouriau, L.F.G. & Costa, J.A.F.** 1976. Objetivos e instalações básicas de um laboratório de fisiologia vegetal. *Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 59 p.
- Labouriau, L.F.G. & Pacheco, A.** 1978. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Plant & Cell Physiology* 19(3): 507-512.

- Labouriau, L.G., Válio, I.F.M., Salgado-Labouriau, M.L. & Handro, W.** 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrado em condições naturais. *Revista Brasileira de Biologia* 23: 227-237.
- Labouriau, L.G., Válio, I.F.M. & Heringer, E.P.** 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados. I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 36: 449-464.
- Leite, I.T.A.** 1994. Estudo da germinação de sementes de *Muntingia calabura* L. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 57 p.
- Leite, I.T.A.** 1998. Aspectos fisioecológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (D.C.) Naud. – Melastomataceae. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 113 p.
- Lemos Filho, J.P., Guerra, S.T.M., Lovato, M.B. & Scotti, M.R.M.M.L.** 1997. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32(4): 357-361.
- Mantovani, W.** 1983. Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 147 p.
- Mantovani, W.** 1987. Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu e em Itirapina, SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 203 p.
- Mayer, A.M. & Poljakoff-Mayber, A.** 1989. The germination of seeds. Oxford: Pergamon Press. 196 p.
- Melhem, T.S.** 1975. Fisiologia da germinação das sementes de *D. alata* Vog. (Leguminosae-Lotoideae). *Hoehnea* 5: 59-90.
- Melo, J.T., Silva, J.A., Torres, R.A.A., Silveira, C.E.S & Caldas, L.S.C.** 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa. Planaltina, D.F., pp. 195-243.

- Moravcová, L. & Dostálek, J.** 1989. Contribution to the biology of germination of four species of *Chenopodium album*. Aggregate under different conditions. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 24(4): 431-439.
- Neiva, M.S.M.** 1997. Estrutura dos tegumentos, germinação e aspectos bioquímicos das sementes de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioidea), ocorrentes numa área de caatinga. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Popinigis, F.** 1985. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 289 p.
- Queiróz, M.H.** 1983. Influência da luz na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin – Jacatirão-açú. *Ínsula* 13: 29-37.
- Randi, A.M.** 1982. Estudo preliminar sobre inibidores de germinação em frutos de *Miconia cinnamomifolia* e *Ocotea puberula*. Anais do Congresso Nacional sobre essências nativas. Silvicultura em São Paulo, Campos do Jordão – S.P., v. 16, pp. 238-241.
- Ranieri, B.D., Lana, T.C., Negreiros, D., Araújo, L.M. & Fernandes, G.W.** 2003. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17(4): 523-530.
- Rizzini, C.T.** 1976. Influência da temperatura sobre a germinação de diásporos do cerrado. *Rodriguesia* 41: 341-383.
- Ruggiero, P.G.C. & Zaidan, L.B.P.** 1997. Estudos de desenvolvimento de *Viguiera robusta* Gardn., uma Asteraceae do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 1-9.
- São Paulo.** 1997. Secretaria do Meio Ambiente. Cerrado: bases para a conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 184 p.
- Sassaki, R.M., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999. Effect of storage of achenes of *Bidens gardneri* Baker on light sensitivity during germination. *Revista Brasileira de Botânica* 22(1): 75-81.

- Seghese, F., Issiki, K. & Vitti, A.P.** 1992. Ecofisiologia da germinação de espécies arbóreas. Série técnica IPEF 25(8): 9-11.
- Sugahara, V.Y.** 1998. Germinação de sementes de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 58p.
- Taiz, L. & Zeiger, E.** 1998. Plant Physiology. 2º ed. Sunderland: Sinauer, 792 p.
- Takaki, M.** 1983. O fitocromo na germinação de sementes fotossensíveis de *Rumex obtusifolius* L., *Cucumis anguria* L. e *Lactuca sativa* L.. Tese de Doutorado, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 105 p.
- Takaki, M.** 2001. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 13(1):103-107.
- Takaki, M., Heeringa, G.H., Cone, J.W. & Kendrick, R.E.** 1981. Analysis of the effect of light and temperature on the fluence response curves for germination of *Rumex obtusifolius*. Plant Physiology 77: 731-734.
- Válio, I.F.M. & Moraes, V.** 1966. Sobre o sistema reprodutivo de plantas de cerrado. II. Anais da Academia Brasileira de Ciências 38: 220-225.
- Válio, I.F.M. & Joly, C.A.** 1979. Light sensitivity of the seeds on the distribution pattern of *Cecropia glaziovii* Snethlace (Moraceae). Zeitschrift für Pflanzenphysiologie 91(3):371-376.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A.** 1993. Patterns of seed longevity and germination in tropical rain forest. Annual Review of Ecology and Systematics 24: 69-87.
- Vilela, F.A. & Peres, W.B.** 2004. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 265-281.
- Whitmore, T.C.** 1983. Secondary sucesión from seeds in tropical rain forests. Forestry Abstracts 44(12): 767-779.

- Zaia, J.E.** 1993. Efeito da luz na germinação de sementes de *Tibouchina pulchra* Cogn. e *T. granulosa* Cogn.. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 67 p.
- Zaia, J.E. & Takaki, M.** 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). Acta Botanica Brasilica 12(3): 221-229.

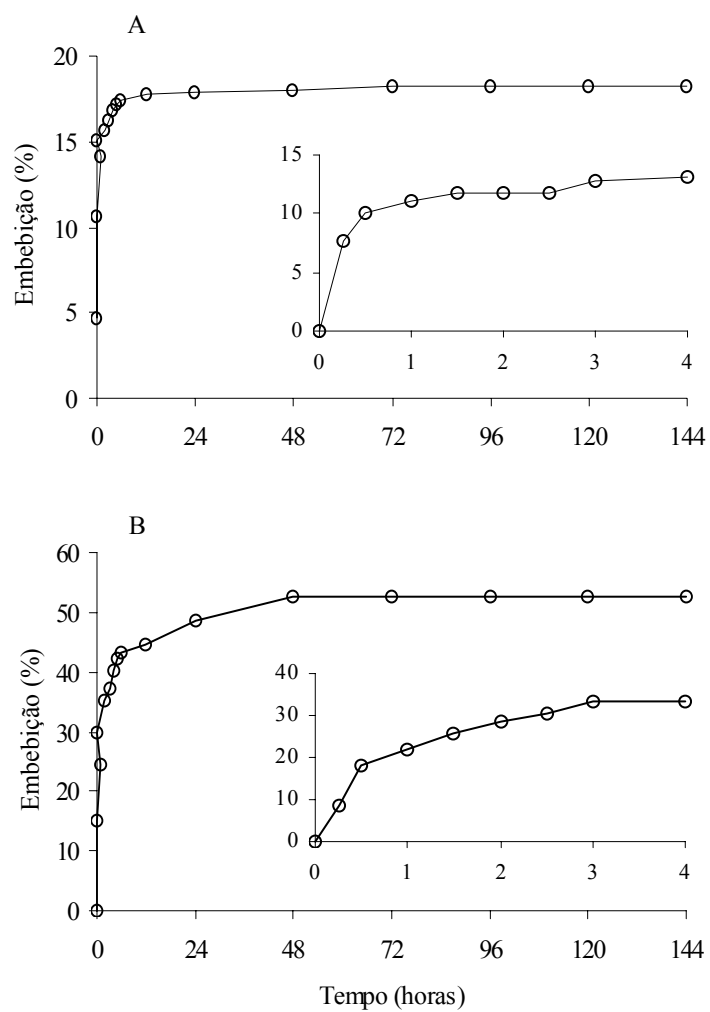


Figura 1. Embebição de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (A) e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (B) a 25°C por 144 horas.

