



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO, SOBREVIVÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Styrax camporum* Pohl. (STYRACACEAE)**

EDSON SIMÃO

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Biologia Vegetal).

Rio Claro

Estado de São Paulo - Brasil

Março de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO, SOBREVIVÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Styrax camporum* Pohl. (STYRACACEAE)**

EDSON SIMÃO

Orientador: PROF. DR. MASSANORI TAKAKI

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Biologia Vegetal).

Rio Claro

Estado de São Paulo - Brasil

Março de 2009

**Aos meus pais, Sebastião e Guiomar, à Adriana e meus irmãos,
com todo carinho, dedico.**

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e

Aos meus pais, Sebastião e Guiomar, e meus irmãos por todo amor, carinho, apoio, incentivo e compreensão pelos momentos ausentes.

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

À Capes e Fapesp pelas bolsas de estudo concedida.

Aos professores do departamento de Botânica, pelo ensinamento.

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

A Adriana, por todo amor, carinho, companheirismo, amizade, incentivo e colaboração para o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Fotomorfogênese de plantas pela colaboração e agradável convivência.

A Ângela, pela amizade, por tantas ajudas e colaboração para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gustavo, pelas valiosas dicas e colaboração para a estruturação do projeto de pesquisa e seu desenvolvimento.

Ao Mineiro, pelas ajudas na montagem de experimentos de campo e laboratório.

Aos amigos da pós-graduação, em especial, aqueles que me acolheram em Rio Claro, Aloysio, Tutti, Renata, Rita, Úrsulla, Fábio e a todos que de alguma forma contribuíram para elaboração desta tese.

Muito obrigado!

RESUMO

Aspectos ecofisiológicos da germinação, sobrevivência e desenvolvimento inicial de *Styrax camporum* pohl. (Styracaceae)

As metodologias propostas nos programas de recuperação de áreas degradadas têm demonstrado que uma das grandes dificuldades encontradas na recomposição de determinadas formações vegetais, é a falta de conhecimento das características adaptativas de cada espécie. Neste contexto, o objetivo do estudo foi conhecer os aspectos ecofisiológicos da germinação, sobrevivência e desenvolvimento inicial de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) sob diferentes condições hídricas e de solo, em condições controladas e no ambiente natural. Para tanto, foram avaliados em laboratório: influência do estresse hídrico, temperatura e luz sobre a germinação, sobrevivência e desenvolvimento inicial de *S. camporum*; tamanho das sementes; temperaturas constantes de 10 a 45 °C com intervalo de 5 °C; diferentes condições de luz; estresse hídrico (variações do potencial de água em três temperaturas a 20, 25 e 30 °C); efeito da condição de luz, substrato e conteúdo de água no desenvolvimento inicial. Em campo, foram avaliadas: emergência; simulação de um banco de sementes; sobrevivência e desenvolvimento de mudas plantadas sob um gradiente de luz e umidade. A faixa ótima de temperatura para germinação de sementes foi de 25 a 30 °C, sobre o substrato vermiculita. As sementes da espécie foram insensíveis a luz branca embora sob baixa razão V/VE a porcentagem de germinação foi menor. A heterogeneidade de tamanho das sementes não resultou em diferenças na porcentagem final de germinação. As sementes de *S. camporum* apresentaram redução significativa da porcentagem de germinação sob baixo potencial de água. Os resultados indicam que a sazonalidade hídrica do solo influencia a germinação e desenvolvimento inicial das plantas, assim como a termoperiodicidade durante a estação seca aumenta o sincronismo e velocidade de germinação. As sementes da espécie estudada formam o banco de sementes temporário. A germinação e desenvolvimento de plântulas da espécie em campo estão sincronizados aos períodos em que as condições de luz, temperatura e umidade do solo foram favoráveis. Na condição de luz, as plântulas apresentaram maior crescimento e sobrevivência do que no ambiente sombreado. A condição de sombreamento quando contínua promoveu menores ganhos de biomassa tanto de

parte aérea como de raiz. O ganho de biomassa seca foi ainda menor quando a disponibilidade de água também foi limitada. Na condição de campo a espécie apresentou tendência de maior desenvolvimento no ambiente menos sombreado (cerrado). Os resultados de campo e casa de vegetação demonstraram que o sombreamento e a limitação hídrica restringem o desenvolvimento da espécie. O estabelecimento e desenvolvimento de plântulas e mudas da espécie foram diferenciados entre os micro-ambientes estudados, principalmente em função da condição de umidade e luz. Assim, as características apresentadas por *S. camporum* confirmam que a espécie apresenta-se adaptada ao cerrado (s.s.) com características reprodutivas e vegetativas de crescimento sincronizado com as mudanças sazonais ocorrentes neste ambiente. A espécie apresenta características ecofisiológicas desejáveis para as etapas iniciais de ocupação de uma área a ser reflorestada.

Palavras-chave: desenvolvimento inicial, germinação de sementes, *Styrax camporum*, Styracaceae.

ABSTRACT

Ecophysiological aspects of germination, survival, and initial development of *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae)

The methods proposed for programs of recovery of degraded areas indicated that the main difficulty is the lack of knowledge regarding adaptive characteristics of each species. In this context, the objective of the study was to analyse the ecophysiological aspects of germination, survival, and initial development of *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) under different water and soil conditions in laboratory as well as in natural environments. In the laboratory we studied the influence of temperature, light, and water stress on germination, survival, and initial development of *S. camporum*; size of seeds; constant temperatures of 10 to 45°C with 5 °C intervals; different light conditions; water stress (at three temperatures, 20, 25, and 30°C); effect of light conditions, substrate, and water content on the initial development. In the field we evaluated the emergence; simulation of a seed bank; survival and development of seedlings planted over a range of light and humidity conditions. The optimal temperature range for seed germination was between 25 and 30°C. The seeds of the species were light insensitive, although under low V:VE ratio, the percentage of germination decreased. The heterogeneity of seed size did not result in differences in the final percentage of seed germination. The *S. camporum* seeds showed significant decrease in percentage of germination under conditions of low water potential. The results indicate that the seasonality of the water in the soil influences the germination and initial development of the plants, and the thermo-periodicity during the dry season increases the synchronism and germination rate. The seeds of *S. camporum* form the temporary seed bank. The germination and development of the seedlings of the species in the field are synchronized with the periods in which light, temperature, and water conditions of the soil are suitable. The seedlings showed greater growth and survival under conditions of light than in shade environments. When continuous, shade conditions promoted greater biomass gains of the aerial part as well as the root. The gain in dry biomass was even greater when the availability of water was also limited. Under field conditions, the species showed a tendency for greater development in less shade environments (savannah). Results from the field and from greenhouse showed that shade and water limitation restrict the development of the species. The establishment

and development of the seedlings of the species differed among the micro-environments studied, mainly as a function of conditions of light and humidity. Thus, the characteristics presented by *S. camporum* suggest that the species is well-adapted to the cerrado (s.s.) with reproductive and vegetative characteristics of growth that are synchronized with the seasonal changes occurring in this environment. The species presents desirable eco-physiological characteristics for the initial stages of occupation of an area that will be reforested.

Key words: initial development, seed-germination, *Styrax camporum*, and Styracaceae.

ÍNDICE

	página
DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA	01
Características dos ambientes avaliados no campo	03
Cerrado (s.l.).....	03
Floresta paludosa (mata de brejo).....	05
Informações da espécie	06
Características gerais dos temas estudados	08
Germinação de sementes.....	08
Efeito da temperatura	10
Efeito da luz.....	11
Disponibilidade de água e substrato.....	12
Banco de sementes no solo.....	14
Estabelecimento de plântulas.....	16
HIPÓTESE E OBJETIVOS DO ESTUDO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
Colheita e manutenção do material vegetal.....	19
Área de estudo.....	19
Procedimentos experimentais	20
a) Influência do substrato.....	21
b) Efeito do tamanho da semente.....	22
c) Efeito da temperatura e luz.....	22
d) Efeito do estresse hídrico.....	23
e) Banco de sementes.....	24
Procedimento adotado para experimentos de germinação	26
f) Desenvolvimento de mudas em condições controladas.....	27
g) Sobrevivência e desenvolvimento de mudas no campo.....	30
h) Germinação em campo.....	31
i) Análise dos resultados.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
a) Efeito do substrato.....	34
b) Efeito do tamanho da semente.....	40
c) Efeito da temperatura e luz.....	43
d) Efeito do estresse hídrico.....	52
e) Banco de sementes.....	55
f) Desenvolvimento no campo (plântulas).....	66
g) Desenvolvimento no campo (mudas plantadas)	70
h) Desenvolvimento inicial (casa de vegetação).....	72
CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	91

INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

Nas diferentes fitofisionomias, as plantas estão sujeitas às variações climáticas e edáficas que impõem diferentes formas de estresse, levando à seleção de indivíduos adaptados ao ambiente. Entre as formas de estresse, a falta de água tem sido a força seletiva mais pronunciada na evolução das plantas terrestres, sendo a distribuição espacial e produtividade dependentes da habilidade das mesmas em lidarem com o déficit hídrico (Hanson & Hitz, 1982). Em igual condição de fertilidade do solo, os gradientes de luz e de umidade são os principais determinantes da distribuição espacial das espécies (Walter, 1995).

Além das questões hídricas, a luminosidade afeta vários processos fisiológicos nas plantas como a germinação, o estabelecimento de plântulas, o desenvolvimento da maquinaria bioquímica e fotoquímica, a arquitetura das plantas, o florescimento, a tuberização, a dormência, a resposta de competição entre indivíduos próximos e a redistribuição de fotoassimilados nos diferentes órgãos (Smith, 2000).

A temperatura é outro fator de importância para as diversas atividades metabólicas nas plantas, sendo fundamental no processo de germinação de sementes de espécies tropicais (Barrera & Nobel, 2003). As constantes alternâncias de temperatura causadas pela abertura de clareiras em dossel fechado na floresta ou em áreas abertas (como nos cerrados) são fundamentais para a germinação e estabelecimento de várias espécies subtropicais e mesmo tropicais (Souza-Silva et al., 2001).

A identificação e a compreensão dos padrões ecofisiológicos da germinação, sobrevivência e desenvolvimento inicial e a sua relação com o estresse hídrico, abordando diferentes fisionomias vegetais são importantes para se obter uma visão sistêmica do comportamento das espécies em seu local de ocorrência, preconizando o sucesso, no caso do estabelecimento em áreas naturais e repovoamento de áreas degradadas (Souza-Silva et al., 2001).

A preservação e a restauração de formações florestais degradadas demandam novos estudos sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais, tanto preservadas como em diferentes graus e tipos de degradação, o que proporciona melhor orientação dos programas de repovoamentos de áreas deflorestadas. Esses programas deixaram de ser mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes que objetivavam a

reintrodução de espécies arbóreas numa dada área, para assumir a tarefa de reconstrução das complexas interações da comunidade (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

Ao longo dos anos, o efeito da degradação ambiental tem provocado a desestabilização do clima, acentuado pelo aquecimento global, fato que tem preocupado não só a comunidade científica mundial, mas a maioria dos povos. Entretanto, a recomposição de ecossistemas desflorestados demanda o desenvolvimento de tecnologias de produção de sementes e de mudas nativas, métodos de colheita, beneficiamento e armazenamento, entendimento dos mecanismos de dormência e germinação de sementes (Zamith & Scarano, 2004).

O conhecimento das características ecofisiológicas das espécies, quanto à germinação, emergência, sobrevivência, e desenvolvimento também são essenciais no processo de recomposição de ecossistemas. Segundo Rodrigues & Nave (2001) a falta de estudos desta natureza é apontada como uma das principais causas do uso de um número restrito de espécies florestais nativas regionais, em programas de recuperação de áreas degradadas.

A padronização de critérios, conceitos ou mesmo métodos nos estudos de vegetação acarretam maior segurança na indicação de determinadas espécies para quaisquer tipos de ambiente. Adicionalmente, evidencia-se que novos estudos ainda são necessários e devem incluir aspectos de ecofisiologia de cada espécie, associado aos padrões de ocupação detectados nas diferentes fisionomias vegetais.

A degradação e a fragmentação dos remanescentes de mata nativa representam o cenário atual da cobertura vegetal do Estado de São Paulo. A devastação florestal associada à descaracterização dos solos pelas atividades agrícolas altera as características microclimáticas e edáficas dos solos, exercendo, desta forma, pressão seletiva para espécies de menor capacidade adaptativa e de competição.

Sendo fundamental o conhecimento da dinâmica das espécies nas diferentes formações vegetais para permitir o desenvolvimento de metodologias adequadas para manejar, recuperar os processos ecológicos e preservar os remanescentes de mata nativa. A partir dessas considerações e na tentativa de gerar conhecimentos sobre as características adaptativas de espécies florestais a diferentes condições microclimáticas e edáficas, este estudo teve como objetivo conhecer os aspectos

ecofisiológicos da germinação, sobrevivência e desenvolvimento inicial de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) sob diferentes condições hídricas, em condições controladas e no ambiente natural.

A espécie apresenta ampla distribuição em áreas de cerrado sendo representativa em áreas de Cerrado s.s. com alto valor de importância (VI). Já para áreas mais fechadas como no Cerradão o VI torna-se baixo. Teixeira et al. (2004) observou VI de 21,86 em uma área de Cerrado s.s. de Patrocínio Paulista, enquanto que Pereira-Silva et al. (2004) relatou um VI de 1,16 para uma área de Cerradão em Luís Antônio (Estado de São Paulo).

CARACTERÍSTICAS DOS AMBIENTES AVALIADOS NO CAMPO

CERRADO (s.l.)

O cerrado é bioma apontado como o grande detentor de diversidade biológica, sendo a formação savânica com maior diversidade do mundo, especialmente quando se considera as espécies lenhosas (Guarim Neto & Morais, 2003). São atribuídos ao bioma 6.617 táxons nativos, distribuídos em 1.140 gêneros e 170 famílias (Mendonça et al., 1998). No trabalho de Guarim Neto & Morais (2003) foram relatados mais 11 novos táxons.

Tamanha riqueza é ameaçada pela grande redução de sua área original (Ratter et al., 1997, 2003; Kaplan et al., 1994; Klink & Machado, 2005; Aquino & Miranda, 2008; Klink et al. 2008) com apenas 2,5 % de sua extensão protegida por lei. Mesmo em áreas protegidas, essa fisionomia vem sofrendo transformações devido à retirada dos fatores de degradação.

Em regiões onde as intervenções antrópicas foram suprimidas ou diminuídas especialmente a ausência do fogo, as áreas de savanas tem apresentado sucessão secundária manifestada pelo aumento na cobertura e densidade da vegetação e um enriquecimento da composição florística pela imigração de espécies sensíveis ao efeito do fogo (Pinheiro & Monteiro, 2006).

Quando os fatores de degradação, principalmente o fogo, não são suprimidos ocorre o processo inverso, pois as plantas sensíveis ao fogo acabam sendo eliminadas ou tornam-se menos competitivas no ambiente. O efeito de repetidas queimadas exerce uma pronunciada influência no complexo vegetacional. Em locais mais severamente atingidos pelo fogo, é mais comum o aparecimento de árvores

esparsas e vegetação arbustiva e herbácea, principalmente gramíneas (Pinheiro & Monterio, 2006).

A ocupação do cerrado por espécies florestais influencia os diferentes fatores bióticos, tais como, a disponibilidade de água (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger, 1984), umidade, condições edáficas e nutricionais (Durigan et al., 2003) e luminosidade, e estes fatores influenciam a composição florística nestas áreas (Pinheiro & Monterio, 2006).

Os processos que envolvem a reprodução, distribuição e manutenção das espécies vegetais são complexos. Segundo Rizzini (1979) a distribuição das espécies nos diferentes habitats é influenciada pelo clima e por fatores edáficos.

O déficit hídrico sazonal pode exercer um efeito mais pronunciado em plântulas e indivíduos jovens, principalmente em áreas de cerrado, cujos sistemas radiculares apresentam-se expostos à escassez de água do solo, característica da época seca (Kanegae et al., 2000). O crescimento rápido e o desenvolvimento de órgãos de reserva são algumas formas de garantir a sobrevivência durante o período de seca (Labouriau et al., 1963).

Os fatores luz, água, temperatura e condições edáficas são alguns dos elementos do ambiente que influenciam o desenvolvimento da vegetação, e o suprimento inadequado de um desses fatores pode reduzir o vigor da planta e limitar seu desenvolvimento (Felfili et al. 1999).

Desses fatores, a luz considerando a sua intensidade e a qualidade, é vital para o crescimento das plantas, por influenciar os vários processos fisiológicos nos vegetais (Smith, 2000).

Em relação à umidade, nos solos de cerrado, a escassez de água superficial é comum e ocorre em maior intensidade durante a estação seca (quatro a seis meses), enquanto as camadas mais profundas permanecem úmidas (Nordoto et al., 1998; Jackson et al., 1999). Entretanto, as condições microclimáticas tendem a ser mais favoráveis no interior do Cerradão que possui vegetação mais densa do que no cerrado (*s.s.*), com baixa irradiância e alta umidade (Eiten, 1972). Nas áreas ciliares, ao contrário do cerrado, a disponibilidade de água é variável em função da topografia e estrutura do solo, sendo consideradas áreas de transição quanto às propriedades do solo e também quanto ao gradiente de umidade (Oliveira Filho, et al. 1994).

As espécies lenhosas apresentam recrutamento de plântulas no início da estação chuvosa e algumas espécies apresentam plântulas com adaptações fisiológicas e morfológicas para enfrentar períodos de escassez de água no solo. Dentre as adaptações estão o desenvolvimento rápido da raiz principal e o desenvolvimento de raízes tuberosas com fibras gelatinosas, capazes de armazenar água e amido (Barbosa, 2003). Também é comum plântulas com estruturas de reserva como xilopódios (Rizzini, 1975).

FLORESTA PALUDOSA (mata de brejo)

Nas florestas tropicais úmidas, como as florestas paludosas interioranas ocorrem grande densidade de indivíduos e variação na diversidade de espécies (Teixeira & Assis, 2005, Teixeira et al., 2008), os quais geram interações biológicas do tipo predação e competição, e respostas das plantas ao ambiente, quanto à luminosidade, temperatura e umidade. Esses fatores isolados ou associados a outros, constantemente, promovem alterações no habitat das plantas e leva à formação de microhabitats específicos neste ambiente. A alteração de um fator pode promover uma série de mudanças nos demais componentes integrantes do ambiente (Fantini & Gurries, 2007). A sazonalidade das chuvas, por exemplo, promovem alterações na dinâmica da água no solo, principalmente em áreas sujeitas à inundação temporária ou que permanece saturada de água (Oliveira-Filho & Ratter, 1995).

Essa transição entre períodos de pouca e muita chuva promove mudanças em nível de micro ambiente, que são percebidas pelas espécies vegetais. Assim, as mesmas desenvolveram mecanismos para adequar-se aos ambientes específicos e explorar determinados ambientes inóspitos. Nessa linha, as características reprodutivas tais como, produção de flores, frutos e sementes, germinação (a qual tende a mudar com as características do habitat de formação das mesmas) e os processos seguintes de desenvolvimento e estabelecimento dos indivíduos (Pizo & Simão, 2001, Gomes et al., 2006) são determinantes.

A saturação hídrica do solo nas áreas ciliares teve, ao longo do processo evolutivo, caráter fortemente seletivo (Lobo & Joly, 2000). Os constantes alagamentos nas áreas de influência das matas ciliares são um dos principais fatores de seleção das espécies que desenvolvem estratégias adaptativas para estes ecossistemas (Pinto et al., 2005).

O alagamento elimina os espaços de ar do solo, limitando as trocas gasosas e formando um ambiente hipóxico ou anóxico. Como a difusibilidade de O₂ no meio aquoso é menor que no ar (Lawlor, 2001), apenas poucos milímetros da superfície do solo conseguem manter um ambiente aeróbico (Lobo & Joly, 2000). Esta característica define a distribuição espacial das espécies ao longo do gradiente perpendicular ao rio, bem como a composição e a estrutura da vegetação, uma vez que influencia significativamente os processos de germinação, sobrevivência, crescimento e desenvolvimento das plantas (Lobo & Joly, 1996).

INFORMAÇÕES DA ESPÉCIE

Styrax camporum Pohl. (Styracaceae) (figura 1) apresenta alto valor de importância em áreas de cerrado (Teixeira et al., 2004), onde a disponibilidade hídrica nas camadas superficiais do solo é restrita a determinadas épocas do ano (sazonalidade). A espécie distribui-se quase que exclusivamente em cerrados (Nakajima & Monteiro, 1986), embora seja considerada por alguns autores como espécie acessória da flora do cerrado, isto é, proveniente de outras formações vegetais (Rizzini, 1963; Heringer et al., 1977). Segundo Nakajima & Monteiro (1986) os vários trabalhos publicados com levantamentos florísticos de matas adjacentes a áreas de cerrado não citam *S. camporum* em suas listagens de espécies. De acordo com Ribeiro & Walter (2001) *S. camporum* é indiferente aos níveis de inundação do solo que ocorrem em matas de galeria.

A espécie é rústica e adaptada ao crescimento em áreas abertas sendo conhecida pela população brasileira como benjoeiro (Lorenzi, 1992). Apresenta distribuição geográfica restrita, e é encontrada nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná (Lorenzi, 1992). A floração ocorre de setembro a outubro e os frutos amadurecem a partir do final de agosto até o início de outubro (Lorenzi, 1992) e são dispersos por pássaros (Oliveira & Paula, 2001).

Styracaceae possui três centros principais de distribuição geográficas: a região neotropical, o sudeste asiático (incluindo Malásia) e a região mediterrânea e inclui aproximadamente 10 gêneros e 150 espécies. No Brasil, ocorrem dois gêneros (*Styrax* e *Pamphilia*) e cerca de 20 espécies. A maioria das espécies nativas de *Styrax* ocorre em áreas de cerrado, sendo *S. ferrugineus* e *S. camporum* duas das espécies mais comuns neste ecossistema. Nas matas ciliares, *Styrax pohlii* passa a ser mais comum (Souza & Lorenzi, 2005).

A família é bastante conhecida pela produção de resinas balsâmicas, cujo nome genérico é benjoin. Na indústria, esta resina é a principal matéria prima para a obtenção do ácido benzóico. Na medicina tradicional, devido às suas propriedades expectorantes, é utilizada como coadjuvante para inalação das vias respiratórias (Pauletti et al., 2002). Algumas espécies do gênero *Styrax* apresentam propriedades químicas de atividade antitumoral como observado em *S. ferrugineus* (Pauletti et al., 2000) e *S. camporum* (Pauletti et al., 2002). Estas características associadas à importância ecológica das espécies na dinâmica das formações naturais e a necessidade de restabelecer e recuperar áreas degradadas promovem o interesse por diversos estudos.



Figura 1 – Detalhe da folha e flor de *Styrax camporum*.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS TEMAS ESTUDADOS

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

O processo de germinação de sementes é modulado por uma série de fatores, tais como luz (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993; Smith, 2000; Simão et al., 2007), substrato (Barbosa et al., 1985), tamanho da semente (Foster, 1986; Moles & Westoby, 2004) tipo de reserva da semente (Rodrigues & Leite, 2004) umidade (Fenner & Thompson, 2005, Cardoso, 2008), temperatura (Labouriau & Agudo, 1987, Sugahara & Takaki, 2004), forma de vida (Flores & Briones, 2001; Benitez-Rodriguez et al., 2004; Simão et al., 2007) local de ocorrência (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1990; Ranieri et al., 2003), características ecológicas de cada espécie (Bradbeer, 1988) como por exemplo, época de dispersão (Oliveira, 1998) e morfologia da semente (Baskin & Baskin, 1998).

A germinação é uma seqüência de eventos que abrange a embebição de água, rápido aumento na atividade respiratória, ativação de genes e síntese de inúmeras enzimas, mobilização de nutrientes de reserva e início do desenvolvimento do embrião e, é inteiramente marcada pela ruptura do tegumento e emissão da plúmula ou raiz principal (Fenner & Thompson, 2005). O processo está completo quando a nutrição da plântula não mais depende dos materiais de reservas da semente e ao mesmo tempo realiza fotossíntese. Neste momento, a raiz está firmemente presa ao solo, os cotilédones estão desenvolvidos e a plântula já atingiu o estado de independência (Larcher, 2006).

No entanto, em alguns casos, mesmo com todas as condições favoráveis, a semente viável não germina e denominamos que a semente é dormente (Cardoso, 2004). Nestas, uma variedade de influências pode ser efetiva para promover a germinação, como a exposição à luz para sementes de espécies pioneiras (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993; Cardoso, 2008), escarificação para sementes de tegumento impermeável à água (Biagioni & Godoy, 2005), lavagem de substâncias solúveis e inibitórias e de sais contidos no fruto e no tegumento da semente (geralmente por longos períodos de chuvas intensas), ação de microorganismos ou do trato digestivo de animais dispersores de sementes (Larcher, 2006), amplitude e flutuações de temperaturas (Bazzaz & Pickett, 1980; Válio & Scarpa, 2001; Sugahara & Takaki, 2004) e aplicação exógena de hormônios

vegetais (Rodrigues & Leite, 2004), tais como: giberelinas, citocininas (Picolotto et al., 2007) e etileno (Nascimento & Cantliffe, 2000).

Dessa forma, os requisitos para a germinação ocorrer estão relacionados à forma de vida de cada espécie, ao ambiente onde está estabelecida (Flores & Briones, 2001), à distribuição geográfica ou origem filogenética da espécie (Benitez-Rodriguez et al., 2004), às características da semente (Orozco-Segovia et al., 1993; Baskin & Baskin, 1998; Pearson et al., 2003) e ao histórico de vida da mesma e da própria planta genitora (Ranieri et al., 2003).

Os estudos que buscam a identificação das características ecofisiológicas de germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies florestais demonstram uma grande diversidade e complexidade de respostas em relação aos fatores ambientais, principalmente luz, temperatura e umidade, especialmente, em área de cerrado (Simão et al. 2007; Barbosa et al. 1999; Kanegae et al., 2000; Ramos et al., 2004).

Esses fatores podem ser determinantes para as características bióticas e abióticas de um habitat específico e exercer influência direta nas respostas de germinação. O tipo de vegetação ou formação florestal modulam a ação e os efeitos dos fatores ambientais, assim como, as características das espécies (forma de vida, fenologia, morfologia da semente e síndrome de dispersão, germinação, desenvolvimento e estabelecimento) que compõem a comunidade vegetal também o são.

Dessa forma, o habitat associado à forma de vida influencia na morfologia e época de dispersão de sementes, bem como as características peculiares de cada espécie, como as necessidades para germinação e o estabelecimento de plântulas (Thompson & Grime, 1979; Bradbeer, 1988; Garwood, 1989; Oliveira, 1998; Baskin & Baskin, 1998; Barbosa et al., 1999; Ranieri et al., 2003; Roh et al., 2004; Lenza & Klink, 2006; Silva et al., 2007).

Sabe-se que os gradientes de luz e de umidade são os principais determinantes da distribuição espacial das espécies em igual condição de fertilidade do solo (Walter, 1995). Dessa forma, o tipo de solo ou substrato sobre o qual a semente foi dispersa, juntamente com as características morfofisiológicas da mesma, tornam-se fundamentais tanto para o processo de germinação como para o estabelecimento da plântula em resposta aos fatores ambientais.

EFEITO DA TEMPERATURA

A temperatura apresenta destacada importância na germinação de sementes de espécies tropicais (Barrera & Nobel, 2003), principalmente no ambiente cerrado, onde a flutuação da temperatura é acentuada (Eiten, 1972).

As constantes alternâncias de temperatura causadas pela abertura de clareiras em dossel fechado na floresta (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1982) ou em áreas abertas sujeitas a grande variação de temperatura e de irradiância como ocorre em áreas de cerrado (Eiten, 1972) são fundamentais para a germinação e estabelecimento de várias espécies subtropicais e tropicais (Raich, 1990; Souza-Silva et al., 2001).

Em climas sazonais, a temperatura é um bom indicador da época do ano e, portanto, implica em forte determinação do tempo de germinação (Fenner & Thompson, 2005). Ainda segundo o mesmo autor, para muitas espécies, a germinação é reduzida ou não ocorre totalmente em temperaturas constantes sendo aumentada pelo número e amplitude de flutuações da temperatura.

A interação entre as necessidades de luz e alternância de temperaturas varia entre as espécies vegetais, em algumas espécies a alternância de temperaturas pode substituir inteiramente a sensibilidade das sementes à luz enquanto que em outros casos o efeito da luz é meramente reduzido pela amplitude de alternância de temperatura necessária para estimular a germinação ou a quebra de dormência (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1982; Válio & Scarpa, 2001; Sugahara & Takaki, 2004; Fenner & Thompson, 2005; Cardoso, 2008).

A temperatura afeta a velocidade da germinação por influenciar a velocidade das atividades metabólicas (Bawley & Black, 1994) e potencializa a germinação de sementes. Além disso, está associada à quebra de dormência de sementes (Baskin & Baskin, 1998; Fenner & Thompson, 2005; Cardoso, 2008) agindo como um sinalizador das condições do ambiente.

Sementes que respondem a alterações de temperatura são, em geral, espécies pioneiras do estrato arbóreo e podem permanecer no banco de sementes até que um choque térmico ocasionado pela flutuação de temperatura promova a superação da dormência (Sousa-Silva et al. 2001). Assim, a flutuação de temperatura associada aos gradientes de luz e umidade são os principais determinantes da germinação ou dormência de sementes (Sousa-Silva et al. 2001; Válio & Scarpa, 2001; Fenner & Thompson, 2005; Cardoso, 2008).

A flutuação de temperatura é alterada pela abertura de clareiras, sendo esse evento fundamental para a germinação de sementes de espécies pioneiras (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1982), que geralmente dependem de luz para germinar. Outras espécies dependem da alternância de temperaturas para quebra de dormência e início do processo de germinação (Cardoso, 2008). A flutuação da temperatura é intensificada pela abertura do dossel (Souza-Silva et al., 2001) ou por áreas de vegetação menos densa, como nos cerrados. Para algumas espécies, pequenas variações na temperatura são capazes de promover a germinação, como observado em *Psidium guajava* (Sugahara & Takaki, 2004) enquanto que para outras, é necessária a alternância diária superior a 10°C (Vazquez-Yanes, 1980).