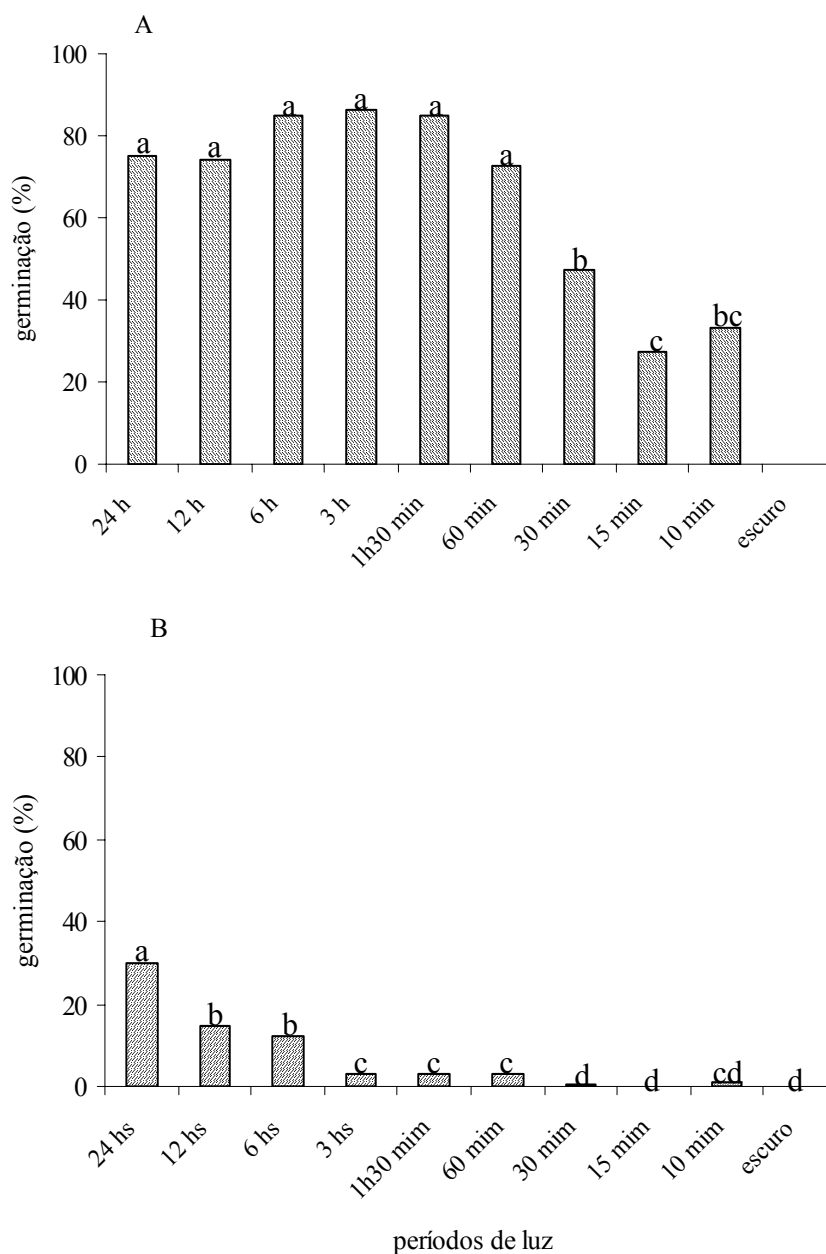


Figura 2. Germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., à temperatura de 25 °C, 30 dias após o início da embebição, em períodos diários de luz de 24 h, 12, 6, 3, 1h 30 min, 60 min, 30, 15, 10 min e escuro contínuo. Letras comparam a porcentagem acumulada de germinação até o último dia de avaliação (30 dias).

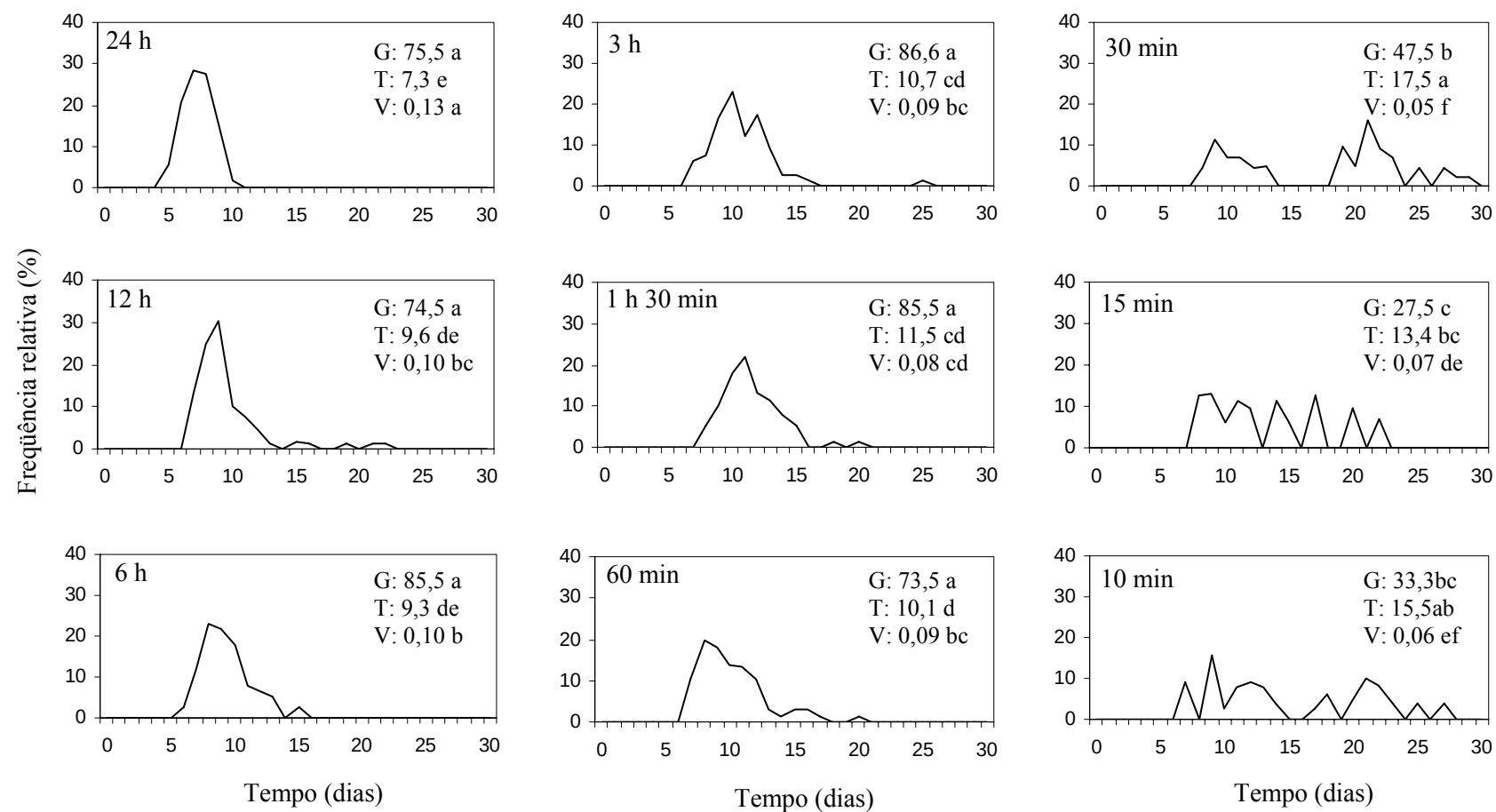


Figura 3. Frequência relativa (%) de sementes germinadas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, a 25°C, em relação à exposição diária a diferentes períodos de luz. G: germinabilidade; T: tempo médio de germinação; V: velocidade média de germinação. Letras comparam os diferentes períodos de exposição à luz, no último dia de avaliação.

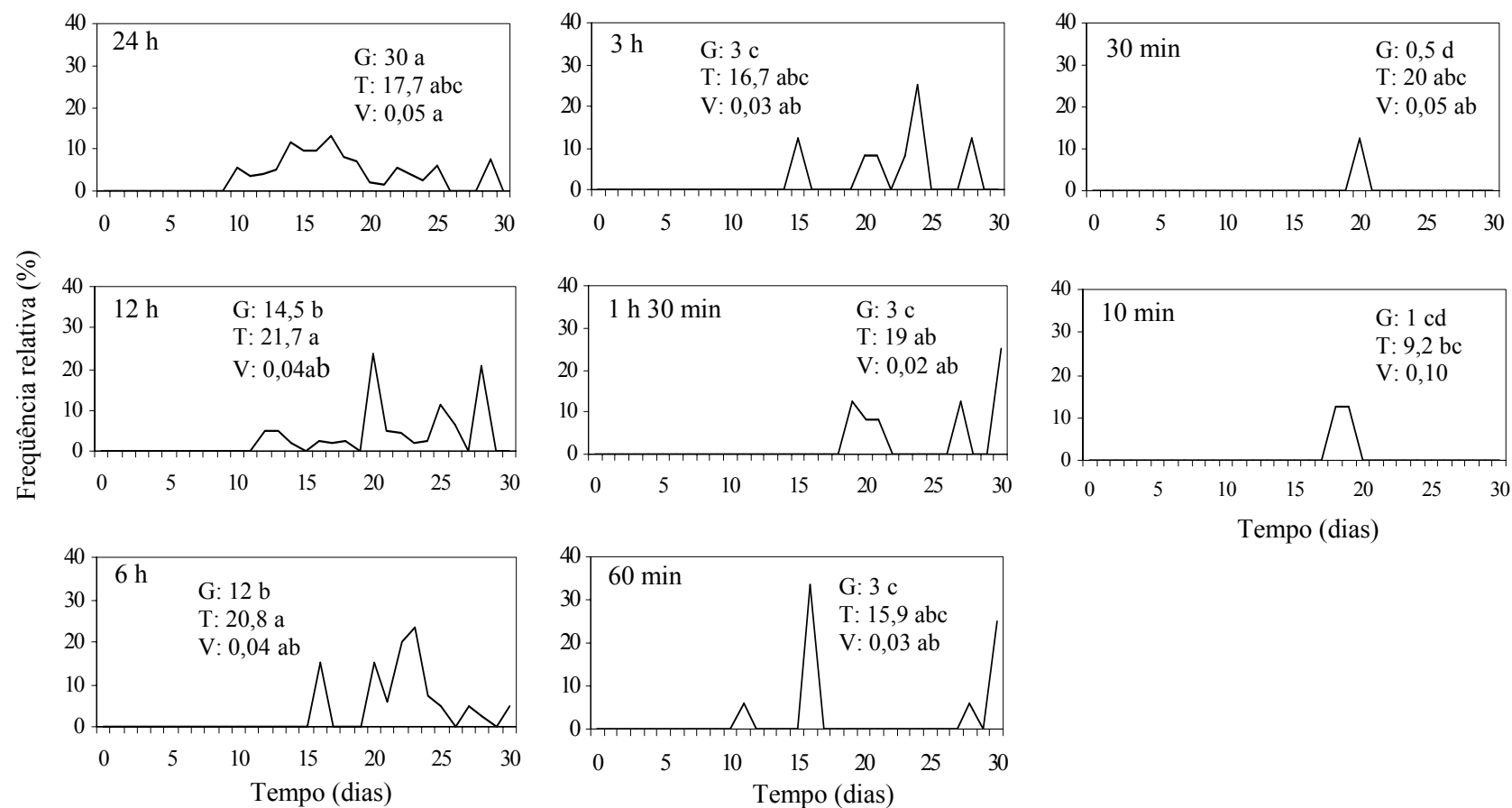


Figura 4. Frequência relativa (%) de sementes germinadas de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., a 25°C, em relação à exposição diária a diferentes períodos de luz. G: germinabilidade; T: tempo médio de germinação; V: velocidade média de germinação. Letras comparam os diferentes períodos de exposição à luz, no último dia de avaliação.

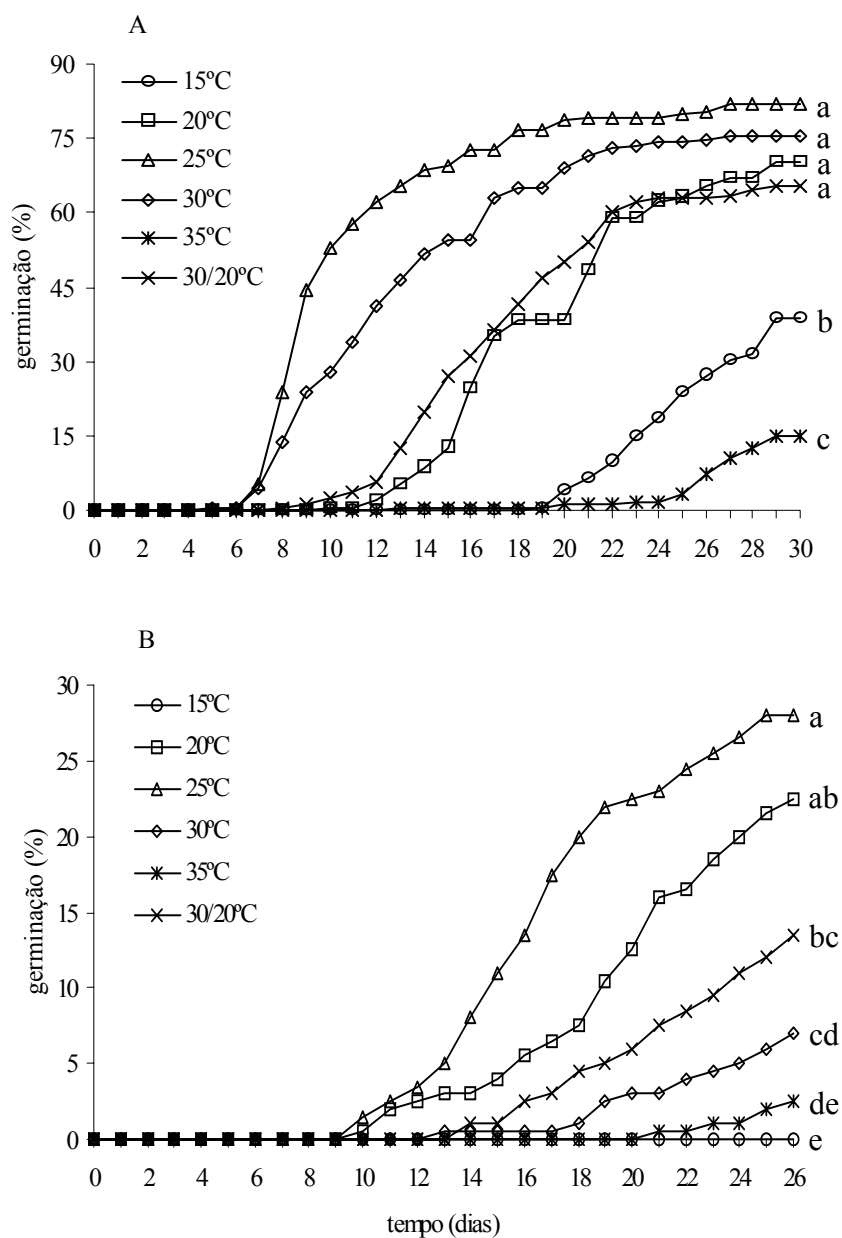


Figura 5- Germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (A) e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (B), sob luz contínua, em temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C e temperaturas alternadas de 30/20°C. Letras comparam a porcentagem de germinação no último dia de avaliação.

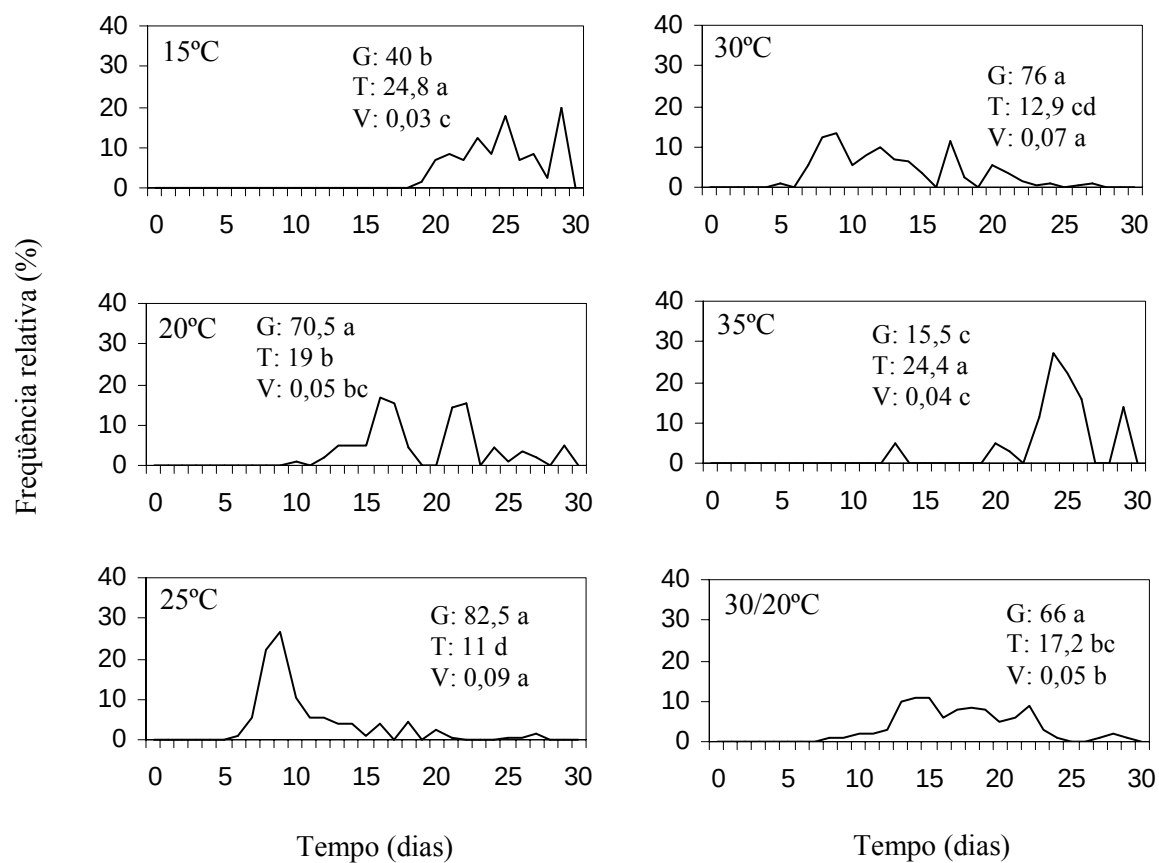


Figura 6. Frequência relativa da germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana em temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C e em temperaturas alternadas de 30/20°C. G: germinabilidade; T: tempo médio de germinação; V: velocidade média de germinação. Letras comparam as temperaturas, na luz.