EFEITO DA LUZ

As sementes que permanecem viáveis no solo no banco de sementes geralmente são pequenas e fotoblásticas positivas (Orozco-Segovia et al., 1993). A luz é um dos principais fatores controladores da germinação de sementes, sendo um sinalizador para a quebra de dormência. O fotorreceptor de luz nas sementes é o fitocromo, cuja composição é variada (PhyA, PhyB, PhyC, PhyD e PhyE). Este pigmento monitora os sinais ambientais de luz controlando a germinação de sementes através da fotoconversão entre as formas ativa (F_{ve}) e inativa (F_v) de acordo com a fluência e qualidade da luz percebida (Takaki, 2001).

As respostas das sementes à luz podem controlar o momento da germinação, sendo fator decisivo para a sobrevivência da plântula. O efeito da luz na semente depende do genótipo e dos fatores ambientais durante a ontogênese da mesma, características que podem induzir dormência ou promover a germinação (Válio & Scarpa, 2001).

A irradiância e principalmente a qualidade da luz que chega ao solo sob o dossel é alterada pelas propriedades ópticas das folhas (Lee et al., 1996), alterando a razão das radiações na faixa do vermelho e do vermelho extremo (V:VE). O fato das clorofilas absorverem luz mais do espectro vermelho que vermelho extremo faz com que a luz filtrada pela copa das árvores possua baixa razão V:VE (Kronenberg & Kendrick, 1986), dependendo do tipo de cobertura vegetal e da densidade das copas.

Dessa forma, a abertura de clareiras tende a alterar a razão V:VE (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1986) da luz incidente. Assim, somente quando clareiras

são formadas nas coberturas vegetais as sementes sensíveis à luz podem germinar pela alta razão V:VE estabelecida pela luz solar direta (Frankland & Poo, 1980).

Para algumas espécies, as variações do ambiente não influenciam diretamente a germinação, mas a sobrevivência da plântula (Braz et al., 2000; Kanegae et al., 2000; Franco, 2002; Barbosa et al., 1999; Rimer & Mccue, 2005, Ramírez-Padilla & Valverde, 2005; Silva et al., 2007) principalmente em ambiente com marcada sazonalidade hídrica do solo (Franco, 2002) como no cerrado. Assim, a alta sensibilidade das espécies às condições externas, por meio de mecanismos de retro-resposta, pode resultar em melhor percepção do ambiente, e, deste modo, a semente germina quando as probabilidades de sobrevivência das plântulas são realmente altas (Ramírez-Padilla & Valverde, 2005).

DISPONIBILIDADE DE ÁGUA E SUBSTRATO

A primeira condição para que ocorra a germinação de uma semente viável quiescente é a disponibilidade de água para reidratação dos tecidos. A umidade do solo na capacidade de campo geralmente fornece condições adequadas para o processo de germinação (Malavasi, 1988). Os eventos de germinação podem iniciar-se sob um ponto ótimo de umidade ou mesmo em condições de alta umidade. Sob condições inadequadas de umidade a germinação não se completa (Malavasi, 1988), entretanto, em alguns casos, a germinação pode ocorrer mesmo sob baixa disponibilidade de água. Dessa forma, a umidade do substrato necessária para iniciar um evento de germinação pode variar de espécie para espécie e com as características do substrato sob o qual as sementes foram dispersas (Andrade et al., 2000). As características morfológicas e fisiológicas das sementes associadas à temperatura e disponibilidade de água no substrato controlam a entrada de água e a velocidade de embebição de sementes (Malavasi, 1988).

O excesso de umidade pode afetar a disponibilidade de oxigênio, cuja concentração reduzida a valores inferiores ao que existe no ar atmosférico (20%), leva ao retardamento ou restrição da germinação na maioria das espécies. Estas condições, geralmente, são encontradas em meios excessivamente úmidos, quantidade e proximidade de sementes ou outras condições que limitam o suprimento de oxigênio. Além de restringir a germinação, o excesso de umidade pode provocar a lixiviação dos componentes solúveis e favorecer o crescimento de

microorganismos que podem danificar as sementes (Malavasi, 1988) tornando-as inviáveis.

Os efeitos da disponibilidade de água são estreitamente correlacionados com o substrato, sob o qual a semente foi dispersa ou quando submetidas a testes de germinação. Desse modo, algumas características do substrato devem ser observadas como: aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e o grau de infestação de patógenos (Popiningis, 1985), que tendem a variar de um substrato para outro.

Em condições de laboratório os substratos mais utilizados e recomendados para a germinação de espécies florestais são: papel filtro, vermiculita e areia. Em função do tamanho e forma da semente e da temperatura a eficiência desses substratos é variável (Figliolia et al., 1993; Silva & Aguiar, 2004; Andrade et al., 2000).

Silva & Aguiar (2004) discutiram as vantagens e desvantagens do uso de diferentes substrato para o teste de germinação de *Cnidoscopus phyllacanthus*. Os autores relataram que o papel filtro apresenta menor capacidade de retenção de água, sendo necessário reumedecê-lo durante o teste de germinação quase que diariamente, além de favorecer o desenvolvimento de fungos. A areia apesar de apresentar bons resultados de germinação, apresenta o inconveniente de drenar excessivamente a água, ficando a parte superior ressecada. Já a vermiculita além de apresentar bons resultados é de fácil manuseio, inorgânica, neutra, leve e com boa capacidade de absorção e retenção de água.

É desejável, portanto, que o substrato mantenha condições adequadas de umidade e aeração evitando-se o excesso de água, o qual pode impedir a entrada e absorção de oxigênio (Figliolia et al. 1993), retardando a germinação ou mesmo provocando a morte do embrião. Da mesma forma o substrato deve se adequar às características da semente (Figliolia et al. 1993).

Sementes grandes permitem fácil visualização e acompanhamento em diferentes substratos, como vermiculita e areia e o próprio solo do local de ocorrência da espécie, sob condições experimentais. Para sementes pequenas como de *Tibouchina mutabilis* (Melastomataceae) o monitoramento dos eventos de germinação é facilitado pelo uso de papel filtro, que também favorece a germinação (Simão & Takaki, 2008), devido à exposição direta das sementes à luz. Este

substrato é ideal para sementes pequenas, fotoblásticas positivas e de germinação rápida como *Hylocereus setaceus* (Cactaceae) (Simão et al., 2007).

BANCO DE SEMENTES NO SOLO

As sementes quando dispersas apresentam-se geralmente em dois estados, quiescente ou dormente. O primeiro é caracterizado pela pronta germinação ao receber condições favoráveis à germinação e o último, é quando as sementes são dispersas com alguma restrição a germinação. Esse bloqueio pode ser interno ou externo a semente, necessitando de condições específicas para iniciar o processo de germinação (Cardoso, 2008).

Dessa forma, parte da safra de sementes produzidas em um dado ano permanece viável no solo (dormentes) à espera de um estímulo ambiental para a quebra da dormência (Labouriau, 1983; Cardoso, 2008). A manutenção desse estoque de sementes é controlada pela saída de sementes, seja por germinação ou predação e a entrada de sementes dada pela chuva de sementes (Garwood, 1989; Hyatt & Casper, 2000). Anualmente, nas comunidades vegetais ou áreas próximas ocorre intensa chuva de sementes (de inúmeras espécies) as quais podem ou não germinar ao atingir o substrato, permanecendo quiescente ou dormente (Cardoso, 2008).

Sementes que permanecem viáveis no solo contribuem para a formação do banco de sementes, o qual pode ser caracterizado como permanente ou transitório (Thompson & Grime, 1979), dependendo do tempo de permanência das sementes no solo. Assim como pode ser classificado em relação à origem das sementes. Sendo denominado banco de sementes autóctone quando as sementes são oriundas de um mesmo fragmento e alóctone quando os propágulos são fornecidos por outro fragmento florestal (Garwood, 1989; Hyatt & Casper, 2000). O primeiro é mais comum em áreas em estágio inicial de sucessão e segundo mais comum em áreas em estágio avançado de regeneração (Baider et al., 2001).

A formação e manutenção do banco de sementes são variáveis nas diferentes comunidades vegetais (Csontos & Tomás, 2003). Esta variação é dependente da morfofisiologia das sementes, a qual confere respostas ecofisiológicas diferenciadas entre os grupos de plantas na sucessão ecológica. Alguns estudos relataram a predominância de sementes de espécies de estágio inicial de sucessão no banco de sementes (Baider et al., 1999), devido à fácil incorporação das mesmas ao solo e ao

menor ataque de patógenos e microorganismos (Orozco-Segovia et al., 1993). Ademais, as sementes de tamanho reduzido têm necessidades específicas para germinação, como a exigência de luz para espécies de sementes fotoblásticas positivas.

As sementes grandes, na maioria das vezes, germinam logo que dispersas ou perdem a viabilidade sob condições desfavoráveis, principalmente de umidade. Estas características estão ligadas às espécies de sementes grandes, fundamentalmente aquelas de florestas tropicais úmidas, que apresentam intolerância à dessecação e são vulneráveis ao ataque de patógenos e microorganismos (Orozco-Segovia et al., 1993).

Dessa forma, a manutenção do banco de sementes é dependente das características bióticas e abióticas do ambiente, morfológicas e fisiológicas da semente e fenologia da espécie. A época de dispersão e germinação das sementes é dependente das características do ambiente, como a disponibilidade de água, luz, temperatura e substrato sobre o qual a semente foi dispersa.

A condição favorável ou não à germinação é bem definida em áreas onde ocorre marcada sazonalidade de chuvas e com períodos longos de seca (4 a 6 meses), como no cerrado (Nordoto et al., 1989), principalmente nas camadas superficiais (Kanegae et al. 2000), onde geralmente se encontram o maior número de sementes viáveis (Sasaki et al., 1999). Assim, a capacidade de percepção dos estímulos ambientais pela semente (luz e temperatura) associada ao substrato adequado e disponibilidade de água, pode ser decisiva para a germinação de sementes presentes no banco e para o estabelecimento de plântulas nestas áreas.

No cerrado, muitas das espécies lenhosas apresentam dispersão das sementes no final da estação chuvosa e durante a estação seca (Mantovani & Martins, 1988; Lenza & Klink, 2006). Assim, as sementes passam pela estação seca e fria no solo (Nordoto et al., 1998), que proporcionam condições desfavoráveis à germinação. Neste caso, torna-se importante para essas espécies formar banco de sementes no solo (Thompson & Grime, 1979), ao menos temporário.

Nesse contexto, as características morfofisiológicas das sementes apresentam papel decisivo durante o período de espera de condições favoráveis à germinação. As sementes podem desenvolver, por exemplo, tegumento espesso para proteção mecânica do embrião e restrição da entrada de água e trocas gasosas

entre o meio interno e externo da semente; adquirir a dormência física ou mecânica (Cardoso, 2008).

Outros atributos importantes a serem considerados são: presença de compostos químicos que podem agir como inibidores da germinação (compostos fenólicos, no tegumento de sementes de *Styrax camporum* observados por Julio e Oliveira (2007)); dependência de hormônios os quais podem ter maior ou menor atividade sob diferentes temperaturas, tais como o etileno (Nascimento, 2000); dispersão das sementes com incompleto desenvolvimento do embrião, que depende de longos períodos em condições ideais após dispersão, para completar seu desenvolvimento e germinar, como observado em *Annona crassiflora* (Silva et al., 2007).

No geral, são observadas características morfológicas das sementes e interações entre formas de dormência, principalmente fisiológica, física, e morfofisiológica (Baskin & Baskin, 1998; Cardoso, 2008) fundamentais para a permanência das sementes no solo, em áreas de cerrado (Sasaki et al. 1999), sendo um caráter adaptativo para esse ambiente (Laboriau, 1983). Essa dormência relativa das sementes (Laboriau, 1983) possibilita o recrutamento de plântulas das espécies formadoras de banco de sementes, durante a estação que oferece condições favoráveis à quebra de dormência (Cardoso, 2008), germinação e estabelecimento de plântulas das espécies.

ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS

No cerrado, a maioria das espécies lenhosas apresenta recrutamento de plântulas no início da estação chuvosa, devido à liberação das sementes no ambiente durante a estação seca (Mantovani & Martins, 1988; Lenza & Klink, 2006). No entanto, algumas espécies apresentam plântulas com adaptações fisiológicas e morfológicas para enfrentar períodos de escassez de água no solo (Laboriau et al., 1963; Barbosa, 2003), principalmente nas camadas superficiais (Franco, 2002), comum em áreas de cerrado.

O cerrado apresenta duas estações bem definidas ocorrendo o período de seca de maio a setembro e o chuvoso de novembro a março (Nordoto et al., 1998). Dessa forma, as plantas jovens que não possuem um sistema radicular profundo têm que atravessar o período de seca com uma menor disponibilidade de água na rizosfera (Rocha & Moraes, 1997).

O estabelecimento de plântulas está condicionado a uma série de eventos que se inicia com a germinação das sementes, após a dispersão das mesmas. Primeiro passo para iniciar a exploração de novos habitats e determinante para a formação da população de espécies na área (Ramírez-Padilla & Valverde, 2005), no entanto, o sucesso destes eventos depende das condições ambientais, principalmente luz, temperatura e umidade.

A literatura apresenta uma série de fatores que afetam o estabelecimento, o desenvolvimento e a sobrevivência das plântulas no ambiente natural, tais como patógenos, herbivoria, estresse hídrico, danos mecânicos e competição intra e interespecífica. Adicionalmente devem ser considerados os efeitos da luz, temperatura, umidade e substrato. Pois, além das condições nutricionais do solo, estes são os principais fatores que interferem no crescimento das plântulas.

Dessa forma, o modo como às espécies respondem a estes fatores determina o sucesso ou a falha no estabelecimento de um conjunto de plântulas capazes de se desenvolver e atingir os próximos estádios do ciclo de vida (Melo et al., 2004).

HIPÓTESE E OBJETIVOS DO ESTUDO

A proposta deste estudo foi conhecer os aspectos ecofisiológicos da germinação, sobrevivência e desenvolvimento inicial de *Styrax camporum* Pohl (Styracaceae) sob diferentes condições hídricas e de solo, em condições controladas e no ambiente natural, e discutir os prováveis fatores que controlam a ocorrência e capacidade reprodutiva da espécie como subsidio ao aprimoramento de modelagem em programas de repovoamentos de áreas degradadas.

Neste contexto, o trabalho verificou a seguinte hipótese:

O estresse hídrico é o principal fator limitante na germinação e estabelecimento de *S. camporum* em áreas com diferentes sazonalidades hídricas do solo.

Diante desta hipótese, pretendeu-se responder especificamente às seguintes questões:

- a) Qual a interação entre a luz e a temperatura com o estresse hídrico na germinação das sementes desta espécie?
- b) Como os fatores luz, solo e umidade influenciam na germinação, sobrevivência, crescimento e desenvolvimento iniciais das mudas da espécie?
- c) Como estas variáveis são afetadas pelo estresse hídrico?
- d) Avaliar o comportamento ecofisiológico da espécie em relação ao banco de sementes no solo.
- e) Avaliar o comportamento inicial do estabelecimento de plântulas de *S. camporum* a partir de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, selecionou-se *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae), planta típica de cerrado, que apresenta flores pentâmeras, reunidas em inflorescências do tipo cacho, com cálice gamossépalo; corola dialipétala e alva; androceu composto de dez estames com anteras amarelas conspícuas e gineceu súpero gamocarpelar. Produz frutos carnosos, drupáceos, que atraem a avifauna (Oliveira & Paula, 2001).

Colheita e manutenção do material vegetal

As colheitas de frutos de *S. camporum* ocorreram ao longo de três anos (2006, 2007, 2008), sendo as mesmas realizadas no período de março a junho (período em que foi encontrado o maior número de frutos maduros nas áreas de colheita de sementes, diferindo da época para a fenofase relatada por Lorenzi, 1992). Com o objetivo de conservar os frutos nos pés devido ao consumo pelas aves, isolou-se inúmeros ramos com uma tela branca do tipo mosquiteiro.

Os frutos foram colhidos quando apresentavam a mudança de coloração, período que geralmente antecede o início da dispersão das sementes, evitando-se o contato do mesmo com o solo. Contemplou-se o maior número possível de plantas, sendo no mínimo 10 exemplares distribuídos ao longo de cada fragmento.

Os frutos foram processados no Laboratório de Fotomorfogênese de Plantas do Departamento de Botânica, IB, UNESP, Rio Claro-SP. Após a despoldamento e lavagem em água corrente, as sementes foram colocadas para secar na sombra, em temperatura ambiente de cerca de 25°C. As colheitas realizadas em cada ano foram homogêneas em um único lote. As sementes foram armazenadas a 10°C em frascos de vidro fechados até o momento da realização dos experimentos.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo de campo foi desenvolvido na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, na região fisiográfica denominada Depressão Periférica Paulista (22° 15'-16'S, 47°08'-12'W, altitude 680 m) (Mantovani & Martins, 1993). O clima da região foi caracterizado como do tipo Cwa de Köppen (Mantovani, 1983; Struffaldi-De Vuono et al., 1986). Os meses mais quentes apresentam temperaturas superiores a 22°C e os meses mais frios temperaturas inferiores a 18°C. O inverno é seco, apresentando meses com

precipitações inferiores a 30 mm. A temperatura média anual é de cerca de 23 °C. Os experimentos foram desenvolvidos em três formações florestais: floresta paludosa, cerradão e cerrado (s.s.), áreas com diferentes características de solo e sazonalidade hídrica.

A Reserva Biológica de Mogi Guaçu possui área total em torno de 460,95 ha (Struffaldi-De Vuono et al., 1986). A partir de 1979 foi implantado o zoneamento da área dividindo-a em duas glebas, designadas por área A e B. Apenas a área A, com 343,42ha, comporta o desenvolvimento de pesquisas e a mesma é subdividida em setores, que especificam sua utilização (Struffaldi-De Vuono et al., 1986).

Os remanescentes de vegetação nativa da Reserva são compostos de floresta de galeria, campos úmidos e cerrados (s.s.) (Mantovani, 1983). Segundo os mapas geológicos do Estado de São Paulo, a porção de terreno mais baixo, próximo ao Rio Mogi Guaçu é coberto com floresta paludosa ou brejo, enquanto a porção mais alta sustenta o cerrado (s.s.) (Struffaldi-De Vuono et al., 1986).

Os solos da reserva foram classificados por Perez Filho et al. (1980) como solos da planície de inundação e latossolos vermelho-amarelo, álico a moderado, textura média (Unidade Laranja Azeda) e vermelho-amarelo, álico, a moderado, textura argilosa, relevo aplainado ou suave ondulado (Unidade Mato Dentro).

Para a colheita de sementes, além da área da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, selecionou-se um fragmento de cerrado de 38,7 ha localizado no município de Corumbataí-SP (22º 15´ S e 47º 00´ W, 880 a 810 m de altitude). O clima apresenta duas estações bem definidas, a chuvosa entre os meses de outubro e março, e a seca, entre os meses de abril e setembro (Monteiro & Aulino, 1981). A área foi adquirida em 1962 pela FAPESP (Camargo & Arens, 1969), e doada para a UNESP, Câmpus de Rio Claro, em 1995. O fragmento abriga duas fisionomias: cerradão e cerrado (s.s.), havendo o predomínio da primeira.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Experimentos realizados: Influência do substrato, tamanho de sementes, temperatura, estresse hídrico em diferentes temperaturas sob luz e escuro na germinação, banco de sementes, desenvolvimento de mudas em condições de campo e controladas em casa de vegetação, semeadura direta sob condições controladas e no campo.

a) INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO

Para avaliar o efeito do substrato, os experimentos foram divididos em duas fases.

1° fase: determinar qual substrato resulta em maior porcentagem de germinação para ser utilizado nos demais ensaios de germinação. Nesta fase foram utilizados terra de cerrado coletado na camada de 0-20 cm no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu; vermiculita e papel filtro. Os experimentos ocorreram sob temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e sob luz branca obtida a partir de lâmpadas fluorescentes ($32,85 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ao nível do substrato) e escuro contínuo. Nesta condição, foram realizadas 4 repetições de 25 sementes por tratamento, montadas em caixas do tipo gerbox. Observou-se a porcentagem de germinação ao final de 77 dias.

2° fase: realizada após a determinação da faixa ótima de temperatura para a germinação das sementes de *S. camporum* e a resposta da semente à luz. Foram utilizados vermiculita e solo de três diferentes locais na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu (cerrado, cerradão e mata de brejo) coletados igualmente na camada de 0-20 cm desprezando-se a camada de folhas e restos vegetais. Os três tipos de terra foram utilizados em laboratório e duas condições naturais simuladas, já a vermiculita foi utilizada somente em condições de laboratório. Quanto à luminosidade, utilizou-se, em laboratório, a temperatura de $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas de luz branca obtida a partir de lâmpadas fluorescentes.

Para a simulação de condições de campo, foram instaladas duas mini-estufas no Jardim Experimental do Departamento de Botânica da UNESP, Rio Claro-SP, uma coberta com plástico transparente simulando pleno sol e a outra com plástico transparente coberto com filme plástico tipo Insulfilm® (SPfilm, Brasil; Tabela 1, filme plástico 1), simulando condição sob dossel (Simão et al., 2008). Os experimentos nas estufas foram realizados em citrovasos (tipo tubete) com capacidade para 4,8 litros (figura 2) com rega diária e a temperatura anotada. Apesar da aparente homogeneidade das condições a posição dos vasos foi alternada a cada avaliação.

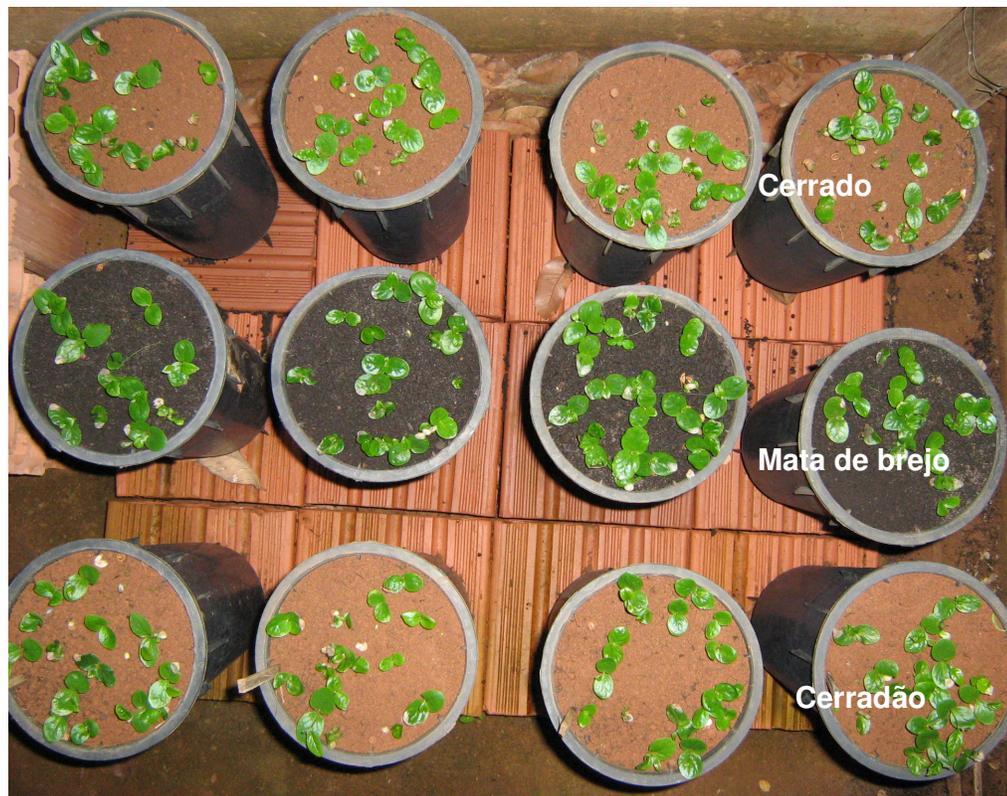


Figura 2 – Foto do desenho experimental para germinação de sementes em casa de vegetação, utilizando três tipos de solo.

b) EFEITO DO TAMANHO DA SEMENTE

Para avaliar o efeito do tamanho das sementes na germinação, uma porção de sementes foi separada em peneira da marca GRANUTEST, com aberturas de 4 mm. Dessa forma foram caracterizados dois grupos de sementes, consideradas pequenas (até 4 mm) e grandes (de 4 a 5 mm) de diâmetro. Para este experimento foram avaliados, ainda, um grupo controle de sementes sem a seleção por tamanho que igualmente aos dois grupos de tamanho tiveram o pericarpo removido e um grupo heterogêneo com o pericarpo.

c) EFEITO DA TEMPERATURA E LUZ

O efeito da temperatura foi avaliado sob condições constantes de 10 a 40°C, $\pm 2^\circ\text{C}$, com intervalos de 5°C. Todos os tratamentos foram avaliados sob luz e escuro contínuo em incubadoras equipadas com controle de luz e temperatura.

Para simular diferentes condições de luz, três porcentagens de filme plástico (tipo insulfilm[®]) foram utilizados. Os filmes foram afixados sobre tampas de gerbox

transparente, como única passagem para a luz, e utilizados para cobrir as caixas gerbox pretas. Estas foram colocadas sob luz de lâmpadas incandescentes de 15 W, a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. As características da luz fornecidas pelos filmes plásticos (Tabela 1) foram medidas com uso de um espectroradiômetro LI-1800 (LI-COR Instruments, Lincoln, Nebraska, U.S.A). O fotoequilíbrio teórico do fitocromo foi determinado conforme Mancinelli (1994).

Tabela 1. Características das diferentes fontes de luz utilizadas nos diferentes tratamentos realizados para germinação de sementes de *Styrax camporum*.

Tratamentos	ϕ^*	V:VE	Fluência $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{nm}^{-1}.\text{s}^{-1}$	%**
Filme plástico 1	0,25	0,12	1,32	14,7
Filme plástico 2	0,34	0,19	1,71	19,1
Filme plástico 3	0,49	0,39	3,78	42,2
Luz incandescente	0,63	0,75	8,95	100,0
Pleno Sol	0,71	1,26	238	-

* Fotoequilíbrio teórico do fitocromo

** Porcentagem de filtragem da luz incandescente com os filtros plásticos

d) EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO

Os experimentos foram desenvolvidos em incubadoras nas temperaturas de 20, 25 e 30°C sob luz e escuro. Foram testadas as seguintes condições de potências de água: 0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e 0,5 MPa. Para a obtenção destes potenciais de água foram utilizadas diferentes concentrações de polietilenoglicol (PEG - 6000) (Villela et al., 1992). O substrato utilizado foi a areia grossa lavada, tratada com solução de ácido clorídrico a 0,1% por 24h e posteriormente lavada com água corrente, para a eliminação do ácido. Posteriormente, utilizou-se uma solução de hidróxido de sódio a 0,1% por 24h, para eliminar os resíduos de ácido, sendo em seguida lavada com água corrente.

Os experimentos foram conduzidos em placas de Petri de 50 mm de diâmetro. As quantidades de areia e solução foram padronizadas para todas as placas, sendo 40 mL de areia e 20 mL de solução por placa. O nível da solução foi marcado nas placas, para a reposição ao nível inicial com água destilada, após perda de água durante o procedimento experimental. As placas foram colocadas dentro de caixas tipo gerbox para minimizar a perda de água. Para avaliação da

germinação, as sementes germinadas foram contadas semanalmente e removidas das placas.

e) BANCO DE SEMENTES

Para a avaliação de sementes viáveis, após três meses do final da dispersão (período que coincide com o início das chuvas na área) foram coletadas sementes de *Styrax camporum* presentes no solo, debaixo da copa da árvore.

O material coletado foi triado e as sementes foram usadas para o teste de viabilidade utilizando somente aquelas que não haviam sido predadas, que não se desintegravam ao toque da mão (sementes em estágio avançado de degradação, provavelmente não proveniente da safra do ano corrente) e que não estavam quebradas (foto 3).

As sementes selecionadas aparentemente viáveis foram divididas em dois grupos: sementes com partes do pericarpo e semente sem o pericarpo. As sementes dos dois grupos foram colocadas para germinar a 25 °C e luz branca contínua, sendo 4 repetições de 100 sementes por grupo. Ao final do experimento as sementes aparentemente viáveis foram submetidas ao teste de tetrázolio a 0,1% (Rodrigues & Santos, 1988).



Figura 3 - Sementes de *Styrax camporum* deterioradas encontradas no campo após três meses do final da dispersão.

Para a avaliação da viabilidade das sementes do banco de sementes no campo, as mesmas foram armazenadas sob três áreas (floresta paludosa - área mais seca, cerrado e cerradão), caracterizando um gradiente de luz e umidade e três profundidades de enterramento: sobre o solo (0 cm), 5 e 10 cm de profundidade. As sementes foram avaliadas, quanto à viabilidade (teste de tetrazólio), embebição de água (sendo mantidas em substrato úmido a 25°C e pesadas periodicamente) e morfologia do tegumento, por meio de análise de microscopia eletrônica de varredura, realizada no laboratório de microscopia eletrônica da UNESP - Campus de Jaboticabal, São Paulo.

Para o armazenamento nas condições naturais, foram alocadas 4 parcelas de 1 m² para cada área, com distância mínima de 10 m entre as parcelas. As sementes foram acondicionadas em sacos confeccionados com tecido de nylon, contendo a terra peneirada em cada uma das três diferentes áreas.

Para cada parcela foram armazenados 12 sacos, contendo 50 sementes cada, totalizando 600 sementes por parcela. A cada três meses foi retirado, por sorteio, um saco de cada parcela para cada tratamento (figura 4). O substrato contido nos sacos foi peneirado e todas as sementes foram retiradas, procedendo-se a avaliação das sementes intactas, germinadas e deterioradas.

Após a triagem, as sementes restantes foram colocadas para germinar em caixas gerbox contendo vermiculita e água destilada, mantidas a 25°C sob luz branca contínua. Este procedimento foi realizado para avaliar a porcentagem de sementes capazes de germinar após esse período de armazenamento no solo. O critério utilizado para a avaliação de sementes germinadas foi a emissão da raiz primária com pelo menos 1 mm de comprimento com as avaliações realizadas semanalmente.



Figura 4 - Sementes de *Styrox camporum* germinadas após seis meses de armazenamento no campo.

- PROCEDIMENTO ADOTADO PARA OS EXPERIMENTOS DE GERMINAÇÃO

Para a determinação do substrato a ser utilizado nos experimentos de germinação, realizou-se um experimento piloto comparando os seguintes substratos: vermiculita, solo de cerrado (solo deformado) e papel filtro. Devido ao formato arredondado das sementes e aos resultados obtidos, a vermiculita foi escolhida como substrato padrão para compor todos os demais tratamentos.