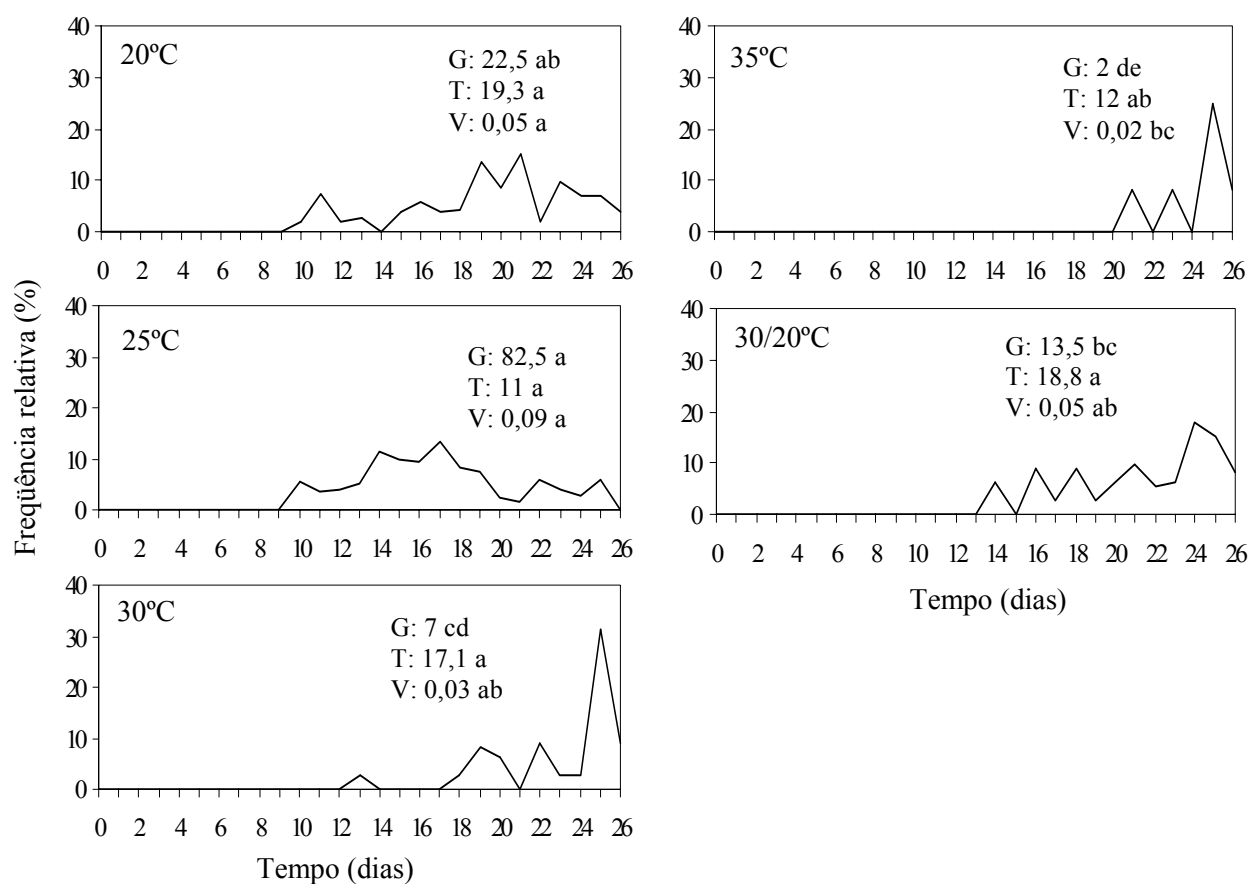


Figura 7. Frequência relativa da germinação de sementes de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. em temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C e em temperaturas alternadas de 30/20°C. G: germinabilidade; T: tempo médio de germinação; V: velocidade média de germinação. Letras comparam as temperaturas, na luz.

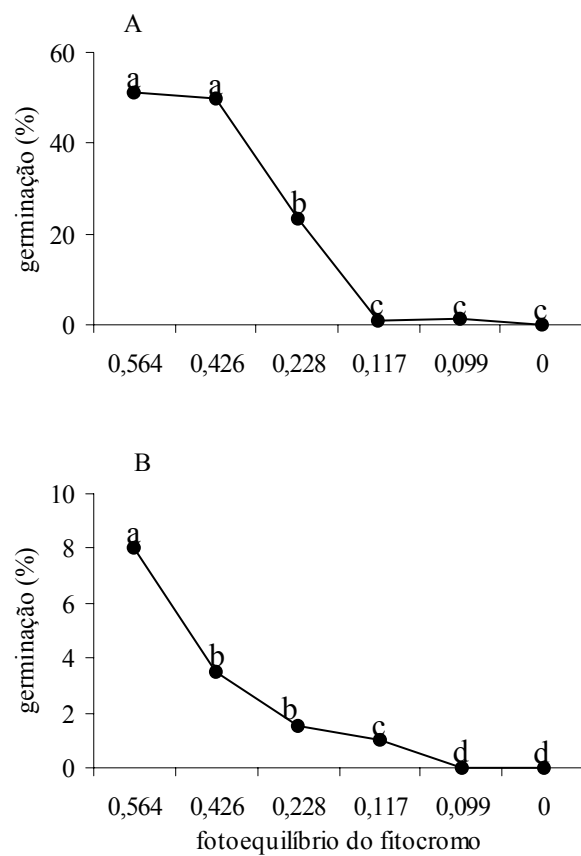


Figura 8. Efeito do gradiente de fotoequilíbrio do fitocromo (ϕ) sobre a porcentagem de germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (A) e *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (B). Letras comparam as porcentagens de germinação entre os fotoequilíbrios no último dia de observação.

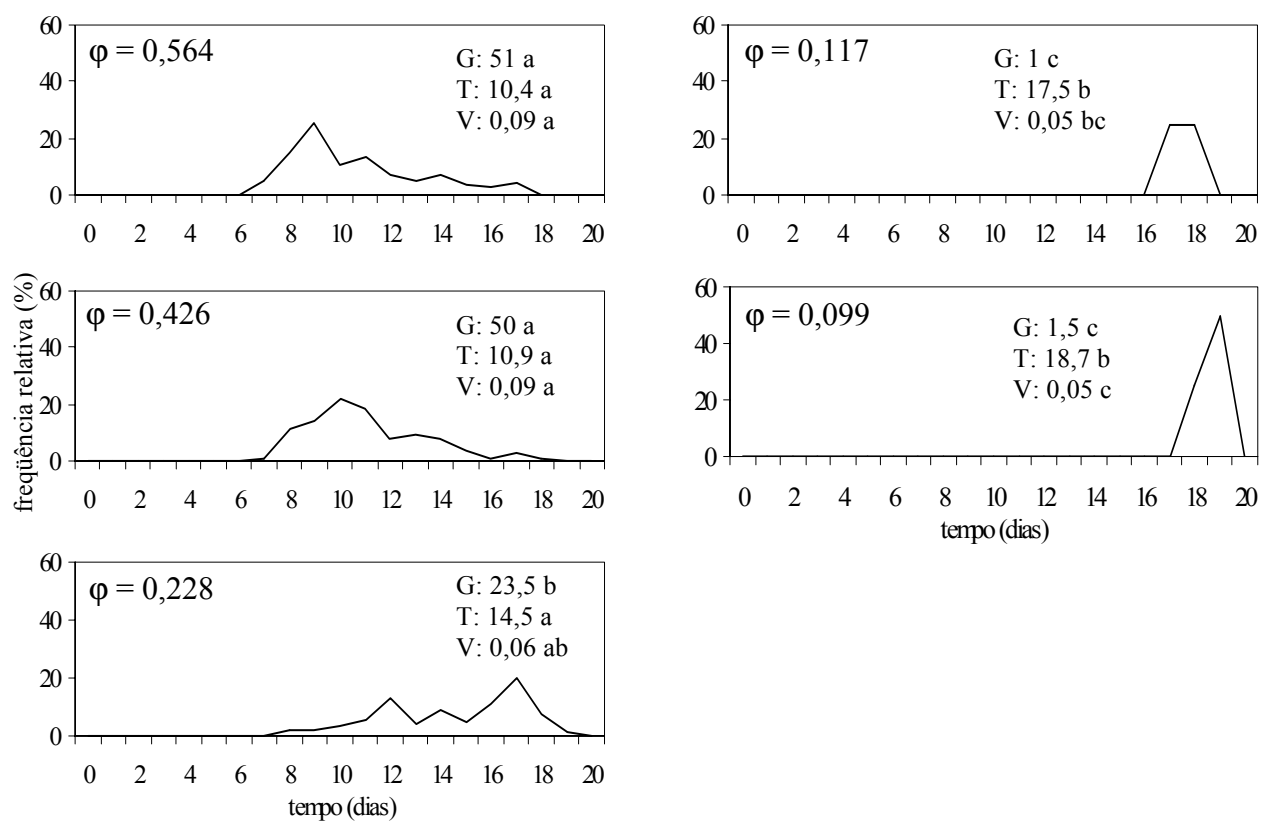


Figura 9. Frequência relativa (%) de sementes germinadas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, a 25°C, expostas a diferentes gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo. G: germinabilidade (%), TM: tempo médio de germinação (dias) e V: velocidade média de germinação (semente.dia⁻¹). Letras comparam os gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo no último dia de avaliação.