As caixas do tipo gerbox foram mantidas em germinadores, com luz branca fluorescente com $32,85 \mu\text{mol.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$ ao nível das sementes e escuro, exceto para as diferentes condições de luz.

Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes. O monitoramento foi diário (exceto para os experimentos de estresse hídrico e viabilidade de sementes no banco, em que o acompanhamento foi semanal), até a germinação tornar-se constante, em todos os tratamentos, utilizando-se como critério a observação da emissão da raiz primária com aproximadamente 1mm. Sementes consideradas germinadas foram contadas e removidas das placas. Para os tratamentos no escuro, as contagens foram realizadas sob luz verde de segurança (Amaral-Baroli & Takaki, 2001). Na avaliação do efeito do substrato, considerou-se germinada a semente que apresentou a emergência dos cotilédones.

f) **DESENVOLVIMENTO DE MUDAS EM CONDIÇÕES CONTROLADAS**

Foram avaliados três tipos de substrato: (1) solo de cerrado (s.s.), (2) solo de cerradão e (3) solo de mata de brejo (área mais seca), três níveis de água no solo (100%, 50% e 25% da capacidade de campo) e duas condições de luz (sob dossel, simulada com filme plástico e pleno sol). Cada unidade experimental foi disposta inteiramente ao acaso, sendo 25 plantas para cada tratamento. Tais substratos foram submetidos à análise química de solo. As análises foram realizadas no Departamento de Solos da Universidade Federal de São Carlos, Araras-SP.

As mudas foram obtidas mediante transplante de plântulas, após germinação das sementes em vermiculita, para vasos plásticos de polietileno de 4,8 litros de volume com 38 cm de altura e 20 cm de diâmetro (figura 2), contendo os substratos 1, 2 e 3. Foram selecionadas apenas plântulas consideradas normais, com aproximadamente dois centímetros de raiz e emissão dos cotilédones. As mudas foram mantidas sob cobertura plástica para minimizar a alteração do controle da disponibilidade hídrica, devido a chuvas ocasionais.

O controle da disponibilidade hídrica foi realizado com o auxílio de um condutivímetro, medindo-se a condutividade elétrica do substrato no vaso. A relação condutividade x porcentagem de água no substrato indicou a quantidade correspondente de água evapotranspirada a ser repostada diariamente. Esta relação condutividade x porcentagem de água foi elaborada em função da capacidade de campo de cada substrato. Seguiram-se as seguintes etapas:

Os vasos preparados para o plantio das mudas preenchidos com os respectivos substratos (solo do cerrado, cerradão e mata de brejo) secos, foram pesados de modo que todos os vasos apresentassem o mesmo peso, já descontado o peso do vaso vazio. Os vasos foram mantidos na casa de vegetação e a umidade do substrato elevada à capacidade de campo. Após esse procedimento, foram retirados 5 vasos e pesados para a obtenção da quantidade de água retida no substrato.

Após o plantio e estabelecimento das plântulas no substrato, novamente os cinco vasos de cada substrato foram umedecidos até a capacidade de campo e pesados. Os mesmos foram mantidos sem rega até as plantas apresentarem sinais de murcha. A perda de água diária foi monitorada por meio da pesagem e medida da

condutividade elétrica no solo do vaso. As avaliações foram realizadas sempre no período da manhã.

Para realizar as mediadas de condutividade elétrica, foi confeccionada uma estrutura composta por duas barras de fio de arame galvanizado (25 cm de comprimento e 0,2 mm de diâmetro) presas por fios de energia finos e flexíveis a uma tomada. A estrutura foi utilizada para conectar o condutivímetro para a tomada de medidas. Foram desenvolvidos vários exemplares, sendo utilizado um exemplar para cada vaso. As estruturas foram enterradas verticalmente no solo do vaso, distantes 2 cm uma barra da outra, e de modo a atingir o maior volume de solo (figura 5).



Figura 5 – Aspecto do cultivo de mudas de *Styrox camporum* em casa de vegetação. Seta indica plug de ligação do condutivímetro.

A pesagem e tomada dos valores do condutivímetro foram realizadas a partir da capacidade de campo até que as plantas apresentassem estado de murcha. Essas medidas foram utilizadas para fazer as correlações entre quantidade de água no solo e condutividade elétrica do solo. A partir dessas análises elaborou-se equações para calcular a quantidade de água a ser repostada no vaso. Foram

geradas as seguintes equações: Cerrado ($y=1,0739x + 0,0081$; $R^2= 0,9882$); Cerradão ($y= 0,6444x + 0,054$; $R^2= 0,9869$); Brejo ($y= 0,7567x - 0,0068$; $R^2 = 0,9953$).

Para o controle dos níveis de água no solo do vaso foram considerados intervalos de variação do nível de umidade. Foram considerados três tratamentos: tratamento com regas diárias - 100% da capacidade de campo; condição intermediária - nível de água variando entre 25 a 50% da capacidade de campo; o outro extremo, manteve a umidade do vaso no intervalo de 0 a 25% da capacidade de campo. Para o tratamento de 25% de água, além do monitoramento da condutividade elétrica, foi observada a aparência de murcha das folhas como indicativo de necessidade de reposição da água.

Para padronizar o monitoramento dos níveis de umidade utilizando a metodologia descrita, foi considerado que a água fornecida e a composição química da água não alterariam a condutividade elétrica. Foram desconsideradas possíveis alterações na leitura causada pelo desenvolvimento de raízes, compactação da terra no vaso e a própria oxidação do material utilizado.

Este método foi utilizado devido à rapidez de resposta e cálculo da quantidade de água a ser repostada diariamente para cada vaso.

O início dos tratamentos ocorreu após as plântulas completarem seis meses no substrato em condição de sombreamento de (50%, tela de sombreamento) e 15 dias de aclimação para a condição de pleno sol e sombra simulada. Esta primeira avaliação, em maio de 2007, foi considerada o tempo zero (T0) de crescimento das plantas jovens.

As retiradas de mudas e análises foram realizadas em intervalos de três meses, a partir do início dos tratamentos. Foram realizadas cinco colheitas, exceto para os tratamentos onde ocorreu grande mortalidade de plântulas. Para cada tratamento foram retiradas aleatoriamente quatro plantas a cada colheita.

Os parâmetros de desenvolvimento avaliados foram: área foliar (as folhas foram escaneadas e as imagens analisadas utilizando-se o software PCXAREA), massa fresca e massa seca de caule, folha e raiz (medidas com balança eletrônica). Para a obtenção do peso seco, procedeu-se a secagem do material em estufa a 85 °C, por 48 horas.

g) SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NO CAMPO

As mudas foram plantadas aos 10 meses de idade no ambiente cerrado, cerradão e mata de brejo, a fim de caracterizar o efeito dos diferentes ambientes, quanto ao gradiente de luz, umidade e substrato (características do solo), no estabelecimento e desenvolvimento de *Styrax camporum*, sob condições naturais. Cada unidade experimental foi disposta inteiramente ao acaso. Para cada condição foi alocada uma parcela de 25 x 25 m onde se procedeu o plantio aleatório de 25 mudas (figura 6). Com dez meses de idade, cada muda foi avaliada quanto à altura do caule, diâmetro do coleto e número de folhas e posteriormente levadas para plantio no campo, em janeiro de 2007.

O desenvolvimento da planta jovem foi analisado comparando-se os valores iniciais dos parâmetros acima citados com os valores medidos em campo, no intervalo de dois meses. Neste mesmo período, também foi avaliada a sobrevivência das plantas em campo.



Figura 6 - Aspecto da muda de *Styrax camporum* no campo. Planta jovem na parcela do cerradão.

A análise química do solo e determinação das curvas de retenção de água do solo foi realizada para cada parcela, no Departamento de Solos da Universidade Federal de São Carlos, Araras - SP. A curva de retenção foi confeccionada a partir da análise do solo na profundidade de 20 cm.

A porcentagem volumétrica de água no solo foi medida em abril, julho, setembro e novembro de 2007, por meio de coletas de amostras do solo em duas profundidades, 0-20 cm e 20-40 cm. Realizou-se a pesagem do material fresco e posteriormente as amostras foram colocadas em estufa a 105 °C, até o peso tornar-se constante, para a tomada do peso seco.

Para a caracterização dos diferentes ambientes estudados, a densidade de cobertura do dossel foi monitorada por meio de fotografias de máquina digital acoplada com lente especial. As fotos foram tiradas em dias ensolarados dos meses de fevereiro, julho, setembro e novembro de 2007. As imagens foram analisadas quanto à porcentagem de abertura do dossel com o auxílio do programa Gap Light Analyzer (GLA-v2).

h) GERMINAÇÃO EM CAMPO

Para a avaliação da germinação de sementes em campo, foram confeccionadas quatro parcelas de 4 m² (2 m x 2 m) (figura 7) em cada ambiente (cerrado, cerradão e mata de brejo). Estas foram divididas em quatro sub-parcelas de 1 m², onde as sementes de *S. camporum* foram plantadas.



Figura 7 - Imagem do cerrado mostrando parcela de 2 x 2 m para semeadura de sementes de *Styrax camporum*.

Em cada parcela foram semeadas 200 sementes, sendo 50 unidades por sub-parcela. As sementes foram semeadas em linha com espaçamento entre linhas de 10 cm, na profundidade aproximada de 2 cm.

As semeaduras foram realizadas na estação chuvosa no mês de novembro de 2007. A emergência e sobrevivência de plântulas foram avaliadas mensalmente, nos dois primeiros meses (figura 8). A partir do terceiro mês de semeadura foram avaliados os parâmetros de crescimento das plântulas com medidas de altura do caule e diâmetro do coleto e contagem do número de folhas.



Figura 8 - Imagem da sub-parcela do cerrado mostrando emergência de plântulas de *Styrax camporum*.

i) ANÁLISE DOS RESULTADOS

Germinação

Os dados obtidos foram utilizados para calcular a porcentagem (G), tempo médio (T), velocidade (V), freqüência relativa (FI) e o índice de sincronização da germinação (U) de acordo com as formas descritas por Labouriau & Agudo (1987), descritas a seguir.

- Porcentagem de germinação: $G = (n/a).100$, onde, n = porcentagem de sementes germinadas, a = número total de sementes da amostra;

- Tempo médio de germinação: $T = \sum ni \cdot Ti / \sum ni$, onde, ni = porcentagem de sementes germinadas entre as observações $t_i - 1$ e t_i ; t_i = tempo de incubação em dias;
- Velocidade média: $V=1/T$, onde T = tempo médio de germinação;
- Freqüência relativa: $Fl = ni/Nt$, onde, ni = número de sementes germinadas entre dois tempos de observação sucessivas ($t-1$) e (t_i); Nt = porcentagem total de sementes germinadas nas repetições;
- Índice de sincronização: $E = - \sum Fl \log_2 Fl$, onde, Fl = freqüência relativa de germinação no dia (l).

Os resultados foram analisados por meio de análise de variância e teste de Tukey ao nível de significância de $\alpha = 0,05$ (Sokal & Rohlf, 1981); e teste t de Student (Santana & Ranal, 2004), quando necessário. Os pressupostos do modelo estatístico de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância foram testados. Os pressupostos não foram satisfeitos, para os dados de porcentagem de germinação dos tratamentos de temperatura, luz e tamanho das sementes, sendo os dados transformados em arco seno $\sqrt{p/100}$ antes das análises (Sokal & Rohlf, 1981). Para os dados que mesmo transformados não atenderam aos pressupostos de normalidade foram submetidos à análise não paramétrica com teste de Kruskal-Wallis (Zar, 1999).

Desenvolvimento inicial (campo e laboratório)

Os resultados foram analisados estatisticamente pela análise de variância fatorial sendo observados os pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância. Quando os dados não atenderam estes pressupostos, os mesmos foram transformados e novamente analisados. Para os dados que apresentaram diferenças entre as médias foi aplicado um teste de comparação de médias a posterior Tukey, ambos em nível de significância $\alpha = 0,05$ (Sokal & Rohlf, 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) EFEITO DO SUBSTRATO

1ª fase

Para as sementes de *Styrax camporum* o tratamento mais eficiente na promoção da germinação foi a vermiculita (tabela 2), onde ocorreram as maiores porcentagens de germinação, diferindo significativamente dos demais tratamentos de acordo com o teste de Tukey. Os substratos terra de cerrado e o papel filtro resultaram nas mais baixas porcentagens de germinação sem diferença entre ambos.

O solo exerce intenso e forte controle sobre o destino das sementes dispersas, tanto quanto os fatores climáticos. Assim, as sementes precisam alcançar o substrato ou solo favorável quanto a condições de água, luz e temperatura. As características do solo como textura, profundidade, aeração, temperatura e teor de água (Figliolia et al., 1963), isoladamente ou combinadas podem restringir a germinação ou o crescimento das plântulas (Labouriau, 1983) ou ainda favorecer a permanência da semente viável no ambiente.

O espessamento do tegumento das sementes de *S. camporum* (Julio & Oliveira, 2007), o formato arredondado e a presença de regiões específicas que permitem a entrada de água na semente (região da rafe e micrópila) dificultam o processo de embebição. Em papel filtro, a área de contato entre a semente e a água é restrita. Dependendo da posição em que a semente se dispõe no substrato, a água não atinge as regiões que permitem a sua entrada. Este fato, pode justificar a baixa germinabilidade da espécie estudada no período de 77 dias.

Com relação a terra de cerrado, a baixa porcentagem de germinação (tabela 2) pode ter ocorrido em função das propriedades físico-químicas e presença de patógenos. Sobre esse substrato, terra de cerrado, em pouco tempo foi possível perceber o escurecimento do tegumento das sementes. Também foi observada a deterioração do endosperma e embrião, que apresentaram odor desagradável, quando da abertura da semente para o teste de tetrazólio, que comprovou a inviabilidade das sementes ao final do experimento.

Os resultados indicaram que mesmo diante de condições ideais, o substrato é determinante no processo de germinação da espécie. Fato também observado para *S. ferrugineus* por Barbosa et al. (1985).

Tabela 2 – Germinação de sementes de *Styrax camporum* em diferentes substratos, sob temperatura contínua de 25 °C e sob luz e escuro contínuo.

Substrato	Condição de luz	
	Luz	Escuro
Papel filtro	52,0 ± 7,5 b	34,4 ± 3,1 c
Vermiculita	94,3 ± 2,3 a	94,2 ± 2,3 a
Terra de cerrado	55,1 ± 3,6 b	53,3 ± 3,6 b

* Letras distintas na tabela seguidas das médias e respectivo erro padrão, indicam diferenças entre si para $\alpha \leq 0,05$.

A rápida perda de viabilidade das sementes quando dispersas sobre o solo de cerrado foi constatada para *S. ferrugineus* por Barbosa et al. (1985), sendo atribuído à contaminação por algum agente patogênico do solo. Entretanto, a morte das sementes ou a restrição da germinação nessas condições podem ser atribuídas também à dificuldade de trocas gasosas entre a semente e o meio, devido à compactação do substrato durante o longo período de desenvolvimento do experimento, o que pode ter alterado a capacidade de aeração do solo de cerrado na caixa gerbox (Figliolia et al., 1993).

2ª fase

As melhores respostas de germinação de *S. camporum* foram obtidas com o substrato vermiculita, para a temperatura constante de 30 °C. Já para o substrato terra de cerrado a porcentagem de germinação foi maior e mais rápida sob condição de flutuação de temperatura assim como para temperatura constante de 30 °C (tabela 3; figura 9).

A interação do tipo de substrato com a temperatura de incubação das sementes na germinação das sementes foi relatado por diversos pesquisadores para várias espécies, por exemplo, Pereira & Andrade (1994) para *Psidium guajava*; Albuquerque et al. (1998) para *Colubrina glandulosa*; Medeiros & Zanon (1998) para *Sebastiania commersoniana* e *Podocarous lambertii*; Silva & Aguiar (2000) para *Cnidosc ulus phyllacanthus* e Andrade et al. (2000) para *Genipa americana*.

Tabela 3 - Valores médios de tempo, velocidade e índice de sincronização da germinação de sementes de *Styrax camporum* sob três condições experimentais.

Condições avaliadas	Tempo médio (dias)	Velocidade média (1.dias ⁻¹)	Índice de sincronização (bits)
a) Laboratório			
Vermiculita	34,2 ± 1,42 ab*	0,029 ± 0,001 a	2,45 ± 0,14 c
Mata de brejo	27,3 ± 0,62 a	0,037 ± 0,001 b	1,43 ± 0,14 a
Cerrado	35,6 ± 1,07 b	0,028 ± 0,001 b	2,13 ± 0,12 bc
Cerradão	37,0 ± 1,32 b	0,027 ± 0,001 b	1,70 ± 0,15 ab
b) Pleno sol			
Mata de brejo	34,6 ± 0,87 a	0,029 ± 0,001 a	2,05 ± 0,10 a
Cerrado	44,8 ± 1,46 b	0,022 ± 0,001 b	2,28 ± 0,27 a
Cerradão	39,8 ± 1,54 ab	0,025 ± 0,001 b	2,35 ± 0,15 a
c) Filme plástico			
Mata de brejo	34,5 ± 2,07 a	0,029 ± 0,002 a	2,12 ± 0,13 a
Cerrado	41,3 ± 0,87 b	0,024 ± 0,001 b	1,80 ± 0,20 a
Cerradão	40,6 ± 1,81 ab	0,025 ± 0,001 ab	2,25 ± 0,09 a

* Letras distintas seguidas das médias (± erro padrão) indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey.

A temperatura e a umidade do substrato podem ser influenciadas pela incidência de luz direta, que pode provocar maior variação de temperatura ao nível do solo e perda de água para a atmosfera. Em condição de sombreamento, ao nível do substrato, a condição encontrada pelas sementes é bem diferente das condições encontradas a pleno sol ou áreas abertas, como no cerrado, onde a amplitude e variação da temperatura e a intensidade de luz são altas (Eiten, 1972). Adicionalmente, em áreas de cerrado ocorre sazonalidade de chuvas, que influencia a disponibilidade de água nas camadas superficiais do solo (Nordoto et al. 1998), onde é encontrado o maior número de sementes viáveis (Sasaki, 1999).

Quanto às variáveis tempo médio, velocidade, frequência relativa e índice de sincronização da germinação (tabela 3, figuras 10 e 11), observou-se que a distribuição da germinação ao longo do tempo e a sincronização da germinação foram diferentes entre os tipos de substrato avaliados. Os valores foram mais acentuados para o solo de cerrado, tanto para a condição de temperatura constante (figura 10) como para flutuação de temperaturas (figura 3), em que a condição de luz também influenciou a distribuição da germinação.

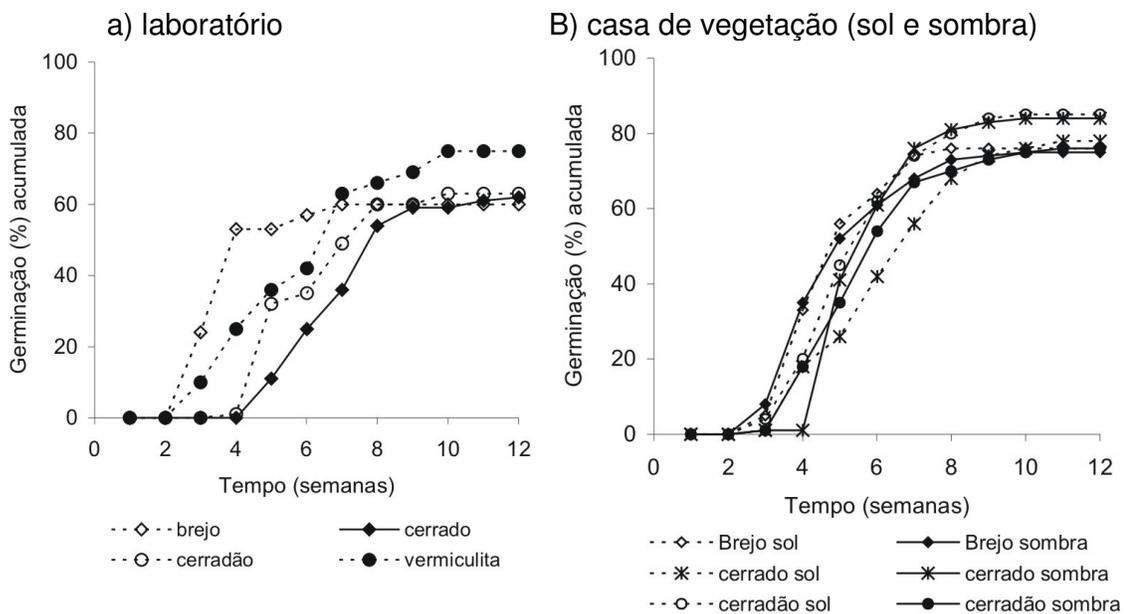


Figura 9 - Porcentagem acumulada de germinação de sementes de *Styrag camporum* sob três condições experimentais: laboratório, pleno sol, sombra.

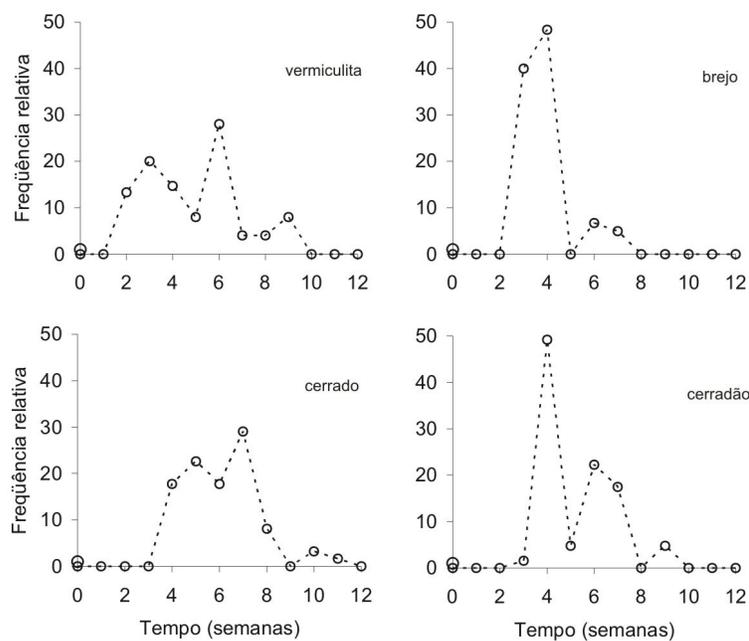


Figura 10 - Polígonos de freqüência relativa da germinação de sementes de *Styrag camporum*, em função de diferentes substratos avaliados, sob temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 12 horas de luz branca de lâmpadas fluorescentes.

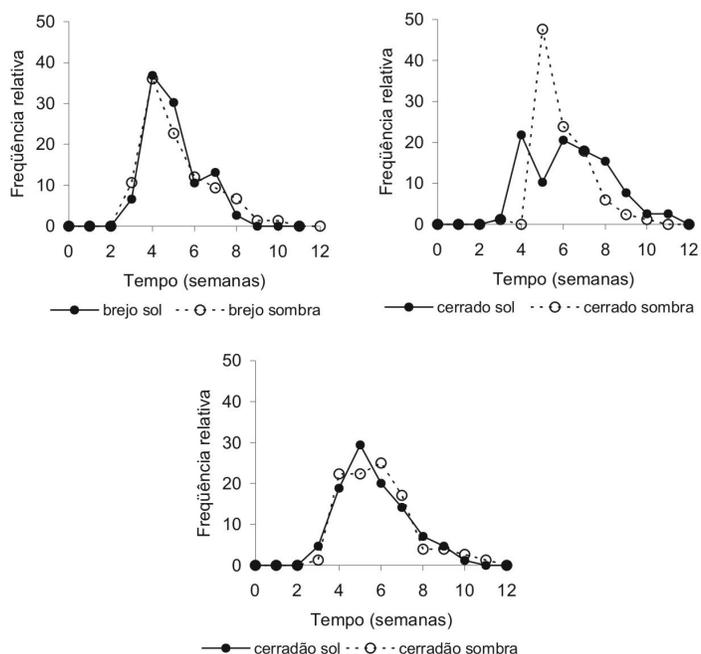


Figura 11 - Polígonos de freqüência relativa da germinação de sementes de *Styrax camporum*, em função de diferentes condições de luz (sol e sombra), e três tipos de substratos (mata de brejo cerrado e cerradão), simulando condições naturais de luz e flutuação de temperaturas.

O menor índice de sincronização de germinação e a maior velocidade de germinação foram observados para o solo de mata de brejo. Sob condição de flutuação diária de temperatura, o mesmo apresentou as melhores repostas de germinação, seguido do solo de cerradão, sem diferença entre ambos para os valores de índice de sincronização. A mesma resposta foi observada para as condições de pleno sol e sombra de insulfilm (tabela 3).

Essas respostas podem ser atribuídas às características físicas dos diferentes tipos de substrato. Os substratos apresentaram diferenças com relação a sua composição física, principalmente quanto à concentração de matéria orgânica e argila (tabela 4), componentes que retêm a água no solo.

Tabela 4 - Análise granulométrica dos três tipos de solo utilizados para os testes de germinação de sementes de *Styrax camporum*.

Amostra	Matéria orgânica	Argila	Areia (%)			Silte
			Grossa	fina	total	
(0 - 20 cm)	%	%				%
Cerrado	0	17	47	23	70	13
Cerradão	0	15	60	15	75	10
Mata de brejo	29	38	3	5	8	25

O solo de cerrado e cerradão não apresentaram matéria orgânica em sua composição, além de apresentarem baixa porcentagem de argila e altas porcentagens de areia grossa (tabela 4). Isso facilita a drenagem e a infiltração da água para camadas mais profundas. Além disso, pode contribuir para o aumento de temperatura devido à facilidade de ressecamento da camada superficial do substrato, principalmente na condição de pleno sol. Dessa forma, dependendo da posição e profundidade em que a semente se encontra no substrato, a mesma pode estar condicionada a diferentes condições de umidade e temperatura. Talvez variações muito pequenas, mas o suficiente para induzir, acelerar ou restringir o processo de germinação. Assim, a condição ótima para a germinação de cada semente ou grupo de sementes, sob mesmas condições de substrato, pode variar ao longo do experimento, principalmente aqueles de longa duração. Isto justifica a distribuição assincronizada ao longo do tempo, como observado neste estudo e em outras espécies de cerrado, como *Styrax ferrugineus* (Barbosa et al., 1985), *Vochysia tucanorum* (Barbosa et al., 1999) e *Annona crassiflora* (Silva et al., 2007).

Para o ambiente cerrado, essas variações nas condições do substrato ocorrem ao longo do dia, dos meses e do ano, característica atribuída à sazonalidade climática neste ambiente (Franco, 2000). É característica desse ambiente, a ocorrência de períodos de seca e chuva bem definidos (Nordoto et al., 1998) e a amplitude de flutuação de temperaturas e luz intensa (Eiten, 1972) para ambas as estações.

Dessa forma, a distribuição da germinação apresentada por *S. camporum* e por outras espécies do mesmo gênero, como por exemplo, *S. ferrugineus* (Barbosa et al., 1985), pode ser atribuída a uma adaptação dessas plantas ao ambiente cerrado. Essa característica pode ser uma forma encontrada pela espécie para monitorar as condições do ambiente e germinar em épocas favoráveis ao

estabelecimento da plântula. Isto pode garantir que pelo menos parte da população das sementes germine em condições adequadas ao estabelecimento.

Devido às características do ambiente cerrado pode-se inferir que a germinação de sementes das espécies lenhosas e o estabelecimento de plântulas das mesmas são limitados à estação chuvosa. As chuvas isoladas podem iniciar o processo de germinação, entretanto, a rápida perda de água nas camadas superficiais do solo pode restringir o estabelecimento de plântulas. Sugere-se que as características do substrato, principalmente capacidade de retenção e disponibilidade de água, são determinantes para germinação e estabelecimento de plântulas nesse ambiente.

b) EFEITO DO TAMANHO DA SEMENTE

Sementes de *S. camporum* de diferentes tamanhos não apresentaram diferenças significativas para a porcentagem final de germinação entre duas classes de tamanho avaliadas (figura 12). Contudo, em sementes maiores, a germinação foi mais sincronizada. A distribuição da germinação foi acumulada em picos maiores, como mostram os polígonos de freqüência relativa de germinação (figura 13). As sementes maiores também apresentam menor tempo e velocidade de germinação, diferindo significativamente dos demais tratamentos quanto a estas variáveis (figuras 12 e 13).

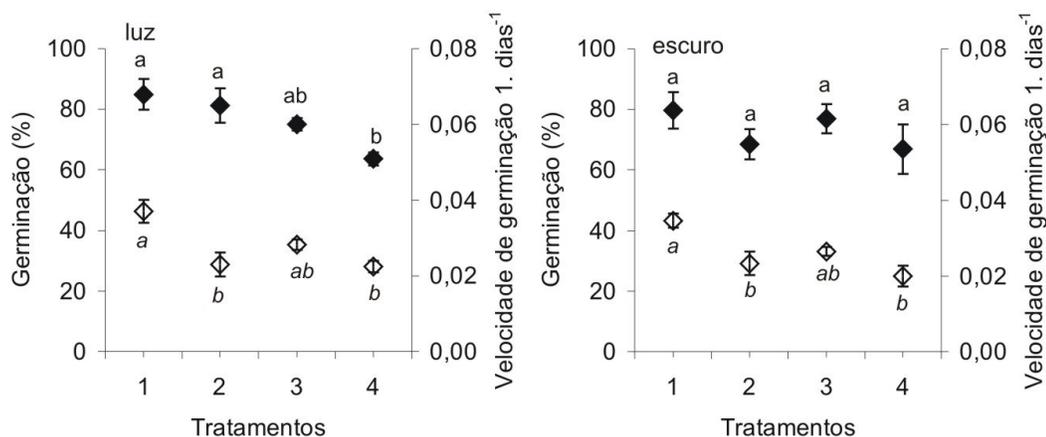


Figura 12: Porcentagem (◆) e velocidade (◇) de germinação para sementes de *Styrax camporum*, nos diferentes grupos de sementes: grandes (1), pequenas (2), heterogêneas (3), ambas, sem pericarpo e um grupo heterogêneo com pericarpo (4). Tratamentos realizados sob duas condições: luz e escuro e sob temperatura constante de 25°C. As

médias seguidas por letras distintas, diferem entre si para $\alpha \leq 0,05$. As barras no gráfico indicam o erro padrão da média.