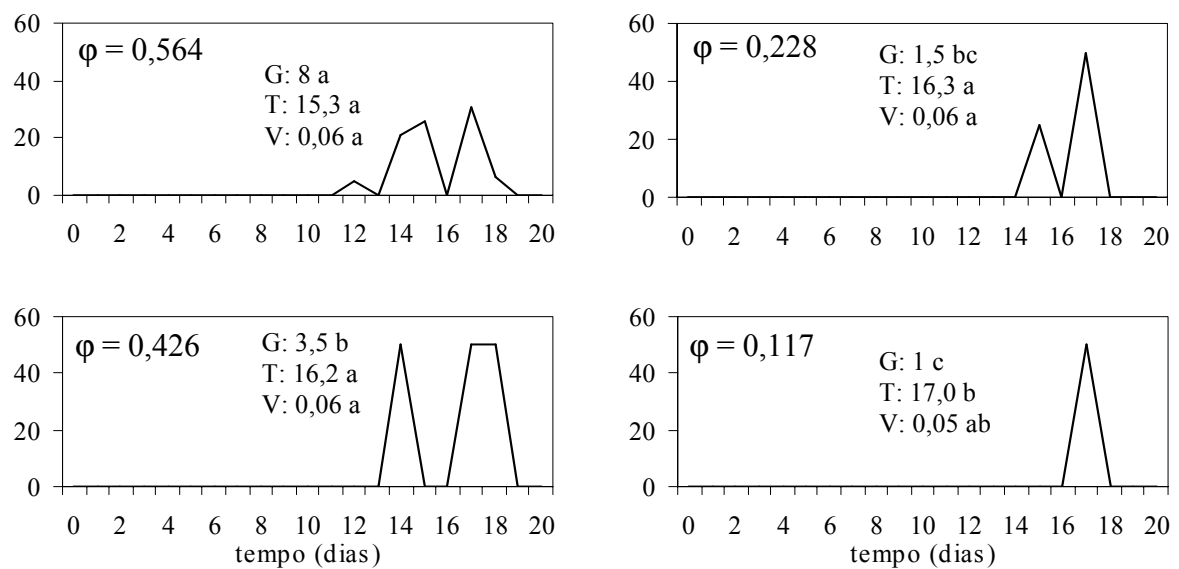


Figura 10. Frequência relativa (%) de sementes germinadas de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC., a 25°C, expostas a diferentes gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo. G: germinabilidade (%), TM: tempo médio de germinação (dias) e V: velocidade média de germinação (semente.dia⁻¹). Letras comparam os gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo no último dia de avaliação.

6. Discussão Geral

Os índices de maturação mais empregados em campo são a coloração e o aspecto externo dos frutos. Teor de água e massa seca de sementes são os mais utilizados em tecnologia de sementes (Lima e Borges & Rena 1993). Quando as sementes atingem sua máxima porcentagem de germinação e vigor, é estabelecido que as sementes se encontram no ponto de maturidade fisiológica, que pode sofrer variações de espécie para espécie e até em uma mesma espécie. Os indicadores visuais de maturidade dos frutos nem sempre correspondem ao máximo de valor germinativo das sementes. Desses parâmetros, o teor de água associado à germinação de sementes foram os que melhor caracterizaram o ponto de maturidade fisiológica de sementes de *M. albicans* (figura 4, Capítulo 1). A cor dos frutos, apesar de ser uma característica que varia com o observador, pode também ser usada como parâmetro indicativo de maturação de sementes dessa espécie.

A época de produção de frutos é determinada por uma complexa mistura de fatores bióticos, tais como a abundância de dispersores e de fatores abióticos, como, por exemplo, a chuva (Levey 1990). As condições climáticas também influenciam diretamente a maturação dos frutos e das sementes. A floração e a frutificação de indivíduos de *Miconia albicans* foram irregulares nas duas áreas estudadas e estenderam-se por vários meses, por mais tempo na área de cerrado do que no campo cerrado. Sementes fisiologicamente maduras foram encontradas quando os frutos ainda são considerados imaturos, visto que frutos de cor avermelhada (fase intermediária de maturação) contêm sementes capazes de germinar, com cerca de 200 dias após o início da floração (figura 4, Capítulo 1). Cada uma dessas fases de amadurecimento de frutos e sementes é acompanhada de um crescimento em tamanho, mas que não é diretamente proporcional à maturação, podendo-se encontrar frutos de diversos tamanhos. Frutos de *Miconia cinnamomifolia* (D.C.) Naudin, uma Melastomataceae de mata, também possuem fases distintas de maturação (Pereira & Mantovani 2001), como em *M. albicans*.

Não foi observada uma fase característica de frutos maduros (de coloração verde), com picos marcantes, como observado nas fases anteriores (figura 3, Capítulo 1). Isso se deve ao fato de que os frutos maduros desprenderem-se com muita facilidade da inflorescência. Destaca-se o fato de existir uma sincronia do período de frutificação e dispersão de plantas de *M. albicans*, com o início da estação chuvosa no cerrado. É através desses mecanismos sincrônicos que os frutos de Melastomataceae podem ser encontrados sobre e entre a serapilheira e mesmo em camadas superficiais do solo, como constatado em estudos sobre bancos de sementes do solo (Putz 1983, Santos Júnior 1992, Seitz 1994, Araújo 1998, Bulbovas & Soares 1998, Dalling et al. 1998, Sasaki et al. 1999a, Araújo et al. 2001, Baider et al. 2001, Cesarino 2002).

Sendo a semente um estágio dormente no ciclo de vida do vegetal, capaz de sobreviver a condições adversas, sob baixos níveis de atividade metabólica, uma das principais características das sementes é a capacidade de permanecerem dormentes e viáveis no solo (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1984). A manutenção do período de viabilidade ou longevidade seja sob condições ambientais ou não, é, para todas as espécies com sementes ortodoxas, uma questão de redução da atividade da semente, isto é, manutenção do conteúdo de água em níveis baixos (Stubsgaard 1990).

É conhecido tradicionalmente que sementes com baixo teor de umidade sobrevivem por mais tempo que sementes com quantidades elevadas de água. Não se sabe ao certo como a água controla a longevidade da semente e nem qual é a melhor maneira de armazená-las: se em condições ambientais ou em condições de baixas temperaturas (Nalters & Engels 1998). O teor de água e a temperatura são os fatores que mais influenciam a longevidade da semente ao longo do armazenamento (Bewley & Black 1994). Medeiros & Zanon (1998) afirmaram que o efeito de temperaturas mais elevadas, associadas a altos teores de umidade são prejudiciais às sementes. De acordo com esses autores, essas condições favorecem o desenvolvimento de microorganismos e aceleram a deterioração das sementes.

O teor de água inicial das sementes armazenadas sob condições de laboratório e no solo, é por volta de 24%, tanto para *M. albicans* como para *M. rubiginosa*. A umidade não pode ser

controlada pois os frutos são secados superficialmente. Se esses frutos tivessem sido secos por mais tempo, diminuindo ainda mais o teor de água das sementes, provavelmente a viabilidade das sementes teria sido mantida por um período mais longo e seria impedida a proliferação de microorganismos que danificaram as sementes durante o armazenamento a 25°C $\pm$ 1°C e a 27°C $\pm$ 10°C (tabela 1, 2 e figura 1, Capítulo 2).

O uso de temperatura de 25°C e de temperatura alternada de 20/30°C durante o armazenamento de aquênios médios de *Bidens gardneri* Baker com alto teor de água, mostrou que o efeito de deterioração é muito mais rápido em condições de laboratório (Rondon 2001, Rondon et al. 2001) do que em condições de campo (Sasaki et al. 1999b). De modo semelhante, foi observado que as sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa* enterradas no solo, apresentaram porcentagens e velocidades de germinação maiores de que as obtidas em sementes que permaneceram armazenadas a 4°C (figuras 2, 4, 5 e tabela 5, Capítulo 2). Destaca-se o fato das sementes de *M. rubiginosa* germinarem mais rápido conforme foi aumentado o tempo de armazenamento no solo (tabela 6, Capítulo 2).

As plantas de *M. albicans* produzem sementes muito pequenas (< 1 mm), com cotilédones foliáceos, sem reservas que garantam o início do desenvolvimento das plantas jovens, como ocorre em algumas arbóreas de cerrado. Há uma relação entre o tipo de cotilédone e a velocidade de germinação das sementes, visto que as plântulas com cotilédones fotossintetizantes se desenvolvem mais rapidamente que as possuidoras de cotilédone de reserva (Melo et al. 2004).

A fase de plântula é uma das mais vulneráveis do ciclo de vida das plantas. Desprovidas da resistência mecânica conferida pela testa da semente e de mecanismos eficientes para armazenar água ou evitar sua perda, as plantas jovens estão expostas à ação de predadores e ao suprimento irregular de água. A época em que os frutos são produzidos e a germinação é possibilitada é de suma importância para garantir o sucesso de um novo indivíduo (Carreira & Zaidan 2003). Foi observada uma sincronia entre o período de frutificação, dispersão e o início da estação chuvosa, o que pode contribuir, de maneira natural, para o sucesso no estabelecimento de plântulas de

Melastomataceae, como foi observada a presença de plantas jovens de *M. albicans* durante a estação chuvosa, no cerrado (figura 6, Capítulo 2).

A constatação de que sementes de espécies de cerrado germinam sob condições naturais (Labouriau et al. 1963, 1964, Válio & Moraes 1966) e que a eficácia desse processo está intimamente relacionada com o início da estação chuvosa deram início aos estudos sobre germinação de espécies dos cerrados, reunidos e discutidos na revisão apresentada por Felipe & Silva (1984). A maioria dos projetos que visa à conservação e a exploração racional de espécies nativas de cerrado depende da formação de mudas por reprodução sexuada através de sementes, ou assexuadamente, por propagação vegetativa. Por esse motivo são fundamentais conhecimentos básicos sobre a germinação e a dormência de sementes (Melo et al. 1998).

Rizzini (1970) verificou que a dormência em muitas sementes de espécies do cerrado pode ser causada pela impermeabilidade do tegumento, como em *Hymenaea courbaril* L., ou pela presença de inibidores químicos de germinação, como em *Andira humilis* Mart.. Joly & Felipe (1979) verificaram imaturidade do embrião e resistência mecânica da testa impedindo o crescimento embrionário de sementes de *Rapanea guianensis* Aubl. Os resultados obtidos com sementes de *M. albicans* e *M. rubiginosa*, duas espécies pertencentes ao cerrado, não apresentam tegumento impermeável, porém foi detectada a presença de inibidores de germinação na polpa de frutos imaturos e maduros dessas duas espécies (figura 6, Capítulo 1). Ainda é necessário estudo aprofundado sobre esses inibidores que, além de retardar o processo de germinação das suas próprias sementes, os extratos de frutos imaturos e maduros inibiram e/ou atrasaram a germinação de sementes de alface e rabanete (tabelas 1, 2 e 3, Capítulo 1).

O período de luz a que as sementes são expostas em condições naturais para que ocorra a germinação é de grande importância e pode ser modificado em relação a sua intensidade e duração (Amaral & Paulilo 1991/1992). As sementes de *M. albicans* quando expostas a diferentes períodos diários de luz alcançaram altas porcentagens de germinação (figura 2, Capítulo 3), mesmo quando fornecidos 60 minutos diários de luz, indicando que a germinação ocorre numa ampla faixa de

períodos de exposição à luz, fazendo com que essa espécie possa ter uma vantagem sobre as demais ao colonizar locais mais fechados. Em contraste, as sementes de *M. rubiginosa* germinaram em porcentagens baixas quando expostas a diferentes períodos de luminosidade, mesmo no tratamento controle de 24 horas de luz, não ultrapassando 30% (figura 2, Capítulo 3).

O efeito do fotoperíodo na germinação de outras Melastomataceae foi estudado (Amaral & Paulilo 1991/1992, Freitas 1998, Leite 1998, Zaia & Takaki 1998, Brischì 2000, Godoi 2002) porém, em comparação com os dados obtidos, *M. albicans* apresenta maior sensibilidade à luz, uma vez que necessita menores períodos diários de exposição à luz para germinarem. A indução da germinação não está relacionada apenas com a presença ou ausência de luz, mas também com a intensidade luminosa (Kendrick & Frankland 1983). O controle da germinação pela luz vermelha e pela luz vermelho-extremo é um dos processos melhor documentados, mediados pelo fitocromo (Godoi 2002). Este pigmento está envolvido na percepção das razões V:VE, associada com a presença de germinação em clareiras e também na germinação de sementes que apresentam respostas de alta irradiância (inibição da germinação sob vermelho-extremo contínuo), como encontrado sob dossel (Casal & Sánchez 1998).

Whitmore (1983) relata que têm sido feitos muitos estudos sobre os fatores ambientais que afetam a germinação de sementes de espécies tropicais, e que dentre eles o principal fator é a luz, seguida de perto pela temperatura. Bewley & Black (1994) comentam que a temperatura afeta tanto a capacidade como o tempo e a velocidade de germinação das sementes, modificando a velocidade de reações químicas que irão acionar o transporte de reservas e a síntese de substâncias para a plântula. A faixa de temperatura em que as sementes germinam é característica para cada espécie. Apesar de todas as sementes de uma dada espécie poderem germinar em uma ampla faixa de temperatura, o tempo necessário para atingir a porcentagem máxima de germinação varia com a temperatura, ou seja, a velocidade de germinação é dependente da temperatura. A faixa de temperatura entre 20°C e 30°C é considerada adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais, que incluem as espécies de cerrado (Melo et al. 1998). Nas

espécies de Melastomataceae estudadas, a alternância de temperaturas não encurtou o período para o início da germinação e nem melhorou a germinação em relação à 25 °C.

Os resultados obtidos demonstraram que sementes de *M. rubiginosa* germinaram em baixas porcentagens em todos os experimentos: nos testes de inibidores, tanto no tratamento controle, atingindo 33% de germinação, como nas três concentrações fornecidas (figura 7, Capítulo 1); durante o período em que ficaram armazenadas, tendo alcançado a máxima germinabilidade em 55% (figura 2, Capítulo 2); na exposição a períodos crescentes de luz, em temperaturas constantes e alternadas e, nos gradientes de fotoequilíbrio do fitocromo (figura 2, 5 e 8, Capítulo 3). Embora os lotes de frutos de *M. rubiginosa* foram colhidos em anos diferentes de frutificação, apresentando alta variabilidade genética, há necessidade de estudos posteriores de germinação com as sementes dessa espécie, visto que os dados obtidos neste presente trabalho não são conclusivos.

Os frutos de *M. albicans* e *M. rubiginosa* são dispersos tanto autocórica como zoocoricamente (Magnusson & Sanaiotti 1987, Goldenberg & Shepherd 1998, Marcondes-Machado 2002, Carreira & Zaidan 2003), e de acordo com os dados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que podem ser encontradas sementes fisiologicamente maduras, mesmo quando os frutos ainda são considerados imaturos. Isso pode significar uma estratégia de dispersão, cuja chance de germinação e estabelecimento de uma nova planta são aumentadas uma vez que frutos de diferentes colorações podem atrair diferentes dispersores. Os frutos maduros não permanecem muito tempo presos à planta-mãe e, ao caírem no solo, podem liberar as sementes que, ou serão incorporadas no banco de sementes de solo ou só estarão aptas a germinar quando estiverem livres da presença dos inibidores. Essas sementes podem ser armazenadas sob baixas temperaturas, e exibem um grande potencial para formarem um banco de sementes permanente em solo de cerrado, até que condições ambientais favoráveis, tais como altas irradiâncias e variações de temperatura, facilitem a germinação e o recrutamento de plântulas, o que evidencia a importância das Melastomataceae na regeneração natural do cerrado.

7. Literaturas Citadas na Introdução Geral e Discussão Geral

- Almeida-Cortez, J.S.** 2004. Dispersão e banco de sementes. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). Germinação. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 225-235.
- Alves, T.M.A., Silva, A.F., Brandão, M., Grandi, T.S.M., Smânia, E.F.A., Smânia Júnior, A. & Zani, C.L.** 2000. Biological Screening of Brazilian Medicinal Plants. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 95(3): 367-373.
- Amaral, L.I.V. & Paulilo, M.T.S.** 1991/1992. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin. Ínsula 21: 59-86.
- Araújo, M.M.** 1998. Vegetação e banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Benevides, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 78 p.
- Araújo, M.M., Oliveira, F.A., Vieira, I.C.G., Barros, P.L.C. & Limas, C.A.T.** 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. Scientia Florestalis 59: 115-130.
- Baider, C., Tabarelli, M. & Mantovani, W.** 2001. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. Revista Brasileira de Biologia 61(1): 35-44.
- Barbosa, L.M.** 1989. Estudos interdisciplinares do Instituto de Botânica em Mogi Guaçu, S.P. Simpósio sobre Mata Ciliar. Campinas: Fundação Cargill, pp. 171-191.
- Barbosa, D.C.A., Silva, P.G.C. & Barbosa, M.C.A.** 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva. Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: Massangan, v. 2, pp. 609-622.
- Barreira, S., Botelho, S.A., Scolforo, J.R.S. & Mello, J.M.** 2000. Efeito de diferentes intensidades de corte seletivo sobre a regeneração natural de cerrado. Cerne 6(1): 40-51.

- Baskin, C.C. & Baskin, J.M.** 1998. Types of seed dormancy. In: C.C. Baskin & Baskin, J.M. Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of dormancy and germination. Academic Press, pp. 27- 47.
- Baumgratz, J.F.A.** 1983-85. Morfologia dos frutos e sementes de melastomatáceas brasileiras. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 27: 113-155.
- Baumgratz, J.F.A. & Silva, N.M.E.** 1988. Ecologia da polinização e biologia da reprodução de *Miconia stenostachya* DC. (Melastomataceae). Rodriguesia 64/66: 11-23.
- Bertoncini, A.P.** 1996. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma área de cerrado no município de Agudos, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 154 p.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1994. Seeds: physiology of development and germination. 2ed. New York: Plenum Press, 445 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.** 1992. Regras para análises de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 p.
- Brischi, A.M.** 2000. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Huberia semiserrata* DC. (Melastomataceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 115 p.
- Bulbovas, P. & Soares, J.J.** 1998. Estudo sobre a metodologia de amostragem do banco de sementes do solo. IN: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, Brasil, v. III, pp. 43-49.
- Carmona, R.** 1992. Problemática e manejos de Bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. Planta Daninha 10:5-7.
- Carreira, R.C. & Zaidan, L.B.P.** 2003. Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodos controlados. Hoehnea 30(2): 155-161.

- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J.** 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 429 p.
- Casal, J.J. & Sánchez, R.A.** 1998. Phytochromes and seed germination. *Seed Science Research* 8: 317-329.
- Cavassan, O.** 2002. O cerrado do Estado de São Paulo. In: A.L. Klein (org.). *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo: Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado, pp. 93-106.
- Cesarino, F.** 2002. Bancos de sementes do solo da Reserva Biológica e Estação Experimental de Moji-Guaçu, em área de cerrado no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP., 80 p.
- Cesarino, F. & Zaidan, L.B.P.** 1998. *Vernonia cognata* Less. (Asteraceae): armazenamento e viabilidade dos aquênios. *Hoehnea* 25(1): 59-70.
- CETESB.** 1992. São Paulo: perfil ambiental e estratégias. São Paulo, Governo do Estado, 60 p.
- Cochrane, T.T., Porras, J.A. & Henão, M.R.** 1988. The relative tendency of the cerrados to be affected by veranicos. A provisional assessment. *Anais do VI Simpósio sobre o Cerrado*. Brasília: Embrapa, pp. 229-239.
- Corner 1976**
- Corrêa, R.S. & Melo Filho, B.** 1998. Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado. Brasília, Paralelo 15, pp. 13-21.
- Coutinho, L.M.** 2002. O bioma cerrado. In: A.L. Klein (org.). *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo: Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado, pp. 77-91.
- Dalling, J.W., Hubbell, S.P. & Silvera, K.** 1998a. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. *Journal of Ecology* 86: 674-689.