Os resultados presentes na figura 12 sugerem a influência do pericarpo na germinação das sementes da espécie estudada. A porcentagem de germinação foi significativamente menor, sob luz, quando as mesmas apresentavam partes do pericarpo (figura 12). Segundo Julio & Oliveira (2007) o pericarpo pode conter compostos fenólicos, que podem influenciar o processo de embebição e germinação das sementes.

Os resultados sugerem a presença de interação entre o pericarpo com a luz. Na presença da luz, a porcentagem e a velocidade de germinação diminuíram significativamente em relação aos demais tratamentos, enquanto que na condição de ausência de luz, apenas a velocidade de germinação foi menor (figura 12).

As sementes pequenas apresentaram porcentagens finais de germinação, sob luz e escuro, semelhantes aos demais tratamentos e juntamente com sementes com endocarpo apresentaram a menor velocidade de germinação (Figura 12). Uma possível explicação, para a menor velocidade de germinação pode estar na menor quantidade de reservas presentes na semente, em comparação com as sementes grandes. Esta característica pode resultar em menos energia durante o processo de germinação, limitando o desenvolvimento vigoroso do embrião e, dessa forma, dificultando o rompimento do tegumento espesso da semente pela radícula.

Labouriau et al. (1963) relataram que as espécies que se desenvolvem a partir de sementes em regiões de cerrado apresentam sementes com reservas capazes de nutrir o embrião em desenvolvimento, permitindo o seu desenvolvimento inicial independente do meio. Assim, espécies que produzem sementes grandes levam vantagem, pois apresentam maior sobrevivência de plântulas nos estágios iniciais do estabelecimento, comparando-se com espécies de sementes pequenas. Também são mais tolerantes às condições desfavoráveis encontradas durante a fase de estabelecimento, incluindo competição pela vegetação já estabelecida, grau de sombreamento, perda de folhas por herbivoria, baixa disponibilidade de nutrientes minerais e soterramento pelo solo ou serrapilheira (Leishman et al., 2000; Westoby et al., 2002; Moles & Westoby, 2004).

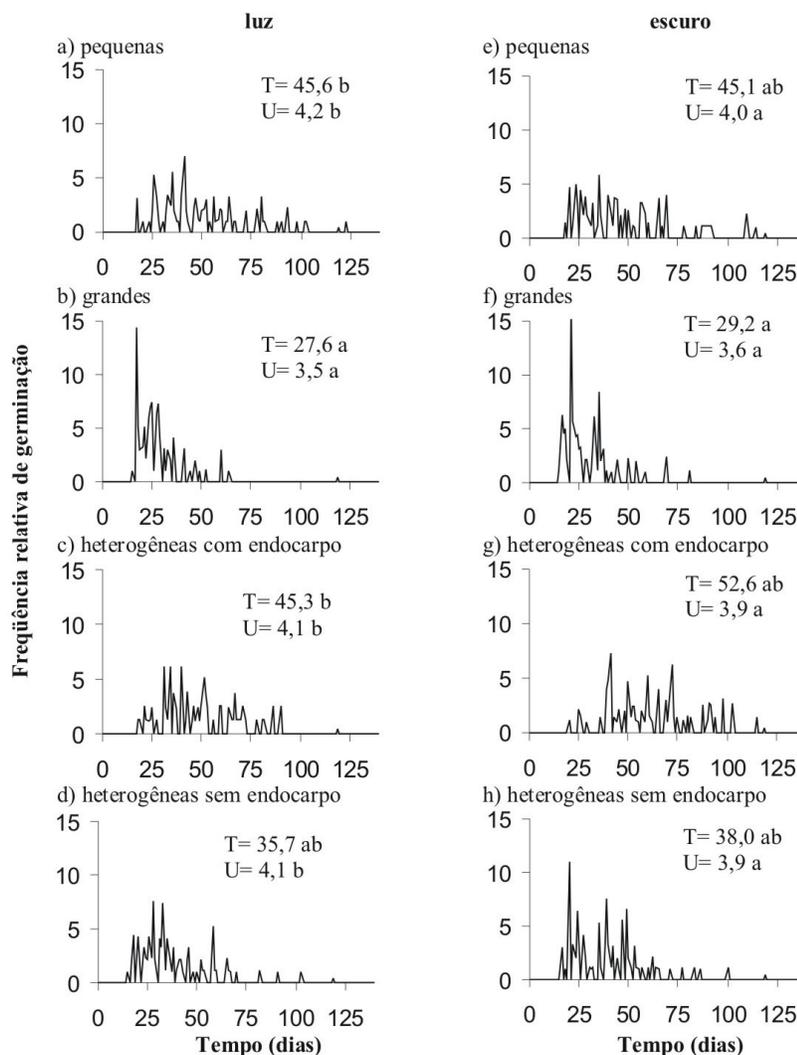


Figura 13 - Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *S. camporum*, para diferentes grupos de semente, sob luz branca contínua e escuro contínuo. (T= tempo média, U= índice de sincronização da germinação). As médias em T e U são seguidas por letras distintas que diferem entre si para $\alpha \leq 0,05$.

As diferenças de tamanho das sementes refletem diretamente na germinação (Foster, 1985). Geralmente, sementes pequenas são fotoblásticas positivas e sementes grandes não fotoblásticas ou fotoblásticas negativas (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993), o que resulta em diferentes necessidades de luz, temperatura, substrato e umidade para quebra de dormência e germinação ou ainda iniciar o processo de germinação em sementes quiescente (Cardoso, 2008).

C) EFEITO DA TEMPERATURA E LUZ

A temperatura potencializou as respostas de germinação das sementes não fotoblásticas de *Styrax camporum*. Os efeitos da temperatura refletiram em mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade, freqüência relativa e sincronismo de germinação ao longo do tempo de incubação, como sugerido por Labouriau & Agudo (1987).

A germinação de sementes de *S. camporum* ocorreu na faixa de temperatura de 15 a 35 °C, sendo a faixa ótima de 20 a 25 °C. As melhores porcentagens de germinação, menor tempo e maior velocidade ocorreram a 25 °C (figura 14). As respostas de germinação foram semelhantes na luz e escuro. A germinação das sementes ocorreu em picos, sendo um processo lento e não sincronizado (figura 15) em todas as temperaturas.

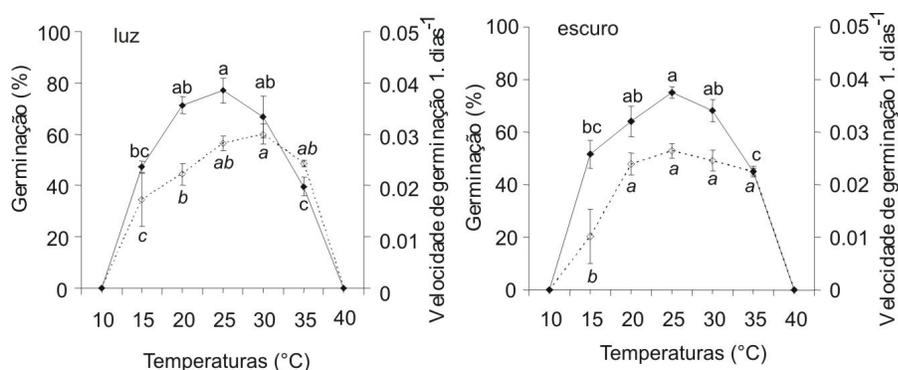


Figura 14: Porcentagem (◆) e velocidade (◇) de germinação de sementes de *Styrax camporum*, sob diferentes temperaturas constantes, sob luz branca contínua e escuro contínuo. As médias seguidas por letras distintas, diferem entre si para $\alpha \leq 0,05$. As barras no gráfico indicam o desvio padrão da média.

A temperatura ótima para a germinação das sementes de *S. camporum* foi de 25 °C. Nessa temperatura foram observadas as maiores porcentagens e velocidades de germinação, embora a mesma não tenha apresentado diferença significativa para as temperaturas de 20 e 30 °C no escuro (figura 14), para as variáveis porcentagem e velocidade de germinação. A temperatura de 30 °C na luz, apresentou maior velocidade de germinação (figura 14). Dados semelhantes foram observados por Barbosa et al. (1999) em *Vochysia tucanorum*, quanto à velocidade de germinação no escuro a 30 °C, faixa ótima de temperatura e a indiferença à luz. Estas respostas de germinação são comuns para espécies de cerrado (Felippe & Silva, 1984).

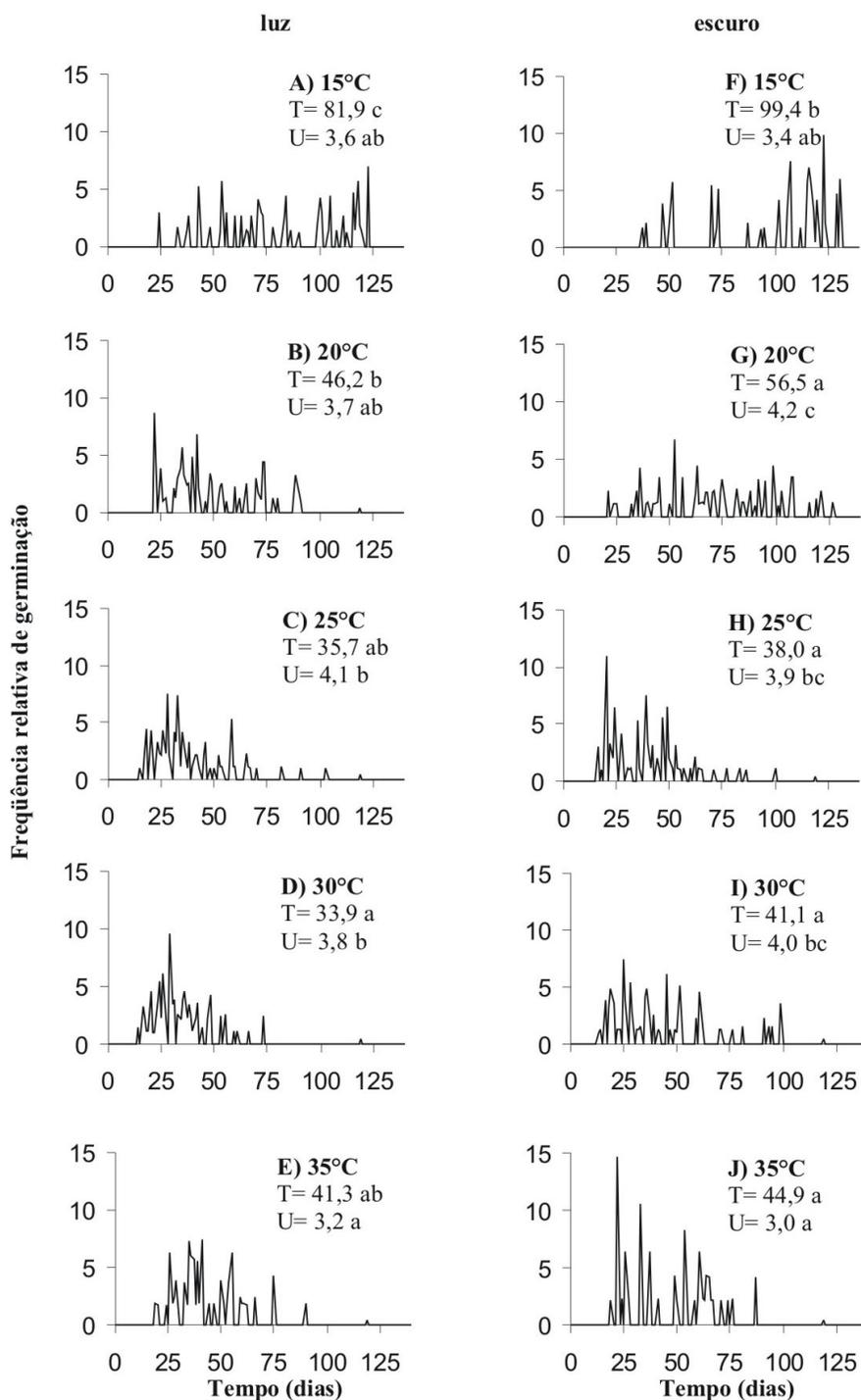


Figura 15 - Polígonos de freqüência relativa da germinação de sementes de *Styrax camporum*, sob diferentes temperaturas constantes, e sob luz contínua e escuro contínuo. (T= tempo média, U= índice de sincronização da germinação). As médias em T e U são seguidas por letras distintas e diferem entre si para $\alpha \leq 0,05$.

As temperaturas extremas, próximas aos limites mínimo e máximo de germinação, apresentaram as respostas menos satisfatórias em termos de valores que expressam o potencial máximo de germinação de *S. camporum*. Entretanto, a 35 °C no escuro, a velocidade de germinação não diferiu dos valores encontrados para a faixa ótima de temperatura para a germinação, apesar da tendência de queda sob a temperatura supra-ótima (figura 14).

As sementes de *S. camporum* que não germinaram após 140 dias nas temperaturas acima de 20°C não apresentaram viabilidade, de acordo com o teste de tetrazólio. Nas temperaturas inferiores testadas as sementes apresentaram-se viáveis.

Os efeitos da temperatura na germinação de *S. camporum* podem ser visualizados em dois extremos: temperaturas muito elevadas produzem estresse, ocasionando inibição térmica, dormência térmica ou perda de viabilidade (Vidaver & Hsiao, 1975) e as baixas temperaturas retardam as taxas metabólicas que inibe ou retarda a germinação (Hendricks & Taylorson, 1976).

Para sementes da espécie estudada, os limites extremos de temperatura ficaram entre o mínimo de 10 a 15°C e o máximo de 35 a 40°C para 140 dias de incubação sob luz e escuro (figura 14). Por ser uma espécie de cerrado o esperado seria uma maior tolerância aos limites de temperaturas favoráveis a germinação da espécie, devido à amplitude de flutuação de temperaturas nestas áreas (Eiten, 1972).

A faixa de temperatura para o início da germinação é extensa nas espécies com ampla distribuição e nas espécies adaptadas a grandes flutuações de temperatura em seu habitat. Após ser alcançado o limite mínimo de temperatura, a taxa de germinação aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura. A relação ecológica entre a velocidade de germinação e as condições climáticas é freqüente (Labouriau, 1983). Por exemplo, a germinação se processa de forma extremamente lenta em temperaturas baixas, e somente após o substrato que suporta a semente ser aquecido mais de 10 °C o processo germinativo é acelerado e recupera rapidamente o tempo perdido (Larcher, 2006).

Em *S. camporum*, o tempo médio para atingir as melhores porcentagens de germinação foi de 33,9 dias no escuro a 30 °C e 35,7 dias na luz a 25 °C sob temperatura constante (figura 14). Essa resposta era esperada, visto que em espécies de cerrado o processo de germinação geralmente é lento em virtude das

condições climáticas, edáficas (Goodland & Ferri, 1979) e sazonalidade hídrica do solo (Franco, 2002).

As características do habitat podem influenciar os caracteres morfofisiológicos das sementes (Barbosa et al., 1999; Julio & Oliveira, 2007; Silva et al., 2007), induzindo a formação de algum mecanismo de dormência (Rizzini, 1973; Barbosa et al., 1999; Silva et al., 2007) primária ou secundária (Cardoso, 2008), permitindo uma vantagem adaptativa às espécies (Labouriau, 1983). Essa vantagem pode possibilitar a distribuição da germinação das sementes ao longo do tempo e espaço, o que aumenta a possibilidade de germinar em condições ideais para o estabelecimento de plântulas.

Os resultados de germinação de sementes de *S. camporum* corroboram essas afirmações, pois o tegumento duro e espessado das sementes (Julio & Oliveira, 2007) dificulta a ação de microorganismos e predadores. No mais, a presença de dormência fisiológica (Baskin & Baskin, 1998) do embrião pode retardar ou restringir a germinação mesmo com a semente embebida. É necessário, portanto, um estímulo específico para o início do processo germinativo (Cardoso, 2008), no caso, a temperatura. Pois as temperaturas tendem a ser mais elevadas durante a estação chuvosa.

Para algumas espécies, há necessidade de estratificação sob baixas temperaturas para a quebra da dormência (Cardoso, 2008). Esta característica permite à semente permanecer no solo sem germinar até que as condições ideais para a germinação e sobrevivência da plântula possam ocorrer. Esta estratégia evita que ocorra a germinação em condições de veranicos ou baixa umidade do solo durante a estação seca (Nordoto et al., 1998). Este período estaria reservado, portanto, para a dispersão das sementes, como ocorre em *S. camporum*.

Na espécie estudada, observa-se a heterogeneidade de tamanhos das sementes. Ao comparar as respostas de germinação do lote heterogêneo de sementes (figura 14) e os dois grupos de tamanhos de sementes (figuras 12 e 13), observa-se que os valores de porcentagens e velocidade de germinação e distribuição da germinação em picos foram semelhantes em igual condição de temperatura e luz.

Na faixa ótima de temperatura (20 a 30 °C, figura 14) a germinação iniciou em torno do 13º dia, apresentou um pico máximo de germinação entre o 25º e 30º dia, seguidos de eventuais picos de germinação por longos períodos (figura 15). Esse

resultado refletiu nos altos valores de índice de sincronização (baixa sincronização) e no tempo necessário para atingir o máximo de germinação.

Estas respostas observadas neste estudo foram relatadas para sementes de *Vochysia tucanorum* (Barbosa et al., 1999) e de *Styrax japonicus* (Roh et al., 2004) e indicaram que a temperatura potencializa o processo de germinação das sementes, e as respostas de germinação foram semelhantes sob luz e escuro contínuos nessas espécies.

Esta indicação foi mais pronunciada para a espécie *Vochysia tucanorum* (Barbosa et al., 1999), pois a temperatura constante promoveu a germinação enquanto que a alternância de temperaturas, principalmente entre temperaturas extremas, restringiu a germinação. Em *S. camporum* apenas a velocidade de germinação tendeu a ser maior no escuro sob temperaturas constantes (figura 14). Sob condições de sol e sombra simuladas (tabela 3) (onde ocorreu uma flutuação de temperatura entre 15 a 39°C, em ambas as condições) a velocidade de germinação também tendeu a ser maior no escuro.

A alternância de temperatura foi testada apenas na condição de sol e sombra simulada, que teve flutuações diárias de temperaturas por estar em condição de campo. Esta decisão foi tomada em função da alta porcentagem de germinação obtida sob temperatura constante (tabela 2). Assim, seria pouco provável que a alternância de temperaturas promovesse um aumento significativo na porcentagem de germinação. Ficando apenas a possibilidade de aumento da velocidade e sincronização da germinação das sementes, nessa condição.

Os resultados dos tratamentos simulando condições naturais confirmaram esta hipótese. As respostas de germinação foram semelhantes às de temperaturas constantes, para a porcentagem de germinação (tabela 3 e figuras 2, 3). Como sugerido, sob condições naturais, houve a promoção de maior velocidade e sincronização da germinação (tabela 3). A maioria das sementes germinou num curto período, após o início da primeira emergência. Desse modo, a distribuição da germinação tendeu a ser mais homogênea, como mostram os polígonos de frequência relativa (figuras 10, 11). Nesse caso, outros fatores também podem ter influenciado estas respostas, visto que no ambiente parcialmente controlado fica impossível isolar todas as fontes de variação. Entretanto, quando comparado os dados dos tipos de solo sob condições controladas e condições naturais simuladas (tabela 3, figura 1, 2, 3) observou-se que as respostas são semelhantes. Tal fato

reforça a hipótese de que a alternância de temperaturas não influencia a porcentagem final de germinação nesta espécie, mas potencializa o processo.

Segundo Figliolia et al. (1993) a temperatura é o principal fator que afeta o processo metabólico responsável pela germinação de sementes florestais, e está diretamente associada com as características da espécie. Estas respostas ao efeito da temperatura variam em nível de espécie e entre espécies para diferentes safras de sementes (Narbona & Arista, 2006).

Algumas espécies requerem alternâncias de temperaturas para germinar, como *Croton floribundus* (Válio & Scarpa, 2001). Na presença de condições apropriadas, a temperatura é a responsável pela expressão do potencial máximo de germinação (Figliolia et al., 1993).

A temperatura também interage com a luz e esta pode modificar a sensibilidade de sementes à luz (Taylorson & Hendricks, 1972), como observado em *Rumex obtusifolius* (Takaki et al., 1981) e *Psidium guajava* (Sugahara & Takaki, 2004).

Em *Psidium guajava* uma variação de apenas 5 °C na alternância de temperatura foi suficiente para induzir a germinação das sementes no escuro, mas para a obtenção da porcentagem máxima de germinação (Figliolia et al., 1993) foi necessária uma variação de alternância de 10 °C para escuro e 15 °C sob luz branca (Sugahara & Takaki, 2004). As mudanças na qualidade da luz e alternâncias de temperatura diárias que ocorrem em ambientes abertos como nos cerrados (Eiten, 1972) e em clareiras de florestas tropicais (Raich, 1990) provocam grandes mudanças de temperatura, em amplitudes acima de 10°C (Bazzaz & Pickett, 1980), nas camadas superficiais do solo entre o dia e a noite (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1982). Essa variação provavelmente influencia a germinação de *S. camporum* sob condições naturais, pois as sementes que permanecem viáveis no solo experimentam essa condição no cerrado.

O aumento na porcentagem de germinação sob flutuação de temperaturas pode ser atribuído à presença de pelo menos um baixo nível de fitocromo na forma ativa (Fve) na semente (Probert, 2000). A espécie estudada pode conter em suas sementes este pigmento na forma ativa, em quantidade suficiente para induzir germinação no escuro. Sugere-se, também, a presença da forma fiB do fitocromo, controlando a germinação por meio da resposta de fluência baixa (RFB) (Takaki, 2001).

Quando as sementes de *S. camporum* foram expostas a um gradiente de fotoequilíbrio do fitocromo, a porcentagem e velocidade de germinação diminuíram significativamente em relação aos tratamentos de luz branca e escuro contínuos e também em consequência da diminuição da razão vermelho:vermelho extremo (figura 16).

Esses resultados sugerem a ocorrência da foto-conversão da forma ativa do fitocromo, preexistente na semente, para forma inativa sob condições de luz com maior proporção de vermelho extremo, como ocorre sob dossel da vegetação (Kronenberg & Kendrick, 1986). Nesta condição, a germinação de *S. camporum* pode ser controlada pela presença da forma fiB do fitocromo nas sementes, através da resposta de fluência baixa (RFB) (Takaki, 2001).

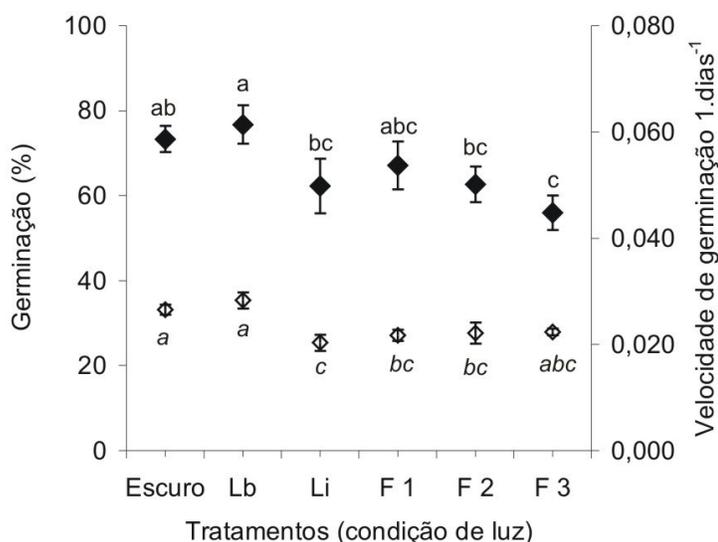


Figura 16 - Porcentagem (◆) e velocidade (◇) de germinação para sementes de *Styrax camporum*, sob diferentes condições de luz: Lb = luz branca de lâmpada fluorescente; Li = luz incandescente; F1, F2, F3 = três filmes plástico (insulfilme) com diferentes porcentagens de e escuro contínuo. As médias seguidas por letras distintas, diferem entre si para $\alpha \leq 0,05$. As barras no gráfico indicam o erro padrão da média.

A forma fiB do fitocromo é um membro especializado da família de fitocromos que age como uma antena na percepção da razão V:VE (Botto et al., 1996). Em *S. camporum*, as sementes tenderam à redução da porcentagem de germinação quando submetidas a condições de baixa razão V:VE, sendo esta resposta um indicativo da presença do fitocromo na forma fiB, nas sementes da espécie.

As respostas de germinação de *S. camporum* submetidas às diferentes condições de luz refletem mais uma característica adaptativa da espécie na colonização do cerrado (Oliveira, 1998). A brotação inicia-se no final da estação seca e início da estação chuvosa, e com isso os níveis de irradiância e a razão V:VE do espectro de luz que chega sob o dossel podem ser alterados devido a maior cobertura vegetal, que funciona como um filtro de luz (Kronenberg & Kendrick, 1986). No entanto, mesmo nessas condições, parte da população de sementes de *S. camporum* germina. Por outro lado, devido à morfologia arredondada da semente, o processo de embebição pode ser facilitado pelo aumento do sombreamento, umidade e pela menor variação na temperatura. Não obstante, germinar em baixa razão V:VE e escuro torna-se interessante para a espécie, pois quando sob serrapilheira ou solo o processo de embebição e germinação seriam facilitados pelo aumento do contato da semente com umidade do substrato.

Desse modo, a indiferença à luz permite às sementes de *S. camporum* germinarem mesmo sob dossel, embora em ambientes densamente sombreados a porcentagem de germinação seja reduzida (figura 16). Nessa condição o estabelecimento da plântula também pode ser restringido. Neste caso, o lento processo de germinação, sua distribuição no tempo e falta de sincronização (figura 17) podem representar a exploração de diferentes condições ambientais, principalmente de luz e umidade para a germinação e estabelecimento da planta.

Sob condições naturais, vários fatores exercem influência em relação ao início e a continuidade da germinação (Labouriau, 1983; Raich, 1990). Assim, sementes de uma mesma espécie podem germinar em tempos muito diferentes, dependendo das condições externas. A sincronização, portanto, é modulada de acordo com a estação do ano mais favorável para o estabelecimento de plântulas (Larcher, 2006), característica observada para *S. camporum* neste estudo.

A lenta germinação em muitas espécies tem relação com vários fatores internos e externos (Barbosa et al., 1999; Roh et al., 2004; Larcher, 2006; Silva et al., 2007), como tipo de dormência (Baskin & Baskin, 2004; Cardoso, 2008), forma de vida e habitat específico da planta (Labouriau, 1983).

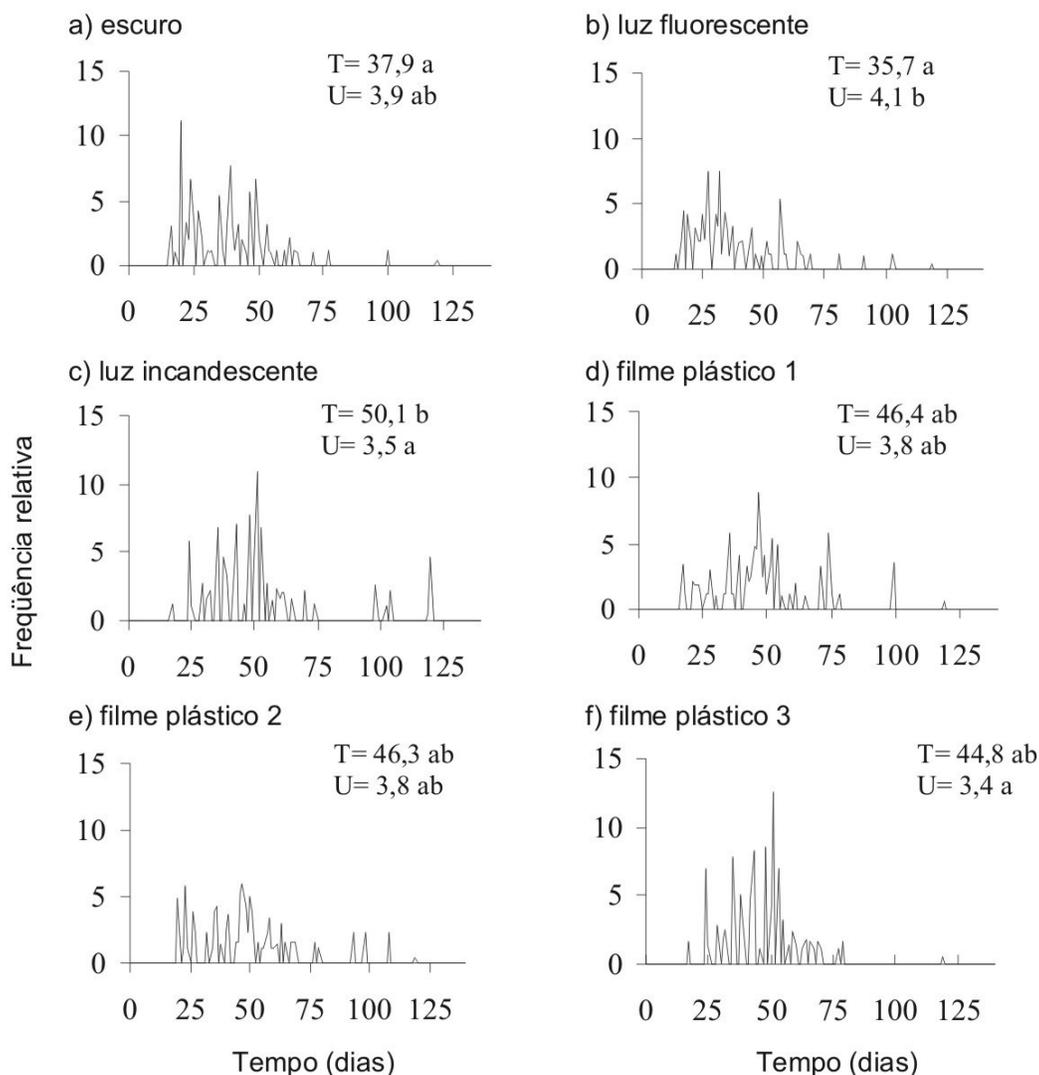


Figura 17 - Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Styrag camporum*, em função de diferentes condições de luz, avaliada sob temperatura constante de 25 °C. (T= tempo média, U= índice de sincronização da germinação). As médias em T e U são seguidas por letras distintas e diferem entre si para $\alpha \leq 0,05$.