- Durigan, G., Franco, G.A.D.C., Pastori, J.A. & Aguiar, O.T.** 1997. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucaliptus citriodora*. Revista do Instituto Florestal 9(1): 71-85.
- Durigan, G., Contieri, W.A., Franco, G.A.D.C. & Garrido, M.A.O.** 1998. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. Acta Botanica Brasilica 12(3): 421-429.
- Durigan, G., Melo, A.C.G., Contieri, W.A. & Nakata, H.** 2004. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: G. Durigan & O.V. Bôas (orgs.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, pp. 349-362.
- Eiten, G.** 1994. Vegetação do Cerrado. In: Pinto, M.N. (coord.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: UnB/SEMATEC, pp. 9-65.
- Felippe, G.M. & Silva, J.C.S.** 1984. Estudos de germinação em espécies de cerrado. Revista Brasileira de Botânica 7: 157-163.
- Ferreira, S.A.N., Antonio, I.C. & Jansen, M.R.A.** 1994. Biologia reprodutiva de *Clidemia hirta* (L.) D. Don (Melastomataceae). Acta Amazonica 24(3-4):183-188.
- Ferri, M.G.** 1960. Nota preliminar sobre a vegetação do cerrado em Campo Mourão (Paraná). Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências e Letras da Universidade de São Paulo 17:109-115.
- Figliolia, M.B., Oliveira, E.C. & Piña-Rodrigues, F.C.M.** 1993. Análise de sementes. In: I. B. Aguiar, F.C.M. Piña-Rodrigues & M. B. Figliolia. Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, pp.137-174.
- Franco, A.C., Nardoto, G.B. & Souza, M.P.** 1996. Patterns of soil water potencial and seedling survival in the cerrados of central Brazil. Anais do VIII Simpósio sobre o Cerrado. Brasília: Embrapa, pp. 277-280.

- Freitas, N.P.** 1998. Análise do efeito da luz na germinação de sementes de *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina sellowiana* (Melastomataceae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 87 p.
- Godoi, S.** 2002. Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 77 p.
- Godoy, S.M.A. & Felipe, G.M.** 1992. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma árvore dos cerrados. *Revista Brasileira de Botânica* 15: 23-30.
- Goldenberg, R.** 1994. Estudos sobre a Biologia Reprodutiva de espécies de Melastomataceae de cerrado em Itirapina, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 88 p.
- Goldenberg, R. & Shepherd, G.J.** 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. *Plant Systematics and Evolution* 211: 13-29.
- Goldenberg, R. & Varassin, I.G.** 2001. Sistemas reprodutivos de espécies de Melastomataceae da Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3): 283-288.
- Haridasan, M.** 1988. Performance of *Miconia albicans* (Sw.) Triana, an aluminium accumulating species in acidic and calcareous soils. *Communications in Soil Science and Plant Nutrition* 19: 1091-1103.
- Hoffmann, W.A.** 1996. The effects of the fire and cover on seedling establishment in a tropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- Hoffmann, W.A.** 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a Neotropical savanna: matrix model predictions. *Ecology* 80: 1354-1369.
- Hoffmann, W.A.** 2000. Post-Establishment seedling success in the Brazilian cerrado: a comparison of savanna and forest species. *Biotropica* 32(1): 62-69.

- Holmes, M.G. & Smith, H.** 1975. The functions of phytochrome in plants growing in the natural environment. *Nature* 254: 512-514.
- Jansen, S., Watanabe, T. & Smets, E.** 2002. Aluminium Accumulation in leaves of 127 species in Melastomataceae, with comments on the order Myrtales. *Annals of Botany* 90: 53-64.
- Janzen, D. H.** 1983. Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: D. T. Futuyma & M. Slatkin (eds.). *Coevolution*. Sunderland: Sinauer, pp. 232-262.
- Joly, C.A. & Felipe, G.M.** 1979. Dormência das sementes de *Rapanea guianensis* Aubl. *Revista Brasileira de Botânica* 2: 1-6.
- Kageyama, P.Y. & Viana, V.M.** 1989. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. *Anais do Simpósio brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais*, Atibaia, São Paulo: Instituto Florestal, pp. 197-215.
- Klein, A.L. & Felipe, G.M.** 1991. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26(7): 955-966.
- Kendrick, R.E. & Frankland, B.** 1983. *Phytochrome and plant growth*. Southampton: The Camelot Press, 76 p.
- Kronka, F.J.N.** 1998. Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Estado de Meio Ambiente, 84 p.
- Labouriau, L.G., Válio, I.F.M., Salgado-Labouriau, M.L. & Handro, W.** 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrado em condições naturais. *Revista Brasileira de Biologia* 23: 227-237.
- Labouriau, L.G., Válio, I.F.M. & Heringer, E.P.** 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados. I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 36: 449-464.
- Leite, I.T.A.** 1998. Aspectos fisioecológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (D.C.) Naud. – Melastomataceae. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 113 p.

- Levey, D.J.** 1990. Habitat-dependent fruiting behavior of an understorey tree, *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as keystone habitats for frugivores in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 6: 409-420.
- Lima e Borges, E.E. & Rena, A.B.** 1993. In: Aguiar, I.B., Piña-Rodrigues, F.C.M. & Figliolia, M.B. (coord.). *Sementes Florestais Tropicais*. Brasília: ABRATES. pp. 83-136.
- Magnusson, W.E. & Sanaiotti, T.M.** 1987. Dispersal of *Miconia* seeds by the rat *Bolomys lasiurus*. *Journal of Tropical Ecology* 3: 277-278.
- Malavasi, M.M.** 1988. Germinação de sementes. In: F.C.M. Piña-Rodrigues (coord.). *Manual de análise de sementes florestais*. Campinas, Fundação Cargill, pp. 25-40.
- Mantovani, W.** 1983. Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 147 p.
- Mantovani, W.** 1987. Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu e em Itirapina, SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 203 p.
- Marcondes-Machado, L.O.** 2002. Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. *Iheringia* 92(3): 97-100.
- Martins, F.R.** 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas, Editora da Unicamp, 246 p.
- Martins, A.B., Semir, J., Goldenberg, R. & Martins, E.** 1996. O Gênero *Miconia* Ruiz & Pav. Melastomataceae no Estado de São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 10(2): 267-314.
- Mattos, E.A., Reinert, F. & Moraes, J.A.P.V.** 1997. Comparison of carbon isotope discrimination and CO₂ and H₂O gas exchange between the dry and wet season in leaves of several wood species. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 9(2): 77-82.

- Mattos, E.A., Lobo, P.C. & Joly, C.A.** 2002. Overnight rainfall inducing rapid changes in photosynthetic behaviour in a cerrado wood species during spell amidst the rainy season. *Australian Journal of Botany* 50(2): 241-246.
- Mayer, A.M. & Poljakoff-Mayber, A.** 1989. The germination of seeds. Oxford: Pergamon Press. 196 p.
- Medeiros, A.C.S. & Zanon, A.** 1998. Fruto-do-pombo (*Rhamnus sphaenosperma* Swartz) seed conservation. *Boletim de Pesquisas Florestais* 36: 29-39.
- Melo, G.F. & Machado, C.** 1996. Biologia da reprodução de *Henrietta succosa* DC. (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biologia* 56: 383-389.
- Melo, G.F., Machado, I.C. & Luceno, M.** 1999. Reproduction of three *Clidemia* (Melastomataceae) species in Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 47(3): 359-363.
- Melo, J.T., Silva, J.A., Torres, R.A.A., Silveira, C.E.S & Caldas, L.S.C.** 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa. Planaltina, D.F., pp. 195-243.
- Melo, F.P.L., Aguiar Neto, A.V., Simabukuro, E.A. & Tabarelli, M.** 2004. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (orgs.). *Germinação. Do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed Editora, pp. 237-250.
- Métivier, J.R.** 1979. Dormência e germinação. In: M.G. Ferri (coord.). *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU-EDUSP, v. 2, pp. 343-392.
- Miyanishi, K. & Kellman, M.M.** 1986. The role of fire in recruitment of two neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*. *Biotropica* 18: 224-230.
- Nalters, C. & Engels, J.** 1998. Os efeitos do armazenamento de sementes sobre condições extremamente secas. *Seed Science Research* 8(1): 3-8.
- Oliveira, P.E.** 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa, Planaltina, D.F., pp. 169-192.