Nas espécies de cerrado é freqüente a presença de inibidores químicos, proteção do embrião, como ocorre em *S. camporum* (Julio & Oliveira, 2007) e formação incompleta do embrião, como ocorre em Annonaceae (Rizzini, 1973; Baskin & Baskin, 1998; Silva et al., 2007), os quais retardam ou inibem a germinação. Assim, a germinação de sementes dessas espécies tende a ser irregular e distribuída por longos períodos, como observado para *S. camporum*, *S.*

ferrugineus (Barbosa et al., 1985); *S. japonicus*, *Vochysia tucanorum* (Barbosa et al., 1999) e *Annona crassiflora* (Silva et al., 2007).

Com relação à emergência de plântulas, esta ocorre em tempos diferentes e parte da progênie evita as condições climáticas mais desfavoráveis (Larcher, 2006) que ocorrem nos cerrados, como a escassez de água superficial no solo durante a estação seca (Kanegae, 2000; Franco, 2002) e os extremos de temperatura no verão e inverno (Ferri, 1977).

d) EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO

A temperatura e a luz influenciam a germinação de sementes submetidas a condições de diferentes disponibilidades de água no substrato. Sementes de *S. camporum* apresentaram as melhores repostas de germinação comparadas ao controle sob potencial de água de -0,1 MPa. As porcentagens finais de germinação sofreram queda significativa em função da diminuição do potencial da água (tabela 5), assim como em função da diminuição da temperatura em ambas as condições luz e escuro. Entretanto, não ocorreram diferenças significativas entre luz e escuro em igual condição de temperatura e potencial de água (figura 18).

Para evitar a drenagem excessiva da água e ressecamento da superfície a película de solução foi mantida a um nível acima da superfície da semente. Esta metodologia pode ter alterado a capacidade de aeração do substrato (Figliolia et al. 1993), dificultado as trocas gasosas entre o meio interno e externo à semente, que pode ter causado restrição à germinação ou morte das sementes, principalmente nas soluções com potenciais de água baixos. Apesar dessas desvantagens, a areia lavada foi o substrato que ofereceu melhores condições para o teste, devido às características morfológicas da semente e provocar menos alterações no potencial das soluções durante o processo de germinação. Apesar da baixa porcentagem de germinação (tabela 5), observou-se a tendência acentuada de queda da germinação com a diminuição do potencial da solução (figura 18) e com a temperatura.

Tabela 5 - Germinação de sementes de *Styrax camporum* sob diferentes temperaturas e potenciais de água (-MPa).

Potenciais	Temperaturas					
	15 °C		20 °C		25 °C	
% de germinação						
0	41,5 ± 7,9***	a*	53,6 ± 19,2	a*	62,2 ± 13,8	a*
-0,1	20,1 ± 5,8	b	41,0 ± 13,7	ab	43,3 ± 6,1	bc
-0,2	13,0 ± 12,9	bc	25,9 ± 6,7	b	37,2 ± 4,6	bc
-0,3	23,7 ± 6,8	bc	16,3 ± 8,7	bc	30,0 ± 12,7	bc
-0,4	6,0 ± 8,5	c	10,2 ± 12,0	bc	27,6 ± 9,9	c
-0,5	00 ± 0,0	-	11,2 ± 13,6	c	11,8 ± 10,0	d
Tempo médio de germinação						
0	96,4 ± 9,0	ab**	103,7 ± 8,2	c**	76,0 ± 9,3	ab**
-0,1	100,3 ± 13,8	a	95,6 ± 5,2	b	75,5 ± 10,9	ab
-0,2	112,4 ± 9,7	a	88,0 ± 22,0	ab	80,6 ± 6,2	ab
-0,3	102,5 ± 13,3	ab	102,3 ± 42,6	a	96,6 ± 18,4	b
-0,4	38,5 ± 56,2	a	53,9 ± 59,9	a	81,5 ± 14,7	ab
-0,5	0,0 ± 0,0	-	53,6 ± 58,0	a	48,5 ± 41,3	a
Velocidade média de germinação (1/tempo)						
0	0,0105 ± 0,001	a**	0,0097 ± 0,001	ab**	0,0133 ± 0,002	a*
-0,1	0,0101 ± 0,001	a	0,0105 ± 0,001	ab	0,0135 ± 0,002	a
-0,2	0,0090 ± 0,001	a	0,0125 ± 0,005	a	0,0125 ± 0,001	ab
-0,3	0,0099 ± 0,001	a	0,0076 ± 0,003	b	0,0107 ± 0,002	ab
-0,4	0,0040 ± 0,006	b	0,0049 ± 0,006	b	0,0126 ± 0,002	ab
-0,5	0,0000 ± 0,000	-	0,0047 ± 0,005	b	0,0082 ± 0,007	b
Índice médio de sincronização da germinação						
0	2,04 ± 0,6	b**	2,60 ± 0,4	c*	2,77 ± 0,4	c**
-0,1	0,94 ± 0,8	ab	1,88 ± 0,8	b	2,31 ± 0,4	bc
-0,2	0,41 ± 0,7	a	1,20 ± 0,9	ab	1,97 ± 0,3	bc
-0,3	0,94 ± 0,8	ab	0,47 ± 0,6	a	1,44 ± 1,1	bc
-0,4	0,14 ± 0,4	a	0,31 ± 0,6	a	1,26 ± 0,9	b
-0,5	0,00 ± 0,0	-	0,32 ± 0,6	a	0,17 ± 0,4	a

* Letras distintas seguidas das médias e respectivo***desvio padrão indicam diferença significativas entre as mesmas para $\alpha \leq 0,05$. Teste de *Tukey (Sokal & Rolf,1981) e ** Nemenyi (Zar, 1999).

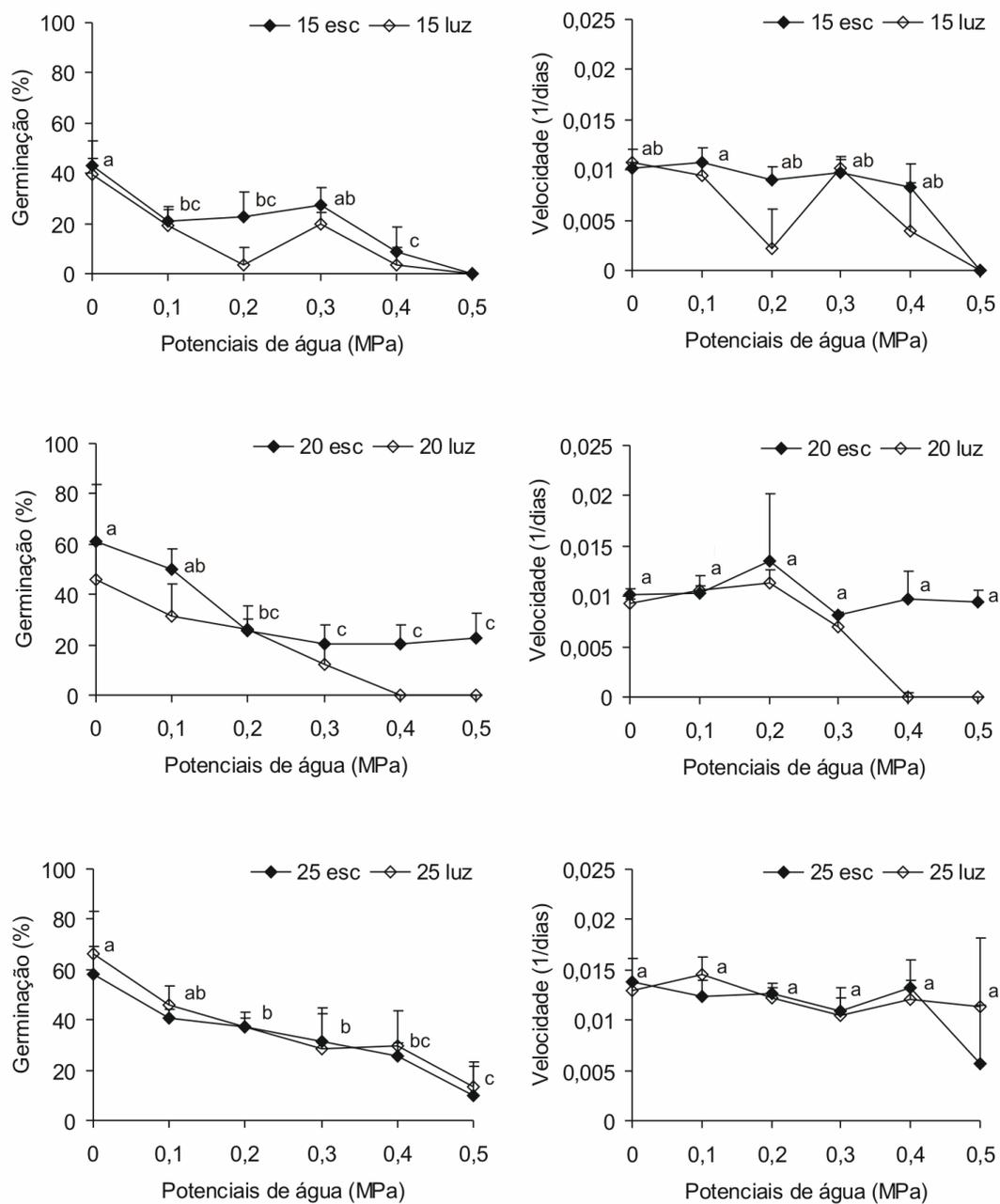


Figura 18 - Porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Styrax camporum* sob efeito potenciais de água (-MPa), temperatura e luz.

Estes resultados demonstram que a germinação das sementes de *S. camporum* é afetada em nível de substrato, temperatura e umidade e em menor escala pela luz. A figura 18 demonstra que as sementes da espécie não toleram baixos potenciais de água, pois dificulta o processo de embebição das sementes.

Assim, a germinação em condições de campo, sob curtos períodos de chuva e umidade superficial do solo não ocorre. Esta característica pode contribuir para formação do banco temporário de sementes (Thompson & Grime, 1979) da espécie, mesmo que parte das sementes germinem em condição de baixo potencial de água. Dessa forma, o espessamento do tegumento e a presença de compostos fenólicos (Julio & Oliveira, 2007) podem conferir proteção ao embrião durante o período de espera de condições favoráveis de temperatura e umidade para germinação.

e) BANCO DE SEMENTES

A presença de compostos fenólicos nos frutos e sementes de *S. camporum* (Julio & Oliveira, 2007) pode estar associada à proteção contra predadores de sementes (Swain, 1979; Werker, 1997), à dureza do tegumento, impermeabilidade à água e inibição da germinação (Werker, 1997), características que podem indicar dormência física. A dormência física é causada por uma ou mais camadas de células paliçádicas impermeáveis à água, no tegumento da semente (Baskin et al., 2000), característica observada em sementes de *S. camporum* (Julio & Oliveira, 2007).

Apesar da espessura do tegumento das sementes de *S. camporum* o mesmo não impediu a rápida embebição da mesma (figura 19). A embebição da semente de *S. camporum* ocorre devido às fissuras presentes na região da rafe, que se apresenta como um sulco, e na região micropilar (figura 20).

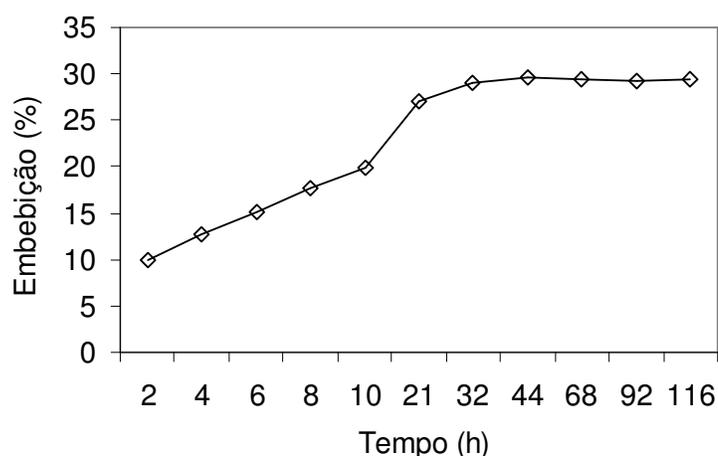


Figura 19 - Curva de embebição de semente de *Styrax camporum*, sob temperatura de 25°C e luz branca contínua.

Portanto, sementes de *S. camporum* que permanecem no banco de sementes após dispersão, sob condições de umidade adequada do solo podem apresentar rápida embebição, resposta adaptativa importante para o ambiente cerrado, o qual apresenta estação seca e chuvosa bem definida (Nordoto et al. 1998).

Roh et al. (2004) discutiram a presença de dupla dormência em sementes de *Styrax*. A dormência imposta pelo tegumento da semente que resiste à absorção de água e um embrião dormente que impede o desenvolvimento da radícula e cotilédones. Para atingir a maior porcentagem de germinação de sementes de *S. japonicus*, foi necessária a estratificação a quente por um mês e seguida de estratificação a frio por dois meses (Roh & Bentz, 2003) período necessário para a quebra de dormência das sementes da espécie (Roh et al., 2004).

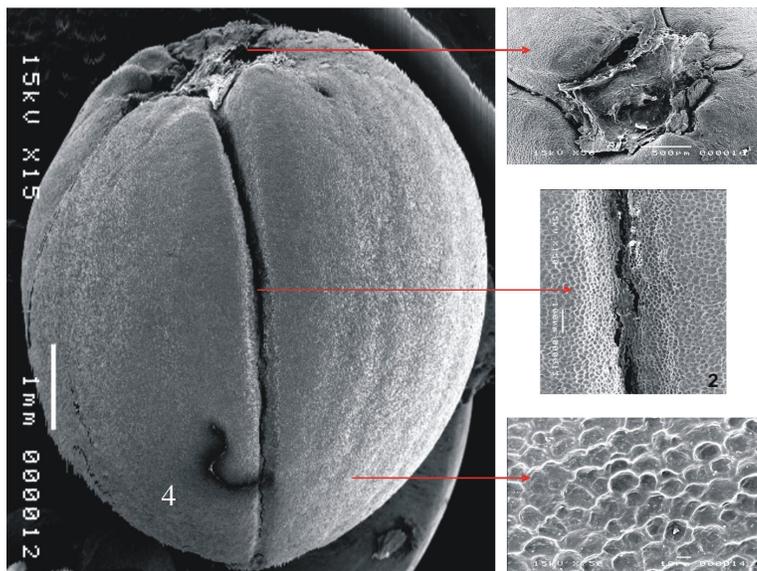


Figura 20 - Eletromicrografia da semente de *Styrax camporum* demonstrando tegumento com regiões específicas que permitem a entrada de água. 1. Detalhe da região micropilar. 2. Detalhe das fissuras da rafe. 3. Detalhe da testa impermeável. 4. Detalhe da semente.

Rodrigues & Leite (2003) relataram que sementes que requerem estratificação a frio são ricas em lipídeos e proteínas, mas contém pouco amido. Durante o período frio, o embrião de algumas espécies cresce pela transferência de compostos de carbono e nitrogênio a partir de células que contém essas reservas. Os açúcares se acumulam e parecem ser requeridos como fonte de energia para forçar o movimento osmótico de água, possibilitando a germinação.

As sementes de *Styrax camporum* apresentam cerca de 42 % de suas reservas compostas por lipídeos (Simão et al., dados não publicados). No entanto, essa estratificação não foi necessária para as sementes da espécie apresentarem alta porcentagem de germinação. Entretanto, as sementes são dispersas ao longo de todo o período de inverno e em seguida ficam sujeitas a ampla flutuação de temperaturas durante a primavera e verão, período favorável à germinação e estabelecimento de plântulas.

Dentro da mesma população de sementes de *S. camporum*, os dados de germinação sugerem diferentes níveis de dormência relativa, que podem justificar a falta de sincronização da germinação e o longo período necessário para a completa germinação das sementes, fato também observado por Roh et al. (2004) para *S. japonicus* (Roh et al., 2004), indicando que essas características podem ser comuns para espécies do gênero.

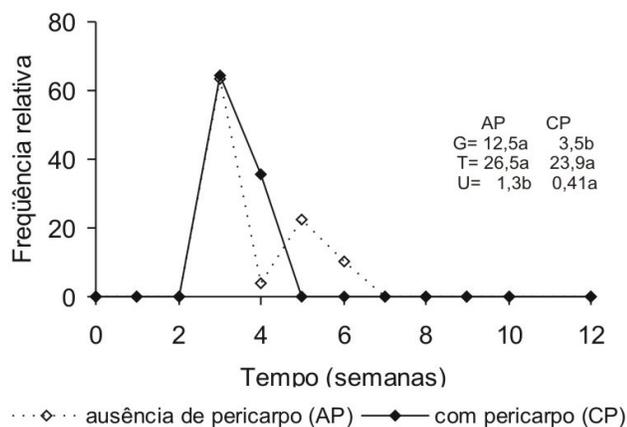


Figura 21 - Polígonos de freqüência relativa da germinação de *Styrax camporum*, coletadas no campo três meses após a dispersão, avaliadas sob temperatura constante de 25 °C e luz contínua de lâmpadas fluorescentes. G = porcentagem de germinação, T= tempo médio e U= índice de sincronização. Letras distintas seguidas das médias indicam diferença significativa entre os pares para $\alpha \leq 0,05$.

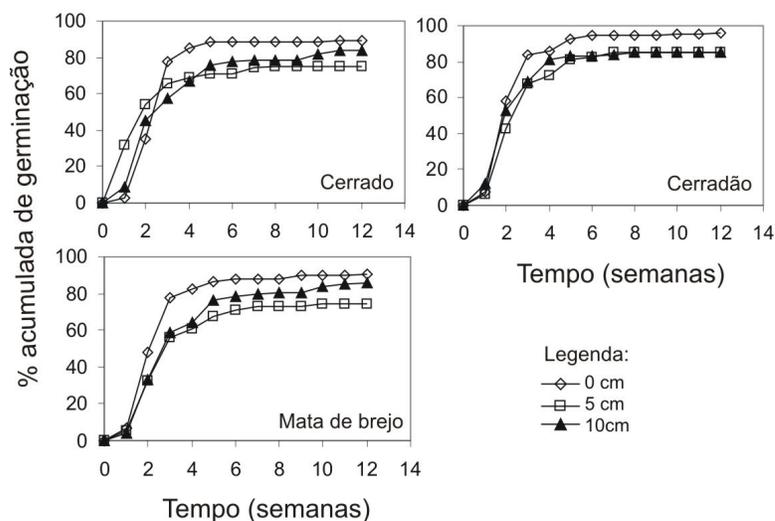


Figura 22 - Porcentagem acumulada de sementes germinadas após três meses de armazenamento em condições de campo para espécie *Styrox camporum* sob três profundidades e três ambientes distintos.

A dependência de estratificação para uniformizar a germinação fica mais evidente quando são observados os dados de germinação de sementes colhidas sob a copa de árvores de *S. camporum*, três meses após o final da dispersão (figura 21). Assim como também nas respostas de germinação de sementes estocadas no campo (figura 22) durante três meses (junho a setembro) e colocadas para germinar sob temperatura ótima (25 °C) para germinação da espécie.

A alta sincronização, velocidade de germinação (figuras 21; 23) e alta viabilidade das sementes armazenadas (figura 24) no campo, principalmente das sementes armazenadas na superfície do solo, demonstram uma estratégia efetiva na adaptação e estabelecimento dessa espécie no ambiente cerrado.

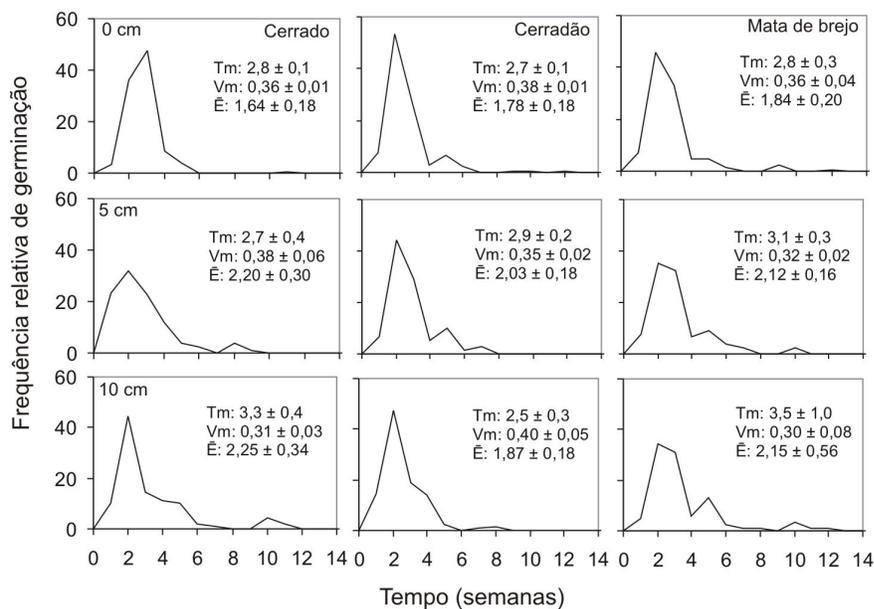


Figura 23 - Polígonos de frequência relativa de germinação de sementes de *Styrax camporum* após três meses de armazenamento no campo para três diferentes ambientes e profundidades de armazenamento.

Entretanto, quando observada a quantidade de sementes germinadas e deterioradas, para a primeira avaliação do banco de sementes (figura 24), fica evidente a limitação da germinação em função da umidade do solo. Entre todas as profundidades e ambientes de armazenamento de sementes, o cerrado apresentou menor porcentagem de sementes germinadas na superfície do solo, corroborando a hipótese de limitação de água na superfície do solo.

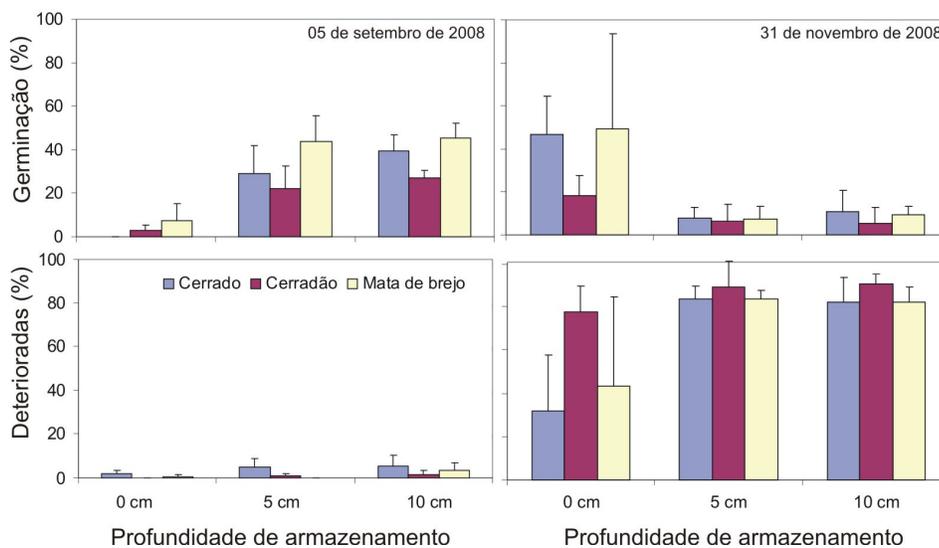


Figura 24 - Primeira (três meses) e segunda (seis meses) avaliação do banco de sementes simulado em condições de campo para *Styrax camporum*, sob três profundidades e três ambientes distintos.

Na camada superficial do cerrado, as primeiras chuvas não forneceram umidade suficiente ao solo para promover a embebição e germinação de sementes de *S. camporum*. Em laboratório, sob o potencial de $-0,1$ MPa, as sementes já apresentavam sinais de redução da germinação. Ambos os resultados (campo e laboratório) sugerem limitação ao processo de embebição com níveis de umidade abaixo da capacidade de campo. Essa hipótese torna-se evidente mesmo para a colheita de novembro (figura 24), período em que os níveis de umidade do solo foram maiores (tabela 6), porém ainda abaixo da capacidade de campo para o solo de cerrado (figura 25).

Tabela 6 - Avaliações aleatórias da umidade do solo nos ambientes avaliados em condição de campo na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu.

Meses	Umidade do solo (%) em relação ao peso fresco menos peso seco					
	Cerrado		Cerradão		Mata de brejo	
amostras	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
abril	15,2 ± 4,4	12,2 ± 3,4	11,7 ± 4,6	7,4 ± 2,2	51,0 ± 9,7	63,5 ± 11,3
julho	11,5 ± 3,8	9,7 ± 0,5	10,3 ± 2,2	9,0 ± 4,2	42,5 ± 14,2	60,51 ± 11,1
setembro	10,2 ± 0,1	9,2 ± 0,4	9,3 ± 1,1	8,0 ± 0,5	44,1 ± 19,5	48,1 ± 14,9
novembro	17,1 ± 12,3	12,0 ± 2,4	11,6 ± 2,2	9,4 ± 0,9	48,1 ± 7,6	53,0 ± 11,3

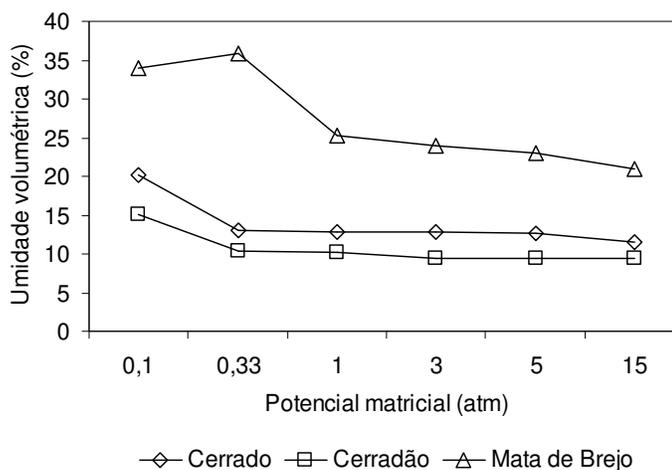


Figura 25 - Levantamento de curva característica de água no solo para três ambientes utilizados para experimentos no campo. Observações: Nas determinações foram utilizadas

amostras indeformadas e a umidade do solo está expressa em termos de volume de água por volume de solo seco.

Para o ambiente cerrado e mata de brejo foram observadas maiores porcentagens de germinação na avaliação de setembro. Por ser ambientes mais fechados, com dossel mais denso (tabela 7), possivelmente proporcionaram menor variação de temperatura e maior disponibilidade de água, principalmente no solo da mata de brejo. Este ambiente apresentou as maiores porcentagens de germinação para ambas as profundidades avaliadas (figura 24).

Tabela 7 - Dados de abertura de dossel para as três áreas avaliadas na Estação Ecológica de Mogi-Guaçu.

Meses	Abertura do dossel (%)		
	Cerrado	Cerradão	Mata de brejo
abril	28,8 ± 4,6	21,11 ± 1,1	20,1 ± 8,4
julho	35,99 ± 6,9	13,5 ± 1,9	11,8 ± 1,9
setembro	30,0 ± 2,1	11,4 ± 2,6	24,0 ± 6,0
novembro	35,4 ± 3,2	28,7 ± 0,9	31,0 ± 1,8

O fornecimento inadequado de água pode iniciar a germinação, porém podem não ser suficientes para completar o processo. Assim, as sementes podem germinar, ser deterioradas ou se manterem intactas, sob níveis de umidade abaixo da capacidade de campo, como observado nos três meses de armazenamento (figuras 22, 23, 24). Com a umidade próxima a capacidade de campo, as sementes germinam ou são deterioradas, sendo baixo o número de sementes intactas para o cerrado e praticamente nulo para o cerradão e mata de brejo (figura 24), nas profundidades de 5 e 10 cm.

Neste contexto, as sementes armazenadas na superfície do solo apresentaram o maior número de plântulas na avaliação de novembro para os três ambientes avaliados. É nesse período que o volume de chuvas aumenta no ambiente e proporciona melhores condições de umidade para o estabelecimento de plântulas. Já as sementes armazenadas em profundidades de 5 e 10 cm apresentaram germinação em momentos não favoráveis ao recrutamento de plântulas.

Aproximadamente 50% das sementes germinaram em setembro, mesmo com as poucas chuvas isoladas, principalmente para o ambiente mata de brejo e cerradão nas profundidades de 5 e 10 cm, o que não foi observado para o cerrado.

Neste ambiente, a quantidade de sementes deterioradas foi alta nas camadas de 5 e 10 cm na avaliação de novembro (figura 24).

As sementes que permaneceram intactas pelo período de avaliação do banco de sementes podem apresentar a presença de um embrião dormente, como sugerido por Roh et al., (2004) para *Styrax japonicus*. Nesse período de armazenamento, a termoperiodicidade pode quebrar a dormência das sementes e estas podem iniciar o processo de germinação assim que a umidade do solo aumentar. Apesar disso, no cerrado, parte das sementes armazenadas não germinou na segunda avaliação. No mais, quando sementes preservadas em condições de laboratório foram semeadas em campo no mês de novembro (cerrado, cerradão e mata de brejo), a porcentagem de plântulas recrutadas foi baixa (tabela 8), demonstrando a presença de dormência fisiológica das sementes de *S. camporum*. Em condições de laboratório as sementes apresentaram altas porcentagens de germinação. No entanto, o tempo para atingir a máxima porcentagem de germinação foi longo mesmo sob condições favoráveis a germinação (temperatura, umidade e substrato).

Tabela 8 - Número de sementes germinadas e distribuição de plântulas ao longo dos meses pelo período de 12 meses.

Época de avaliação	Número de plântulas para cada ambiente		
	Cerrado	Cerradão	Brejo
Janeiro	6 ± 3*	4 ± 2	18 ± 6
Fevereiro	45 ± 11	17 ± 9	37 ± 11
Março	38 ± 18	18 ± 11	31 ± 15
Maio	36 ± 17	8 ± 8	16 ± 9
Julho	30 ± 15	5 ± 7	14 ± 8
Setembro	26 ± 15	4 ± 4	15 ± 7
Novembro	24 ± 15	3 ± 3	12 ± 7
Resultados gerais por ambiente			
Sementes semeadas	800	800	800
Sementes germinadas	45 ± 11	18 ± 11	37 ± 11
Porcentagem de germinação	5,66 ± 1,38	2,22 ± 1,43	4,56 ± 1,34
Porcentagem de sobrevivência	51,93 ± 32,19	15,49 ± 16,66	32,19 ± 19,26

* Média ± desvio padrão

O recrutamento de plântulas foi diferenciado entre os diferentes ambientes avaliados com semeadura direta de sementes no campo (figura 26), sendo maior o

número de plântulas encontrado para o ambiente cerrado. A ampla variação encontrada entre os microsítios avaliados para cada ambiente (figura 27) refletiu diferentes necessidades específicas entre as sementes de um mesmo lote e também no monitoramento do ambiente pelas mesmas.