- Paleari, L.M. & Santos, F.A.M.** 1998. Role of hair indument in protecting herbivory in *Miconia albicans* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biologia* 58: 151-157.
- Parisca, L.** 1972. Morfologia y anatomia de las seillas de la familia Melastomataceae (1). *Sociedade Venezoelana de Ciencias Naturales – Boletin*. Tomo 29(22/23): 633-638.
- Paulilo, M.T., Felipe, G.M. & Dale, J.E.** 1993. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. *Revista Brasileira de Botânica* 16: 37-46.
- Pereira, T.S. & Mantovani, W.** 2001. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na Reserva Biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 15(3): 335-348.
- Pirani, J.R. & Cortopassi-Laurino, M.** 1993. Flores e abelhas em São Paulo. São Paulo: Edusp/Fapesp. 194 p.
- Poggiani, F.** 1971. Estudo do crescimento da atividade AIA – oxidase em algumas espécies do cerrado. In: M.G. Ferri (ed.). III Simpósio sobre o cerrado. São Paulo: Edusp, pp. 26-43.
- Popinigis, F.** 1985. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 289 p.
- Putz, F.E.** 1983. Treefall pits and mound, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 64: 1069-1074.
- Reatto, A., Correia, J.R. & Spera, S.T.** 1998. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: : S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.) Cerrado: ambiente e flora. Embrapa. Planaltina, D.F., pp. 47-86.
- Renner, S.S.** 1989. A survey of reproductive biology in neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 76: 496-518.
- Renner, S.S.** 1990. Reproduction and evolution in some genera of neotropical Melastomataceae. *Memories of the New York Botanical Garden* 55: 143-152.
- Ribeiro, C.T. & Walter, B.M.T.** 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.) Cerrado: ambiente e flora. Embrapa. Planaltina. D.F., pp. 90-166.

- Rizzini, C.T.** 1970. Efeito tegumentar na germinação de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae). Revista Brasileira de Biologia 30: 381-402.
- Rodrigues, V.E.G. & Carvalho, D.A.** 2001. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. Ciência Agrotécnica 25(1): 102-123.
- Romero, R. & Martins, A.B.** 2002. Melastomataceae do Parque Nacional da serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 25(1): 19-24.
- Rondon, J.N.** 2001. Efeito do armazenamento na germinação, na resposta do fitocromo e no conteúdo de carboidratos em aquênios de *Bidens gardneri* Baker, uma espécie herbácea do cerrado. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 126 p.
- Rondon, J.N., Sasaki, R.M., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 2001. Effects of moisture content and temperature during storage on germination of the *Bidens gardneri* Baker. Revista Brasileira de Botânica 24(1): 35-41.
- Salles, A.E.H. & Lima, C.G.** 1990. Flores dos cerrados. Brasília: Linha Gráfica, 72 p.
- Santos Júnior, D.** 1992. Composição do banco de sementes do solo e dinâmica de plântulas em um cerrado da Fazenda Canchim, São Carlos, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- São Paulo.** 1997. Secretaria do Meio Ambiente. Cerrado: bases para a conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 184 p.
- Saraiva, L.C.** 1993. Biologia da reprodução de arbustos e árvores de cerrado em Corumbataí, Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 173 p.
- Sartori, M.S., Poggiani, F. & Engel, V.L.** 2002. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith localizado no Estado de São Paulo. Scientia Forestalis 62: 86-103.

- Sassaki, R.M. & Felipe, G.M.** 1992. Desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium* em casa de vegetação e em cerrado. *Hoehnea* 19(1/2): 75-85.
- Sassaki, R.M., Rondon, J.N., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999a. Number of buried seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery forest soils at Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2): 147-152.
- Sassaki, R.M., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999b. Effect of storage of achenes of *Bidens gardneri* Baker on light sensitivity during germination. *Revista Brasileira de Botânica* 22(1): 75-81.
- Schimitt, J. & Wulff, R.D.** 1993. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. *Trends in Ecology and Evolution* 8(2): 47-51.
- Seitz, R.A.** 1994. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. *Anais do I Simpósio Sul-Americano e II Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Paraná*, pp. 103-110.
- Silberbauer-Gottsberger, I., Morawetz, W. & Gottsberger, G.** 1977. Frost gamage of cerrado plants in Botucatu, Brazil, as related to the geographical distribution of the species. *Biotropica* 9: 253-261.
- Siqueira, J.C.** 1988. Utilização popular das plantas do cerrado. São Paulo: Edusp/ Fapesp, 194 p.
- Snow, D. W.** 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13(1):1-14.
- Spessoto M.A., Ferreira, D.S., Crotti, A.E., Silva, M.L. & Cunha, W.R.** 2003. Evaluation of the analgesic activity of extracts of *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae). *Phytomedicine* 10(6-7): 606-609.
- Stiles, F.G. & Rosselli, L.** 1993. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds - How diffuse is coevolution? *Vegetatio* 108: 57-73.
- Stubsgaard, F.** 1990. Seed moisture. Humleback, Danida Forest Seed Center, 30 p.

- Takaki, M.** 2001. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 13(1):103-107.
- Válio, I.F.M. & Moraes, V.** 1966. Sobre o sistema reprodutivo de plantas de cerrado. II. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38: 220-225.
- Vázquez-Yanes, C. & Perez-Garcia, 1976.**
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A.** 1984. Fisiologia ecológica de las semillas de arboles de la selva tropical: un reflejo de su ambiente. *Ciência* 35: 191-201.
- Whitmore, T.C.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forests trees. *Ecology* 70(3): 536-538.
- Willan, R.L.** 1990. Seed pretreatment. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 19 p.
- WWF-PRO-CER.** 1995. De grão em grão o cerrado perde espaço (Cerrado – Impactos do processo de ocupação). Brasília: WWF, 115 p.
- Zaia, J.E. & Takaki, M.** 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). *Acta Botanica Brasilica* 12(3): 221-229.

8. Resumo Geral

O presente trabalho visou compreender o processo de germinação das sementes de *Miconia albicans* e *Miconia rubiginosa* frente a diferentes condições de armazenamento, de temperatura e de exposição à luz, bem como estabelecer o tempo em que essas sementes permanecem viáveis. Foram analisados a germinabilidade, tempo e velocidade médios de germinação e frequência relativa das sementes germinadas. Os dados em porcentagem foram transformados em arco seno ($^{\circ}$)^{0,5} antes de se proceder a análise estatística.

Acompanhou-se também a floração e a frutificação de plantas de *Miconia albicans*, de modo a determinar a melhor época para a colheita de frutos e foi verificado a presença de inibidores de germinação nos frutos imaturos e maduros em sementes de *M. albicans*, *Miconia rubiginosa* e em sementes de alface e rabanete.

Indivíduos adultos de *M. albicans* apresentaram maturação de frutos muito heterogênea em cada cacho, tendo sido encontrados frutos nas três fases de maturação (coloração creme, vermelha e verde), distribuídos de maneira desigual em cada ramo. A redução do teor de água das sementes foi acompanhada de um aumento gradativo na germinação das sementes de *M. albicans* provenientes das duas áreas. Para a área de cerrado a frutificação prolongou-se por mais tempo e, as sementes obtidas dessa área, germinaram em porcentagens mais elevadas que as do campo cerrado.

O extrato de frutos maduros, em sua concentração mais elevada (100 mg.mL⁻¹), foi mais efetivo e inibiu fortemente a germinação das sementes de *M. albicans*, *M. rubiginosa*, alface e rabanete. Extratos de frutos de *M. albicans* foram mais eficazes em inibir e retardar o processo de germinação de sementes de alface e rabanete do que extratos de *M. rubiginosa*.

Sementes isoladas e dentro de frutos das duas espécies, não suportam armazenamento a 25°C e a 27 $\pm$ 10°C. A 4°C, após 22 meses, observou-se um decréscimo na porcentagem de germinação das sementes. As sementes de *Miconia albicans* e *M. rubiginosa* permaneceram viáveis

quando enterrados no solo, ocorrendo uma diminuição na germinabilidade durante os 20 meses em que permaneceram enterradas em solo de campo cerrado e de cerrado.

Sementes de *Miconia albicans* são influenciadas pela qualidade e quantidade de luz. Essas sementes não germinaram na ausência da luz e, períodos diários de luz de até 60 minutos foram suficientes para que a germinação ocorresse em porcentagem satisfatória. A faixa de temperatura de 20 a 30°C promoveu as maiores porcentagens e velocidades de germinação, sem diferença significativa. Todos os fotoequilíbrios experimentados provocaram germinação, embora que, com o aumento do fotoequilíbrio, a porcentagem de germinação também aumentou. As sementes de *M. rubiginosa* mostraram baixa germinabilidade, não ficando clara sua resposta aos tratamentos fornecidos, havendo necessidade de estudos posteriores de germinação com as sementes dessa espécie, visto que os dados obtidos neste presente trabalho não são conclusivos.

Os frutos de *M. albicans* e *M. rubiginosa* são dispersos tanto autocórica como zoocoricamente, e sementes fisiologicamente maduras são encontradas, mesmo quando os frutos ainda são considerados imaturos. Isso pode significar uma estratégia de dispersão, cuja chance de germinação e estabelecimento de uma nova planta são aumentadas uma vez que frutos de diferentes colorações podem atrair diferentes dispersores. Os frutos maduros não permanecem muito tempo presos à planta e, ao caírem no solo, podem liberar as sementes que só estarão aptas a germinar quando livres da presença dos inibidores. Essas sementes podem ser armazenadas sob baixas temperaturas, e exibem um grande potencial para formarem um banco de sementes permanente em solo de cerrado, até que condições ambientais favoráveis, tais como altas irradiâncias e variações de temperatura, facilitem a germinação e o recrutamento de plântulas, o que evidencia a importância das Melastomataceae na regeneração natural do cerrado.