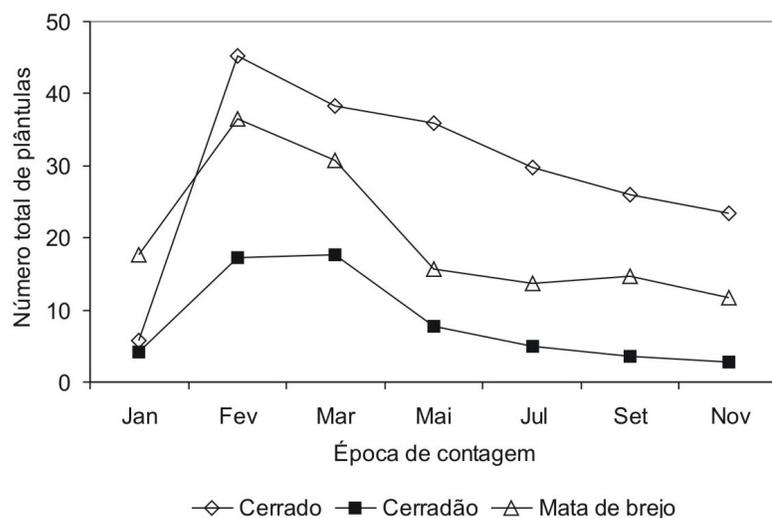


Figura 26 - Médias de distribuição de plântulas de *Styrax camporum* ao longo de 12 meses, para três ambientes diferentes.

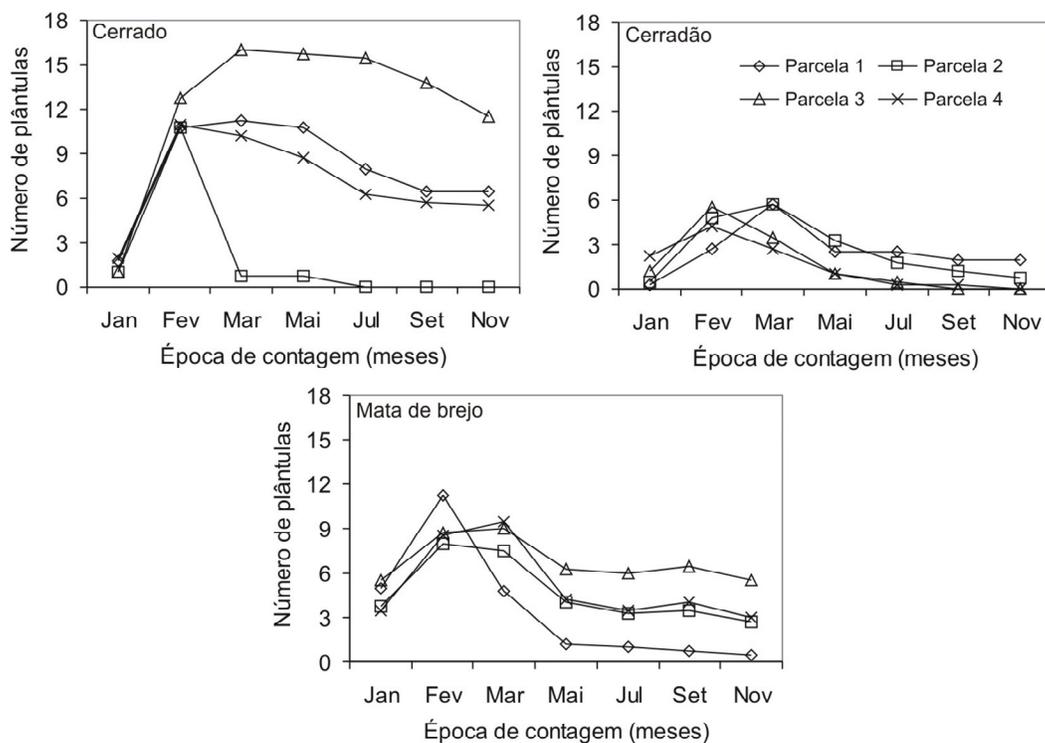


Figura 27 - Médias de distribuição de plântulas de *Styrax camporum* por parcelas ao longo de 12 meses, para três ambientes diferentes.

Como as condições do ambiente natural são muitas heterogêneas ocorre a formação de diferentes microsítios de luz, temperatura e umidade, sendo esta última a mais variável. Assim, a umidade apresenta-se como fator determinante para a germinação das sementes de *S. camporum* em ambiente natural.

Das sementes semeadas no campo no início da estação chuvosa, somente 5,66 % das sementes germinaram no ambiente cerrado, 2,22 % no cerrado e 4,56 % na mata de brejo (tabela 8). Esses dados reforçam a hipótese da presença de um fator endógeno que controla a germinação de *S. camporum*. Dessa forma, o embrião necessita de um estímulo específico para o processo de germinação, sendo candidato a temperatura ou a ação de hormônios.

Os resultados sugerem a presença de dormência fisiológica para as sementes de *S. camporum*. Assim o tegumento espesso e presença de compostos fenólicos (Julio & Oliveira, 2007) teriam a função apenas de proteção mecânica do embrião e contra o ataque de microorganismos e predadores de sementes.

Para Veasey et al. (2000) a dormência de sementes é um fator importante na dinâmica de populações naturais e está relacionada a adaptações das espécies vegetais a ambientes heterogêneos. A dormência garante que a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas ocorram na época e local mais vantajosos (Bewley & Black, 1994; Oliveira, 1998) para o estabelecimento.

Julio & Oliveira (2007) reconheceram alguns caracteres anatômicos de *S. camporum* como adaptações ao bioma cerrado: camada espessa de células lignificadas no tegumento, exotesta com células fenólicas, mesocarpo com idioblastos cristalíferos e fenólicos. Soma-se a isso, as respostas de germinação apresentadas neste estudo, que refletem as características da semente e sua interação com os ambientes no cerrado.

Essa interação da espécie com o ambiente pode ser observada na fenologia e nas características ecofisiológicas aqui apresentadas. Os frutos de *S. camporum* amadurecem de agosto até o início de outubro (Lorenzi, 1992) dependendo do local de ocorrência da espécie. Segundo Saraiva & Monteiro (1988) a fenologia da espécie é irregular, necessitando, portanto de um estudo mais detalhado envolvendo diferentes localidades.

Estas informações se tornam importantes, pois oferece subsídios para a interpretação das respostas de germinação e permite fazer inferências sobre as possíveis estratégias adaptativas da espécie. O período de dispersão das sementes,

por exemplo, certamente tem relação com características adaptativas para a sobrevivência em ambientes sujeitos à sazonalidade hídrica das camadas superficiais do solo (Kanegae, 2000; Franco, 2002) comum em áreas de cerrado. Nos ambientes de cerrado geralmente a dispersão de sementes ocorre no final da estação chuvosa e durante a estação seca (Mantovani & Martins, 1988; Lenza & Klink, 2006).

As sementes que germinam prontamente após a dispersão e que não apresentam impedimento à germinação, geralmente são dispersas no início da estação chuvosa. Já as sementes dispersas no final da estação chuvosa apresenta algum tipo de dormência, geralmente física ou morfofisiológica (Tompson & Grime, 1979; Garwood, 1989; Baskin & Baskin, 1998). Esse ajuste no período de dispersão, as adaptações morfológicas das suas unidades de dispersão entre outros, provavelmente é uma tentativa de superar os períodos de escassez de água nas camadas superficiais do solo e proporcionar a sobrevivência do maior número de plântulas em condições favoráveis.

Segundo Oliveira (1998) a diversidade de estratégias fenológicas representa formas alternativas de sobrevivência e os mecanismos que selecionam estes padrões podem ser determinados pelas interações ecológicas, relações filogenéticas e história das comunidades. Além disso, o ajustamento das diferentes épocas de floração e dispersão de sementes através do tempo de maturação dos frutos e da presença de dormência permite a germinação das espécies no período ótimo para o estabelecimento da plântula otimizando o recrutamento da espécie.

Assim, a dispersão das sementes durante e final da estação chuvosa associada à dormência, seria uma forma de ajustar a germinação dessas espécies com a estação chuvosa seguinte, como forma de evitar a competição por luminosidade, uma vez que as copas das plantas adultas não teriam sido recompostas (Oliveira, 1998).

Independente das variações que ocorrem na fenologia de *S. camporum* nas duas áreas onde as sementes foram coletadas, a dispersão ocorre no final da estação chuvosa e durante a estação seca. Desse modo o longo período de dispersão aliadas às características morfológicas da espécie garantem a presença de sementes viáveis no solo à espera de condições adequadas para germinar até o início da próxima estação chuvosa.

Estas observações reforçam a idéia da heterogeneidade da população de sementes de *S. camporum*, pois o longo período de frutificação expõe os frutos a diferentes condições ambientais durante a maturação e dispersão, fases determinantes das necessidades específicas de germinação (Labouriau, 1983; Bradbeer, 1988). No solo, essas sementes ficam expostas a um período de ampla flutuação de temperaturas (Eiten, 1972) e escassez de água nas camadas superficiais do solo (Kanegae et al., 2000; Franco, 2002) até o início das próximas chuvas.

O período de termoperiodicidade promoveu o sincronismo da germinação em *S. camporum* durante a estação chuvosa após passar pelas variações climáticas do ambiente cerrado. Apesar do melhor sincronismo e a pronta germinação quando expostas às condições ideais de temperatura e umidade, as sementes de *S. camporum* que permaneceram viáveis no solo após três meses de dispersão apresentaram apenas $15,75 \pm 5,3$ % da população de sementes com capacidade de originar plântulas sob as árvores amostradas (figura 21). No entanto, o número de sementes produzidas anualmente pela espécie é grande, assim como a quantidade de sementes presentes sob a copa das árvores da espécie.

Desse modo, a produção em grandes quantidades de sementes no ano e o longo período de dispersão garantem a formação do banco temporário de sementes (Thompson & Grime, 1979), à espera de condições ideais de luz, temperatura e umidade para a germinação e o estabelecimento das plântulas, embora a perda de viabilidade seja rápida em condições naturais.

f) **DESENVOLVIMENTO NO CAMPO (Plântulas)**

O número de plântulas provenientes da semeadura direta no campo foi baixo e diferenciado entre os diferentes ambientes avaliados (tabela 8). A mortalidade de plântulas foi diferenciada entre os ambientes (figura 26). O cerradão promoveu dupla restrição à germinação e ao estabelecimento de plântulas de *S. camporum* proporcionando o menor número de plântulas recrutadas e o maior número de plântulas mortas (tabela 8; figura 26), ambos ligados ao fator água. A mortalidade de plântulas foi também influenciada pela luz. O cerrado foi o ambiente que proporcionou o maior número de plântulas e de sobrevivência das mesmas, após 11 meses de avaliação (tabela 9).

As plântulas de *S. camporum* recrutadas após semeadura no campo permaneceram por um longo período com desenvolvimento mínimo no campo. Foi observado um aumento significativo quanto ao parâmetro altura a partir de setembro cinco meses após a primeira avaliação (realizada três meses após semeadura), comparando dentro do ambiente entre meses. Este padrão foi observado também para o ambiente cerrado e mata de brejo (tabela 9).

Quando o parâmetro altura foi avaliado (tabela 9), comparando os meses e ambientes, observou-se que para plântulas do cerrado houve aumento de altura no mês de maio. Após essa avaliação não correu mais aumento significativo de altura para as demais avaliações. O aumento de altura das plântulas do cerrado e mata de brejo foi semelhante ao logo dos meses sem diferenças entre ambos. Neste caso, pode ter ocorrido o estiolamento das plântulas, visto que no cerrado e na mata de brejo a entrada de luz pelo dossel foi maior (tabela 6).

O diâmetro do coleto não apresentou diferenças significativas entre ambientes (tabela 9). Somente para o ambiente cerrado foi observada uma tendência de aumento do diâmetro do coleto na última avaliação, após 11 meses da semeadura.

Para o parâmetro número de folhas, o aumento foi significativo a partir de maio, significativamente maior entre ambientes aos 11 meses. O número maior de folhas foi encontrado no cerrado e mata de brejo. Para o cerrado, não houve aumento significativo do número de folhas em relação à primeira avaliação. Esses dados indicam que o aumento de altura já no segundo mês de avaliação e não desenvolvimento de folhas esteja relacionado ao estiolamento das plântulas. No cerrado, além dessas respostas, foi observada grande mortalidade de plântulas, sugerindo a não adaptação da espécie a esse ambiente, devido ao alto nível de sombreamento (tabela 7).

A análise física de solo (tabela 9 a) demonstra diferenças marcantes entre os diferentes tipos de solo. O solo do brejo é muito diferente do solo de cerrado e cerrado em sua constituição, cuja constituição é rica em matéria orgânica, argila e silte e baixa em areia. No outro extremo, cerrado e cerrado apresentaram altas porcentagens de areia sendo ainda maior para o solo do cerrado e baixas porcentagens de argila e silte, além de não apresentarem matéria orgânica. Essas características químicas e físicas do solo podem interferir no processo de germinação e estabelecimento de plântulas. Pois podem oferecer condições

diferenciadas de disponibilidade de água e nutrientes. Fato que pode ser evidenciado com os resultados encontrados para *S. camporum*.

Tabela 9 - Efeito de diferentes ambientes (cerrado, cerradão e mata de brejo) sobre plântulas *Styrax camporum* quanto às variáveis médias de altura (cm), diâmetro do coleto (mm) e número de folhas.

Variáveis	Ambientes avaliados						
		Cerrado		Cerradão		Mata de brejo	
Altura	Mar	3,68 ± 0,62 c*	C**	2,70 ± 0,69 c	C	4,33 ± 0,69 b	C
	Mai	4,66 ± 0,97 b	C	3,72 ± 0,80 bc	BC	4,85 ± 1,38 b	C
	Jul	5,68 ± 1,02 b	C	3,57 ± 0,64 bc	BC	4,91 ± 0,86 b	C
	Set	6,07 ± 0,75 b	AB	4,05 ± 0,74 b	BC	6,48 ± 1,41 ab	B
	Nov	8,17 ± 1,78 a	A	5,34 ± 1,52 a	BC	7,05 ± 1,77 a	AB
Diâmetro	Mar	0,13 ± 0,03 a	A	0,16 ± 0,03 a	A	0,12 ± 0,03 a	A
	Mai	0,11 ± 0,01 b	A	0,12 ± 0,04 b	A	0,11 ± 0,03 a	A
	Jul	0,11 ± 0,02 b	A	0,10 ± 0,01 b	A	0,10 ± 0,01 a	A
	Set	0,12 ± 0,03 b	A	0,10 ± 0,01 b	A	0,10 ± 0,01 a	A
	Nov	0,15 ± 0,03 ab	A	0,09 ± 0,01 b	A	0,10 ± 0,01 a	A
Folhas	Mar	4,40 ± 0,52 c	BC	2,70 ± 0,67 b	C	3,40 ± 0,70 b	C
	Mai	5,50 ± 1,08 bc	AB	4,20 ± 0,42 a	BC	4,20 ± 1,03 b	BC
	Jul	5,70 ± 1,06 ab	AB	3,80 ± 0,79 a	BC	5,00 ± 0,82 ab	B
	Set	5,50 ± 0,97 bc	AB	4,60 ± 0,97 a	BC	5,20 ± 1,14 ab	B
	Nov	6,80 ± 1,23 a	A	4,60 ± 0,97 a	BC	6,20 ± 1,32 a	A

** letras distintas seguidas das médias indicam diferenças significativas entre meses dentro do mesmo ambiente. ** Letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre diferentes ambientes na horizontal e diferentes épocas de avaliação na vertical.

Quanto à análise do solo (tabela 10), esta demonstrara que os solos de cerrado e cerradão apresentam características similares em relação a macro e micronutrientes, com valores muito próximos para ambas as profundidades avaliadas. Entretanto, esses ambientes apresentam diferenças quanto ao enxofre (maior concentração no cerrado nas duas profundidades) e ao ferro (maior concentração no solo de cerradão nas duas profundidades).

O solo do brejo apresentou maiores valores de ferro, alumínio, matéria orgânica e CTC (capacidade de troca catiônica).

Os valores de pH foram baixos e semelhantes entre cerrado e cerradão e um pouco mais alto para o brejo.

Tabela 10 - Análise química e física de solo deformado de três ambientes (cerrado, cerradão e mata de brejo), da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu. As amostras foram retiradas nas profundidades de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm, desprezando-se a camada de serrapilheira.

Tabela 10 a – Análise química de solo.

Análise química de solo		Amostras de solo analisadas					
		Cerrado		Cerradão		Mata de brejo	
Avaliação	Medidas	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
P Resina	mg/dm ³	4	2	8	8	10	7
M.O.	g/dm ³	22	14	22	16	90	90
pH	Ca Cl ₂	3,9	3,9	3,7	3,9	4,1	4,1
K		2,5	2,5	3,6	1,9	3,9	1,7
Ca		2	3	2	1	4	4
Mg		1	1	2	1	2	2
H+Al	mmol _c /dm ³	68	52	80	58	121	135
Al		18,2	17,7	24,8	20,2	42,2	53
SB		5,5	6,5	7,6	3,9	9,9	7,7
CTC		73,5	58,5	87,6	61,9	130,9	142,7
V	%	7	11	9	6	8	5
S		50	26	21	13	25	15
B		0,27	0,49	0,42	0,42	0,24	0,38
Cu	mg/dm ³	0,6	0,5	0,8	0,8	0,9	1
Fe		71	42	107	64	150	105
Mn		2,8	1,7	2,4	1,4	0,5	0,4
Zn		0,5	0,3	1,2	0,3	0,4	0,7

Tabela 10 a - Análise física de solo deformado.

Análise física de solo		Amostras de solo analisadas					
		Cerrado		Cerradão		Mata de brejo	
Medidas (%)		0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
Matéria orgânica		0	0	0	0	29	27
Argila		17	20	15	15	38	41
Areia grossa		47	47	60	58	3	3
Areia fina		23	23	15	19	5	9
Areia total		70	70	75	77	8	12
Silte		13	10	10	8	25	20

Quanto às características físicas do solo, chamam a atenção as diferenças nas porcentagens de areia na constituição de cada solo. Pois a grande quantidade

de areia e baixa porcentagem de matéria orgânica e argila presente nos solos de cerrado e cerradão (tabela 10 a), pode levar a uma rápida drenagem da água para camadas mais profundas do solo e facilitar a evaporação nas camadas superficiais do mesmo. Dessa forma, diminui a capacidade de retenção de água no solo e a disponibilidade da mesma para planta. Neste contexto as características do solo de cada ambiente contribuem de forma diferenciada para o processo de germinação e estabelecimento de plantas, como constatado no presente estudo.

g) DESENVOLVIMENTO NO CAMPO (mudas plantadas)

O crescimento das mudas no campo foi maior para todos os parâmetros avaliados no ambiente cerrado. Este ambiente diferiu estatisticamente dos demais ambientes e entre épocas de avaliação, com crescimento diferenciado para os parâmetros avaliados. O maior crescimento inicial registrado foi em altura, já na primeira avaliação após plantio (tabela 11).

Entretanto, o maior aumento em altura foi observado a partir de setembro, assim como para o parâmetro número de folhas. Já o diâmetro do coleto apresentou crescimento significativo a partir de maio, demonstrando que houve investimento diferenciado de crescimento entre as partes da planta (tabela 11), provavelmente monitorado pela sazonalidade do ambiente. Os maiores valores de altura e número de folhas ocorreram entre maio e setembro e o diâmetro entre março a maio. Neste período a planta, provavelmente, investe no desenvolvimento de sistema radicular para suprir as necessidades hídricas, para posteriormente retomar o crescimento em altura e brotação de folhas, no início do período de chuvas.

Essas características não foram observadas para os ambientes cerradão e mata de brejo, os quais não apresentaram crescimento significativo para os parâmetros avaliados em relação ao tempo zero. Houve manutenção de taxas mínimas de crescimento, sem diferenças significativas entre ambos (tabela 11). Este fato pode ser atribuído às condições de baixa luminosidade direta nos dois ambientes (tabela 7).

Tabela 11 - Efeito de diferentes ambientes (cerrado, cerradão e mata de brejo) sobre mudas de *Styrax camporum* quanto às variáveis médias de altura (cm), diâmetro do coleto (mm) e número de folhas, por 11 meses.

Variáveis	Ambientes avaliados						
		Cerrado		Cerradão		Mata de brejo	
Altura	Jan	39,19 ± 8,40 c*	C**	40,78 ± 7,89 a	C	39,97 ± 7,13 a	C
	Mar	45,07 ± 10,41 bc	BC	37,97 ± 9,32 a	C	39,13 ± 6,56 a	C
	Mai	45,63 ± 10,38 bc	ABC	39,19 ± 9,79 a	C	39,75 ± 9,26 a	C
	Jul	46,94 ± 10,56 bc	A	37,94 ± 9,94 a	C	41,38 ± 9,08 a	BC
	Set	54,36 ± 16,11 ab	AB	38,63 ± 10,63 a	C	42,75 ± 9,65 a	BC
	Nov	64,97 ± 20,08 a	A	39,78 ± 10,89 a	C	40,72 ± 11,49 a	BC
Diâmetro	Jan	0,64 ± 0,16 b	C	0,60 ± 0,15 a	C	0,63 ± 0,11 a	C
	Mar	0,75 ± 0,11 b	BC	0,60 ± 0,11 a	C	0,65 ± 0,09 a	C
	Mai	0,79 ± 0,12 ab	BC	0,61 ± 0,09 a	C	0,65 ± 0,10 a	C
	Jul	0,81 ± 0,15 a	BC	0,61 ± 0,10 a	C	0,66 ± 0,10 a	BC
	Set	0,88 ± 0,12 a	AB	0,63 ± 0,10 a	C	0,68 ± 0,11 a	BC
	Nov	0,93 ± 0,25 a	A	0,65 ± 0,08 a	C	0,73 ± 0,11 a	BC
Folhas	Jan	16,88 ± 5,85 b	BC	15,94 ± 7,60 b	BC	17,31 ± 5,92 a	BC
	Mar	20,63 ± 9,47 b	AB	13,75 ± 8,38 ab	BC	15,31 ± 6,91 a	BC
	Mai	21,13 ± 9,18 b	AB	13,31 ± 7,72 ab	BC	16,19 ± 8,37 a	BC
	Jul	19,56 ± 9,44 b	AB	10,06 ± 7,18 ab	C	15,63 ± 7,98 a	BC
	Set	24,50 ± 14,44 ab	AB	10,25 ± 5,98 ab	C	16,25 ± 8,57 a	BC
	Nov	29,25 ± 15,48 a	A	8,50 ± 4,66 a	C	13,06 ± 7,58 a	BC
Mudas plantadas	25		25		25		
Mudas mortas	3		8		4		
Mudas analisadas	16		16		16		

* Letras distintas seguidas das médias indicam diferenças significativas entre meses dentro do ambiente. ** Letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre diferentes ambientes na horizontal e diferentes épocas de avaliação na vertical.

O maior número de mudas mortas foi encontrado no cerradão, seguido da mata de brejo (tabela 11). No entanto, na mata de brejo, aparentemente, a água não é o fator limitante, pois a umidade do solo foi mantida ao longo do período de avaliação. Já para o ambiente cerradão, a limitação hídrica pode ter contribuído para maior mortalidade (tabela 6). Da mesma forma a baixa incidência de luz solar direta (tabela 7) pode ter contribuído para o não desenvolvimento das mudas no cerradão e mata de brejo (tabela 11).

A dependência da luz é evidenciada quando se observa as respostas de crescimento apresentadas pelas mudas no ambiente cerrado (tabela 11), onde a incidência de luz direta é alta (tabela 7). A grande variação entre repostas de mudas, individualmente, indica que cada microsítio apresenta condições diferenciadas de luz, sendo mais ou menos favorável ao crescimento, mas, no geral, oferece condições que permitem o desenvolvimento da espécie.

h) Desenvolvimento inicial de *Styrax camporum* (Casa de Vegetação)

Durante o desenvolvimento das mudas de *S. camporum* em casa de vegetação foram registradas as variações mensais de temperatura (figura 28), assim como foram realizadas análises química (amostras deformadas) dos substratos utilizados no desenvolvimento das mudas (tabela 12), a fim de monitorar as variáveis que provavelmente interfeririam no crescimento das plantas.

As temperaturas registradas no período apresentaram maior amplitude de variação na condição de pleno sol. Nesse ambiente, houve maior variação em relação à média para os valores máximos de temperatura. Já para a temperatura mínima, as médias foram menores na condição aberta de pleno sol. Para ambiente de sombra simulada com insulfilme, houve menor amplitude de flutuação de temperaturas (Figura 28), por ser um ambiente que filtra a luz solar direta.

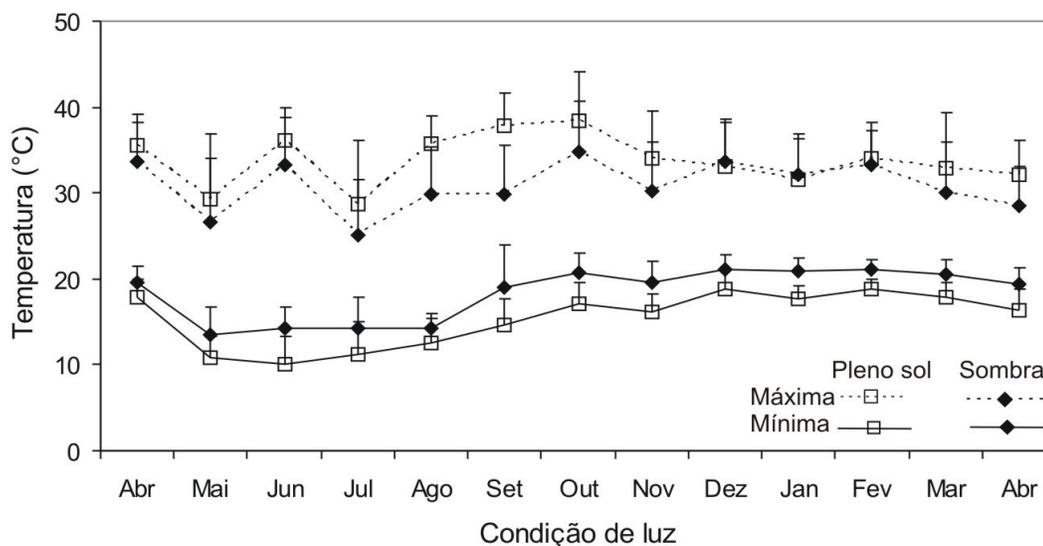


Figura 28 - Temperatura média máxima e mínima durante o desenvolvimento experimental, nas duas condições avaliadas.

Os substratos utilizados no desenvolvimento das mudas apresentaram em comum o pH baixo. As concentrações de alumínio e ferro, também foram altas, principalmente para o solo de mata de brejo, que também apresentou maior concentração de matéria orgânica, H+Al, e capacidade de troca catiônica (CTC) e menor (V%) (tabela 12). Essas características do solo de mata de brejo podem ter contribuído para o menor crescimento e não estabelecimento da plântula, independente das condições experimentais, as quais somente intensificaram a limitação, principalmente a baixa irradiância de luz direta na condição de sombra.

Comparando a massa fresca sob diferentes níveis de água para o solo do brejo dentro de cada tratamento de água e entre épocas de colheita foram observadas diferenças significativas somente para a terceira colheita, na condição de pleno sol. Entre os níveis de água não ocorreu diferença significativa. O mesmo resultado foi observado para condição de sombreamento. No entanto, em ambas as condições (luz e sombra) as plantas tenderam ao maior ganho de massa fresca nas condições de menor fornecimento de água 50 e 25% (tabela 13). Na condição de 100% o acúmulo de massa fresca foi menor em função do estresse causado pelo excesso de água acumulada no solo, que pode acumular mais de três vezes o seu volume de água (tabela 6) e conseqüentemente diminuir a tensão de oxigênio.

Na condição de sombreamento, as mudas de *Styrax camporum* apresentaram taxas de crescimento muito inferiores às encontradas na condição de pleno sol (tabela 13). A condição de pleno sol além de promover os maiores ganhos de biomassa fresca e seca (tabelas 13-16), apresentou também maior área foliar (figura 21-22) e razão raiz/parte aérea (tabela 19-24), diferindo-se estatisticamente das condições sombreadas. Mesmo para as condições de menor fornecimento de água, os parâmetros avaliados foram significativamente maiores na condição de pleno sol, com valores muito próximos aos encontrados para mudas regadas diariamente e sob mesma condição de substrato (tabela 13).

Para o substrato terra de cerrado os maiores níveis de água (50 e 100%) promoveram maior acúmulo de biomassa fresca na condição de pleno sol (tabela 13), os quais não diferiram entre si para a mesma época de colheita, mas apresentaram diferenças entre épocas de colheita dentro de cada nível de água (tabela 14). A pleno sol, as plantas sob o nível de água de 25% apresentaram os menores valores de massa fresca, não diferindo entre as épocas de colheita, exceto a colheita inicial de maio considerada o tempo zero (T0).

Tabela 12 - Análise química de substrato comercial vermiculita e solo (amostra de solo deformado) de cerrado, cerradão e mata de brejo. Amostras de solo coletadas na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, na profundidade de 0 – 20 cm, desprezando-se a camada de serrapilheira.

Análise química de solo		Amostras de substrato analisadas			
Avaliação	Medidas	Cerrado	Cerradão	Mata de brejo	Vermiculita
		0 – 20	0 - 20	0 - 20	-
P Resina	mg/dm ³	5	4	10	8
M.O.	g/dm ³	31	29	82	1
pH	Ca Cl ₂	3,7	3,8	3,6	5,8
K		0,8	0,6	0,6	2,7
Ca		2	2	2	9
Mg		1	1	1	125
H+Al	mmol _c /dm ³	75	61	205	10
Al		15,0	13,8	33,2	0,8
SB		3,8	3,6	3,6	136,7
CTC		78,8	64,6	208,6	146,7
V	%	5	6	2	93
S		18	16	14	10
B		0,12	0,66	0,36	0,08
Cu	mg/dm ³	1,1	0,8	1,7	0,3
Fe		140	128	180	5
Mn		6,5	4,9	0,3	11,7
Zn		0,8	0,6	0,6	0,4

Na condição de sombra para o substrato terra de cerrado não foi observado diferença entre os tratamentos e época de colheita, exceto para as duas últimas colheitas para o tratamento de 100% de água (tabela 13).

O substrato cerradão, na condição de pleno sol, apresentou respostas semelhantes às relatadas para a condição de terra de cerrado. Entretanto, os valores médios de massa fresca foram menores. Para condição de sombreamento foram observadas diferenças significativas dentro e entre tratamentos de água apenas para a colheita de fevereiro. As médias dos tratamentos 50 e 100% foram semelhantes e estatisticamente diferentes do tratamento 25% de água (tabela 13).

Os dados demonstram que para os tratamentos sob substrato terra de cerrado e cerradão a diminuição no fornecimento de água limita o desenvolvimento da espécie, de forma mais acentuada, na condição de pleno sol, uma vez que a taxa de crescimento foi significativamente menor para o tratamento de 25% de água a pleno sol. As características do solo do cerrado e cerradão com a predominância de areia favorecem a drenagem de água favorecendo a difusão do ar.

Tabela 13 - Efeito de diferentes níveis de água sobre a variável massa fresca média total para *S. camporum*, em diferentes épocas de colheita de plântulas, sob diferentes substratos e duas condições de luz: pleno sol e sombra simulada com insulfilme.

Variável		Tratamentos (níveis de água)		
Massa fresca (g)		25%	50%	100%
Mata de brejo sol	Mai	0,40 b	0,40 b	0,40 b
	Ago	1,40 b	1,52 b	1,52 b
	Nov	4,46 ab	9,98 a	6,59 ab
Mata de brejo sombra	Mai	1,04 ab	1,04 ab	1,04 ab
	Ago	0,67 ab	0,33 ab	0,76 ab
	Nov	1,17 a	0,25 b	0,80 ab
Cerrado pleno sol	Mai	0,40 d	0,40 d	0,40 d
	Ago	11,70 c	18,81 bc	20,51 bc
	Nov	13,00 c	29,26 bc	36,29 b
	Fev	16,83 c	40,65 ab	50,57 a
	Mai	16,37 c	36,68 ab	60,58 a
Cerrado sombra	Mai	1,09 b	1,09 b	1,09 b
	Ago	1,09 b	0,99 b	1,60 b
	Nov	1,06 b	1,62 b	3,34 b
	Fev	1,34 b	3,35 b	7,04 a
	Mai	-	2,01 -	8,44 -
Cerradão pleno sol	Mai	4,24 c	4,24 c	4,24 c
	Ago	7,43 c	12,68 bc	24,20 b
	Nov	8,40 c	17,25 b	23,19 b
	Fev	7,20 c	22,02 b	37,49 a
	Mai	-	12,79 -	28,23 -
Cerradão sombra	Mai	1,17 b	1,17 b	1,17 b
	Ago	0,79 b	1,03 b	1,87 b
	Nov	0,77 b	2,24 b	2,37 b
	Fev	1,76 b	4,02 ab	7,02 a
	Mai	-	-	10,48 -

*Letras distintas seguidas das médias na vertical indicam diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre as épocas de colheitas e dentro de cada nível de água. Na horizontal, entre os diferentes níveis de água e época de colheita.

Em igual condição de solo, água e diferente condição de luz (tabela 14) observou-se a mesma tendência de maior acúmulo de massa fresca na condição de pleno sol, independente do tipo de substrato e quantidade de água fornecida. Na

condição de sol, foram observadas diferenças significativas entre as épocas de colheita dentro de cada tratamento de água, principalmente para as colheitas realizadas nos meses de novembro e fevereiro. Nessa época as condições ambientais externas à casa de vegetação são favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais em geral.

Tabela 13 - Efeito de diferentes níveis de água sobre a variável de massa fresca média total para *S. camporum*, em diferentes épocas de colheita de plântulas, cultivadas em diferentes substratos e duas condições de luz: pleno sol e sombra.

Variável	Tratamentos (níveis de água)						
	25%		50%		100%		
Época de colheita	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra	
Mata de brejo	Mai	0,40 b	1,04 b	0,40 b	1,04 b	0,40 b	1,04 b
	Ago	1,40 b	0,67 b	1,52 b	0,33 b	1,52 b	0,76 b
	Nov	4,46 a	1,17 b	9,98 a	0,25 b	6,59 a	0,80 b
Cerrado	Mai	0,40 c	1,09 c	0,40 d	1,09 d	0,40 d	1,09 d
	Ago	11,70 b	1,09 c	18,81 c	0,99 d	20,51 c	1,60 d
	Nov	13,00 b	1,06 c	29,26 b	1,62 d	36,29 b	3,34 d
	Fev	16,83 a	1,34 c	40,65 a	3,35 d	50,57 a	7,04 d
	Mai	16,37 -	-	36,68 -	2,01 -	60,58 -	8,44 -
Cerradão	Mai	4,24 bc	1,17 bc	4,24 c	1,17 c	4,24 c	1,17 c
	Ago	7,43 ab	0,79 c	12,68 b	1,03 c	24,20 b	1,87 c
	Nov	8,40 a	0,77 c	17,25 ab	2,24 c	23,19 b	2,37 c
	Fev	7,20 ab	1,76 bc	22,02 a	4,02 c	37,49 a	7,02 c
	Mai	-	-	12,79 -	-	28,23 -	10,48 -

*Letras distintas seguidas das médias na vertical indicam diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre as épocas de colheitas e dentro de cada nível de água. Na horizontal, entre as diferentes condições de luz e época de colheita dentro de cada nível de água.

Essas mudanças no ambiente externo também reflete mudanças no ambiente interno a casa de vegetação, principalmente em relação a umidade relativa do ar e temperatura. Fatores que podem contribuir para o desenvolvimento da espécie, mesmo que as condições sejam parcialmente controladas.

Para condição de sombreamento (tabela 14) foi observado que a condição de sombra imposta para a espécie paralisou o desenvolvimento das mudas, sugerindo uma dormência relativa (Labouriau, 1983) das mesmas, à espera de condições favoráveis de luz para o seu desenvolvimento. As pequenas diferenças, não significativas estatisticamente, dos valores de massa fresca encontrados nesta

condição podem ser atribuídos a características genéticas das sementes, que contribuem para o crescimento diferenciado de plântulas. Assim, como as plantas são colhidas aleatoriamente por sorteio essa variação pode aparecer.

Quando comparados os valores de massa seca em igual condição de luz, solo e diferentes níveis de água no solo (tabela 15), diferenças significativas entre os níveis de água foram observadas, principalmente sob condição de pleno sol para os solos de cerrado e cerradão e na condição de sombra para mata de brejo e cerradão. Para o solo de mata de brejo, a massa seca acumulada foi igual para ambas as condições (tabela 15), sob rega diária. Este dado evidencia a influência do substrato como fator limitante ao desenvolvimento da espécie e o sombreamento teria um papel adicional no estresse para a planta, assim como a limitação de água.

Essa tendência também foi observada para o solo do cerradão, que não promoveu diferença significativa de ganho de biomassa seca entre as condições de pleno sol e sombra, para os meses de novembro e fevereiro. Já para o substrato solo de cerrado há tendência de diferenças entre condição de pleno sol e sombra, entre níveis de água e épocas de colheita. Este fato é atribuído ao crescimento diferenciado das plantas nesse substrato, o qual, apesar de ácido e pobre em nutrientes (tabela 12), apresentou melhores condições ao desenvolvimento das mudas, em comparação aos demais substratos avaliados. Essas características permitiram melhor diferenciação dos efeitos de outros fatores que podem ser limitantes quando impostos, como a limitação de luz e água (tabela 14 e 15).

Tabela 14 - Efeito de diferentes níveis de água sobre a variável massa seca para *Styrax camporum* em diferentes épocas de colheita de plântulas cultivadas em diferentes tipos de substrato e duas condições de luz: pleno sol e sombra simulada com insulfilme.

Variável		Tratamentos (níveis de água)					
Massa seca (g)		25%		50%		100%	
Mata de brejo sol	Mai	0,22	b*	0,22	b	0,22	b
	Ago	0,54	b	0,70	b	0,69	b
	Nov	1,78	ab	3,25	a	2,38	ab
Mata de brejo sombra	Mai	0,32	b	0,32	b	0,32	b
	Ago	0,34	ab	0,30	b	0,35	ab
	Nov	0,57	a	0,29	b	0,41	ab
Cerrado pleno sol	Mai	2,27	de	2,27	e	2,27	e
	Ago	4,41	de	6,14	de	5,82	de
	Nov	6,56	d	11,03	c	13,16	c
	Fev	6,63	d	16,97	bc	20,12	b
	Mai	6,80	d	15,63	b	24,73	a
Cerrado sombra	Mai	0,31	b	0,31	b	0,31	b
	Ago	0,46	b	0,38	b	0,53	b
	Nov	1,52	ab	0,70	b	1,17	b
	Fev	0,56	b	1,17	b	2,32	a
	Mai	-	-	0,65	-	2,92	-
Cerradão pleno sol	Mai	1,07	c	1,07	c	1,07	c
	Ago	2,52	c	4,22	bc	8,03	b
	Nov	3,81	bc	4,05	bc	8,87	b
	Fev	2,63	c	8,53	b	13,33	a
	Mai	-	-	4,91	-	12,42	-
Cerradão sombra	Mai	0,31	c	0,31	c	0,31	c
	Ago	0,34	c	0,40	c	0,62	c
	Nov	2,63	c	8,53	b	13,33	a
	Fev	0,82	c	1,29	c	2,43	c
	Mai	-	-	-	-	3,80	-

*Letras distintas seguidas das médias na vertical indicam diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre as épocas de colheitas para dentro de cada nível de água e na horizontal entre os diferentes níveis de água e época de colheita.

Tabela 15 - Efeito de diferentes níveis de água sobre a variável massa seca para *Styrax camporum* em diferentes épocas de colheita de plântulas cultivadas em diferentes tipos de substrato e duas condições de luz: pleno sol e sombra simulada com insulfilme.

Variável		Tratamentos (níveis de água)					
		25%		50%		100%	
Massa seca (g)		sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra
Mata de brejo	Época de colheita						
	Mai	0,22 b	0,32 b	0,22 b	0,32 b	0,22 b	0,32 b
	Ago	0,54 b	0,34 b	0,70 b	0,30 b	0,69 ab	0,35 ab
	Nov	1,78 a	0,57 b	3,25 a	0,29 b	2,38 a	0,41 ab
Cerrado	Mai	2,27 bc	0,31 c	2,27 d	0,31 d	2,27 d	0,31 d
	Ago	4,41 b	0,46 c	6,14 c	0,38 d	5,82 cd	0,53 d
	Nov	6,56 a	1,52 bc	11,03 b	0,70 d	13,16 b	1,17 d
	Fev	6,63 a	0,56 c	16,97 a	1,17 d	20,12 a	2,32 cd
	Mai	6,80 -	-	15,63 -	0,65 d	24,73 -	2,92 -
Cerradão	Mai	1,07 bc	0,31 c	1,07 b	0,31 b	1,07 b	0,31 b
	Ago	2,52 ab	0,34 c	4,22 ab	0,40 b	8,03 a	0,62 b
	Nov	3,81 a	2,63 ab	4,05 ab	8,53 a	8,87 a	13,33 a
	Fev	2,63 ab	0,82 bc	8,53 a	1,29 ab	13,33 a	2,43 ab
	Mai	-	0,31 -	4,91	-	12,42 -	3,80 -

*Letras distintas seguidas das médias na vertical indicam diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre as épocas de colheitas e dentro de cada nível de água. Na horizontal entre as diferentes condições de luz e época de colheita dentro de cada nível de água.

Os valores de área foliar apresentaram a mesma tendência já evidenciada para os resultados de massa fresca e massa seca. Pode ser observado através da área foliar que tanto o sombreamento como a água limitam o desenvolvimento de área foliar em solo de cerrado e cerradão. Estes solos apresentaram as melhores respostas quanto a essa variável na condição de pleno sol, sendo os maiores valores evidenciados para o solo de cerrado. No caso da mata de brejo, o fator limitante foi o próprio solo, conforme demonstraram os resultados da tabela 16-17 e figuras 29-30.

Os valores de área foliar apresentaram diferenças significativas entre os níveis de água (tabela 16) e épocas de colheita em igual condição de luz e substrato. Também apresentaram diferenças significativas entre as condições de pleno sol e sombra para diferentes épocas de colheita sob mesma condição de água e substrato (tabela 17).

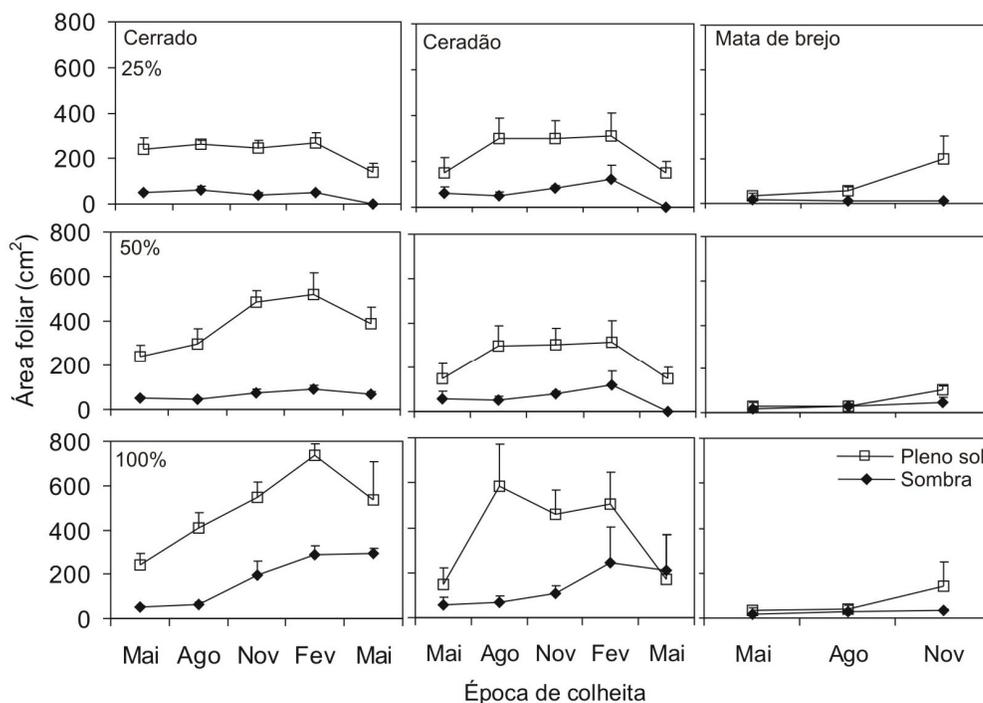


Figura 29 - Variação de área foliar para mudas de *Styrox camporum* cultivadas em vasos contendo solo de diferentes ambientes e sob duas condições distintas de luz.

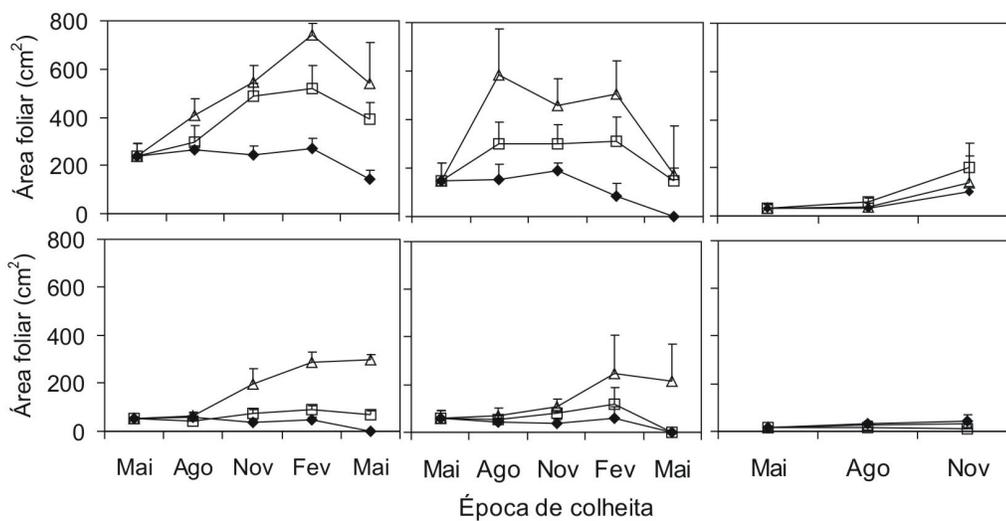


Figura 30 - Resultados de área foliar para mudas de *Styrox camporum* cultivadas em vasos contendo solo de diferentes ambientes e sob três níveis de água (= \blacklozenge 25%, \square = 50 % e \triangle = 100% da capacidade de campo do substrato).

Tabela 16 - Efeito de diferentes níveis de água sobre a variável área foliar média para diferentes épocas de colheita de plântulas de *Styrax camporum*, cultivadas em diferentes tipos de solo e duas condições de luz: pleno sol e sombra simulada com insulfilme.

Variável		Tratamentos (níveis de água)		
Área foliar (cm ²)		25%	50%	100%
Mata de brejo sol	Mai	31,59 b	31,59 b	31,59 b
	Ago	31,43 b	58,46 b	38,99 b
	Nov	102,88 ab	201,04 a	140,02 ab
Mata de brejo sombra	Mai	16,45 b	16,45 b	16,45 b
	Ago	30,03 ab	13,40 b	27,05 ab
	Nov	44,75 a	12,38 b	31,39 ab
Cerrado pleno sol	Mai	240,14 bc	240,14 bc	240,14 bc
	Ago	264,14 bc	296,46 bc	406,85 ab
	Nov	245,38 bc	485,45 ab	545,08 ab
	Fev	269,29 bc	520,42 ab	739,45 a
	Mai	142,59 c	391,36 ab	538,10 ab
Cerrado sombra	Mai	50,92 bc	50,92 bc	50,92 bc
	Ago	60,59 bc	43,05 bc	63,88 bc
	Nov	39,49 bc	72,87 bc	196,51 ab
	Fev	49,65 bc	89,16 b	288,50 a
	Mai	-	66,76 -	294,72 -
Cerradão pleno sol	Mai	149,09 bc	149,09 bc	149,09 bc
	Ago	154,74 bc	297,65 b	586,30 a
	Nov	187,65 bc	300,10 b	458,33 ab
	Fev	83,96 c	312,95 b	507,34 ab
	Mai	-	147,99 -	330,93 -
Cerradão sombra	Mai	58,72 b	58,72 b	58,72 b
	Ago	42,32 b	51,47 b	69,73 b
	Nov	34,76 b	81,03 b	108,70 ab
	Fev	60,57 b	119,45 ab	242,70 a
	Mai	-	-	302,77 -

*Letras distintas seguidas das médias na vertical indicam diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre as épocas de colheitas e dentro de cada nível de água. Na horizontal, entre os diferentes níveis de água e época de colheita.

Tabela 17 - Efeito de diferentes níveis de água sobre a variável área foliar média para diferentes épocas de colheita de plântulas de *Styrax camporum*, cultivadas em diferentes tipos de solo e duas condições de luz: pleno sol e sombra simulada com insulfilme.

Variável		Tratamentos (níveis de água)					
Área foliar (cm ²)		25%		50%		100%	
Época de colheita		sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra
M d e b r e j o	Mai	31,59 b*	16,45 b	31,59 b	16,45 b	31,59 b	16,45 b
	Ago	31,43 b	30,03 b	58,46 b	13,40 b	38,99 b	27,05 b
	Nov	102,88 a	44,75 b	201,04 a	12,38 b	140,02 a	31,39 a
C e r r a d o	Mai	240,14 a	50,92 b	240,14 b	50,92 c	240,14 b	50,92 c
	Ago	264,14 a	60,59 b	296,46 a	43,05 c	406,85 b	63,88 c
	Nov	245,38 a	39,49 b	485,45 a	72,87 bc	545,08 ab	196,51 bc
	Fev	269,29 a	49,65 b	520,42 a	89,16 bc	739,45 a	288,50 b
	Mai	142,59 -	-	391,36 -	66,76 -	538,10 -	294,72 -
C e r r a d ã o	Mai	149,09 ab	58,72 bc	149,09 ab	58,72 c	149,09 bc	58,72 c
	Ago	154,74 ab	42,32 c	297,65 ab	51,47 c	586,30 a	69,73 c
	Nov	187,65 a	34,76 c	300,10 a	81,03 bc	458,33 a	108,70 bc
	Fev	83,96 bc	60,57 bc	312,95 a	119,45 bc	507,34 a	242,70 b
	Mai	-	-	147,99 -	-	330,93 -	302,77 -

*Letras distintas seguidas das médias na vertical indicam diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre as épocas de colheitas e dentro de cada nível de água. Na horizontal entre as diferentes condições de luz e época de colheita dentro de cada nível de água.

Os efeitos da condição de luz, substrato e quantidade de água fornecida também foram observados em função do crescimento diferenciado das partes da planta (tabelas 19 - 24). A espécie apresenta grande investimento em parte aérea, principalmente folhas, que contribui com cerca de 70 % da massa seca (tabela 15 - 16) e fresca (tabela 13 - 14). Os baixos valores de massa fresca e seca de caule e raiz sugerem que nesta fase de desenvolvimento da planta o maior ou menor acúmulo de biomassa aérea é condicionado pelo número de folhas (área foliar).

Os resultados de distribuição de biomassa são similares em proporção para os diferentes substratos, condição de luz e umidade, diferindo apenas em valores totais de biomassa acumulada. As diferenças ocorrem devido ao desenvolvimento diferencial das plantas em cada substrato.

A razão raiz:parte aérea tendeu a ser maior para os tratamentos de menor quantidade de água no solo, variando com as épocas de colheita, provavelmente influenciada pelo número de folhas produzidas ou perdidas.

Na condição de sombra, o crescimento da parte aérea também tendeu a ser maior, com baixa a razão raiz:parte aérea. As respostas foram diferenciadas sob os diferentes substratos avaliados.

No cerradão foi observada uma tendência de maior razão raiz:parte aérea na condição de pleno sol e nas condições de menos água fornecida (tabela 21 e 22). Para o substrato solo de cerrado, apesar da tendência de maior razão raiz:parte aérea para tratamentos com menor quantidade de água no solo, os valores médios foram muito próximos para os três níveis de água, assim como o investimento em parte aérea.

No entanto, para todos os substratos avaliados neste estudo, na condição de sombra, a razão raiz:parte aérea foi menor que no sol, indicando que o desenvolvimento da espécie foi limitado na sombra nos órgãos subterrâneos.

Para o solo de cerrado a pleno sol, a distribuição de biomassa foi equilibrada entre as partes raiz, caule e folhas para as diferentes épocas de colheita. Apresentou, também, os maiores valores de peso total (tabela 19 e 20). Esses dados demonstram que o solo de cerrado foi favorável ao desenvolvimento da espécie.

As grandes diferenças entre os valores de massa seca total, encontrados na condição de pleno sol em relação à condição de sombra, assim como para os diferentes níveis de água fornecidos sugerem que a espécie apresenta-se adaptada às condições naturais do ambiente cerrado. Este solo favoreceu as melhores respostas de crescimento, comparando com os demais substratos avaliados. Dessa forma, o estabelecimento e desenvolvimento da espécie estão condicionados primeiramente ao tipo de substrato. Posteriormente, sofre os efeitos adicionais, principalmente de umidade e luz. Este último é o mais pronunciado para o cerrado.

Diante destes resultados sugere-se que o cerrado seja o ambiente que melhor condiciona o estabelecimento e o desenvolvimento de *Styrax camporum*.

Tabela 19 a 24 - Efeito de diferentes níveis de água sobre as variáveis de peso seco para *Styrax camporum* em diferentes épocas de colheita de plântulas, cultivadas sob diferentes substratos solo de cerrado, cerradão e mata de brejo e duas condições de luz: pleno sol e sombra simulada com insulfilme.

Tabela 19 - **Cerrado**, sob condição pleno sol.

Variáveis	Tratamentos (níveis de água)			
		25%	50%	100%
Raiz (%)	Mai	27,03 ± 5,98	27,03 ± 5,98	27,03 ± 5,98
	Ago	31,74 ± 3,55	33,39 ± 4,24	25,59 ± 14,83
	Nov	44,37 ± 12,41	36,63 ± 7,43	35,09 ± 7,30
	Fev	40,49 ± 4,75	41,46 ± 3,36	38,66 ± 5,15
	Mai	43,55 ± 4,58	39,70 ± 5,29	46,89 ± 11,35
Caulo (%)	Mai	22,44 ± 6,91	22,44 ± 6,91	22,44 ± 6,91
	Ago	25,51 ± 4,55	21,99 ± 3,06	26,21 ± 2,46
	Nov	26,71 ± 8,73	30,68 ± 4,54	32,43 ± 5,30
	Fev	25,33 ± 3,76	29,66 ± 6,57	29,74 ± 2,92
	Mai	32,78 ± 5,05	31,74 ± 2,90	29,28 ± 9,42
Folhas (%)	Mai	50,33 ± 4,76	50,53 ± 4,76	50,53 ± 4,76
	Ago	42,75 ± 3,05	44,61 ± 6,56	48,20 ± 13,58
	Nov	28,92 ± 5,56	32,69 ± 8,49	32,48 ± 4,43
	Fev	34,17 ± 2,26	28,88 ± 7,29	31,60 ± 3,94
	Mai	23,66 ± 8,18	28,57 ± 3,93	23,84 ± 4,49
Parte aérea total (%)	Mai	72,97 ± 5,98	72,97 ± 5,98	72,97 ± 5,98
	Ago	68,26 ± 3,55	66,61 ± 4,24	74,41 ± 14,83
	Nov	55,63 ± 12,41	63,37 ± 7,43	64,91 ± 7,30
	Fev	59,51 ± 4,75	58,54 ± 3,36	61,34 ± 5,15
	Mai	56,45 ± 4,58	60,30 ± 5,29	53,11 ± 11,35
Peso total (g)	Mai	2,27 ± 1,23	2,27 ± 1,23	2,27 ± 1,23
	Ago	4,41 ± 0,46	6,14 ± 1,47	5,82 ± 1,48
	Nov	6,56 ± 1,45	11,03 ± 1,63	13,16 ± 3,96
	Fev	6,63 ± 1,22	16,97 ± 0,81	20,12 ± 3,06
	Mai	6,80 ± 1,56	15,63 ± 0,33	24,73 ± 1,62
Raiz/parte aérea (g)	Mai	0,38 ± 0,12	0,38 ± 0,12	0,38 ± 0,12
	Ago	0,47 ± 0,08	0,51 ± 0,10	0,38 ± 0,27
	Nov	0,89 ± 0,53	0,59 ± 0,17	0,56 ± 0,17
	Fev	0,69 ± 0,13	0,71 ± 0,10	0,64 ± 0,13
	Mai	0,78 ± 0,14	0,67 ± 0,15	0,94 ± 0,35

Tabela 20 - **Cerrado**, sob condição de sombreamento.

Variáveis	Tratamentos (níveis de água)			
	25%	50%	100%	
Raiz (%)	Mai	13,95 ± 4,52	13,95 ± 4,52	13,95 ± 4,52
	Ago	13,56 ± 4,46	16,27 ± 2,94	18,35 ± 3,64
	Nov	6,50 ± 3,54	22,94 ± 5,18	18,88 ± 3,50
	Fev	17,34 ± 5,78	25,62 ± 6,59	18,73 ± 4,43
	Mai	0,00 ± 0,00	28,48 ± 5,17	24,33 ± 5,88
Caule (%)	Mai	18,36 ± 3,83	16,36 ± 3,83	18,36 ± 3,83
	Ago	21,20 ± 5,79	19,17 ± 3,91	22,88 ± 1,46
	Nov	8,14 ± 3,51	27,45 ± 5,44	26,84 ± 1,92
	Fev	21,07 ± 3,59	30,82 ± 5,71	30,18 ± 5,38
	Mai	0,00 ± 0,00	31,19 ± 9,85	32,20 ± 3,54
Folhas (%)	Mai	67,69 ± 7,36	67,69 ± 7,36	67,69 ± 7,36
	Ago	65,24 ± 8,23	64,56 ± 3,06	58,77 ± 3,27
	Nov	85,37 ± 7,02	49,61 ± 5,84	54,29 ± 2,28
	Fev	61,59 ± 7,25	43,56 ± 4,27	51,09 ± 4,78
	Mai	0,00 ± 0,00	40,32 ± 6,83	43,46 ± 4,70
Parte aérea total (%)	Mai	86,05 ± 4,52	86,05 ± 4,52	86,05 ± 4,52
	Ago	86,44 ± 4,46	83,73 ± 2,94	81,65 ± 3,64
	Nov	93,50 ± 3,54	77,06 ± 5,18	81,12 ± 3,50
	Fev	82,66 ± 5,78	74,38 ± 6,59	81,27 ± 4,43
	Mai	0,00 ± 0,00	71,52 ± 5,17	75,67 ± 5,88
Peso total (g)	Mai	0,31 ± 0,07	0,31 ± 0,07	0,31 ± 0,07
	Ago	0,46 ± 0,19	0,38 ± 0,10	0,53 ± 0,17
	Nov	1,52 ± 0,56	0,70 ± 0,25	1,17 ± 0,72
	Fev	0,56 ± 0,10	1,17 ± 0,35	2,32 ± 0,98
	Mai	0,00 ± 0,00	0,65 ± 0,28	2,92 ± 0,26
Raiz/parte aérea (g)	Mai	0,16 ± 0,06	0,16 ± 0,06	0,16 ± 0,06
	Ago	0,16 ± 0,06	0,20 ± 0,04	0,23 ± 0,05
	Nov	0,07 ± 0,04	0,30 ± 0,08	0,23 ± 0,05
	Fev	0,21 ± 0,09	0,35 ± 0,12	0,23 ± 0,07
	Mai	0,00 ± 0,00	0,40 ± 0,11	0,33 ± 0,11

Tabela 21 – Cerradão, condição pleno sol.

Variáveis		Tratamentos (níveis de água)			
		25%	50%	100%	
Massa seca	Mai	20,05± 6,31	20,05± 6,31	20,05± 6,31	
	Ago	36,78± 7,37	27,09± 4,61	25,37± 7,71	
	Raiz (%)	Nov	41,77± 10,66	43,76± 9,40	33,40± 4,62
		Fev	47,95± 8,25	37,56± 2,60	43,12± 3,32
		Mai	0,00± 0,00	44,81± 6,37	47,94± 1,87
Caule (%)	Mai	18,80± 2,64	18,80± 2,64	18,80± 2,64	
	Ago	19,77± 4,95	23,27± 3,93	22,97± 3,33	
	Nov	24,04± 6,31	45,27± 7,06	26,72± 2,48	
	Fev	26,01± 4,66	30,90± 4,93	25,55± 3,23	
	Mai	0,00± 0,00	35,01± 7,43	26,10± 4,54	
Folhas (%)	Mai	61,14± 6,75	61,14± 6,75	61,14± 6,75	
	Ago	43,45± 5,63	49,64± 2,08	51,66± 5,13	
	Nov	34,19± 9,79	10,97± 3,45	39,88± 7,00	
	Fev	26,05± 8,12	31,54± 5,76	31,33± 2,99	
	Mai	0,00± 0,00	20,18± 9,83	25,96± 2,67	
Parte aérea total (%)	Mai	79,95± 6,31	79,95± 6,31	79,95± 6,31	
	Ago	63,22± 7,37	72,91± 4,61	74,63± 7,71	
	Nov	58,23± 10,66	56,24± 9,40	66,60± 4,62	
	Fev	52,05± 8,25	62,44± 2,60	56,88± 3,32	
	Mai	0,00± 0,00	55,19± 6,37	52,06± 1,87	
Peso total (g)	Mai	1,07± 0,49	1,07± 0,49	1,07± 0,49	
	Ago	2,52± 1,34	4,22± 1,38	8,03± 1,98	
	Nov	3,81± 1,02	4,05± 0,99	8,87± 2,85	
	Fev	2,63± 0,21	8,53± 3,32	13,33± 3,13	
	Mai	0,00± 0,00	4,91± 2,44	12,42± 4,32	
Raiz/parte aérea (g)	Mai	0,26± 0,10	0,26± 0,10	0,26± 0,10	
	Ago	0,60± 0,21	0,38± 0,09	0,35± 0,15	
	Nov	0,76± 0,34	0,81± 0,29	0,51± 0,11	
	Fev	0,96± 0,33	0,60± 0,07	0,76± 0,10	
	Mai	0,00± 0,00	0,83± 0,22	0,92± 0,07	

Tabela 22 – Cerradão, condição de sombreamento.

Variáveis		Tratamentos (níveis de água)		
		25%	50%	100%
Massa seca	Mai	11,47 ± 4,31	11,47 ± 4,31	11,47 ± 4,31
	Ago	19,11 ± 5,54	16,57 ± 4,40	17,94 ± 4,05
Raiz (%)	Nov	47,95 ± 8,25	37,56 ± 2,60	43,12 ± 3,32
	Fev	16,03 ± 3,21	21,15 ± 7,98	23,06 ± 5,75
	Mai	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	29,95 ± 4,78
	Mai	18,38 ± 4,70	18,38 ± 4,70	18,38 ± 4,70
	Ago	12,97 ± 1,49	19,92 ± 2,94	25,99 ± 2,23
Caule (%)	Nov	26,01 ± 4,66	30,90 ± 4,93	25,55 ± 3,23
	Fev	21,57 ± 10,89	27,53 ± 10,19	30,03 ± 5,21
	Mai	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	40,72 ± 11,68
	Mai	70,15 ± 3,79	70,15 ± 3,79	70,15 ± 3,79
	Ago	67,92 ± 6,99	63,51 ± 6,24	56,07 ± 5,83
Folhas (%)	Nov	26,05 ± 8,25	31,54 ± 5,76	31,33 ± 2,99
	Fev	62,39 ± 3,21	51,33 ± 14,69	46,91 ± 9,63
	Mai	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	29,32 ± 15,80
	Mai	88,53 ± 4,31	88,53 ± 4,31	88,53 ± 4,31
	Ago	80,89 ± 5,54	83,43 ± 4,40	82,06 ± 4,05
Parte aérea total (%)	Nov	52,05 ± 8,25	62,44 ± 2,60	56,88 ± 3,32
	Fev	83,97 ± 3,21	78,85 ± 7,98	76,94 ± 5,75
	Mai	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	70,05 ± 4,78
	Mai	0,31 ± 0,11	0,31 ± 0,11	0,31 ± 0,11
	Ago	0,34 ± 0,05	0,40 ± 0,07	0,62 ± 0,23
Peso total (g)	Nov	2,63 ± 0,21	8,53 ± 3,32	13,33 ± 3,13
	Fev	0,82 ± 0,35	1,29 ± 0,67	2,43 ± 1,08
	Mai	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	3,80 ± 0,91
	Mai	0,13 ± 0,05	0,13 ± 0,05	0,13 ± 0,09
	Ago	0,24 ± 0,08	0,20 ± 0,07	0,22 ± 0,06
Raiz/parte aérea (g)	Nov	0,96 ± 0,33	0,60 ± 0,07	0,76 ± 0,10
	Fev	0,19 ± 0,05	0,28 ± 0,13	0,31 ± 0,10
	Mai	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,43 ± 0,28

Tabela 23 – Mata de brejo, pleno sol.

Variáveis		Tratamentos (níveis de água)		
		25%	50%	100%
Raiz (%)	Mai	13,83 ± 3,03	13,83 ± 3,03	13,83 ± 3,03
	Ago	35,36 ± 5,06	33,87 ± 2,13	38,58 ± 7,38
	Nov	40,21 ± 13,78	29,88 ± 10,07	33,12 ± 5,88
Caule (%)	Mai	6,89 ± 2,32	6,89 ± 2,32	6,89 ± 2,32
	Ago	16,04 ± 3,77	19,80 ± 2,41	19,45 ± 3,61
	Nov	21,64 ± 8,55	22,35 ± 11,60	25,14 ± 3,53
Folhas (%)	Mai	79,28 ± 4,77	79,21 ± 4,77	79,28 ± 4,77
	Ago	48,61 ± 8,38	46,33 ± 3,49	41,97 ± 10,92
	Nov	38,15 ± 21,87	47,77 ± 14,77	41,74 ± 5,47
Parte aérea total (%)	Mai	86,17 ± 3,03	86,17 ± 3,03	86,17 ± 3,03
	Ago	64,64 ± 5,06	66,13 ± 2,13	61,42 ± 7,38
	Nov	59,79 ± 13,78	70,12 ± 10,07	66,88 ± 5,88
Peso total (g)	Mai	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01
	Ago	0,54 ± 0,24	0,70 ± 0,11	0,69 ± 0,24
	Nov	1,78 ± 0,46	3,25 ± 1,88	2,38 ± 2,22
Raiz/parte aérea (g)	Mai	0,16 ± 0,04	0,16 ± 0,04	0,16 ± 0,04
	Ago	0,55 ± 0,12	0,51 ± 0,05	0,65 ± 0,19
	Nov	0,74 ± 0,40	0,45 ± 0,20	0,50 ± 0,13

Tabela 24 - **Mata de brejo**, condição de sombreamento.

Variáveis		Tratamentos (níveis de água)		
		25%	50%	100%
Raiz (%)	Mai	25,72 ± 5,31	25,72 ± 5,31	25,72 ± 5,31
	Ago	18,50 ± 5,07	13,30 ± 0,74	21,56 ± 6,91
	Nov	27,13 ± 6,61	10,89 ± 1,53	24,85 ± 5,25
Caule (%)	Mai	11,39 ± 3,20	11,39 ± 3,20	11,39 ± 3,20
	Ago	17,48 ± 6,62	15,56 ± 4,69	16,34 ± 2,02
	Nov	23,96 ± 7,81	15,67 ± 6,33	20,90 ± 2,80
Folhas (%)	Mai	62,89 ± 4,72	62,89 ± 4,72	62,89 ± 4,72
	Ago	64,02 ± 10,86	71,15 ± 3,96	62,10 ± 8,22
	Nov	48,91 ± 13,49	73,44 ± 7,42	54,26 ± 4,86
Parte aérea total (%)	Mai	74,28 ± 5,31	74,28 ± 5,31	74,28 ± 5,31
	Ago	81,50 ± 5,07	86,70 ± 0,74	78,44 ± 6,91
	Nov	72,87 ± 6,61	89,11 ± 4,53	75,15 ± 5,25
Peso total (g)	Mai	0,32 ± 0,10	0,32 ± 0,10	0,32 ± 0,10
	Ago	0,34 ± 0,06	0,30 ± 0,02	0,35 ± 0,04
	Nov	0,57 ± 0,24	0,29 ± 0,03	0,41 ± 0,05
Raiz/parte aérea (g)	Mai	0,35 ± 0,10	0,35 ± 0,10	0,35 ± 0,10
	Ago	0,23 ± 0,07	0,15 ± 0,01	0,28 ± 0,11
	Nov	0,38 ± 0,12	0,12 ± 0,02	0,34 ± 0,09

CONCLUSÃO

Diante do conhecimento referentes aos aspectos discutidos neste trabalho foi possível fazer várias inferências sobre as interações ecológicas da espécie no ambiente, e assim concluir:

- O substrato sobre o qual a semente é dispersa influencia diretamente no processo de germinação de sementes de *S. camporum*, sendo determinante para a velocidade e sincronização da germinação.

- A faixa de temperatura de 25 a 30°C potencializa o processo germinativo sob condições ideais para a germinação, contribuindo para a distribuição temporal da germinação das sementes no ambiente.

- A condição de luz pouco contribuiu para o processo de germinação, embora a luz com baixa razão V:VE tende a inibir a germinação das sementes da espécie.

A luz é o principal fator limitante para o desenvolvimento da espécie.

- As sementes de *Styrax camporum* não foram fotobláticas, mas apresentaram a forma fiB do fitocromo, que controlou a germinação das sementes no escuro.

- Parte da produção de sementes produzidas anualmente por *S. camporum* permanece viável no solo durante o período de seca, possivelmente à espera de condições ideais para a germinação, formando um banco de sementes temporário no solo.

- As sementes presentes no solo após a passagem pelo período de inverno e seca apresentaram maior sincronização e velocidade de germinação quando expostas ao substrato úmido. Há, portanto, a necessidade de termoperiodicidade para sincronizar a germinação das sementes da espécie.

- O número de plântulas recrutadas no campo é baixo em resposta à semeadura direta. O uso desta metodologia não é recomendado para recuperação de áreas de cerrado degradadas com a espécie.

- O plantio de mudas da espécie com dez meses de idade podem ser realizados, pois apresentaram rápido desenvolvimento no cerrado.

- A germinação e o estabelecimento de plântulas no campo foram limitados, principalmente, pelo fator água. O desenvolvimento de mudas foi limitado, principalmente, pela condição de luz e em menor intensidade pela disponibilidade de água no solo e tipo de solo.

- *S. camporum* está bem adaptada às condições do cerrado (s.s). A espécie apresenta características ecofisiológicas que permitem sua perpetuação neste ambiente específico.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.C.S.; SOUZA, A.F.; RAMOS, F.N.; PEREIRA, T.S.; CRUZ, A.P.M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 609-615, 2000.
- ABUQUERQUE, M.C.F.; RODRIGUES, T.J.D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N.D.; SILVA, L.M.M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaragi (*Colubrina glandulosa* Perk)-Rhamanaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n.2, p.346-349, 1998.
- AMARAL-BAROLI, A.; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 121-124, 2001.
- AUGSPURGER, C.K. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology*, n.77, p.777-795, 1984.
- AQUINO, F.G.; MIRANDA, G.H.B. Consequências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, 2008. 385-398pp.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 35-44, 2001.
- BARBOSA, A. R.; YAMAMOTO, K.; VÁLIO, I. F. M. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 275-280, 1999.
- BARBOSA, D.C.A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da catinga com germinação rápida. In: LEAL, I.; TABARELLI, M.; SILVA, G.M.C. (ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 625-656.
- BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M. DOMINGOS, M. ESTEFANO, E. Ensaio de germinação de *Styrax ferrugineus* Ness Mart. **Ecosistema**, v. 10, p. 55-63, 1985.
- BARRERA, E.; NOBEL, P.S. Physiological ecology of germination for the columnar cactus *Stenocerus queretaroensis*. **Journal of Arid Environments**, London, v. 53, n. 3, p. 297-306, 2003.
- BASKIN, C. C. BASKIN, J. M. **Seed: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. Academic Press, London. 1998.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, p. 1-16, 2004.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; LI, X. Taxonomy, ecology, and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, v. p. 139-152, 2000.

BAZZAZ, F.A.; PICHETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: A comparative review. **ANNUAL REVIEW OF ECOLOGY AND SYSTEMATICS**. v. 11, p. 587-310, 1980.

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

BEWLEY, J.D. BLACK, M. **Seed physiology of development and germination**. 2 ed. Plenum Press, New York. 1994.

BIAGIONI, L.A.; GODOY, S.A.P. Caracterização de grupos biológicos do Cerrado Pé-de-Gigante: Germinação de sementes de algumas espécies nativas do cerrado. In: PIVELLO, V.R.; VARANDA, E.M. **O Cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia Conservação -Parque Estadual de Vassununga**, São Paulo, SMA, 2005, P. 112-120.

BOTTO, J.F.; SÁNCHEZ, R.A.; WHITELAM, G.C.; CASAL, J.J. Phytochrome A mediates the promotion of seed germination by very low fluences of light and canopy shade-light in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 110, p. 439-444.1996

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

BRAZ, V.S. ; KANEGAE, M.F. ; FRANCO, A.C. . Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* BENTH. em duas fitofisionomias típicas do Brasil Central. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 1, p. 27-35, 2000.

CARDOSO, V.J.M. Germinação. In. KERBAURY, G.B. (Ed). **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2008, p. 384-408.

CAMARGO, P.N. de, ARENS, K. Observações sobre uma reserva de cerrado. **Revista Agricultura**, v. 42, p. 3-10, 1969

DURIGAN, G.; RATTER, J.A.; BRIDGWATER, S.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. *Hoehnea*, v. 30, p. 39-51, 2003.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, p. 201-341, 1972.

FANTINI, A.C.; GURIES, P.R. Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. **Forest Ecology and Management**, v. 242, n. 2-3, p. 185-194, 2007.

FELIPPE, G.M. ; SILVA, J.C.S. . Estudos de germinação em espécies do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 157-163, 1984.

FELFILI, J.M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C; SOUSA-SILVA, J.C. RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999.

FENNER M.; THOMPSON K. **The Ecology of Seeds**, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.

FERREIRA, M.G.M.; CÂNDIDO, J.F.; CANO, M.A.O. CONDÉ, A.R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Árvore*, v.1, n.2, 1997. p. 64-70.

FERRI, M.G. Ecologia dos Cerrados. In: FERRI, M.G. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4., 1977, Itatiaia. **Resumos**. São Paulo: Edusp, 1977. p.15-31.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑARODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

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

FOSTER, S. A. On the adaptative value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis, **Botanical Review**, v. 52, p. 260-299, 1986.

FRANCO, A.C. . Ecophysiology of woody plants. In: Paulo S Oliveira; Robert J Marquis. (Org.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. 1 ed. New York: Columbia University Press, 2002, p. 178-197.

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

GARWOOD, N.C. Tropical soil seed banks: a review. In M. Leck, V. Parker, and R. Simpson, editors. **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, San Diego, California, USA. 1989. p. 149-209

GOMES, P.B., VÁLIO, I.F.M., MARTINS, F.R. Germination of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) in laboratory and its relation to the palm spatial distribution in a swamp forest. **Aquatic Botany**, v. 85, p.16–20, 2006.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R.G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 561-584, 2003.

GOODLAND, R. FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte, Ed. Itatiba e São Paulo, Ed. da USP, 1979, 193p.

HANSON, A.D.; HITZ, W.D. Methabolic responses of mesophytes to plant water deficits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 33, p. 163-203, 1982.

HENDRICKS, S.B., TAYLORSON, R.B. Variation in germination and amino acid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, v.581, p.7-11, 1976.

HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M.; RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. A flora do cerrado. In: **IV Simpósio sobre cerrados – bases para utilização agropecuária**. (M. G. Ferri, ed.). Edusp e livraria Italiana Editora Ltda., São Paulo, 1977, p. 211-232.

HYATT, L.A.; CASPER, B.B. Seed bank formation during early secondary succession in a temperate deciduous forest. **Journal of Ecology**, 2000, v. 88, p. 516-527.

JACKSON, P.C.; MEINZER, F.C.; BUSTAMANTE, M.; GOLDSTEIN, G.; FRANCO, A.; RUNDEL, P.W.; CALDAS, L.; IGLER, E.; CAUSIN, F. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. **Tree Physiology**, v. 19 p. 717-724, 1999.

JULIO, P.G.S.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae), espécie de cerrado do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p.189-203, 2007.

KANEGAE, M.F.; BRAZ, V.F.; FRANCO, A.C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 459-468, 2000.

KAPLAN, M.A.C.; FIGUEIREDO M.R.; GOTTLEB, O.R. Chemical diversity of plants from Brazilian Cerrados. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66(Supl. 1 – parte 1): p. 50-55, 1994.

KLINK, C.A.; SANTOS, H.G.; CAMPARI JR., J.S.; MATSUMOTO, M.H.; FREITAS, G.K.; BAUMGARTEN, L. Conservação dos recursos naturais em terras privadas: O papel das reservas legais no arranjo funcional das paisagens produtivas do bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, 2008. 401-406pp.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Malden, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

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

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**, Washington, D. C. 1983. 173p.

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

LABOURIAU, L.G.; VÁLIO, I.F.M.; SALGADO-LABOURIAU, M.L.; HANDRO, W. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrados em condições naturais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 23, p. 227-237, 1963.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 531 p.

LEISHMAN, M.R.; WRIGHT, I.J.; MOLES, A.T.; WESTOBY, M. The evolutionary ecology of seed size. **Seeds – the Ecology of Regeneration in Plant Communities** (Ed. Fenner), pp. 31-57, CAB international, Wallingford. 2000.

LENZA, E.; KLINK, C.A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 627-638, 2006.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo/SP, EDUSP, 2000, v. 1, p. 143-157.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae) uma espécie típica de Matas de Brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 35-40, 1996.

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

LOWLOR, D.W. Carbon dioxide supply for photosynthesis. In: (3 Ed) **photosynthesis Oxford: Bios Scientific Publishers**, 2001. pp. 281-307.

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

MALAVASI, M. M. germinação de sementes. In: Piña Rodrigues, F.C.M. **Manual de análise de sementes florestais**. Fundação Cargil, Campinas, SP. 1988. p. 25-39.

MANTOVANI, W. Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado na Reserva Biológica de Mogi Guaçu e em Itirapina. Campinas, 1983, 147p. Dissertação de Mestrado.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. Florística do cerrado na Reserva Biológica de Mogi Guaçu, SP, **Acta Botanica Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 33-60, 1993.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. Variações fonológicas das espécies do cerrado na Reserva Biológica de Mogi Guaçu, SP, **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101-112, 1988.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. Florística do cerrado na Reserva Biológica de Mogi Guaçu, SP, **Acta Botanica Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 33-60, 1993.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JUNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. 1998. Flora vascular do cerrado. Pp. 278-556. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa cerrados, Planaltina.

MEDEIROS, A.C.; ZANON, A. Efeito do substrato e temperatura na germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.36, p.21-28, 1998.

MELO, F.P.L.; NETO, A.V.A.; SIMABUKURO, E.A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: (ed.) FERREIRA, G.F.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**, Porto Alegre, Artimed, 2004, p. 237-250.

MOLES, A.T.; WESTOBY, M. Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. **Journal of Ecology**, v. 92, p. 372-383, 2004.

MONTEIRO, R., AULINO, O. Clima e balanço hídrico em uma reserva de cerrado no município de Corumbataí. In: Seminário Regional de Ecologia, 2. Anais... São Carlos: Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos. 1981, p. 111-131.

NAKAJIMA, J.N.; MONTEIRO, R. Estudos fitogeográficos com espécies de *Styrax* L. (Styracaceae) dos cerrados brasileiros. **Eugeniana**, v. 12, p. 3-10, 1986.

NARBONA, E.; ORTIZ, P.L.; ARISTA, M. Germination variability and the effect of various pré-treatment on germination in the perennial spurge *Euphorbia nicaeensis* All. **Flora**, v. 201, p. 633-641, 2006.

NARDOTO, G.B., SOUZA, M.P. FRANCO, A.C. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, p. 313-319, 1998.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Produção de Etileno, atividade de Endo-B-manase e germinação de sementes de alface em resposta a luz e a temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, V. 22, n. 2, p. 1-5, 2000.

OLIVEIRA, P.E.A.M. Fenologia e Biologia Reprodutiva de Espécies do Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Org.). **CERRADO: Ambiente e Flora**. BRASILIA: EMBRAPA, Planaltina. 1998. p. 169-192.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plants species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v.52, p. 141-194, 1995.

OLIVEIRA, P.E.A.M.; PAULA, F.R. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de Galeria. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L, SOUZA-SILVA, J.C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**, Embrapa Planaltina, Df, 2001. p. 303-332.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, n. 4, p. 483-508, 1994.

PAULETTI, P.M. ; ARAÚJO, A.R.; YOUNG, M.C.M.; GIESBRECHT, A.M.; BOLZANI, V.S. nor-Lignans from the leaves of *Styrax ferrugineus* (Styracaceae) with antibacterial and antifungal activity. **Phytochemistry, Inglaterra**, v. 55, p. 597-601, 2000.

PAULETTI, P.M.; ARAÚJO, A. R.; YOUNG, M. C. M.; BOLZANI, V. S. Triterpenos de *Styrax camporum* (Styracaceae). **Química Nova**, Brasil, v. 25, n. 3, p. 349-352, 2002.

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

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; SANTOS, J. E.; KAGEYAMA, P. Y.; HARDT, E. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 533-544, 2004.

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J.L.; LEPSCH, I.F. Relação solos-geomorfologia em várzea do Rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 4, p. 181-187, 1980.

PEREIRA, T.S.; ANDRADE, C.S. Germinação de *Psidium guajava* L. e *Passiflora edulis* Sims- Efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.58-62, 1994.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V.J.; FACHINELLO, J.C. Ação de Giberelinas e Citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. *Scientia Agrária*, v. 8, n. 3, p. 225-232, 2007.

RODRIGUES, F.C.M.; SANTOS, N.R.F. Teste de tetrazólio. In: Rodrigues, F.C.M. **Manual de análise de sementes florestais**. Fundação Cargil, Campinas, SP. 1988. p. 91-100.

PINTO, L.V.A.; DAVIDE, A.C; BOTELHO, S.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M. Distribuição das espécies arbóreo-arbustivas ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 294-305, 2005.

PINHEIRO, M.H.O.; MONTEIRO, R. Contribution of forest species to the floristic composition of a forest savanna in Southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 763-774, 2006.

PIZO, M.A., SIMÃO, I. 2001. Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedlings of the palm *Euterpe edulis*. **Acta Oecologica**, v. 22, p. 229-233, 2001.

PROBERT, R.T. The role of temperature in seed dormancy and germination: In. **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**, 2ed edn, ed. Fenner, M. Walingford: Cabi, pp. 261-92, 2000.

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

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

RAMOS, K.M.O.; FELFILI, J.M.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C.; FRANCO, A.C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. *Acta Botânica Brasilica*, v. 18, n. 2, p. 251-358. 2004.

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

RATTER, J.S. BRIDGEWATER, AND J.F. RIBEIRO. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Journal of Botany**, Edinburgh, v. 60, p. 57–109, 2003.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, p. 223-230, 1997.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As matas de Galeria no contexto do bioma Cerrado In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L, SOUZA-SILVA, J.C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**, Embrapa Planaltina, DF, 2001. p. 29-47.

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

RIZZINI, C.T. Dormancy in seeds of *Anona crassiflora* Mart. **Journal Experimental Botany**, v. 78, p. 117-123, 1973.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. Volume 2. Aspectos sociológicos e florísticos. HUCTEC –Edusp, São Paulo, 1979, 374p.

RIZZINI, C.T. A flora do cerrado – Análise florística das savanas centrais. In: Ferri, M. G. (ed.). **Simpósio sobre o cerrado**. Edusp e Editora Edgard Blücher Ltda. (São Paulo). 1963.

RIZZINI, C.T. Contribuição ao conhecimento da estrutura do cerrado. **Brasil Florestal**, v. 6, p. 3-15, 1975.

ROCHA, A.M.S.; MORAES, J.A.P.V. Influência do estresse hídrico sobre as trocas gasosas em plantas jovens envasadas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 9, n.1, p. 41-46, 1997.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2001. p. 91-99.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2001. p. 45-71.

RODRIGUES, T.J. D.; LEITE, I.C. Fisiologia vegetal hormônios das plantas. FUNEP Jaboticabal. 2004, 77p.

ROH, M. S.; BENTZ, J A. Germination of *Styrax japonicus* seeds as influenced by storage and sowing conditions. **Acta Horticulture**, ISHS, 2003.

ROH, M. S.; BETZ, JO. A.; WANG, P.; LI, E.; KOSHIOKA, M. Maturity and temperature stratification affect the germination of *Styrax japonicus* seeds. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 79, n. 4, p. 645-651, 2004.

SALGADO, M.A.S.; REZENDE, A.V.; FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C; SOUSA-SILVA, J.C. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Brasil Florestal*, nº 70, p. 13-21, junho de 2001.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Editora UNB, Fundação Universidade de Brasília, Brasília, 2004. 247p.

SARAIVA, L.C.; CESAR, O.; MONTEIRO, R. Biologia da polinização e sistema de reprodução de *Styrax ferrigineus* Nees et Mart. (Styracaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.11, p. 71-80, 1988.

SASSAKI, R.M.; RONDON, J.N.; ZAIDAN, L.B.P.; FELIPE, G.M. Number of seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery forest soils at Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 147-152, 1999.

SILVA, E.A.A.; MELO, D.L.B.; DAVIDE, A.C.; BODE, N.; ABREU, G.B.; FARIA, J.M. R.; HILHORST, H.W.M. Germination Ecophysiology of *Annona crassiflora* Seeds. **Annals of Botany**, v.99, p. 823–830, 2007.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. Cerrado-cerradão: a comparison with respect to number of species and growth forms. **Phytocoenologia**, v. 12, p. 293-303, 1984.

SILVA, L.M.M. AGUIAR, I.B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (faveleira). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, nº 1, p.9-14, 2004.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A.T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (*Melastomataceae*). **Biota Neotropica**. v. 7, n. 1, 2007.

SIMÃO, E.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. The epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus* (Salm-Dick ex DC.) Ralf Bauer seed germination is controlled by light and temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, p. 655-662, 2007.

SIMÃO, E., Takaki, M. Effect of light and temperature on seed germination in *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (*Melastomataceae*). **Biota Neotropica**. , v. 8, p. 63 - 68, 2008.

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

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

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica **Sistemática: Guia para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, segundo A.P.G.II**. 1. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2005. v. 1. 640 p.

SOUZA-SILVA, J.C.; RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.; ANTUNES, N.B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em matas de galeria. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L., SOUZA-SILVA, J.C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**, Embrapa Planaltina, Df, 2001. p. 379-422.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y.S.; BATISTA, E.A.; FUNARI, F.L. Balanço hídrico da reserva biológica de Mogi Guaçu, SP. **Hoehnea**, v. 13, n. 1, p. 73-85, 1986.

SUGAHARA, V.; TAKAKI, M. Effect of light and temperature on seed germination in guava (*Psidium guajava* L. - Myrtaceae). **Seed Science and Technology**, Suécia, v. 32, p. 759-764, 2004.

SWAIN, T. **Tannins and lignins. In Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites** (G.A. Rosenthal & D.H. Janzen, eds.). Academic Press, New York, 1979. p.657-682.

- TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 1 p. 103-107, 2001.
- TAKAKI, M.; KENDRICK, R.E.; DIETRICH, S.M.C. Interaction of light and temperature on the germination of *Rumex obtusifolius* L. **Planta**, v. 152, p. 209-214, 1981.
- TAYLORSON, R.B.; HENDRICHS, S.B. Interactions of light and temperature shift on seed germination. **Plant Physiology**, v. 49, p. 127-130, 1972.
- TEIXEIRA, M.I.J.G.; ARAUJO, A.R.B.; VALERI, S.V.; RODRIGUES, R.R. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s. no município de patrocínio paulista, nordeste do Estado de São Paulo, **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 1-11, 2004.
- TEIXEIRA, A.P. ASSIS, M.A., SIQUEIRA, F.R., CASAGRANDE, J.C. 2008. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. **Wetlands Ecology and Management** (no prelo).
- TEIXEIRA, A.P., ASSIS, M.A. 2005. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no Município de Rio Claro (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 467-476, 2005.
- THOMPSON, K.; GRIME, J.P. Seasonal variation in seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitat. **Journal of Ecology**, v. 67, p. 893-921, 1979.
- VÁLIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, n. 1, p. 79-84, 2001.
- VÁZQUEZ-YANES, C. Notas sobre a autoecologia de los arboles pioneros de rápido crecimiento de la selva tropical lluviosa. **Tropical Ecology**, v. 21, n. 1, p. 103-112, 1980.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Dispersal of seeds by animals: effect on light controlled dormancy in *Cecropia obtusifolia*. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (eds.), **Frugivores and seed dispersal**. Dr W. Junk publishers, Dordrecht. 1986, p.71-77.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. *Oecologia*, Berlin, v. 83, n. 2, p.171-175, 1990.
- VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual review of ecology and systematics**, Stanford, v.24, p.69-87, 1993.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Heliocarpus donnell-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. **Physiologia Plantarum**, 56, n.3, p. 295–298. 1982.

VEASEY, E.A.; FREITAS, J.C.T.; SCHAMMASS, E.A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 299-304, 2000.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de Potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. (11/12), p. 1957-1968, 1991.

VIDAVER W.; HSIAO, A.I. Secondary dormancy in light-sensitive lettuce seeds incubated anaerobically or at elevated temperature. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.53, n.22, p.2557-2560, 1975.

WALTER, B.M.T. **Distribuição espacial de espécies perenes em uma mata de galeria inundável no Distrito Federal: florística e fitossociologia**. Brasília, UNB, 1995, 200p. Dissertação de mestrado.

WERKER, E. **Seed anatomy**. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 1997.

WESTOBY, M.; FALSTER, D.S.; MOLES, A.T.; VESK, P.A.; WRIGHT, I.J.; Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 125-159, 2002.

ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.18, n. 1, p. 161-176, 2004.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall. 1999.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)